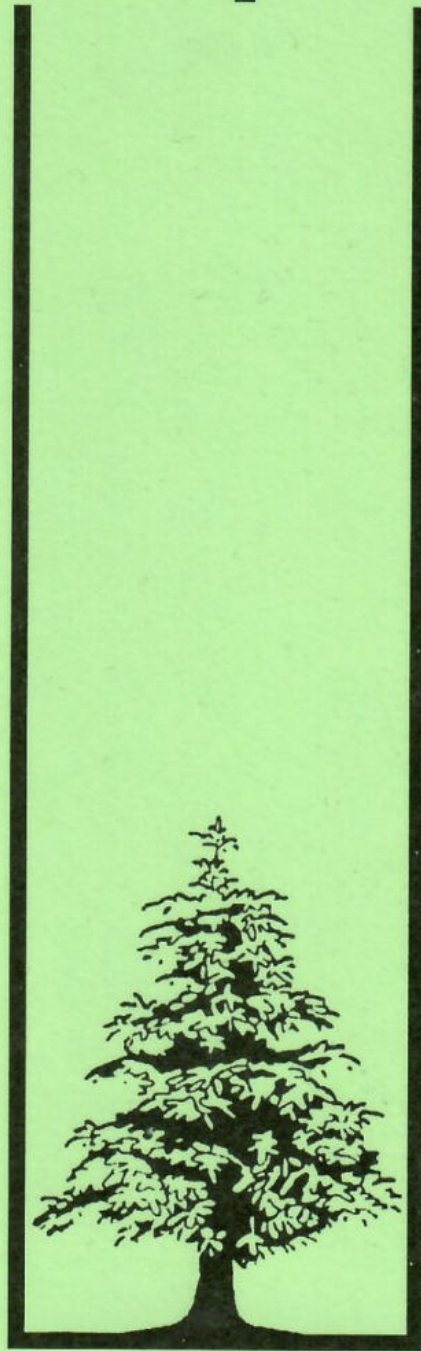


**Поліському філіалу УкрНДІЛГА –
–50 років**



**РАДІОЕКОЛОГІЯ ЛІСІВ
І ЛІСОВЕ ГОСПОДАРСТВО
ПОЛІССЯ УКРАЇНИ**

Державний комітет лісового господарства України
Національна Академія Наук України
Український ордена “Знак Пошани” науково-дослідний інститут
лісового господарства і агролісомеліорації ім. Г.М.Висоцького

Поліський філіал

**РАДІОЕКОЛОГІЯ ЛІСІВ
І ЛІСОВЕ ГОСПОДАРСТВО ПОЛІССЯ УКРАЇНИ**

Збірник наукових праць

Фітосоціоцентр

Київ – 2006

State Committee of Forestry of Ukraine
National Academy of Sciences of Ukraine
Ukrainian Scientific Research Institute of Forestry and Agro-Forest
Amelioration

Polis'kiy Branch

**RADIOECOLOGY OF FORESTS
AND FORESTRY OF POLISSYA OF UKRAINE**

Scientific works

Phytosociocentr

Kyiv – 2006

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

В.П. КРАСНОВ (головний редактор), **О.О. ОРЛОВ** (відповідальний секретар),
Т.Л. АНДРІЄНКО, **В. О. БУЗУН**, **В.М. ВОЙЦИЦЬКИЙ**, **В.А. ГАЙЧЕНКО**,
М.І. ГОРДІЄНКО, **Я.В. КОВАЛЬ**, **М.Є. КУЧЕРЕНКО**, **П.І. ЛАКИДА**,
М.А. ЛОХМАТОВ, **В.М. МАУРЕР**, **О.С. МІГУНОВА**, **М.І. ОНИСЬКІВ**, **В.І. ПАРПАН**,
В.П. ТКАЧ, **В.П. ШЛАПАК**

EDITORIAL BOARD:

V.P. KRASNOV (Editor-in-Chief), **O.O. ORLOV** (editorial secretary),
T.L. ANDRIENKO, **V.O. BUZUN**, **V.M. VOITSITSKY**, **V.A. GAYCHENKO**,
M.I. GORDIENKO, **Ya.V. KOVAL**, **M.E. KUCHERENKO**, **P.I. LAKIDA**,
M.A. LOKHMATOV, **V.M. MAURER**, **O.S. MIGUNOVA**, **M.I. ONIS'KIV**, **V.I. PAPAN**,
V.P. TKACH, **V.P. SHLAPAK**

Адреса редакційної колегії:

Поліський філіал УкрНДІЛГА, Житомирський р-н, с. Довжик,
вул. Нескорених, 2; 10004
Тел./факс (0412) 26-86-28
E-mail: station@zt.ukrpack.net

Видається за рішенням Вченої Ради УкрНДІЛГА

Радіоекологія лісів і лісове господарство Полісся України: Збірник наукових праць Поліського філіалу УкрНДІЛГА. – Київ: Фітосоціоцентр, 2006. – 200 с. – 6(12).

У збірнику наукових праць представлені результати досліджень з питань радіоекології лісу та розвитку радіологічної ситуації на Поліссі України, Російської Федерації й Білорусі. Охарактеризований внесок науковців Поліського філіалу УкрНДІЛГА в удосконалення ведення лісового господарства на Поліссі України.

Для науковців і спеціалістів лісового господарства.

Radioecology of forests and forestry of Polyssia of Ukraine: Scientific works of Poliss'kiy Branch of UkrSRIFA. – Kyiv: Phytosociocentr, 2006. – 200 p.

Research results concerning with radioecology of forests and development of radiological situation on Polissya of Ukraine, Russian Federation and Belorussia were presented. The contribution of researchers of Poliss'kiy Branch of UkrSRIFA into perfection of carrying out of forestry in Polissya of Ukraine was characterized.

For researchers and specialists of forestry.

ISBN 966-306-018-2

© Поліський філіал Українського
ордена "Знак Пошани" науково-
дослідного інституту лісового
господарства і агролісомеліорації
ім. Г.М.Висоцького, 2006

З М І С Т

	Стор.
Ведмідь М. М. Проблеми лісового господарства Полісся України	9
I. РАДІОЕКОЛОГІЯ ЛІСІВ	
Краснов В. П. Значення Поліського філіалу УкрНДЛІГА у вирішенні проблем ведення лісового господарства в умовах радіоактивного забруднення	12
Мамихин С. В. Возможности имитационного моделирования в прогнозировании и изучении механизмов поведения радионуклидов в лесных экосистемах	19
Орлов О. О. Головні закономірності розподілу ^{137}Cs в екосистемах сильно обводнених олігомезотрофних боліт Західного Полісся України	28
Переволоцкая Т. В., Паскребко Л. А., Андруш С. Н., Переволоцкий А. Н., Булавик И. М. Параметры миграции ^{137}Cs и ^{90}Sr в почвах сосновых насаждений различных типов условий местопрорастания	42
Курбет Т. В., Орлов О. О., Косинський В. П. Розподіл ^{137}Cs у лісовій екосистемі вологого бору у Центральному Поліссі	48
Булавик И. М., Переволоцкий А. Н. Сравнительное содержание ^{137}Cs в древесине и коре сосняков разного возраста	55
Цветнова О. Б., Богатова М. К., Щеглов А. И. Влияние свойств почв на содержание и перераспределение ^{137}Cs в почве природных и агроэкосистем в отдаленный период после чернобыльских выпадений	65
Шелест З. М. Особливості накопичення ^{137}Cs рослинами, які є основою раціону козулі європейської в лісових екосистемах Центрального Полісся України	75
Зарубіна Н. Є., Гудзенко В. В. Радіонукліди в грибах Київської області після аварії на Чорнобильській АЕС	80
II. ЛІСІВНИЦТВО І ЛІСОЗНАВСТВО	
Борисова В. В., Фатєєв В. В., Дудік Н. В. Лісокультурна справа на Поліссі України	85
Бузун В. О. Система ведення лісового господарства у сосновій формації лісів Полісся України	91
Волошинова Н. О., Лазар О. Д. Лісове насінництво на Рівненщині	104
Гладун Г. Б. Проблеми лісомеліорації Полісся та основні шляхи їхнього вирішення	107
Бузун В. О., Шкудор В. Д. Перспективи природного лісовідновлення в лісах Західного Полісся України	113

Гулик І. Т., Шадура М. В.	
Кормове значення сукцесій на зрубках і згарищах для козулі європейської у лісах Західного Полісся	124

Распопіна С. П.	
Становлення лісового ґрунтознавства та вклад дослідників ґрунтів Поліського регіону у його розвиток.....	132

III. ЗАХИСТ ЛІСУ

Мешкова В. Л.	
Лісова ентомологія в Україні: історія, здобутки й завдання	138

Усцький І. М.	
Внесок науковців Поліської ЛНДС у вирішенні лісопатичних проблем Полісся	149

Струтинський О. В.	
Особливості екології прогалин в осередках кореневої губки в лісах Житомирської області	152

IV. ЛІСОВЕ БІОРІЗНОМАНІТТЯ

Бондарук М. А., Целіщев О. Г.	
Біорізноманіття лісових екосистем України: сучасний стан, проблеми, шляхи вирішення	173

Волчков В. Е.	
Итоги исследования брусничных ягодников в Беларуси	180

Рупасова Ж. А., Морозов О. В., Игнатенко В. А., Василевская Т. И.	
Сравнительная оценка новых гибридных форм ягодных растений сем. ERICACEAE по накоплению фенольных соединений в ассимилирующих органах	188

З ІСТОРІЇ ЛІСОВОЇ НАУКИ

Редько Г. И.	
Слово о Петре Степановиче Погребняке (доклад на юбилейной конференции лесохозяйственного факультета Лесотехнической академии, посвященной 100-летию со дня рождения П. С. Погребняка, 30 января 2001 г.)	197

CONTENS

	Pages
Vedmid' M.M. Problems of forestry of Polissya of Ukraine	9
I. FOREST RADIOECOLOGY	
Krasnov V.P. Contribution of Polisskiy Branch of UkrSRIFA in solution of carrying out of forestry in conditions of radioactive contamination	12
Mamikhin S.V. Possibilities of imitation modelling in prognosis and research of mechanisms of behaviour of radionuclides in forest ecosystems	19
Orlov O.O. The main regularities of ¹³⁷ Cs distribution in the ecosystems of highly irrigated oligo-mezotrophic swamps of Western Polissya of Ukraine	28
Perevolotskaya T.V., Paskrobko L.A., Andrush C.N., Perevolotsky A.N., Bulavik I.M. ¹³⁷ Cs and ⁹⁰ Sr migration parameters in soils of pine tree plantations of different edaphotops	42
Kurbet T.V., Orlov O.O., Kosinsky V.P. ¹³⁷ Cs distribution in forest ecosystem of wet bor in Central Polissya	48
Bulavik I.M., Perevolotsky A.N. Comparative content of ¹³⁷ Cs in wood and bark of pine tree plantations of different age	55
Tsvetnova O.B., Bogatova M.K., Shcheglov A.I. The influence of soil properties on content and redistribution of ¹³⁷ Cs in the soil of natural and agroecosystems in postpone period after Chernobyl fallout	65
Shelest Z.M. Peculiarities of ¹³⁷ Cs accumulation by the main diet plants of roe deer in forest ecosystems of Central Polissya	75
Zarubina N.E., Gudzenko V.V. Radionuclides in mushrooms of the Kiev Region after accident on Chernobyl NPP	80
II. FORESTRY AND FOREST SCIENCE	
Borisova V.V., Fateev V.V., Dudik N.V. The forest culture work on Polissya of Ukraine	85
Buzun V.O. System of carrying out of forestry in pine formation of forests of Polissya of Ukraine	91
Voloshinova N.O., Lazar O.D. Forest seed-growing in Rivne Region	104
Gladun G.B. The problems of forest amelioration of Polissya and basic ways of their solution	107
Buzun V.O., Shkudor V.D. Perspectives of natural reforestation in forests of Western Polissya of Ukraine	113
Gulik I.T., Shadura M.V. Fodder significance of successions on clear cuttings and burnings for roe-deer European in forests of Western Polissya	124

Raspopina S.P.	
The history of forest soil science and contribution of soil scientists to its development in Polissya Region	132

III. FOREST PROTECTION

Meshkova V.L.	
Forest entomology in Ukraine: history, progress and tasks	138

Ustskiy I.M.	
Contribution of scientists of Poleskaya ALOS in solution of forest-pathologic problems of Polissya ...	149

Strutinsky O.V.	
Peculiarities of ecology of root rot glade in the forests of Zhytomyr Region	152

IV. FOREST BIODIVERSITY

Bondaruk M.A., Tselishchev A.G.	
Biodiversity of forest ecosystems in Ukraine: the current status, problems, ways of solution	173

Volchkov V.E.	
Results of study of Vacciniaceae berry species in Belarus	180

Rupasova Zh.A., Morozov O.V., Ignatenko V.A., Vasilevskaya T.I.	
Comparative evaluation of new hybrid forms of berry plants of the family Ericaceae on accumulation of phenol compounds in assimilative organs	188

V. FROM THE HISTORY OF FOREST SCIENCE

Red'ko G.I.	
Word about Petro Stepanovich Pogrebnyak	197

Ведмідь М.М. –
кандидат сільськогосподарських наук,
заступник голови Держкомлісгоспу України,
м. Київ

Проблеми лісового господарства Полісся України

Президент України 13.03.2006 р. підписав Закон № 3404-IV “Про внесення змін до Лісового кодексу України”, який набув чинності 31 березня 2006 року.

Розпорядженням Кабінету Міністрів України від 18.04.2006 р. № 208-р схвалено Концепцію реформування та розвитку лісового господарства України. Реалізація Концепції сприятиме переведенню лісового господарства на засади сталого розвитку та ефективному управлінню лісовим господарством держави.

Кодекс створює законодавчу базу для діяльності лісової галузі і всіх суб’єктів лісових відносин з врахуванням необхідності підвищення екологічного та ресурсного потенціалу лісів, збереження біологічного різноманіття лісових екосистем, задоволення потреб суспільства в лісових ресурсах та послугах тощо.

Сучасна Концепція реформування та розвитку лісового господарства України є важливою складовою загальної стратегії збалансованого соціально-економічного та екологічного розвитку країни на довгострокову перспективу. Першочерговим завданням лісгосподарського виробництва в умовах негативної антропогенної трансформації складових навколишнього природного середовища, на фоні докорінної зміни соціальних і економічних основ державного будівництва, стає забезпечення сталого розвитку галузі, спрямоване на більш повне забезпечення потреб народного господарства і населення в продукції та корисностях лісу за рахунок підвищення ефективності його функціонування і комплексу використання лісосировинних ресурсів. Поряд з великим екологічним значенням лісів в Україні суттєво зростає їх ресурсна вагомість. Саме тому використання лісових угідь слід проводити такими способами й з такою інтенсивністю, при яких забезпечувалися б збереження біологічного різноманіття лісових ценозів, висока продуктивність насаджень, здатність до відновлення, життєстійкість і потенційна можливість використання ними у майбутньому відповідних екологічних, економічних і соціальних функцій.

Однією з особливостей ведення лісового господарства в Україні є диференціація способів і технологій виконання лісгосподарських заходів за природно-економічними зонами, серед яких своїми специфікою і значенням виділяється Полісся, на частку якого доводиться 38 % загальної площі лісового фонду України, 37,7 % – вкритої лісом, 37,1 % – загального запасу деревини. Характерними рисами природних умов на Поліссі є відносно м’який і вологий клімат, низинний рельєф, наявність значних площ перезволожених і заболочених земель, своєрідний і дуже мозаїчний ґрунтовий покрив з перевагою збіднених піщаних, супіщаних і торф’яно-болотних ґрунтів. Такі природні умови сприятливі для деревної рослинності, формування соснових, сосново-листяних і, частково, дубових деревостанів, яким, крім ресурсних, притаманні виключно важливі водоохоронні, ґрунтозахисні, кліматорегулюючі, санітарно-гігієнічні й інші корисні властивості.

До останнього часу основою організації лісового господарства був поділ лісів регіону на дві групи та біля 20 категорій захисності, причому способи і технологія лісгосподарських заходів, залежно від організаційних одиниць, чітко не розмежовувались, хоч завдання ведення лісгосподарських робіт для кожної з них істотно відрізнялись.

Все ж цілеспрямована робота великих колективів лісівників поліських областей протягом другої половини минулого століття мала позитивні результати. Зросла лісистість, питома вага вкритої лісом площі, збільшилась частка насаджень з переважанням сосни і дуба, деревина яких користується високим попиту на світовому ринку, дещо покращився розподіл деревостанів за групами віку. Повністю освоєний лісокультурний фонд. Кожен другий гектар лісів – штучного походження. Постійно зменшувались площі низькопродуктивних і малоповнотних, похідних деревостанів. Це обумовило істотне зростання запасів деревини, річного приросту за запасом на одиницю площі.

Проте на Поліссі на рубежі XX і XXI століть так остаточно і не сформувалась збалансована система ведення лісового господарства на еколого-типологічних засадах, спрямована на виконання згаданих вище завдань. Лише в останнє десятиріччя основи такої системи, закладені в концепції реформування та розвитку лісового господарства країни, законодавчо забезпечені новим Лісовим кодексом України, збільшенням бюджетного фінансування розвитку галузі. Найважливіші стратегічні напрямки діяльності лісгосподарських підприємств до 2015 р. сформульовані у програмі “Ліси України”.

Сьогодні Україна за площею лісів посідає восьме місце в Європі, а за лісистістю відноситься до малолісних держав. Для досягнення розрахункової оптимальної лісистості необхідно заліснити біля

2,4 млн.га лісів (табл. 1). На Поліссі, у одному з найбільш лісистих регіонів, теж потрібно створити лісові культури на площі 382 тис.га, в тому числі у Волинській області – 115 тис.га, у Житомирській – 117, Рівненській – 72, Чернігівській – 77 тис.га. Уже на поточний рік на Поліссі передбачене збільшення річного об'єму лісорозведення на 2,9 тис.га, надалі ж – щорічне його подвоєння. Це дозволить збільшити лісистість регіону від 26,8 % до оптимальної – 32 %.

Для реалізації програми лісовідновлення і лісорозведення на Поліссі створено відповідну виробничу базу – розширену мережу розсадників, що дозволяє вирощувати потрібну кількість садивного матеріалу,

Таблиця 1

Проект оптимізації лісистості Полісся України

Адміністративні області	Заг. площа тер., кв.км	Вкр.ліс. росл. землі на 01.01.02 тис.га	Опти- мал. лісис- тість, %	Лісис- тість на 01.01.06	± до оптима- льної	Пл. лісів для опт. лісис- т., тис.га	Потрібно додатково заліснити, тис.га	Проект створ. захис.ліс. насад. на 2006 р.
Волинська	20,2	632	37	31,2	-5,8	747	115	1347
Житомирська	29,9	989	37	33,0	-4,0	1106	117	600
Рівненська	20,1	732	40	36,5	-3,5	804	72	1000
Чернігівська	31,9	657	23	20,6	-2,4	734	77	0
Полісся	102,1	3010	32	26,8	-5,2	3391	382	2947
Україна	603,7	9491	20	15,7	-4,3	11853	2363	16443

теплічних господарств, постійних лісонасінневих ділянок і плантацій для отримання якісного насіння деревних і чагарникових порід. Удосконалюються і впроваджуються у виробництво сучасні технології створення лісових культур. Одним із перспективних напрямків при цьому є застосування сучасних стимуляторів росту рослин (триман, чаркар, емістим, агростимулін та інше).

Для зростання лісистості у склад державного лісового фонду передаються малопродуктивні сільськогосподарські неугіддя, серед яких найбільші площі займають староорні, інколи еродовані землі, а також радіоактивно забруднені землі. Лісорослинні умови цих земель не завжди забезпечують стійкість лісопосадок, їх нормальний ріст і розвиток. В першу чергу, це стосується створення лісонасаджень сосни, які вже у 7–10-річному віці вражає коренева губка. Щоб запобігти пошкодженню сосни цим збудником хвороби, насамперед потрібен глибокий обробіток ґрунту, створення змішаних сосново-листяних деревостанів.

В програмі “Ліси України” екологічна її складова тісно пов'язана з економічною. Це стосується збереження і збільшення ресурсного потенціалу лісів, стабілізації лісокористування.

Лісорозведення на неугіддях прискорюють оптимізацію розподілу деревостанів за групами віку, поповнивши недостатню частку молодняків, чим попередять надалі небажане зниження об'ємів головного користування в майбутньому, коли криза в основних галузях промисловості буде подолана і попит на деревину й інші продукти лісу істотно збільшиться.

Значні переруби стиглих деревостанів та великий обсяг лісовідновлення у післявоєнний період привели спочатку до надмірного зростання питомої ваги молодняків, які зайняли більше половини вкритої лісом площі, і до дуже низької питомої ваги стиглих деревостанів. У насадженнях хвойних порід частка стиглого лісу становила тільки 2,5 %, що у 5 разів менше норми. Освоєння лісокультурного фонду і регламентація головного користування розрахунковою лісосікою спричинили дуже істотне зменшення частки молодняків унаслідок переходу їх у середньовікові насадження. Така структура лісів Полісся за віком приховує загрозу порушення в майбутньому стабільності лісокористування, для попередження чого слід оптимізувати розподіл лісів за віком і, в першу чергу знайти резерви земель для лісорозведення і поновлення площі молодняків інших порід.

Нова організаційна структура лісів України, у відповідності з Лісовим кодексом, передбачає диференціацію господарства у чотирьох категоріях захисності, що дозволяє перехід на програмно-цільові основи ведення лісового господарства, сучасні технології лісовирощування і лісокористування найбільш продуктивних порід. Немале значення має поступовий перехід на європейські нормативи лісовирощування, які передбачають пріоритет природного поновлення. Для цього потрібно переглянути систему головних рубок, приділяючи більшу увагу вибірковим та поступовим способам, спрямованим на збереження якомога

більшої кількості підросту і самосіву цінних порід, формування деревостанів, складних за структурою і за породним складом.

Важливу роль у вирощуванні нових поколінь лісу відіграє система рубок, пов'язаних з веденням лісового господарства. Усталені погляди на рубки догляду за лісом слід доповнити науково обґрунтованими нормативами режимів вирощування, які б відповідали цільовим програмам лісовирощування і не допускали таких парадоксальних явищ як, наприклад, зменшення запасів деревини на одиниці площі у стиглих насадженнях, порівнюючи з пристигаючими, а інколи й середньовіковими. Нового підходу потребують суцільні й вибіркові санітарні рубки, які мають застосовуватись після масового всихання деревостану чи його частини. Вибіркові санітарні рубки сухоостою чи сильно ушкоджених дерев, які повторюються в деревостанах через декілька років, як правило, не досягають мети щодо оздоровлення деревостанів, попередження втрати деревиною цінних якостей.

Перегляду потребують і нормативи проведення позаетапних рубок, з допомогою яких формується деревостан у специфічних умовах. Це стосується лісовідновних рубок у лісах, виключених з розрахунку головного користування, які втрачають свої захисні функції, реконструктивних рубок в низькопродуктивних похідних деревостанах, ландшафтних рубок в рекреаційних лісах.

Значна увага на Поліссі має бути приділена веденню лісового господарства в специфічних, часто екстремальних умовах. До них, в першу чергу, відносяться ліси, які знаходяться в зоні радіоактивного забруднення після аварії на Чорнобильській АЕС і виключені з лісгосподарського виробництва. Поступово рівень радіаційного забруднення зменшується, частина площ може бути залучена до господарювання, реабілітована. Ведення лісового господарства на таких землях, звичайно, має істотно відрізнятись від традиційного. Потребує чергове детальне радіологічне обстеження забруднених територій з метою подальшого удосконалення рівня ведення лісового господарства на цих територіях.

Своєрідні умови склались на Поліссі на лісових перезволожених землях, осушених переважно у 60-70-х роках минулого сторіччя. Після аварії на ЧАЕС майже усі вони потрапили до радіоактивно забруднених територій. Меліоративні роботи й освоєння осушених земель були повністю припинені. Обстеження стану лісоосушувальних систем, проведене 2002 р., свідчить, що практично на усіх системах Полісся спостерігається вихід із ладу меліоративної мережі та повторне заболочування осушених насаджень унаслідок припинення господарських заходів і заселення бобрами. Перші осередки всихання з'явилися 10 років тому, поширилися на досить значні площі й продовжують збільшуватись. Попередити ці негативні традиції можна лише шляхом термінового відновлення експлуатаційного обслуговування лісоосушувальної мережі й активної лісгосподарської діяльності на тій її частині, яка підлягає реабілітації.

Зниження стійкості насаджень під впливом негативних змін чинників навколишнього середовища є причиною загрозливого і частого поширення спалахів ураження насаджень ентомошкідниками, боротьба з якими не завжди має позитивну дію, що потрібно постійно враховувати при веденні лісгосподарських заходів.

Немалої уваги потребує і протипожежне впорядкування лісів. В умовах ринкової економіки загострились протиріччя складного процесу зростання попиту на деревну сировину та інші продукти лісу та все більшого значення середовищезахисних функцій лісу. Залишаються гострими проблеми недостатньої технічної оснащеності галузі, слабкої соціальної забезпеченості й захищеності працівників лісу.

Вирішення усіх цих проблем має бути комплексним на підставі науково-збалансованого підходу, який передбачає погодження протидіючих факторів у напрямку мінімізації негативних наслідків абіотичного й антропогенного впливу на лісові ценози і максимізації позитивних екологічних і економічних показників, підвищення загальної продуктивності і стійкості лісів Полісся України.

Ведмидь Н. М.

Проблеми лесного хозяйства Полесья Украины

Рассмотрены основные проблемы лесного хозяйства в Полесье Украины.

Vedmid' M. M.

Problems of forestry of Polissya of Ukraine

The main problems of forestry of Polissya of Ukraine are elucidated.

Краснов В.П. –
доктор с.-г. наук,
Поліський філіал УкрНДЛГА,
м. Житомир

Значення Поліського філіалу УкрНДЛГА у вирішенні проблем ведення лісового господарства в умовах радіоактивного забруднення

Безпосередньо після аварії на Чорнобильській АЕС, Міністерством лісового господарства УРСР та УкрНДЛГА було прийнято рішення про концентрацію наукових досліджень з радіоекології лісових екосистем на Старопетрівській ЛДС (нині Київській ЛНДС). Вона знаходилась на півночі від м. Києва, біля траси Київ–Чорнобиль. Саме це, об'єктивно, підштовхнуло керівництво лісової галузі та інституту до створення на ній групи науковців, яка б займалася вирішенням проблем лісового господарства на територіях, забруднених радіонуклідами. Слід зазначити, що спеціальних наукових підрозділів з цього питання до аварії на ЧАЕС на Україні не було. Перші прилади, обладнання, автомашини надавались у підпорядкування саме науковців Київської ЛНДС. На цій же станції в перші роки після аварії формувались групи науковців, які залучались до вирішення тих чи інших проблем лісового господарства у 30-км зоні ЧАЕС – з УкрНДЛГА та інших інститутів лісівничого профілю Росії та Білорусі. Тому Київська ЛНДС зіграла певну позитивну роль у проведенні радіоекологічних досліджень у перші роки після аварії на атомній станції.

В той же час, розміри та інтенсивність радіоактивного забруднення лісів, а також саме розміщення Поліського філіалу у Житомирській області, визначило необхідність залучення його наукових співробітників до вирішення низки проблем, пов'язаних з ліквідацією наслідків аварії на ЧАЕС у лісовому господарстві. Ліси Полісся України, а саме в цьому регіоні велись дослідження науковцями філіалу, зазнали найбільшого радіоактивного забруднення, у зв'язку з чим у лісівників виникло досить багато різноманітних проблем. Для їх вирішення науковці філіалу почали забезпечуватися приладами і обладнанням для виконання досліджень у лісових насадженнях і для проведення лабораторних аналізів. На філіалі з'явилися переносні дозиметри та радіометри ДП-5В, СРП-68-01, КРБ-1, декадно-обчислювальний прилад (відноситься до радіометрів) ДП-100. Перші використовувались для обстеження лісів на радіоактивне забруднення, визначення поверхневого забруднення техніки, приміщень, спецодягу; останній – для визначення сумарної активності та активності β -випромінювачів у продукції лісового господарства. Трохи пізніше був отриманий радіометр РКБ4-1еМ, також призначений для визначення сумарної активності деяких радіоактивних елементів і їх β -активності.

В цей же час на Поліському філіалі до вирішення проблем лісової галузі на радіоактивно забруднених територіях залучаються науковці – Краснов В.П., Орлов О.О. та Мазепа М.Г. Перший вже мав досвід організації наукових досліджень, а другий – у їх проведенні. На наш погляд, саме це й призвело до того, що Поліський філіал став центром радіоекологічних досліджень у лісовому господарстві в Україні. Старопетрівська ЛДС, на той час була досить молодою науковою організацією, до складу якої не входили науковці з досвідом організації та проведення наукових досліджень. Молоді її наукові співробітники не змогли охопити масштаби радіоактивного забруднення лісів, проблеми, які виникли перед працівниками лісового господарства. Саме тому ними проводились лише локальні дослідження, які дозволяли отримати результати для вирішення окремих невеликих питань.

Надходження на Поліський філіал приладів, обладнання, автомашин, введення у науково-тематичний план радіоекологічної науково-дослідної тематики потребувало, у свою чергу, організації спеціальної лабораторії, яка й була створена у 1986 р. (Наказ Міністерства лісового господарства УРСР №258-С від 16 жовтня 1986 р.). Її створення стало можливим завдяки підтримці начальника науково-технічного управління Міністерства лісового господарства УРСР Калетника М.М. та завідувача сектора радіології цього ж управління Ландіна В.П. Вони, напевно, зрозуміли, що потрібно залучати більшу кількість науковців до вирішення проблем лісового господарства на територіях, забруднених радіонуклідами, і що Поліський філіал є досить перспективним у цьому сенсі. На той час, час створення лабораторії радіоекології, науковці філіалу вже досить добре себе зарекомендували. Вони брали активну участь у розробці першої після аварії на ЧАЕС методики обстеження лісів на радіоактивне забруднення, перших рекомендацій з ведення лісового господарства в умовах радіоактивного забруднення (складалися науковцями Росії, Білорусі та України), у проведенні обстеження лісів, у розробці рекомендацій з обліснення територій з високими рівнями вмісту радіонуклідів у ґрунті. Співробітники лабораторії радіоекології виконували чисельні завдання керівників галузі, виїздили у лісгоспи та лісництва для роз'яснення радіаційної ситуації та заходів, що приймалися по забезпеченню безпечних умов праці та

проживання працівників лісового господарства. Втім, незважаючи на досить серйозну підтримку і здобутки, в організаторів лабораторії радіоекології були досить серйозні супротивники, як на самому філіалі, так і в УкрНДЛІГА. Частина співробітників Поліського філіалу не підтримувала організацію подібної лабораторії, оскільки побоювалась можливого переопромінення за рахунок тих зразків, що мали аналізуватися на приладах на території організації. Були й такі, що займали нейтральну позицію і чекали подальшого розвитку ситуації.

Перші доручення, які виконували науковці Поліського філіалу були пов'язані з визначенням радіаційної ситуації у лісах, на виробничих лісгосподарських об'єктах і населених пунктах. Офіційна інформація з цього приводу була досить обмежена, а для більшої частини лісів – відсутня. Спочатку це були заміри експозиційної дози гамма-випромінювання в невеликій кількості пунктів спостережень навколо м. Житомира. З часом виконувались завдання у визначенні цього показника у конкретних лісових кварталах або населених пунктах Житомирської, Рівненської та Волинської областей.

Вже в червні 1986 р. спеціалістами лісовпорядного підприємства (Заремський А.Д., Поляков В.К.) та науковцями Вінницької ЛНДС (Ландін В.П.) і Поліського філіалу (Краснов В.П.) терміново була розроблена перша методика обстеження лісів на радіоактивне забруднення. Роботи повині були бути проведеними у Київській та Чернігівській областях, а також у Білоруській республіці. Обстеженням були охоплені лісові масиви, які були розташовані на віддалі 20–30 км від джерела аварійних викидів, а виконали обстеження фахівці лісовпорядних експедицій.

У 1987 р. науковці філіалу продовжили вивчення радіаційної ситуації у лісах за новою методикою, в основу якої була покладена залежність між щільністю радіоактивного забруднення ґрунту та експозиційною дозою гамма-випромінювання. Ця залежність була встановлена групою спеціалістів, до якої входили науковці Росії, Білорусі та України (від України були представлені науковці Київської ЛНДС і Поліського філіалу). Протягом 1987–1989 рр. за цією методикою були обстежені ліси північної частини Волинської, Рівненської, Житомирської, Київської, Чернігівської областей. Поліському філіалу було доручено визначення радіаційної ситуації у лісах трьох перших областей, а також проведення обстеження у деяких лісових масивах Сумської області (Шосткинський держлісгосп).

Незважаючи на те, що дані роботи не є виключно науковими, вони відіграли важливе значення у становленні наукової лабораторії радіоекології на Поліському філіалі, оскільки саме в період їх проведення набувались практичні навички, прояснювались масштаби та характер радіоактивного забруднення лісів, які, в наступному, і лягли в основу організації і проведення наукових досліджень. Під час проведення обстеження лісів науковці філіалу спілкувалися із спеціалістами-радіоекологами з Росії, які вже мали великий досвід у проведенні радіоекологічних досліджень у лісових екосистемах і ліквідації наслідків радіаційних аварій.

Вже в 1987–1988 рр. науковці філіалу розпочали перші наукові дослідження з вивчення мозаїчності радіоактивного забруднення лісів, варіабельності вмісту радіонуклідів у дикорослих ягідних рослинах. Разом із співробітниками Міністерства лісового господарства України були закладені перші постійні пробні площі з метою вивчення динаміки радіоактивного забруднення сосни звичайної та деяких видів лікарських рослин (конвалії травневої). В цей же період розпочаті роботи по вивченню радіаційного стану при проведенні деяких видів лісгосподарських робіт – доглядових рубок у соснових деревостанах і при механізованому догляді за лісовими культурами. Дослідження, проведені при різних видах доглядових рубок, дозволили виявити важливі закономірності, які лягли в основу обмежень на їх проведення на площах з щільністю радіоактивного забруднення ґрунту 10–15 Кі/км². В той же час, дані дослідження лягли в основу кандидатської дисертації наукового співробітника філіалу Мазепи М.Г. за темою “Особливості технологій проведення рубок догляду в сосняках Центрального Полісся при радіоактивному забрудненні” [14].

У 1988 р. Державний комітет лісового господарства СРСР придбав для лабораторій радіоекології Київської ЛНДС та Поліського філіалу два спектроаналізатори фірми “Nokia” – “Afora-LP4900B”. Це були досить сучасні на той час прилади, які, головним чином, використовувались у лабораторіях атомних електростанцій. Вони вимагали кваліфікованих спеціалістів. Введення в дію спектроаналізатора на філіалі стало можливим завдяки професійній підготовці та діяльності провідного інженера Ниркова І.С., який зумів налагодити його роботу і максимально використати можливості приладу. Співробітники лабораторії були вимушені самотужки виготовляти свинцевий захист, проектувати та виготовляти електронні тракти, вишукувати і привозити за тисячі кілометрів комплектуючі та обладнання. Для збільшення об'ємів спектрометричних аналізів були замовлені спеціальні сушильні шафи, запущено в дію максимальну кількість спектрометричних трактів. У наступному 1989 р. Поліському філіалу був переданий другий прилад “Афора”, який не був задіяний у дослідженнях науковцями Київської ЛНДС. Введення в дію означених приладів дозволило поставити наукові дослідження на якісно новий рівень і приступити до контактного обстеження лісів на радіоактивне забруднення.

У 1990–1991 рр. у лісах України був завершений останній етап у визначенні рівнів їх забруднення основними дозоутворюючими радіонуклідами. Співробітники Поліського філіалу, за допомогою спеціалістів держлісгоспів, здійснили обстеження лісів найбільш лісової Житомирської області на площі 732,4 тис. га. Крім того, ними проведено обстеження частини лісів Кіровоградської, Вінницької та Одеської областей, де за матеріалами аерообстеження були виявлені “плями” радіоактивного забруднення у лісових масивах. Це обстеження стало можливим після створення методики обстеження лісів, в складанні якої брали участь Краснов В.П. та Орлов О.О. В обстеженні лісів брали участь практично всі співробітники філіалу – наукові працівники, інженери, техніки та лаборанти, які місяцями перебували у відрядженнях або по 2–3 зміни працювали за приладами у лабораторії. За вегетаційний період 1990 р. було відібрано, перевезено та проаналізовано, без перебільшення, тонни ґрунту.

На основі проведених робіт науковцями Поліського філіалу були складені картосхеми радіоактивного забруднення лісів обстежених областей, які лягли в основу рекомендацій з ведення лісового господарства в умовах радіоактивного забруднення, і якими працівники лісового господарства користуються і в теперішній час. На всіх забруднених радіонуклідами територіях без них неможливе ведення лісового господарства.

В цей же (1990–1991 рр) практично всіх наукових співробітників філіалу перенацілюють на виконання досліджень з радіоекології лісу. Це дало змогу науковцям сформувати чітку програму дій, розробити методичні підходи і закласти серію постійних пробних площ у лісових насадженнях з різними рівнями радіоактивного забруднення. При цьому вивчались і встановлювались:

- залежності вмісту радіонуклідів у різних видах деревних порід, ягідних і лікарських рослин, їстівних грибів від щільності радіоактивного забруднення ґрунту;
- міжвидові відмінності у накопиченні радіоактивних елементів серед живих організмів відмічених вище груп рослин і грибів;
- інтенсивність міграції радіонуклідів у лісові рослини та їстівні гриби у різних типах лісорослинних умов в межах їх екологічного ареалу;
- напрямки міграції радіоактивних елементів в лісових екосистемах на лісотипологічній основі;
- особливості міграції радіонуклідів в конкретні частини та органи лісових рослин, їстівних грибів і диких тварин;
- міграцію радіоактивних елементів у системі “ґрунт – кормові рослини – дикі копитні тварини”;
- перерозподіл радіонуклідів у ґрунтах різних типів лісорослинних умов.

Таким чином, було закладено близько 100 постійних пробних площ, дослідження на яких дозволяли б відповісти на значну частину питань, що стояли перед науковцями та лісівниками. На більшій частині пробних площ дослідження, з різною періодичністю, проводяться і до теперішнього часу. Необхідно також відмітити, що науковці були змушені розробити чисельні методики досліджень, оскільки в літературних джерелах вони не описувалися. У відкритих наукових журналах зустрічалися лише окремі публікації з питань міграції радіоактивних елементів у лісових екосистемах і методичні питання описувалися в них дуже стисло. Крім того, більша частина досліджень, які ми організували, в попередні роки не проводилась.

Проведення таких широких досліджень у лісових екосистемах Полісся і Лісостепу (Вінницька область) України протягом п’яти років дозволила науковцям Поліського філіалу отримати цінний науковий матеріал і виявити певні закономірності. Все це, в свою чергу, дозволило провести їх узагальнення і скласти перші українські Рекомендації з ведення лісового господарства в умовах радіоактивного забруднення (1995 р.) [15]. В Рекомендаціях регламентувалась практично вся лісгосподарська діяльність. Позитивним моментом даного документу є те, що в ньому вперше розроблено зонування лісів і групування лісгосподарських підприємств за рівнями радіоактивного забруднення ґрунту та можливим вмістом радіонуклідів у продукції лісового господарства. Саме ці наукові розробки були в основі всіх практичних рекомендацій виробництву. Нові рекомендації відрізнялися від попередніх, були значно ширшими і містили:

- характеристику радіаційної ситуації у лісах;
- обґрунтування зонування лісів, що забруднені радіонуклідами;
- групування лісгосподарських підприємств України, критеріями якого були рівні радіоактивного забруднення ґрунту та можливі рівні радіоактивного забруднення продукції лісового господарства;
- пропозиції по проведенню лісгосподарських і лісозаготівельних робіт з урахуванням радіаційного фактору;
- матеріали з радіаційної безпеки та гігієни праці;
- матеріали по організації радіаційного контролю на підприємствах лісового господарства.

У 1998 р., на основі нових уявлень про радіаційний стан у лісах і перерозподіл радіоактивних елементів у лісових екосистемах, ці рекомендації були дещо доповнені [16].

В свій час, фахівці з радіоекології лісу Поліського філіалу, брали участь у дослідженнях, що проводились у лісових насадженнях Зони відчуження, та складанні перших “Тимчасових рекомендацій по веденню еколого-лісівничих заходів в лісах 30-км зони ЧАЕС». Створення подібного документу було вкрай необхідною справою, оскільки, в першу чергу, необхідно було виділити ліси із значними рівнями радіоактивного забруднення та ті, в яких лісгосподарські заходи можна було проводити без обмежень. Необхідно було чітко встановити: що і де можна і потрібно робити. Була здійснена величезна робота і в дуже короткий термін був складений відповідний документ [17]. Матеріали радіоактивного забруднення лісів, вивчення розподілу основних радіонуклідів у лісових екосистемах дозволило розділити її територію на три частини, які відрізнялися режимами втручання людини та інтенсивністю ведення лісового господарства (що було викладено у вищезазначених Рекомендаціях). В основу цього розподілу були покладені рівні радіоактивного забруднення ґрунту.

Крім рекомендацій виробництву, проведені дослідження дозволили зробити наукові узагальнення за різними напрямками. Вони й лягли в основу цілого ряду дисертаційних робіт. У 1997 р. науковим співробітником Поліського філіалу Шелест З.М. була захищена дисертація на здобуття вченого ступеня кандидата біологічних наук за темою “Закономірності надходження ^{137}Cs в організм козулі європейської в лісових екосистемах Центрального Полісся” [19]. При проведенні досліджень науковці філіалу розробили специфічну методику вивчення структури раціону козулі, а отримані результати були важливими не лише радіоекологам, але й мисливствознавцям і спеціалістам лісомисливських господарств, оскільки досконало було вивчено для регіону досліджень ботанічний склад раціону тварин (до того часу він був мало відомий). В цілому були встановлені: ботанічний склад раціону козулі в різні пори року; залежності радіоактивного забруднення кормових рослин від вмісту радіонуклідів у ґрунті на період їх вживання; динаміку радіоактивного забруднення різних органів козулі від щільності радіоактивного забруднення ґрунту та вмісту радіонуклідів у кормових рослинах. На основі цих матеріалів були розроблені конкретні практичні рекомендації щодо регламентації проведення відстрілу козулі в Поліссі України.

У 2000 р. науковим співробітником філіалу Коротковою О.З. була захищена дисертація на здобуття вченого ступеня кандидата с.-г. н. за темою “Накопичення ^{137}Cs основними ягідними рослинами лісів Українського Полісся” [13]. В дисертаційній роботі вперше для України були узагальнені матеріали щодо закономірностей накопичення радіонукліду найбільш розповсюдженими ягідними рослинами – чорницею, брусницею, буяхами, журавлиною, які широко вживаються місцевим населенням Полісся протягом всього року. Дані дослідження важливі тим, що на базі їх можливі розрахунки щодо отримання доз опромінення місцевим населенням конкретних населених пунктів від вживання ягід зазначених рослин.

У цьому ж 2000 р. на базі проведених після аварії на ЧАЕС досліджень була захищена Красновим В.П. докторська дисертація [7] за темою “Наукові основи використання продукції лісового господарства в умовах радіоактивного забруднення”. Дисертаційна робота мала дуже важливе значення: по-перше, в ній обґрунтовувалося нове, радіоекологічне направлення у лісознавстві; по-друге, теоретично обґрунтовувалося регламентування використання всієї продукції лісового господарства на територіях забруднених радіонуклідами.

В подальшому, на матеріалах, отриманих науковцями філіалу, були захищені кандидатські дисертації: у 2003 р. Іванюком І.Д. за темою “Особливості використання недеревної продукції лісу в умовах радіоактивного забруднення Полісся України” [4] та у 2005 р. Гетьманчуком А.І. за темою “Особливості використання лісових лікарських рослин в умовах радіоактивного забруднення Полісся України” [1]. Дослідження, на основі яких були написані ці роботи, були присвячені критичним, з огляду можливих дозових навантажень на жителів лісових регіонів, компонентам лісових екосистем. Подібних системних досліджень після аварії на ЧАЕС ніде не проводилось.

Отримані матеріали досліджень дозволяли більш широко їх інтерпретувати, ніж це можливо було зробити під час написання дисертаційних робіт. Тому, для більш широкого їх тлумачення і ознайомлення радіоекологів з результатами проведених досліджень, на Поліському філіалі у 1998 р. було видано дві монографії “Радіоекологія лісів Полісся України” [5] та “Радіоекологія козулі європейської в Центральному Поліссі України” [6]. Обидві монографії підвели ризик під проведеними, до часу їх видання, дослідженнями з часу аварії на ЧАЕС. В них зроблені чисельні узагальнення та висновки щодо міграції радіонуклідів у компонентах лісових екосистем, освітлені виявлені закономірності та дана їм кількісна оцінка. Їх публікація була серйозним кроком у розвитку лісової радіоекології в Україні. На нашу думку, подібних системних і широких досліджень не було проведено після аварії на ЧАЕС ні в Білорусі, ні в Росії.

Все глибше проникнення у радіоекологічні проблеми в лісових екосистемах потребували розширення кола досліджень, цього ж потребували проблеми, які поступово виникали у лісгосподарському виробництві. Так, у зв'язку з заборонаю ведення традиційного лісового господарства на площах з щільністю радіоактивного забруднення понад 15 Кі/км^2 , виникли проблеми із збереженням стійкості, підтриманням санітарного стану та продуктивності соснових насаджень. Густі, чисті соснові

культури, яких досить багато у Поліссі України на територіях, забруднених радіонуклідами, без доглядових рубок перебували у дуже поганому стані. Саме вивченням стану подібних насаджень і розробкою заходів щодо його покращення й займалися науковці Поліського філіалу (Бузун В.О.) у кінці 90-х років минулого століття. Дослідження, які проведені нами на площах, віднесених до зони безумовного відселення (на яких також заборонена будь-яка лісгосподарська діяльність, окрім захисту лісу від пожеж, хвороб і шкідників) у Народицькому районі Житомирської області у подібних соснових насадженнях, вказують, що вони поступово деградують, знижується інтенсивність їх росту, погіршується їх санітарний і лісопатологічний стан, а самі вони стають місцем виникнення можливих пожеж, спалахів шкідників і хвороб. Неможливо вже говорити про виконання подібними лісами у повній мірі їх екологічних функцій.

В той же час, дослідження міграції радіонуклідів у лісових болотних екосистемах наштотували наукових працівників (Орлов О.О.) на необхідність виявлення ролі ендоефітних грибів у міграції радіоактивних елементів в ті чи інші компоненти даних екосистем. Внаслідок проведених досліджень вперше встановлено надзвичайну роль даних грибів у переміщенні радіонуклідів у трав'янисті рослини, деревні породи та мохи; встановлено (не до кінця, оскільки дослідження продовжуються) перелік ендоефітних грибів у деяких болотних екосистемах [3].

Щорічні спостереження за накопиченням радіоактивних елементів у різних компонентах лісових екосистем на постійних пробних площах дозволили не тільки констатувати рівні їх радіоактивного забруднення на певний період після аварії на ЧАЕС, але й відкрили шлях до моделювання процесів міграції. Останнє, в свою чергу, дозволило створити прогностичні моделі радіоактивного забруднення компонентів екосистем і продукції лісового господарства на декілька десятиліть уперед [18]. Подібне моделювання та прогнозування можливе тільки в декількох, найбільш поширених у Поліссі України, типах лісорослинних умов. В тих, у яких проводились постійні та у повному обсязі дослідження. На базі отриманих науковцями філіалу радіоекологічних досліджень була захищена у цьому напрямку кандидатська дисертація на тему "Розробка засобів математичного моделювання міграції радіонуклідів у лісових екосистемах". Дані дослідження є мовби заключними в багаторічних спостереженнях у лісових екосистемах. Вони мають важливе теоретичне значення, оскільки розкривають закономірності міграції радіонуклідів, та практичне, адже на їх основі можна планувати ведення лісового господарства на багато років уперед.

Накопичення матеріалів досліджень, отриманих на постійних пробних площах, знову ж таки дозволило науковцям філіалу їх узагальнити. Результатом цієї діяльності було написання та видання двох монографій: "Радіоекологія ягідних рослин" [9] і "Радіоекологія лікарських рослин" [10]. Позитивним моментом першої з них є те, що в ній наведені результати вивчення екологічних і біологічних особливостей розвитку та плодоношення ягідних рослин лісів Полісся України, ресурсні характеристики найбільш поширених видів. Ці питання досить тісно пов'язані з радіоекологічними проблемами видів, оскільки дозволяють, певною мірою, пояснити отримані результати. В обох монографіях обґрунтовуються можливості використання лікарських і ягідних рослин лісів Полісся України на лісотипологічній основі. У другій монографії розміщені також матеріали вивчення переходу радіонуклідів у водні та спиртові настої лікарських препаратів. Ці матеріали дозволяють обґрунтувати використання лікарських рослин для приготування деяких лікарських препаратів.

Державний комітет лісового господарства України (на виконання рішення Верховної Ради та Кабінету Міністрів України) доручив Поліському філіалу розробку методики реабілітації лісів, забруднених радіонуклідами. Попередні дослідження дозволяли створити необхідний документ, і у 2000 р. науковцями філіалу були складені "Методичні рекомендації з реабілітації лісів на територіях, забруднених радіонуклідами внаслідок аварії на ЧАЕС" [11]. Даний документ обґрунтовував декілька положень:

- внесення змін у радіоактивне забруднення лісів, у зв'язку з природним розпадом радіонуклідів;
- проведення сертифікації за радіаційною ознакою лісу на корню;
- прогнозування радіоактивного забруднення продукції лісового господарства.

На наш погляд, методологія реабілітації лісгосподарського виробництва і лісів повинна базуватися на загальновідомих принципах:

- недопущення невинного переопромінення працівників лісового господарства і місцевого населення внаслідок господарської діяльності на лісових землях, використання їх у рекреаційних цілях або заготівлі недеревної продукції лісу;
- виключення виробництва продукції лісового господарства, радіоактивне забруднення якої перевищує допустимі рівні вмісту радіонуклідів;
- поступове, безперервне здійснення комплексу заходів щодо реабілітації лісових земель і лісгосподарського виробництва;
- обґрунтованість і виваженість пропонованих і здійснюваних заходів з урахуванням радіаційної безпеки, економічної й екологічної доцільності;

– здійснення постійного моніторингу за радіаційною ситуацією і розробка її прогнозу.

Використання методичних рекомендацій дозволяє лісгосподарським підприємствам займатися реабілітацією лісів з метою відновлення проведення лісгосподарських заходів і диференційованого використання різноманітних ресурсів лісу.

За дорученням Держкомлісгоспу України у 2005 р. науковцями Поліського філіалу (Краснов В.П., Орлов О.О.) разом науковими працівниками Інституту гігієни та медичної екології ім. О.М.Марзеєва АМН України був розроблений Гігієнічний норматив питомої активності радіонуклідів ^{137}Cs та ^{90}Sr у деревині та продукції з деревини [2]. Справа у тому, що служби радіаційного контролю у своїй практичній роботі використовували старі нормативи вмісту радіонуклідів у продукції лісового господарства. Вони були складені ще у 1988 р. і відповідали вимогам 35-Берної концепції, яка діяла на той час і на Україні. З 01.01.1998 р. набули чинності нові Норми радіаційної безпеки України (НРБУ – 97), за якими визначені нові підходи до нормування радіаційного фактору.

Значним внеском у розвиток радіоекології лісу є розробки науковців Поліського філіалу, які торкаються теоретичного обґрунтування концептуальних положень радіаційного моніторингу лісових екосистем. З цього приводу ними опубліковано цілу низку статей, які відрізняються лише повнотою розробки питання [8]. В них дається дефініція радіаційного моніторингу лісових екосистем, обґрунтовуються його мета, об'єкти, функціональні рівні, умови проведення завдання, параметри вимірювання, структурно-функціональна організація і т. д. Визначається, що радіаційний моніторинг лісових екосистем – це система спостережень (просторових і часових), контролю, аналізу та оцінки інформації про міграцію і кругообіг радіонуклідів у лісах. В публікаціях наголошується, що радіаційний моніторинг лісових екосистем є складовою частиною радіаційного моніторингу докільця нашої держави та моніторингу стану лісових екосистем України. Ці розробки є також пріоритетними на пострадянському просторі.

Накопичення значного об'єму якісного експериментального матеріалу та ведення багаторічної бази даних по радіоактивному забрудненню багатьох компонентах лісових екосистем дозволила Поліському філіалу УкрНДЛІГА прийняти участь у кількох міжнародних проєктах. Так, к. б. н. О.О.Орлов був членом робочої групи FWG-3 (Forest Modeling Working Group) MAGATE (1998-2002 рр.) та розробив Сценарій – 3, за яким відбувалася перевірка даних, отриманих за допомогою 8 провідних моделей міграції ^{137}Cs у лісових екосистемах.

Співробітники філіалу (О.Л. Прищеп, О.О.Орлов) брали участь в Об'єднаному Європейському проєкті JEP-10435-98 “Environmental Sciences in Relation to the Implication of Radiation Exposure in Healthcare”, який виконувався в рамках програми TEMPUS TACIS (1998-2002). В.П. Краснов та О.О.Орлов приймали участь у проєкті NATO Science Programme, Cooperative Science and Technology Sub-Programme, у рамках Collaborative Linkage Grant LST CLG. 980461 “Food Safety risk analysis of living on the contaminated territories” (2004).

Розуміння складності взаємозв'язків, які існують між компонентами лісових екосистем, а також невирішених проблем у радіоекології лісу дозволили співробітникам філіалу (В.П.Краснов, О.О. Орлов) у тісному співробітництві з Інститутом мікробіології та вірусології НАН України виграти і нині виконувати грант Державного фонду фундаментальних досліджень НАН України (Ф7/536-2001 від 28.11.2001 р.) на науково-дослідну розробку за темою “Ендоефітні гриби судинних рослин Українського Полісся та їх фізіолого-біохімічні особливості”.

Лісова радіоекологія в Україні пройшла тяжкий шлях свого становлення і розвитку. На цьому шляху, як звичайно, були свої позитивні і негативні моменти, свої здобутки і прорахунки. Наукові співробітники Поліського філіалу можуть пишатися тим, що вони змогли вирішувати всі проблеми, які виникали у процесі ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС у лісовому господарстві, що вони були у змозі виконати всі завдання, які ставились перед ними Державним комітетом лісового господарства України.

Література

1. Гетьманчук А.І. Особливості використання лісових лікарських рослин в умовах радіоактивного забруднення Полісся України. Автореф. дис. ... к. с.-г. н. – Харків. – 2005. – 16 с.
2. Гігієнічний норматив питомої активності радіонуклідів ^{137}Cs та ^{90}Sr у деревині та продукції з деревини. Київ. – 2005. – 12 с.
3. Жданова Н.Н., Соколова Е.В., Курченко И.Н., Орлов А.А. Роль эндофитных грибов в миграции радионуклидов в сосудистых растениях сфагновых болот Украинского Полесья // Збірник наук. праць Інституту ядерних досліджень. – 2002. = №2 (8). – С. 152–158.
4. Іванюк І.Д. Особливості використання недеревної продукції лісу в умовах радіоактивного забруднення Полісся України. Автореф. дис. ... к. с.-г. н. – Житомир. – 2003. – 16 с.

5. Краснов В.П. Радіоекологія лісів Полісся України. – Житомир: Волинь. – 1998. – 112 с.
6. Краснов В.П., Шелест З.М., Орлов О.О., Калетник М.М., Ірклієнко С.П., Турко В.М. Радіоекологія козулі європейської в Центральному Поліссі України. – Житомир: Волинь, 1998. – 128 с.
7. Краснов В.П. Наукові основи використання продукції лісового господарства в умовах радіоактивного забруднення лісів. Автореф. дис. ... докт. с.-г. н. – Київ. – 2000. – 44 с.
8. Краснов В.П., Орлов О.О. Радіаційний моніторинг лісових екосистем: концептуальні положення // Лісівництво і агролісомеліорація. Вип. 102. – Харків. – 2002. – С. 10–19.
9. Краснов В.П., Орлов А.А. Радиозкология ягодных растений. Житомир: Волинь. – 2004. – 264 с.
10. Краснов В.П., Орлов О.О., Гетьманчук А.І. Радіоекологія лікарських рослин. – Житомир: Полісся, 2005. – 214 с.
11. Краснов В.П., Орлов О.О., Ведмідь М.М., Ландін В.П. Методичні рекомендації з реабілітації лісів на територіях, забруднених радіонуклідами внаслідок аварії на ЧАЕС. Київ. – 2006. – 20 с.
12. Ковальчук А.М., Краснов В.П., Левицький В.Г., Орлов О.О., Янчук В.М. Математичне моделювання міграції ¹³⁷Cs у лісових екосистемах Українського Полісся // Бюлетень екологічного стану зони відчуження та зони безумовного (обов'язкового) відселення. – 2002. – № 2. – С. 59–70.
13. Короткова О.З. Накопичення ¹³⁷Cs основними ягідними рослинами лісів Полісся України. Автореф. дис. ... к. с.-г. н. Житомир. – 2000. – 16 с.
14. Мазепа М.Г. Особливості технологій проведення рубок догляду в сосняках Центрального Полісся при радіоактивному забрудненні: Автореф. дис. ... к. с.-г. н. – Харків. – 1993. – 16 с.
15. Рекомендации по ведению лесного хозяйства в условиях радиоактивного загрязнения (Под ред. Краснова В.П.). Киев: Аграрна наука. – 1995. – 64 с.
16. Рекомендації з ведення лісового господарства в умовах радіоактивного забруднення (Під ред. Калетника М.М.). – Київ, 1998. – 86 с.
17. Тимчасові рекомендації по проведенню еколого-лісівничих заходів в лісах 30-км зони ЧАЕС // Під ред. Краснова В.П. – Київ, 1995. – 37 с.
18. Янчук В.М. Розробка засобів математичного моделювання міграції радіонуклідів у лісових екосистемах. Автореф. дис. ... к. техн. наук. – Київ. – 2002. – 16 с.
19. Шелест З.М. Закономірності надходження цезію-137 в організми козулі європейської в лісових екосистемах Центрального Полісся. Автореф. дис. ... к. б. н. – Київ. – 1997. – 16 с.

Краснов В. П.

Значение Полесского филиала УкрНИИЛХА в решении проблем ведения лесного хозяйства в условиях радиоактивного загрязнения

Всесторонне рассмотрены проблемы ведения лесного хозяйства в условиях радиоактивного загрязнения и роль Полесского филиала УкрНИИЛХА в их решении.

Krasnov V. P.

Significance of Polys'kiy Branch of UkrSRIFA in solution of carrying out of forestry in conditions of radioactive contamination

Problems of carrying out of forestry in conditions of radioactive contamination are considered in detail as well as the role of Polys'kiy Branch of UkrSRIFA in its solution.

Мамихин С.В. –
доктор биологических наук,
 Московский государственный университет
 им. М.В.Ломоносова, г. Москва, Россия

Возможности имитационного моделирования в прогнозировании и изучении механизмов поведения радионуклидов в лесных экосистемах

Вступление

Представляя объект исследования в формализованном виде, как математическую модель, мы получаем возможность проведения экспериментов без нанесения какого-либо ущерба самому объекту. Это особенно ценно в экологических исследованиях, когда мы имеем дело с такими сложными по структуре и уязвимыми к внешнему воздействию объектами, как экосистемы. И, если приоритет в объяснении экологических процессов отдается аналитическому моделированию, то прогнозирование в экологии является прерогативой имитационного моделирования, которое основано на экспериментально подтвержденной информации, позволяет получить количественные оценки, поддающиеся проверке, учесть в ходе вычислений изменение условий функционирования объекта моделирования. Бурное развитие информационно-вычислительных технологий, которое происходит в настоящее время, позволяет создавать все более правдоподобные имитации экологических сообществ и осуществлять эффективное прогнозирование их поведения в различных ситуациях. Вместе с тем, эти же процессы создают предпосылки к применению имитационного моделирования в направлении, которое ранее безоговорочно отдавалось аналитическому моделированию, а именно, для объяснения экологических процессов. Наши имитационные модели применялись как для прогнозирования, так и для уточнения механизмов поведения радионуклидов в лесных экосистемах. Постараемся проиллюстрировать в данной статье возможности имитационного моделирования в радиоэкологии нашими результатами в моделировании динамики радионуклидов в почве и растительном покрове экосистем различных типов.

Объекты и методы исследований

В наших исследованиях основными объектами были лесные экосистемы с развитым древесным ярусом. Принято, что компонентами, оказывающими определяющее влияние на поведение радионуклидов в таких экосистемах, являются почва и древостой.

Для создания математических моделей использовался метод имитационного моделирования. Вкратце это выглядело так. В качестве первого шага к построению модели создавались базы знаний по результатам литературного поиска, и по результатам обработки информации из созданных нами ранее баз данных собственных полевых исследований. После исследования и анализа накопленной информации разрабатывались системы уравнений, формирующих модель. Затем создавался алгоритм численного решения данной системы на компьютере, который реализовывался в виде программы, с помощью которой по входным и начальным данным рассчитывались значения переменных модели.

В ходе разработки моделей с ними проводились численные эксперименты по изучению устойчивости их работы и адекватности воспроизведения поведения объекта моделирования с различными вариантами функций переноса. Значения параметров моделей определялись как по исходной информации из баз знаний, так и методом последовательных приближений (итераций) с помощью самих моделей. Для проверки моделей привлекались, как прямые, так и косвенные данные различных исследователей из литературных источников. Более подробно наши подходы к созданию имитационных моделей представлены в монографии (Мамихин, 2003).

Модели реализовывались на FORTRANe и в различных версиях BASICa.

Модели многолетней динамики

Имитационные модели многолетней динамики, в которых не учитывается внутри годичная динамика компонентов экосистем и метеорологических факторов, достаточно просты, не требовательны к ресурсам вычислительных средств и реализуются практически в любой среде программирования. Мы использовали их для прогнозирования поведения радионуклидов в долгосрочной перспективе. Наиболее ранние разработки в этой области были посвящены изучению накопления радиоуглерода в компонентах экосистем лиственного леса, целинной степи и агрофитоценоза, они позволили дать оценку интенсивности накопления ^{14}C в компонентах растительного покрова и гумусе генетических горизонтов почвы. С помощью имитационных моделей многолетней динамики двух наиболее опасных в биологическом отношении радионуклидов (^{90}Sr и ^{137}Cs) дан долгосрочный прогноз развития ситуации в лесных экосистемах на территориях, загрязненных в результате Кыштымской и Чернобыльской радиационных аварий.

Наши модели многолетней динамики ^{137}Cs достаточно широко освещались в публикациях (например: Мамихин, 2000, 2003), поэтому остановимся только на одном факте, который может служить аргументом в пользу применения метода имитационного моделирования для объяснения некоторых аспектов поведения радионуклидов в экосистемах.

Для изучения и прогнозирования поведения ^{137}Cs в почвах лесных экосистем были построены модели посуточной вертикальной миграции этого радионуклида в почвах контрастной степени гидроморфности: автоморфной дерново-подзолистой почве элювиального ландшафта (дубрава с примесью сосны и березы) и гидроморфной торфянисто-глеевой подзолистой почве аккумулятивного ландшафта (черноольшанник) (Рис.1). В моделях использовались следующие переменные состояния, характеризующие содержание ^{137}Cs в экосистеме: P – содержание ^{137}Cs в наземной фитомассе; S_{ao} – суммарное содержание ^{137}Cs в подстилке ($AoL + AoF + AoH$); $X(i)$ – подвижная компонента ^{137}Cs в нижележащей толще почвы; $Y(i)$ – неподвижная компонента ^{137}Cs , где $i = 1, \dots, n$ – номер сантиметрового слоя почвы. Также в качестве переменной состояния введен фиктивный компонент, распределительный пул R , отражающий перераспределение ^{137}Cs в почве корневой системой растений и грибами грибов.

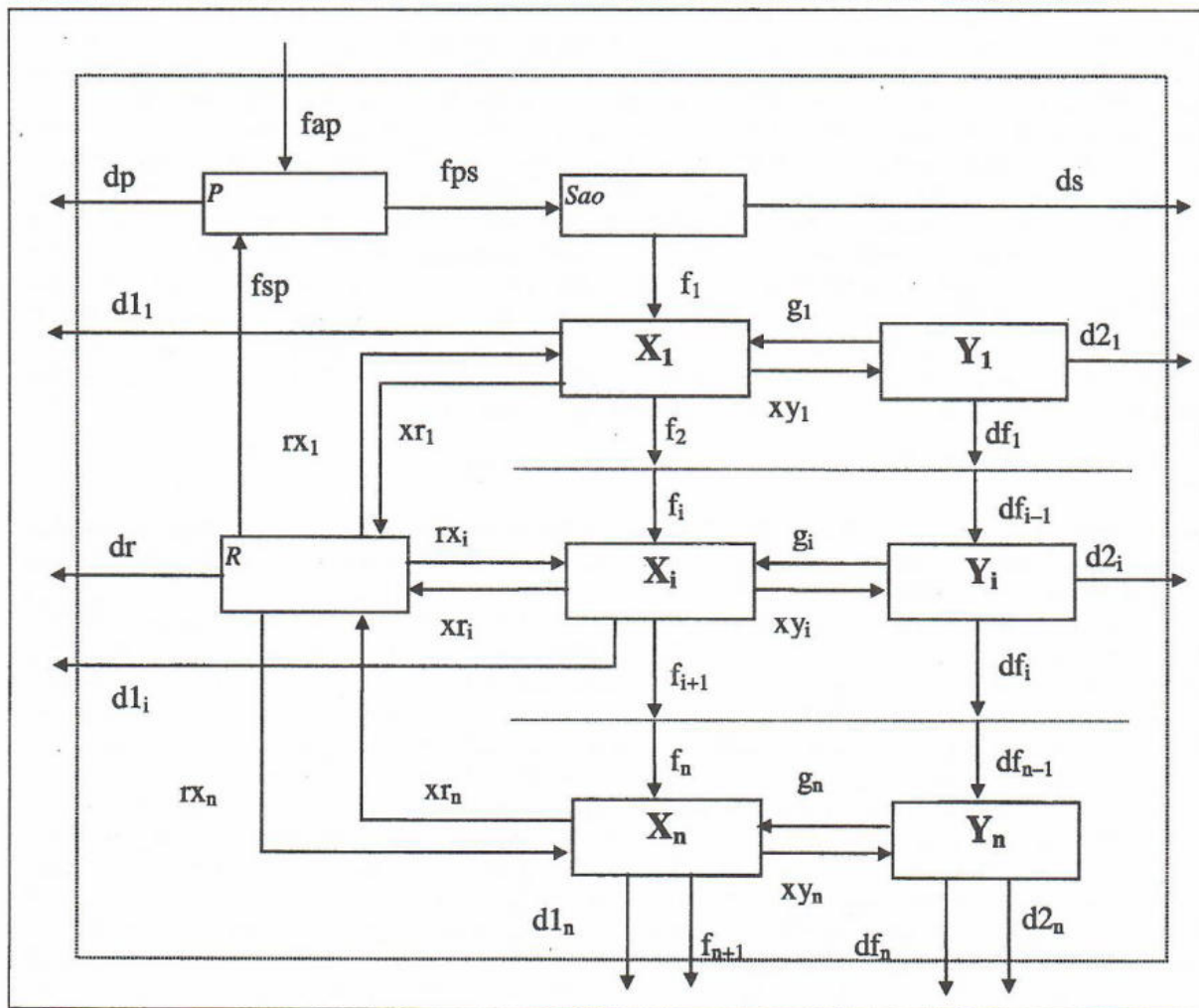


Рис. 1. Поток-диаграмма вертикальной миграции ^{137}Cs в почве

Воспроизводилась ситуация мелкодисперсных радиоактивных выпадений в результате Чернобыльской аварии. Модели позволили дать прогноз динамики вертикального распределения ^{137}Cs в почве и провести ряд численных экспериментов по изучению поведения радионуклида в почве, в частности, по влиянию на скорость его миграции таких факторов, как гидроморфность почв, наличие лесной подстилки, скорость ее разложения и толщина гумусированного горизонта. Была дана предварительная оценка опасности попадания ^{137}Cs в грунтовые воды.

При отработке различных вариантов модели было обнаружено, что модель, построенная по наиболее распространенному алгоритму, когда учитываются только конвективный перенос и диффузия, не позволяет отразить быстрое появление значимых количеств ^{137}Cs в средней и нижней части рассматриваемого профиля. Уменьшение шага модели также не позволило отразить этот феномен. Было сделано предположение, что конвективному и диффузионному переносу ^{137}Cs препятствует фиксация его в почвенно-поглощающем комплексе в верхней части профиля, что позднее отчасти было подтверждено лизиметрическими исследованиями (Kliashtorin et al., 1994). В этих условиях единственным возможным

путем миграции, при котором не происходит перехват ^{137}Cs почвенно-поглощающим комплексом, является транзитный перенос его по профилю при участии корневых систем и гифов грибов.

Отметим здесь, что задолго до наших исследований уже была получена информация об активной роли корней растений в выведении радиоцезия из растений. Так, эксперименты по переносу радионуклидов корневой системой пшеницы (Тюрюканов и др., 1968) показали, что для выделения ^{137}Cs в количестве, равном его содержанию в растении, требуется 1,4 суток. В свою очередь, Дж. С. Олсон (1968) в опыте с внесением ^{137}Cs в ствол *Liriodendron tulipifera* определил, что количество радионуклида, поступающее за сутки из корней в почву, достигает 0.3 % от введенного количества. Разработка и применение алгоритма, учитывающего активное участие растений и грибов, позволили получить адекватное описание вертикальной миграции ^{137}Cs в почве. Таким образом, появились все основания утверждать, что перераспределение радионуклидов корнями и гифами грибов по профилю почвы является одним из важных факторов миграции радионуклидов.

Стремление использовать имитационные модели не только для целей прогнозирования получило развитие в последующих наших исследованиях. И это принесло вполне очевидные, на наш взгляд, результаты.

Для реконструкции ситуации загрязнения экосистемы сосняка на серых лесных почвах в результате Кыштымской аварии, а также для проведения численных экспериментов по уточнению механизмов поведения ^{90}Sr в лесной экосистеме была разработана имитационная модель поведения ^{90}Sr в почве и древостое экосистемы соснового леса (Мамихин и др., 2005). Топологическая структура данной модели схожа с моделью поведения ^{137}Cs в почве и древостое экосистемы соснового леса, опубликованной нами ранее (Мамихин, 2000). За основу также был принят алгоритм, успешно использованный нами ранее при разработке модели воспроизведения поведения ^{137}Cs , хотя значительные различия в химических свойствах цезия и стронция и их поведении в системах типа “почва – растение” потребовали внесения столь же значительных изменений в алгоритм описания динамики ^{90}Sr .

В ходе численных экспериментов с моделью было обнаружено, что адекватное отображение процессов перераспределения ^{90}Sr в древостое возможно только при реализации распределения радионуклида по компонентам древостоя пропорционально содержанию Са в валовом приросте, а не во фракциях, как это было в случае с ^{137}Cs и его химическим аналогом К.

С помощью модели были получены количественные оценки интенсивности перераспределения ^{90}Sr между компонентами древостоя и почвой и рассчитаны интенсивности потоков и баланс ^{90}Sr в звене почва – компоненты древостоя на реальный срок существования рассматриваемой экосистемы в стабильном состоянии – 50 лет после выпадений. Общая сумма содержания ^{90}Sr в древостое к этому моменту составила по нашим расчетам 0,515 % от общего загрязнения растительного и почвенного покрова. Результаты расчетов, представленные в табл. 1, позволили сделать вывод, что выведение ^{90}Sr из всех компонентов древостоя продолжается, причем практически с одинаковой скоростью. Мы связываем это как с постепенным снижением биологической доступности радиостронция в процессе его фиксации почвенно-поглощающим комплексом – “старения”, так и с выведением его за пределы зоны жизнедеятельности мелких сосущих (несуберинизированных) корней. В то же время результаты расчетов свидетельствуют о том, что через 50 лет после аварии в самом древостое будет достигнуто относительное равновесие между компонентами.

Таблица 1

Содержание и скорость перераспределения ^{90}Sr между почвой и компонентами сосняка через 50 лет после выпадений (в % к общему загрязнению)

Компонент древостоя	Содержание	Поступления из пула	Отчисления в пул	Выведение в почву	Баланс	Скорость выведения (в % к содержанию)
Хвоя	0,029	0,01051	0,00473	0,0072	-0,00142	4,9
Ветви	0,071	0,0284	0,01159	0,0207	-0,00389	5,5
Древесина ствола	0,317	0,00299	0,01699	0,0	-0,014	4,4
Кора ствола	0,097	0,00117	0,00521	0,0005	-0,00454	4,7
Корни крупные	0,144	0,00774	0,01573	0,0017	-0,00969	6,7
Корни мелкие	0,059	0,01378	0,00954	0,0075	-0,00326	5,5

Следует отметить, что при всей своей привлекательности, с точки зрения простоты построения и параметризации, модели многолетней динамики дают весьма приблизительную картину воспроизводимых процессов. Многие потоки учитываются не полностью, поскольку являются взаимокompенсирующими,

поэтому оценка интенсивности перераспределения радионуклидов в экосистемах получается искаженной. Гораздо более перспективными в данном отношении являются модели, учитывающие внутри годичную динамику объекта моделирования. Эти модели более требовательны в отношении ресурсов вычислительных и программных средств, но предоставляют и более широкие возможности для отображения радиоэкологических процессов.

Модель сезонной (внутригодовой) динамики

Для изучения механизмов и уточнения параметров поведения радиоактивных изотопов цезия в лесных экосистемах была создана имитационная модель посуточной динамики содержания ^{137}Cs в компонентах древостоя и почве широколиственного леса. Поскольку промежуточные результаты данной работы уже публиковались (Мамихин и др., 2005), а окончательное подведение итогов моделирования по объему выходит за рамки настоящей статьи, мы приводим здесь очень краткое описание, необходимое для понимания нашей аргументации по рассматриваемой теме.

Общая структура модели представлена на рис. 2. Модуль 1 состоит из 7 блоков, воспроизводящих метеорологические условия, поступление солнечной радиации на растительный покров, гидрологический и температурный режимы почвы, динамику запасов углерода в компонентах древесного и травянистого ярусов и в почве. Из этого модуля осуществляется передача в другие модули необходимых для их работы расчетных данных по запасам углерода, интенсивности опада и дыхания, по скорости прохождения фенологического цикла (фенологическое время рассчитывается в соответствии с варьированием метеопараметров конкретного года по отношению к среднегодовым величинам).

Топологическая структура модуля 3 в основном совпадает с потоковой диаграммой многолетних моделей, приведенных в наших работах (Мамихин, 2000, 2003). Главное различие в том, что поступление радиоцезия в растение из почвы происходит через распределительный пул. Распределительный пул – фиктивный компонент, в котором содержание ^{137}Cs на конец суток равно нулю, поскольку все поступления в этот резервуар сразу распределяются по реально существующим компонентам древостоя. Также добавлено несколько потоков, которые в моделях многолетней динамики не учитывались. Наиболее существенные различия между моделями состоят в аналитической структуре и функциях переноса. В этом модуле воспроизводится с шагом в одни сутки динамика содержания радиоцезия в компонентах древостоя и почве. Исходные данные, необходимые для работы модуля 3, рассчитываются в модуле 1 с шагом в 1 час.

В модуле 4 осуществляется расчет вертикальной миграции ^{137}Cs по почвенному профилю с временным шагом в 1 сутки и пространственным шагом в 1 см до глубины до 2 м.

С помощью модели нами дана интерпретация с позиций формального и физиологического подходов механизмов перераспределения радионуклида внутри древесных растений в течение года на основе данных по сезонной (внутригодовой) динамике содержания радиоцезия в компонентах древостоя и потоков данного радионуклида между ними. Развитие выдвигавшихся априорных предположений о механизме поведения ^{137}Cs осуществлялось в ходе численных экспериментов на модели путем подбора соответствующего алгоритма до достижения адекватности результатов расчетов с нашими данными по многолетней динамике содержания радиоцезия в компонентах аналогичной лесной экосистемы. На рис.3 представлена расчетная динамика содержания ^{137}Cs в компонентах дубового древостоя на пятый год после однократных выпадений.

Суммированные за год потоки перераспределения ^{137}Cs в древостое были ранжированы по доле от суммарного загрязнения и по отношению запасов ^{137}Cs к запасам фитомассы компонентов на единицу площади (в $\text{Бк}/\text{м}^2/\text{г}$ С органического вещества/ м^2). По абсолютной величине потоков компоненты распределяются строго по биомассе, за исключением того, что второй по этому критерию компонент (крупные корни) опережает по нашим расчетам древесину. По интенсивности же потоков на единицу фитомассы, как и следовало ожидать, вперед вышли листья, ветви и мелкие корни, т.е. компоненты с большим удельным содержанием меристематических тканей, основных потребителей элементов минерального питания, и в том числе К и ^{137}Cs .

В плане оценки роли тех или иных компонентов в круговороте радиоцезия показательна динамика интенсивности и экстремальные точки потоков в звене "почва - растительный покров". По нашим расчетам для данной экосистемы максимальная интенсивность поступления радиоцезия в растительный покров составляет 0,53, а максимальная интенсивность выведения его из растительного покрова – 1,83 % от суммарного загрязнения в год.

На рис. 4 представлена расчетная динамика перераспределения ^{137}Cs между формами его содержания в почве. В ходе численных экспериментов была определена скорость перехода ^{137}Cs из одной формы в другую.

Для наглядного представления возможностей модели была разработана ее демонстрационная версия в виде приложения для Windows. Стартовая форма модели и окно выбора сценария радиационного инцидента представлены на рис. 5. Для заинтересованных лиц возможно предоставление данной версии для некоммерческого использования (контакты по адресу: Lrad@soil.msu.ru).

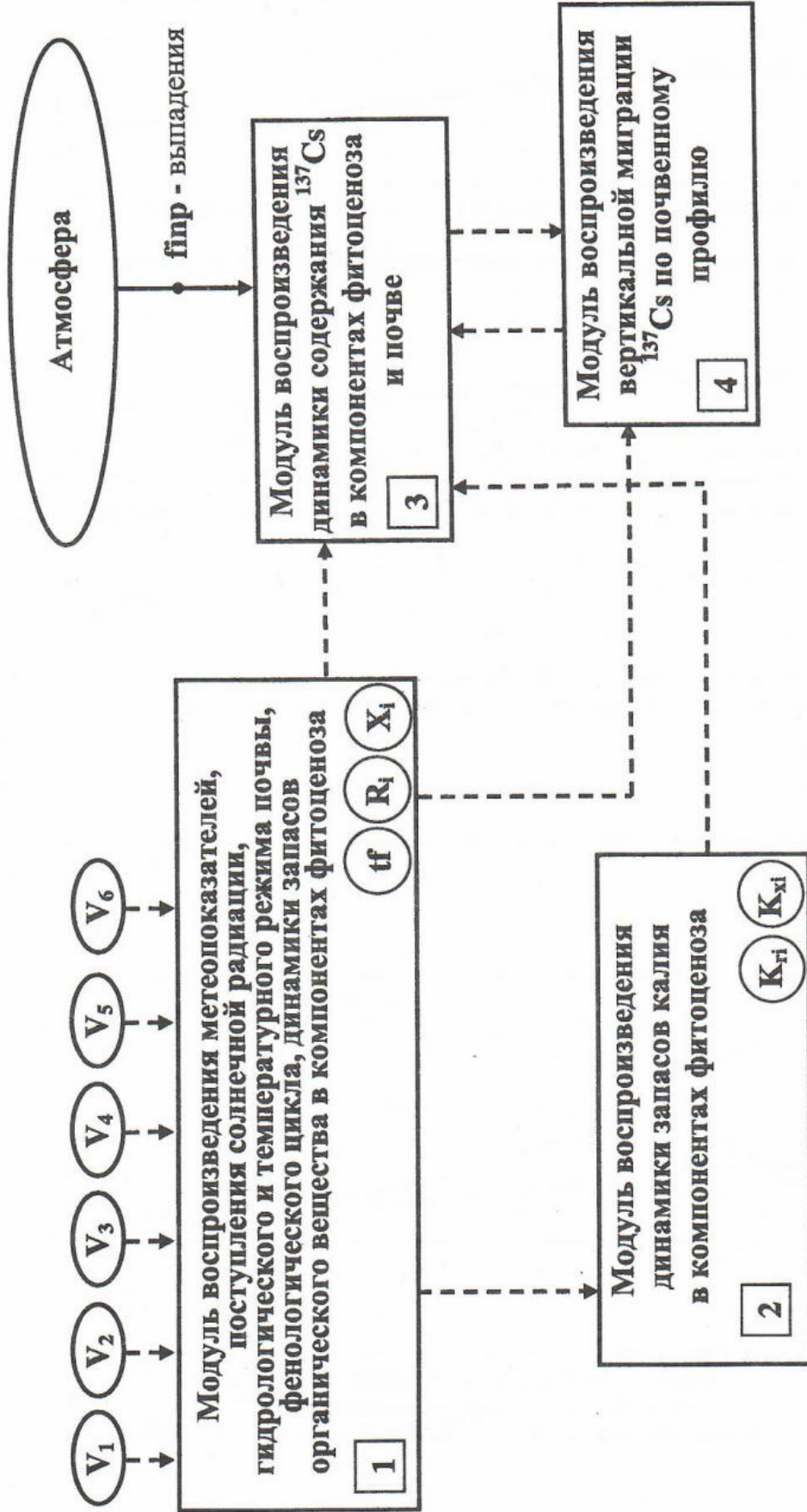


Рис. 2 Структура модели (в эллипсах – входные переменные: V_1, \dots, V_5 (среднемесячные температура воздуха, относительная влажность воздуха, облачность, скорость ветра и месячная сумма осадков); в кружках – переменные, значения которых и величины определяющих их потоков передаются в другие модули: tf – фенологическое время, R_i и X_i – запас органического вещества в корнях и компонентах надземной части древесной части, K_{ri} и K_{xi} – запас K в них).

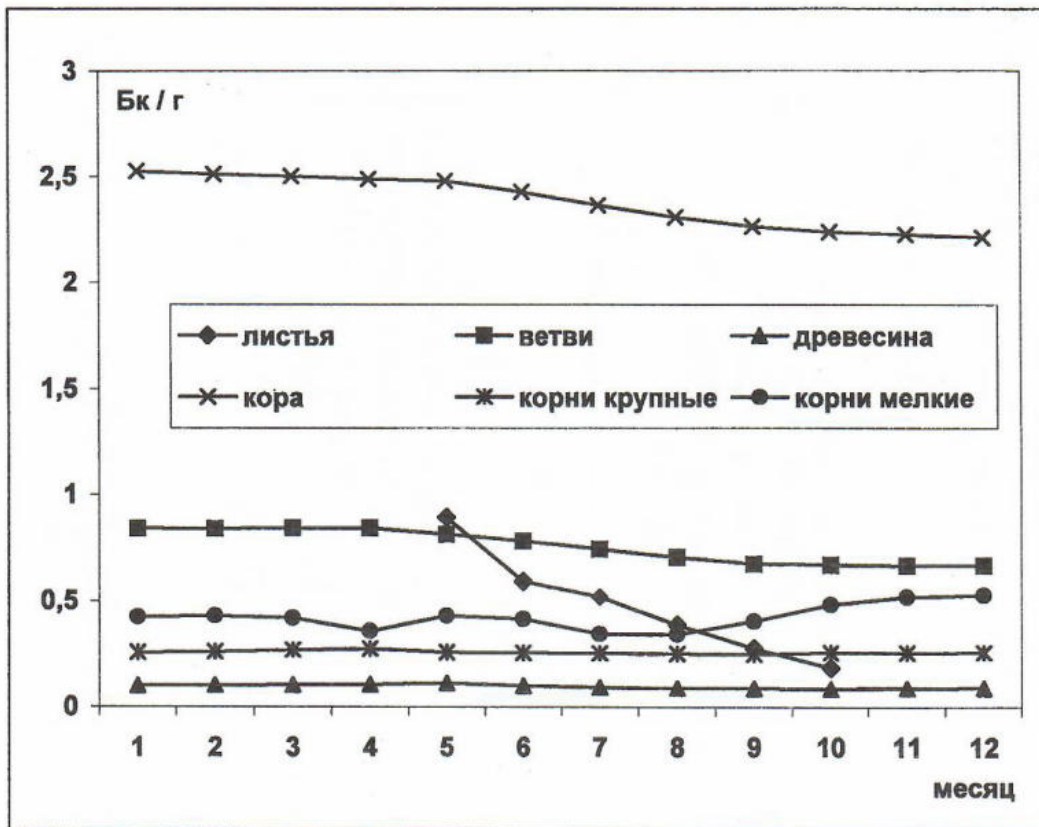


Рис. 3. Расчет моделью Escorad_D динамики удельной активности ^{137}Cs в компонентах дуба на пятый год после однократных выпадений

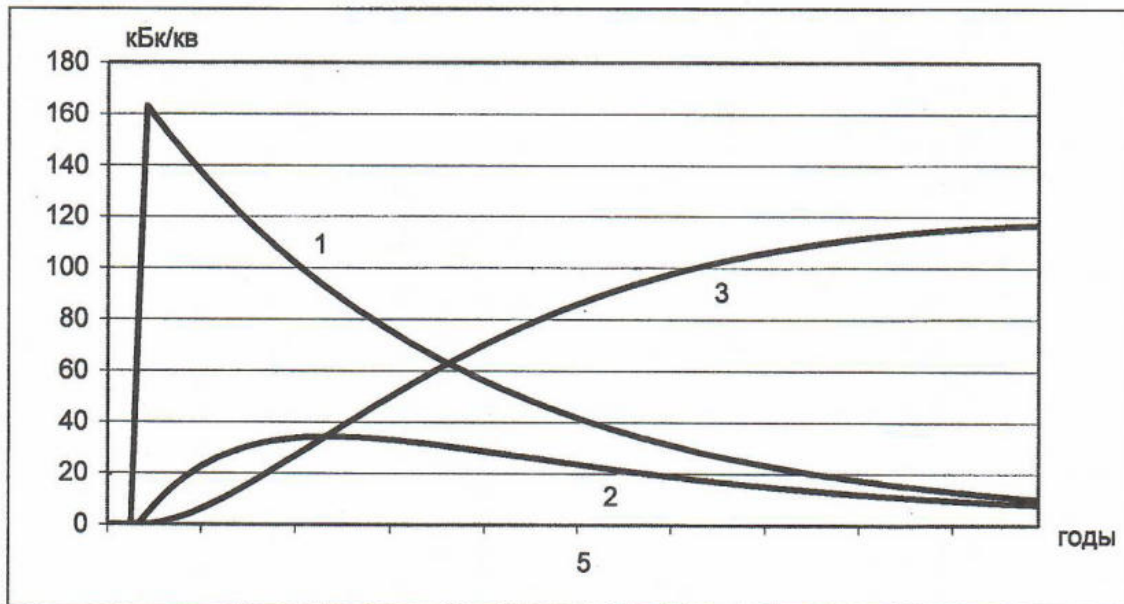




Рис. 4. Расчет динамики форм содержания ^{137}Cs в почве.
 1 - временно недоступные формы (топливные частицы, опад)
 2 - доступные формы (ионная и обменная)
 3 - практически недоступный ^{137}Cs (фиксированный в минералах)

Еcorad_D





Московский Государственный Университет
им. М.В. Ломоносова
Факультет Почвоведения
Кафедра радиозэкологии и экотоксикологии

Модель сезонной (внутригодовой) динамики содержания Cs-137 в почве и древостое экосистемы снытевой дубравы

(демонстрационная версия)

Автор: Мамкин Сергей Витальевич E-mail: Lrad@soil.msu.ru

Описание модели
Выбор сценария радиационного инцидента
Рассчитать вертикальное распределение в почве

На какое количество лет рассчитать динамику Cs-137? →

(установите мышью курсор в белом квадрате, введите число, не превышающее 50, и нажмите кнопку "На счет")

Выбор сценария радиационного инцидента

- 1 - Массовое выпадение в течении ограниченного времени, суммарная плотность загрязнения 200 кБк/м.кв. (чернобыльский сценарий)
- 2 - Повторение через 10 лет чернобыльского выброса в результате разгерметизации саркофага
- 3 - Разовый выброс с плотностью загрязнения 200 кБк/м.кв. (указать время аварии)
- 4 - Хронические выпадения с интенсивностью 1 кБк/м.кв. ежедневно в течении всего срока прогноза (указать время начала выброса)

Ваш выбор? (1 - 4) →

Для сценариев 3 и 4 укажите день и месяц аварии (по умолчанию - 26 и 4):

День (1-30) → Месяц (1-12) →

Рис. 5. Стартовая форма и окно выбора сценария радиационного инцидента в демонстрационной версии модели

Выводы

Метод имитационного моделирования в настоящее время широко применяется в радиозэкологии, в том числе и лесной. Он был одним из важнейших методов, применявшихся в ходе чернобыльских исследований. После аварии на ЧАЭС под эгидой МАГАТЭ осуществлялся ряд научно-исследовательских программ (VAMP, BIOMASS, EMRAS), посвященных именно моделированию, в рамках которых были разработаны как модели отдельных процессов, так и целостные модели, описывающие поведение радионуклидов в системах "почва – растения" или "почва – растения – животные". Несколько моделей поведения ^{137}Cs в экосистемах было разработано в ходе международной программы, реализованной в рамках Межправительственных соглашений между комиссией Европейского сообщества и странами СНГ по вопросам, связанным с ликвидацией последствий аварии на ЧАЭС (1991 – 1995 гг.). Эти модели получили затем свое дальнейшее развитие при осуществлении таких проектов, как BIOMASS, SEMINAT, ECORAD_Oak и т.д. Модели характеризуются разнообразием подходов к их построению и способов реализации.

Хотя общее количество моделей не так велико, что объясняется спецификой проблемы и метода, тем не менее уже предпринимались попытки анализа и обобщения подходов различных коллективов с целью дальнейшей выработки единого алгоритма построения подобных моделей (Riesen et al, 1999; Modelling..., 2002; Shaw et al, 2005; и др.). Более того, определенные шаги делаются и в направлении разработки специфических программных средств как для желающих заниматься самостоятельно радиоэкологическим моделированием (например, пакеты DYMOGEN, разработанный в ИБРАЭ, и Ecolago), так и для желающих воспользоваться уже существующими моделями для проведения собственных численных экспериментов (например, наша система Ecorad (Мамихин, 2003)).

Хотелось бы еще раз остановиться на проблемах применения имитационного моделирования в лесной радиоэкологии, а именно на информационном обеспечении моделей. Радиоэкологические исследования в лесу имеют свою специфику, которая отнюдь не способствует получению надежной динамической информации. Как правило, невозможно обеспечить ежегодный отбор образцов древесной растительности на одном и том же месте в количестве, достаточном для спектрометрического анализа. Прижизненный отбор проб возможен только по отдельным фракциям, полную же картину дает только отбор модельных деревьев. После этого место пробоотбора естественно смещается, что в условиях большой мозаичности выпадений даже в пределах не очень больших участков, на которых осуществляется пробоотбор, искажает картину. Трудно также обеспечить получение статистически обоснованных данных, поскольку отбор большого количества модельных деревьев просто оголяет пробные площади. Возможным выходом в этой ситуации может быть разработка более чувствительных методов анализа, которые позволили бы ограничиваться прижизненным отбором малоактивных фракций, в первую очередь, древесины.

Для построения более надежных математических моделей необходимо проведение дальнейших исследований поведения радионуклидов в лесных экосистемах с позиций системного анализа, как основополагающей научной концепции, с использованием компьютеризации исследований, как научной методологии, обеспечивающей требуемую унификацию и полноту информации, а также максимальную эффективность работ. Необходимым условием успеха является наработка различных версий алгоритмов независимыми группами исследователей с последующим их анализом и обобщением в виде библиотеки алгоритмов. Если исходить из положения, что алгоритм – это не просто способ программной реализации модели, а совокупность правил, составляющих основу модели, по которому, как предполагается ведет себя объект моделирования, то адекватность поведения модели дает основания полагать, что алгоритм, положенный в ее основу, близок к реальному поведению данного объекта и может быть использован для объяснения особенностей его функционирования. В ряде случаев это позволяет уточнить действительные механизмы рассматриваемых явлений – вычлнить значимые процессы, определить их направление и интенсивность, выявить доминирующие факторы, оказывающие влияние на поведение объекта, и т.д. На одном и том же алгоритме могут строиться модели, использующие разный математический аппарат, по-разному реализованные и обладающие, соответственно, разными функциональными возможностями. Это придает алгоритмам самостоятельную значимость и объясняет существование справочников и электронных библиотек алгоритмов различных явлений и процессов во многих отраслях знаний. На наш взгляд, уже созрела настоятельная необходимость в создании широко доступного банка радиоэкологических алгоритмов, в котором можно было бы накапливать представления различных исследователей о закономерностях радиоэкологических явлений и процессов в удобной для сопоставления форме. Как нам кажется, радиоэкологи, как занимающиеся непосредственно разработкой моделей, так и экспериментаторы могли бы почерпнуть из такого банка информацию, которая полезна и в моделировании, и при планировании и анализе результатов полевых и лабораторных исследований в данной области, а также поделиться своими идеями.

Современные тенденции развития имитационного моделирования в лесной радиоэкологии, на наш взгляд, – все более углубленный подход с позиций учета физиологии организмов и тонкой организации почвенных процессов, универсализация моделей, прозрачность алгоритмов, повышение наглядности (визуализация) результатов моделирования, создание тематических банков алгоритмов моделей и банков собственно моделей, установление более полной совместимости с географическими информационными системами. Думается, что еще одной устойчивой тенденцией этого развития будет повышение роли радиоэкологических имитационных моделей, как инструмента исследования механизмов радиоэкологических процессов.

Автор пользуется случаем, чтобы сердечно поздравить коллектив Полесского филиала УкрНИИЛХА с юбилеем и пожелать коллегам дальнейших успехов в работе!

Литература

1. Мамихин С.В. Математическая модель динамики ^{137}Cs в сосняках в условиях мелкодисперсных выпадений // Проблемы экології лісів і лісокористування на Поліссі України. 2000, Вып.1 (7), Житомир, Волинь, с. 16–22.
2. Мамихин С.В. Динамика углерода органического вещества и радионуклидов в наземных экосистемах (имитационное моделирование и применение информационных технологий). М.: Изд-во Моск. ун-та, 2003, 172 с.
3. Kliashtorin A.L., Tikhomirov F.A. & Shcheglov A.I. Lysimetrical study of radionuclides in the forests around the Chernobyl nuclear power plant. // J. Environ. Radioactivity, 24 (1994), pp. 81–90.
4. Тюрюканов А.Н., Абатуров Ю.Д., Летова А.Н. Экспериментальное изучение роли корневых систем в миграции радионуклидов. //Методы изучения корневых систем и организмов ризосферы. Л., Наука, 1968, с. 222–225.
5. Олсон Дж. С. Распределение корней и перемещение в них радиоцезия в мезофитном лесу в Теннесси. //Методы изучения корневых систем и организмов ризосферы. Л., Наука, 1968, с. 143–149.
6. Мамихин С.В., Никулина М.В. Имитационная модель поведения ^{90}Sr в почве и древесном ярусе соснового леса // Радиационная биология. Радиоэкология., т. 45, № 4, 2005, с. 218–226
7. Мамихин С.В., Никулина М.В., Манахов Д.В. Механизмы сезонной и многолетней динамики радиоактивных изотопов цезия в экосистеме дубового леса // Проблемы радиоэкологии и пограничных дисциплин /Ред. Мигунов В.И., Трапезников А.В. Вып. 6. Заречный, 2005. С. 292–308.
8. Riesen T.K., Avila R., Moberg L., Hubburd L. Review of forest models developed after Chernobyl NPP accident. In: Contaminated Forests - Recent Developments in Risk Identification and Future Perspectives, Eds. I. Linkov and W. Schell, NATO Science Series 2. Environmental Security, Vol. 58, 1999, pp. 151–160.
9. Modelling the migration and accumulation of radionuclides in forest ecosystems. BIOSphere Modelling and ASSESment programme. IAEA 2002, p. 127
10. G. Shaw, A. Venter, R. Avila, R. Bergman, A. Bulgakov, P. Calmon, S. Fesenko, M. Frissel, F. Goor, A. Konoplev, I. Linkov, S. Mamikhin, L. Moberg, A. Orlov, A. Rantavaara, S. Spiridonov, Y. Thiry Radionuclide migration in forest ecosystems – results of a model validation study. J. Environ. Radioactivity, 2005, Vol. 84, pp. 285–296.

Мамихин С.В.

Возможности имитационного моделирования в прогнозировании и изучении механизмов поведения радионуклидов в лесных экосистемах

В статье на примере разработок кафедры радиоэкологии и экотоксикологии факультета почвоведения МГУ рассматриваются некоторые аспекты применения метода имитационного моделирования в лесной радиоэкологии. Представлены имитационные модели поведения радионуклидов в лесных экосистемах с развитым древостоем. Кратко освещены основные проблемы и тенденции имитационного моделирования в данной области.

Маміхін С. В.

У статті на прикладі розробок кафедри радіоекології та екотоксикології факультету ґрунтознавства МДУ розглянуті деякі аспекти застосування методу імітаційного моделювання у лісовій радіоекології. Представлені імітаційні моделі поведінки радіонуклідів у лісових екосистемах з розвинутим деревостаном. Коротко висвітлені головні проблеми та тенденції імітаційного моделювання у даній галузі.

Mamikhin S.V.

Possibilities of imitation modelling in prognosis and research of mechanisms of behaviour of radionuclides in forest ecosystems

Some aspects of application of a method of imitating modeling in forest radioecology are considered in the paper on an example of development of radioecology and ecotoxicology division of MSU Soil Science Faculty. The imitating models of radionuclide behaviour in forest ecosystems with the advanced stand are submitted. The basic problems and tendencies of imitating modeling in the given area are briefly covered.

О.О. Орлов –
кандидат біологічних наук,
Поліський філіал УкрНДЛГА,
м. Житомир

Головні закономірності розподілу ^{137}Cs в екосистемах сильно обводнених олігомезотрофних боліт Західного Полісся України

Вступ

Визначення кількісних параметрів біогеохімічної міграції техногенних радіонуклідів у лісоболотних екосистемах є основою математичного моделювання міграції радіонуклідів, виділення ключових ланок, які визначають інтенсивність біогеохімічної міграції радіонуклідів та швидкість автореабілітації після радіоактивного забруднення, можливий експорт радіоактивності за межі екосистеми в процесі господарської діяльності людини та міграцію радіонуклідів по трофічних ланцюжках. Абсолютна більшість досліджень, в яких розглядається розподіл ^{137}Cs в природних екосистемах, присвячена автоморфним ландшафтам, в той час як гідроморфні лісоболотні, в т.ч. оліготрофні, вивчені донині лише фрагментарно [9, 23], хоча і відмічається їхня критичність з погляду впливу на формування дози внутрішнього опромінення населення внаслідок використання ресурсів дикорослих ягід: журавлини, буяків та ін.

Аналітичний огляд

Болота, особливо ті, які досягли високої стадії розвитку, відзначаються значною специфікою геохімічних процесів [5, 18]. Вона полягає у тому, що згадані екотопи є перезволоженими та бідними на мінеральні речовини, які надходять до екосистем переважно з атмосфери; швидкість біологічного розкладу рослинних решток в болотних оліготрофних умовах істотно уповільнена і складає 8–12 років; відсутня більш-менш чітка межа між ґрунтом та фітоценозом, зокрема, торфом та сфагновими мохами; у межах ґрунтового блоку також відсутня чітка межа між очосом (напіврозкладеними рештками сфагнових мохів та судинних рослин) та власне торфом; формуються бідні, кислі ($\text{pH}_{\text{KCl}} = 3,5\text{--}4,5$) торфи низького ступеня розкладу (5–20 %); міграційна здатність ^{137}Cs у ланці «ґрунт-рослини» є високою і може дорівнювати або навіть перевищувати таку ^{90}Sr . Саме тому Н.В. Єліашевич із співавторами [9] був зроблений висновок про те, що оліготрофні болота є фітоміграційними аномаліями, де вміст ^{137}Cs у рослинах перевищує допустимі рівні при щільностях забруднення території, які офіційно не розглядаються як радіаційно значимі ($0,2\text{--}0,5 \text{ Ки/км}^2$).

Значний практичний інтерес має аналіз мобільності ^{137}Cs у торфах боліт, які аналізуються. За висновками більшості дослідників [2, 4, 10, 27, 29], вертикальна міграція ^{137}Cs у торфах істотно інтенсивніша, ніж у автоморфних ґрунтах. Наприклад, за даними [29], швидкість заглиблення ^{137}Cs у мезотрофних торфах була у 7 разів більшою, ніж у піщаних автоморфних ґрунтах. Дослідники [10, 27] також вказують, що у торфах більше 50 % активності ^{137}Cs може знаходитися у мобільних формах (обмінній та водорозчинній), що й обумовлює інтенсивну акумуляцію радіонукліду рослинністю.

Болотознавцями [5] та радіоекологами [7, 14] наголошувалося на важливості сфагнового покриву для біогеохімії болотних екосистем. Вченими був зроблений важливий висновок про те, що ^{137}Cs надходить до сфагнів не з торфів, а з водних розчинів, з яких мінеральні елементи поглинаються сфагнумами усією поверхнею рослини, яка контактує з розчином, – тобто радіонуклід бере участь у позакореновому живленні сфагнів [14, 19, 21, 22].

Окремо слід зупинитися на ролі води у міграції радіонуклідів у лісоболотних екосистемах. За висновками дослідників [13, 18, 19], водні розчини об'єднують у єдине ціле компоненти болотних екосистем: торфи – болотні води – сфагнові мохи – судинні рослини.

Специфічність розподілу фітомаси ценозу за ярусами у лісоболотних екосистемах, як і розподілу сумарної активності ^{137}Cs , привернула увагу дослідників [23, 28]. Зокрема, було підкреслено важливу роль сфагнового покриву в останніх та досить незначну – деревного ярусу [20]. Слід відзначити, що фрагментарні дослідження розподілу ^{137}Cs у болотних екосистемах проведені для мезооліготрофних сосново-чагарничково-сфагнових боліт [23] та оліготрофних сосново-пухівково-сфагнових боліт [20]. Даних відносно розподілу згаданого радіонукліду в екосистемах сильно обводнених лісових олігомезотрофних багон у літературі нами не знайдено, хоча ці екотопи є досить поширеними у Західному Поліссі України, і де чітко простежується західний слід чорнобильських аварійних випадань радіонуклідів.

Об'єкти та методика

Дослідження проведені у 2005 р., у Рокитнівському районі Рівненської області (Західне Полісся). Постійна пробна площа ППП-19/3 закладена за стандартною методикою [26] у виділі 3 кварталу 19 Бельського лісництва Рівненського природного заповідника. Виділ рівномірний, сильно заболочений, площею 38 га. Розмір проби: $100 \times 100 \text{ м}$ (1 га). За стандартною методикою були вивчені

геоморфологічні особливості [25], флористичний склад [11], структура фітоценозу [15], ґрунти [24], макроміцети [6], мохи [3].

Пробна площа закладена у розрідженому сосново-березовому насадженні віком 18–20 років. Склад деревостану – 9Б1С. Середня висота берези сягає 2,5 м, середній діаметр – 4 см. Зімкнутість крон дерев – менше 0,3. Підріст поодинокий, складається з сосни та берези. На пробі спостерігається масовий старий сухостій сосни, висотою 3–4 м та діаметром 8–10 см.

Трав'яно-чагарничковий ярус густий, з загальним проективним покриттям 85–90 %. Складається він з 3-х під'ярусів. I під'ярус 1,2–1,3 м заввишки складається з *Phragmites australis* L. (20–25 %); II під'ярус 0,4–0,5 м заввишки та проективним покриттям 30–35 % складається з *Andromeda polifolia* L. – од.; *Dryopteris carthusiana* (Vill.) H.P. Fuchs – од.; *Scheuchzeria palustris* L. – 10 %; *Ledum palustre* L. – од.; *Carex lasiocarpa* Ehrh. – 3 %; *Carex limosa* L. – 10 %; *Eriophorum vaginatum* L. – 1 %; *Salix myrtilloides* L. – од.; *Rhynchospora alba* L. – 10 %; *Carex nigra* (L.) Reichard – 1 %; *Dactylorhiza incarnata* (L.) Soo – од. III під'ярус з проективним покриттям 25–30 % та 5–10 см заввишки складається з таких видів, як *Oxycoccus palustris* Pers. – 10 %; *Menyanthes trifoliata* L. – 15 % та *Drosera rotundifolia* L. (3–5 %).

Моховий ярус суцільний, з проективним покриттям 97–98 %, складається переважно з *Sphagnum fallax* (Klinggr.) Klinggr. (60–65 %), з домішкою *Sphagnum magellanicum* Brid. (20–25 %), які зростають у мочажинах та на невисоких купинах. Верхівки найвищих купин займає *Polytrichum alpestre* Hoppe (10–15 %).

Формується ценоз: *Betula verrucosa*+*Phragmites australis*+ *Scheuchzeria palustris*+ *Sphagnum fallax*+*Sphagnum magellanicum*. Тип лісорослинних умов – мокрий бір (A₅).

Наведений болотний екотоп дуже обводнений і за класифікацією боліт є багном. Тому у згаданих екологічних умовах формується специфічний ґрунтовий профіль. Особливістю його є те, що наявний шар очосу (напіврозкладених решток сфагнових мохів і судинних рослин) потужністю 35–40 см. Нижче залягають горизонти власне оліготрофного торфу, які характеризуються дуже низьким ступенем розкладу (5–20 %). Торфові горизонти з глибини 30 см – напіврідкі.

За загальноприйнятою методикою [1] на стаціонарі був проведений суцільний облік дерев, за результатами якого були визначені головні таксаційні показники деревостану, в т.ч. – параметри середнього модельного дерева. Зпилувалися по три середніх модельних дерева для берези повислої та сосни звичайної, а також сухостою сосни, з яких відбиралися органи і тканини: деревина, кора зовнішня, кора внутрішня з лубом, хвоя 1-річна, хвоя 2-річна, пагони 1-річні, гілки товсті, гілки тонкі. Усі органи і тканини зважувалися у польових умовах, а потім з них відбиралися зразки для визначення усущки та на спектрометричний аналіз. Зразки трав'яно-чагарничкового ярусу за видами відбиралися на 10 облікових ділянках (10 м² кожна), розміщених рендомізовано по площі стаціонара, а мохового ярусу – на 10 облікових ділянках у 500 см² кожна. Сфагнові мохи розділялися за В.Д. Лопатіним [17] на живу частину, мертву частину та верхній очіс. Епіфітні лишайники відбиралися повністю з 10 дерев сосни, а плодові тіла макроміцетів – з 10-ти облікових ділянок 100 м² кожна. Зразки очісу і торфу неперушеної стратиграфії відбиралися з трьох ґрунтових профілів спеціальним торфовим буром Гіллера, колонками висотою по 10 см, до глибини 100 см від денної поверхні.

Після висушування до повітряно сухої ваги протягом 72 год при температурі 80°C та визначення коефіцієнта усущки зразки розмелювалися на проболідготовлювачі ПРП та надходили на спектрометричний аналіз. Для спектрометричних аналізів використовувалася стандартна геометрія (1 л пососудина Марінееллі), а також еталоновані посудини іншої геометрії – 175 мл («Дента»), 70 мл (ґрунтовий бюкс). Питома активність ¹³⁷Cs у зразках визначалася на багатоканальному спектроаналізаторі СЕГ-01 з напівпровідниковим детектором ДГДК-100-В3. Відносна похибка вимірювання даного показника складала 15–30 %, в залежності від активності зразка. Статистична обробка отриманих результатів проведена загальноприйнятими методами варіаційної статистики [16] з використанням стандартного пакета Excel.

Отримані результати та їх обговорення

З методичного погляду в екосистемах сильно обводнених олігомезотрофних багон визначення щільності забруднення ґрунту ¹³⁷Cs становить складність, адже радіонуклід вже мігував на значну глибину. Також важко оцінити мозаїчність радіоактивного забруднення екосистеми та потужність коренезаселеного шару. Наші розрахунки продемонстрували, що щільність забруднення ¹³⁷Cs на даній пробній площі у 40-см шарі очосу, де зосереджена головна частка коріння судинних рослин, дорівнює 6,94±0,7 кБк/м² (0,19 Кі/км²). Мозаїчність радіоактивного забруднення пробної площі ППП-19/3 була нами оцінена за величиною потужності дози гамма-випромінювання, вимірюваної рендомізовано у 50 точках. Отримані результати показали, що для потужності експозиційної дози гамма-випромінювання на висоті 1 м від поверхні ґрунту на даній пробній площі характерною була широка амплітуда значень: від мінімального 2 мкР/год до максимального 12 мкР/год. Причому, як показують результати замірів, для пробної площі характерним є мозаїчне радіоактивне забруднення, з вираженою мікроочаговістю випадань. Середні значення потужності експозиційної дози гамма-випромінювання на висоті 1 м на ППП-19/3 дорівнювали 7±0,3 мкР/год, а на поверхні сфагнового покриву – 9±0,3 мкР/год. Отримані дані дозволяють кількісно оцінити варіювання наведених двох величин. Зокрема, для потужності експозиційної дози гамма-

випромінювання на висоті 1 м коефіцієнт варіювання на пробній площі склав 25,3 %, а для потужності експозиційної дози гамма-випромінювання на поверхні сфагнового покриву – 21,9 %.

Вертикальний розподіл ^{137}Cs у торфах на пробній площі, яка аналізується, наведено у таблиці 1.

Таблиця 1.

Вертикальний розподіл питомої активності ^{137}Cs (Бк/кг) у торфових ґрунтах на пробній площі

Вид зразка	M	m	min	max	σ	V, %	P, %
Очіс 0-10 см	1042	64	915	1120	110,7	10,63	6,14
Очіс 10-20 см	1420	87	1260	1560	151,0	10,63	6,14
Очіс 20-30 см	1105	65	996	1220	112,1	10,14	5,86
Очіс 30-40 см	785	9	770	800	15,0	1,91	1,10
Торф 0-10 см	660	50	566	734	85,8	13,00	7,50
Торф 10-20 см	368	16	347	400	28,4	7,71	4,45
Торф 20-30 см	265	25	216	300	43,9	16,54	9,55
Торф 30-40 см	125	4	118	130	6,2	5,00	2,88
Торф 40-50 см	95	3	89	100	5,6	5,86	3,38

Дані таблиці 1 та рисунку 1 демонструють важливі закономірності вертикального розподілу ^{137}Cs у торфових ґрунтах пробної площі. Зокрема, чітко видно, що найбільша питома активність ^{137}Cs є характерною для приповерхневих шарів очосу. При цьому максимальні значення згаданого показника спостерігалися не на поверхні, а у шарі очосу 10-20 см. На нашу думку, це обумовлено тим, що саме цей шар очосу за датировкою відповідає шару, який утворився у 1986 р. та був максимально забруднений аварійними викидами ЧАЕС.

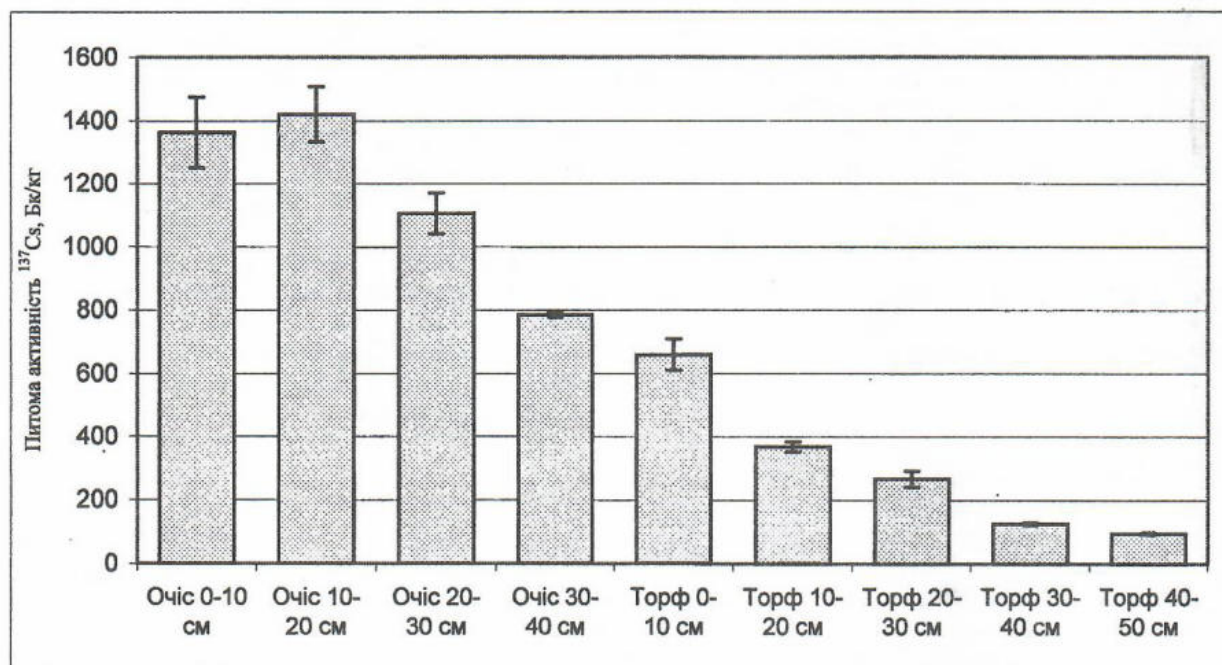
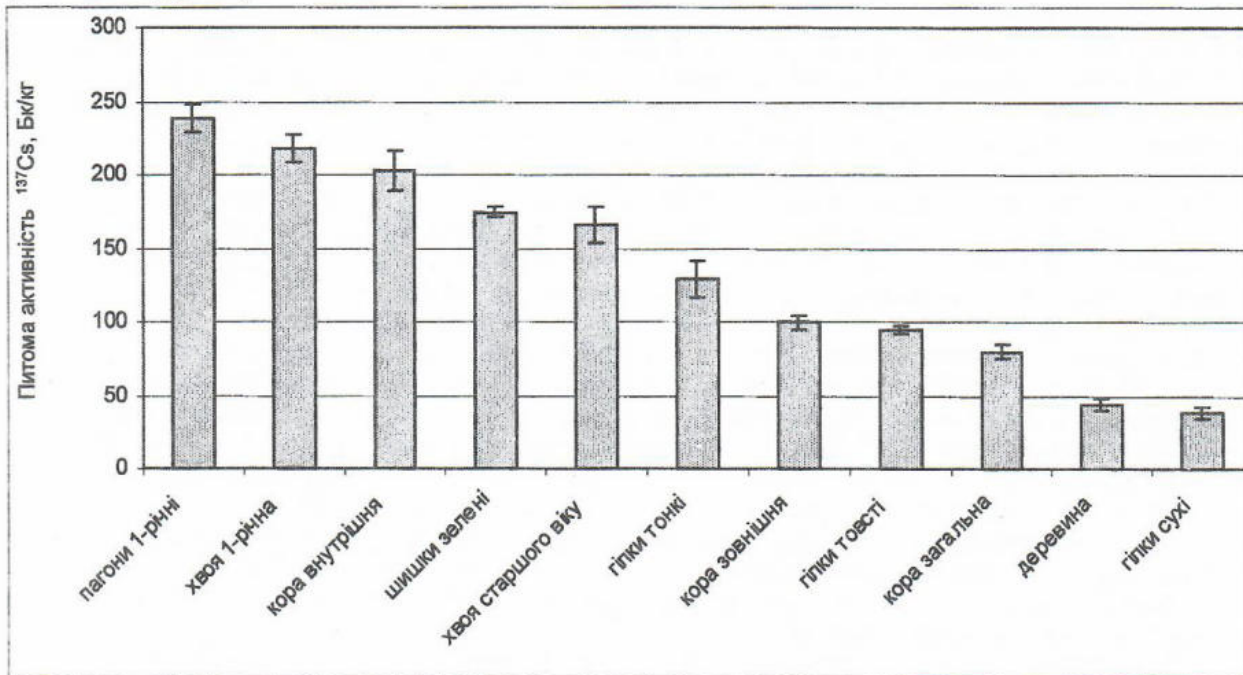


Рис. 1. Середня питома активність ^{137}Cs у горизонтах торфіє на ППП-19/3.

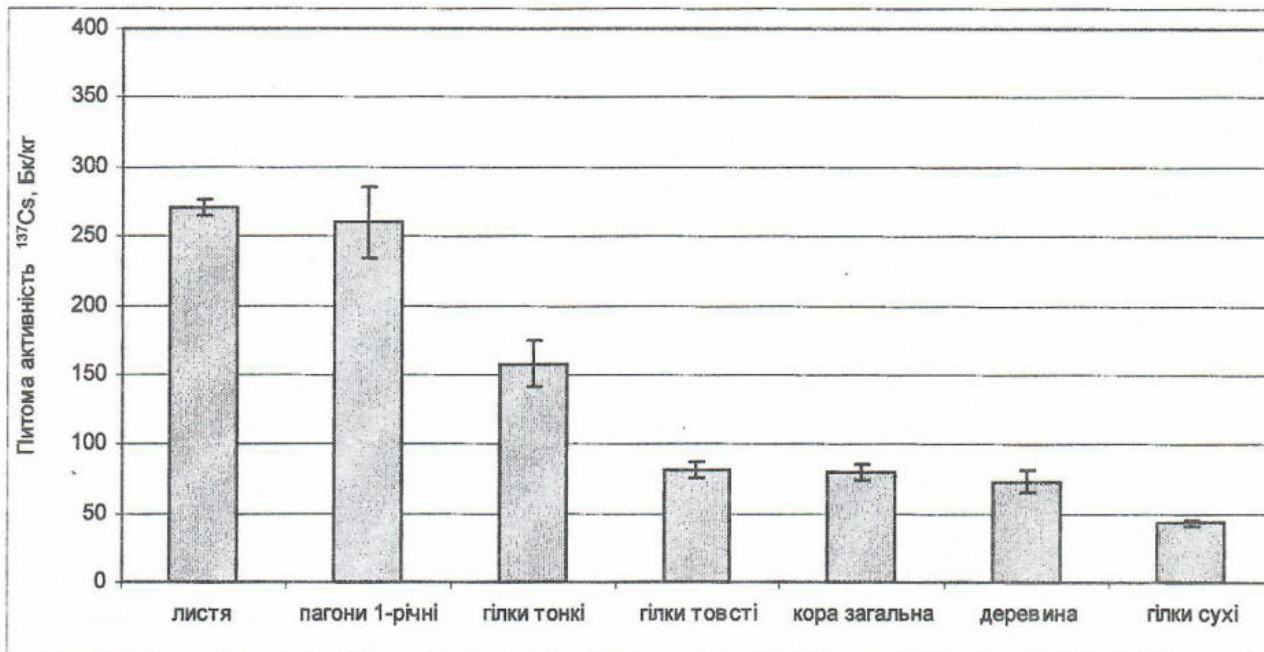
У більш глибоких горизонтах відбувається помітне зменшення вмісту згаданого радіонукліду. Проте, слід особливо підкреслити, що, на відміну від мінеральних ґрунтів автоморфних ландшафтів, у торфових ґрунтах це зменшення відбувається більш поступово, і навіть на глибині біля 1 м від денної поверхні вміст

^{137}Cs у торфі є значним – 95 Бк/кг на ППП-19/3. Також дуже характерною для цих ґрунтів є відсутність помітної різниці у радіоактивності між очосом та торфом. Таким чином, результати аналізу вертикального розподілу ^{137}Cs у торфах пробної площі дозволяють зробити висновок про те, що максимальною радіоактивністю характеризується коренезаселений шар торфу. Також слід підкреслити, що шар очосу, як субстрат для зростання судинних рослин у згаданих екотопах, практично не містить мінерального дрібнозему, що обумовлює надзвичайно низьку його здатність необмінно фіксувати ^{137}Cs . В той же час, процеси обмінної фіксації згаданого радіонуклідів у шарі очосу та верхніх горизонтах торфу є головними, що визначають мобільність ^{137}Cs у даних екосистемах. Це, в свою чергу, обумовлює високу міграційну здатність згаданого радіонуклідів у проаналізованих ґрунтах, а також в екосистемах сильно обводнених торфових боліт взагалі.

Значний інтерес має вивчення питомої активності ^{137}Cs у тканинах та органах деревних рослин на пробній площі (рис. 2).



а



б

Рис. 2. Питома активність ^{137}Cs у тканинах та органах деревних рослин на ППП-19/3 (а – сосна; б – береза)

Порівняльний аналіз питомої активності ^{137}Cs у тканинах та органах сосни звичайної та берези пухнастої на ППП-19/3, типової для олігомезотрофних багон Західного Полісся, продемонстрував, що у більшості тканин та органів питома активність згаданого радіонукліду була вищою у берези. Так, у деревині берези вміст ^{137}Cs складав 75 Бк/кг, а у сосни – 47 Бк/кг; пагонах однорічних – 270 та 240 Бк/кг; гілках тонких – 160 та 130 Бк/кг, відповідно.

Специфічним виявився також розподіл питомої активності ^{137}Cs по тканинах та органах сосни звичайної та берези пухнастої, що, в цілому, відповідає раніше описаним закономірностям [12, 23]. Найбільша питома активність ^{137}Cs у сосни була зафіксована у пагонах 1-річних – 240 Бк/кг, а найменша – у сухих гілках – 40 Бк/кг. Таким чином, різниця вмісту радіонукліду в тканинах та органах сосни звичайної на пробній площі сягала 6 разів. При цьому, як і в автоморфних лісових ландшафтах, у гігоморфному ландшафті максимальним радіоактивним забрудненням характеризувалися найбільш фізіологічно активні тканини та органи дерева – пагони 1-річні, хвоя 1-річна, кора внутрішня з лубом. Загалом, тканини та органи сосни утворюють такий рангований ряд за зменшенням питомої активності ^{137}Cs : пагони 1-річні > хвоя 1-річна > кора внутрішня з лубом > шишки зелені > хвоя старшого віку > гілки тонкі > кора зовнішня > гілки товсті > деревина > гілки сухі. Отримані дані дозволяють визначити середні значення коефіцієнта переходу (КП) ^{137}Cs у системі «субстрат – тканина (орган) сосни». Виявлено, що у наведеному вище рангованому ряду тканин та органів сосни значення КП становили: пагони 1-річні – $34,34 \text{ м}^2\text{кг}^{-1}10^{-3}$; хвоя 1-річна – 31,36; кора внутрішня – 29,20; шишки зелені – 25,12; хвоя старшого віку – 23,82; гілки тонкі – 18,54; кора зовнішня – 14,31; гілки товсті – 13,59; кора загальна – 11,48; деревина – 6,34; гілки сухі – 5,48.

Аналогічний рангований ряд у берези повислої має такий вигляд: листя (260 Бк/кг) > пагони однорічні > гілки тонкі > гілки товсті > кора загальна > деревина > гілки сухі (40 Бк/кг). Відповідно, значення КП для тканин та органів берези становили: листя – $39,0 \text{ м}^2\text{кг}^{-1}10^{-3}$; пагони 1-річні – 37,46; гілки тонкі – 22,67; гілки товсті – 11,82; кора загальна – 11,53; деревина – 10,52; гілки сухі – 6,20. Таким чином, у берези різниця питомої активності ^{137}Cs між тканинами та органами, як і у сосни звичайної, складала 6 разів. Порівняння наведених вище рангованих рядів дозволяє зробити загальний висновок про їх значну подібність у сосни та берези. Значний інтерес викликає той факт, що у сухих гілках як у сосни, так і у берези, питома активність ^{137}Cs була у 2–3 рази нижчою у порівнянні з живими гілками на тому самому дереві. Цікаво відмітити також, що у сухостойної сосни питома активність згаданого радіонукліду була значно нижчою у деревині (у 1,63 рази) та гілках (у 2,19 рази), ніж у живій сосні.

Як вказувалося вище, у даних екологічних умовах важливе значення відіграє моховий ярус фітоценозу, який складається переважно зі сфагнових мохів. Останні відіграють едифікаторну роль в екосистемі, яка аналізується, тому було проаналізовано розподіл питомої активності ^{137}Cs між окремими фракціями мохового покриву (рис. 3).

Матеріали рисунку 3 свідчать про те, що на ППП-19/3 вміст ^{137}Cs зменшувався у живих верхівкових частинах мохів у такому рангованому ряду видів: *Sphagnum magellanicum* > *Polytrichum alpinum* > *Sphagnum fallax*; у мертвих частинах мохів: *Sphagnum fallax* > *Sphagnum magellanicum* > *Polytrichum alpinum*; в очосі: *Sphagnum fallax* > *Sphagnum magellanicum*. Біогеохімія болотних екотопів значною мірою визначається швидкістю біологічного розкладу відмерлих решток мохів, тому значний інтерес має аналіз розподілу питомої активності ^{137}Cs у головних фракціях мохового покриву: мох живий – мох мертвий – очіс [21].

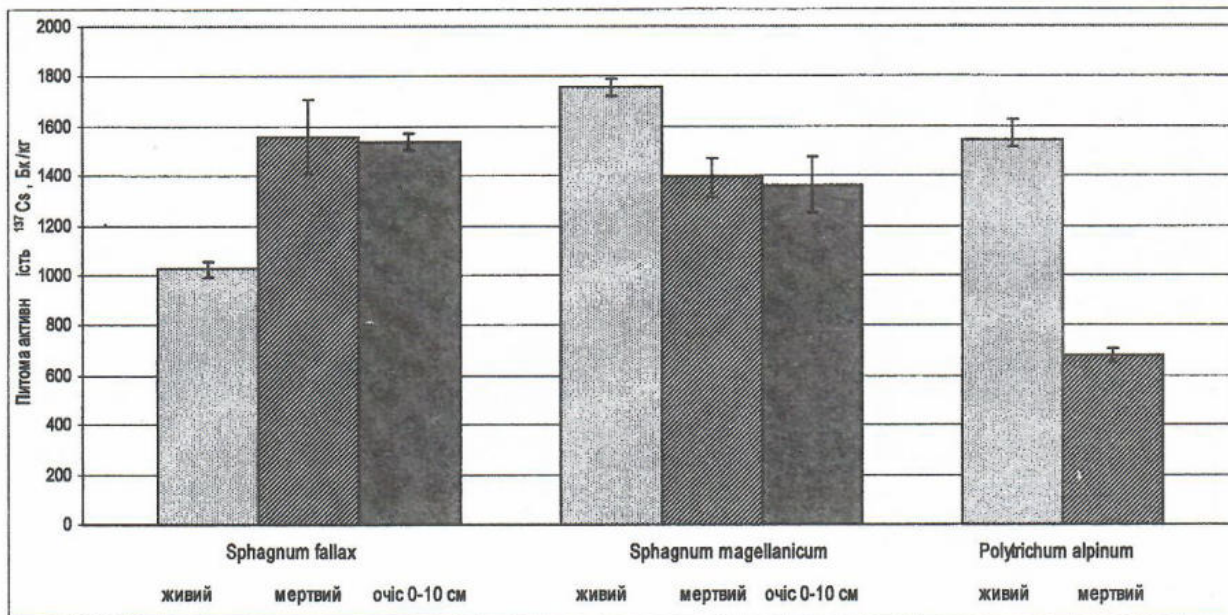


Рис. 3. Розподіл питомої активності ^{137}Cs між фракціями мохового покриву на ППП-19/3 у вересні.

Результати згаданого аналізу, проведеного за 3-ма видами мохів у межах пробної площі, демонструють важливі закономірності. Зокрема, у *Sphagnum magellanicum* максимальний вміст ^{137}Cs спостерігається у живих, апікальних частинах мохів (близько 1600 Бк/кг), зменшуючись до 1300-1400 Бк/кг у мертвих частинах та до 1200-1300 Бк/кг у верхніх горизонтах очосу. Менш чітка закономірність спостерігалася у *Sphagnum fallax*. Дані рисунку 3 також дозволяють зробити висновок про те, що співвідношення питомої активності ^{137}Cs у живих частинах моху до мертвих частин на ППП-19/3 дорівнювало 2,26.

Ярус епіфітних лишайників на пробній площі був виражений фрагментарно, що обумовлено переважно незначним віком деревостану та нестабільністю субстратів (кори дерев) для зростання лишайників. Тому їх видовий склад та участь у фітоценозі були незначними. Вміст ^{137}Cs у сланях епіфітних лишайників наведено на рисунку 4.

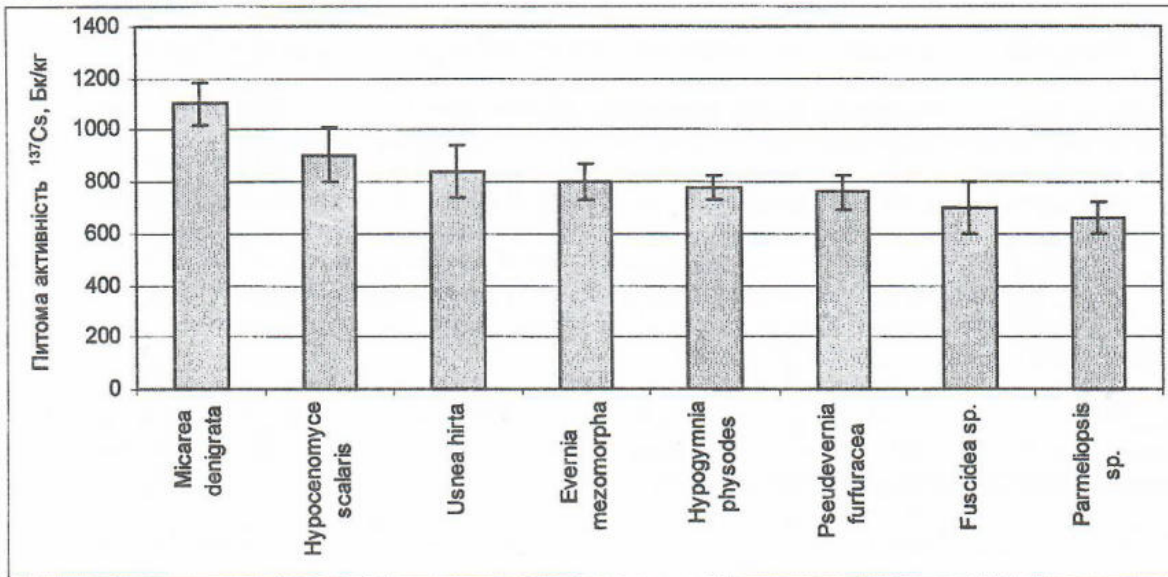


Рис. 4. Вміст ^{137}Cs у сланях епіфітних лишайників на ППП-19/3.

Епіфітні лишайники акумулювали радіонукліди з аеральних аварійних випадань у 1986 р. У подальшому за кілька років аеральне надходження до епіфітних лишайників різко скоротилося практично до рівня глобальних випадань. Натомість, відбувалося розбавлення ^{137}Cs у наростаючій фітомасі сланей. Це обумовило порівняно невеликий вміст згаданого радіонукліду в останніх у порівнянні з сфагнумами та судинними рослинами.

На ППП-19/3 рангований ряд видів судинних рослин за вмістом радіонукліду є специфічним (рис. 5).

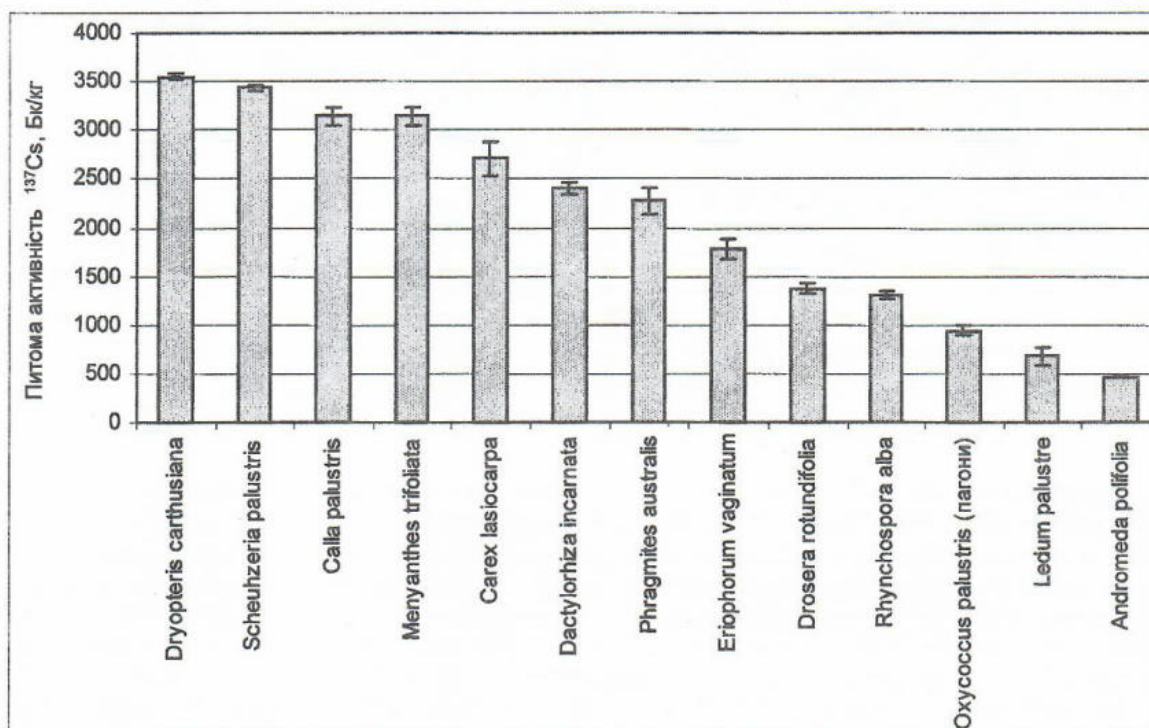


Рис. 5. Рангований ряд видів судинних рослин за вмістом ^{137}Cs у надземній фітомасі на ППП-19/3.

Характерним для цього ряду є максимальна величина питомої активності ^{137}Cs у представника папоротей – *Dryopteris carthusiana* (3550 Бк/кг), а також видів, які зростають у мочажинах, – *Scheuchzeria palustris*, *Calla palustris* та *Menyanthes trifoliata* (3200-3400 Бк/кг). Досить цікавим є розташування у центральній частині цього ряду *Carex lasiocarpa*, *Dactylorhiza incarnata* та *Phragmites australis* (2750-2250 Бк/кг), а також розташування усіх ерикоїдних видів в кінці ряду, з мінімальним вмістом ^{137}Cs (у межах 500-1000 Бк/кг) – *Охусоскус palustris*, *Ledum palustre* та *Andromeda polifolia*. Відповідні значення КП ^{137}Cs для судинних рослин на даній пробній площі дорівнювали: *Dryopteris carthusiana* – $512,01 \text{ м}^2\text{кг}^{-1}10^{-3}$; *Scheuchzeria palustris* – 494,72; *Calla palustris* та *Menyanthes trifoliata* – 452,45; *Carex lasiocarpa* – 390,97; *Dactylorhiza incarnata* – 346,78; *Phragmites australis* – 328,05; *Eriophorum vaginatum* – 257,44; *Drosera rotundifolia* – 197,41; *Rhynchospora alba* – 189,24; *Охусоскус palustris* (пагони) – 135,78; *Ledum palustre* – 97,45; *Andromeda polifolia* – 67,00.

Узагальнюючи отримані дані з радіоактивності судинних рослин на пробній площі, слід особливо увагу звернути на господарсько цінні види – лікарські (*Menyanthes trifoliata*, *Ledum palustre*) та ягідні (*Охусоскус palustris*). Результати наших досліджень свідчать про те, що на ППП-19/3, незважаючи на її незначне радіоактивне забруднення ($0,19 \text{ Кі/км}^2$), вміст ^{137}Cs у лікарській сировині був у 2–5 разів вищим за рівні, передбачені ДР-97 [8] – 600 Бк/кг. Що стосується вмісту ^{137}Cs у свіжих ягодах *Охусоскус palustris*, на пробній площі вміст ^{137}Cs був у останніх у межах 100–120 Бк/кг, що є допустимим для використання згідно ДР-97 (500 Бк/кг). Слід також наголосити на тому, що субстратом для абсолютної більшості наведених вище видів судинних рослин у згаданих екологічних умовах є не ґрунт (торф), а очіс значної потужності (40-50 см) та сфагнові мохи, звідки мінеральні елементи та радіонукліди надходять до судинних рослин завдяки трофічному зв'язку з ендоефітними та мікоризними мікроміцетами, які з'єднують у єдиному циклі дві групи вищих рослин – судинні та мохи [30].

Літо 2005 р. було посушливим, і більшість купин та торфових бугрів, на яких звичайно зустрічаються макроміцети на болотах, значно пересохли. Саме тому у 2005 р. в екоотопі, який аналізується, видовий склад макроміцетів та, особливо, кількість їх плодових тіл були мінімальними. Вміст ^{137}Cs у плодових тілах макроміцетів на ППП-19/3 наведений на рисунку 6.

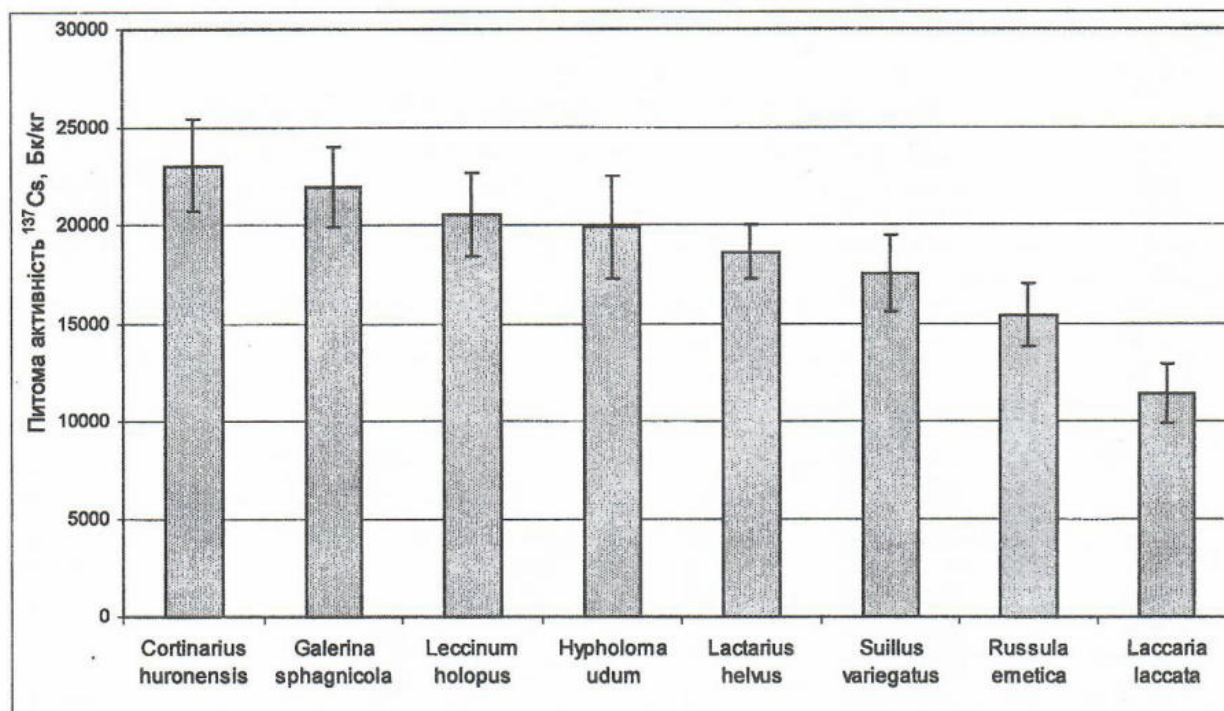


Рис. 6. Вміст ^{137}Cs у плодових тілах макроміцетів на ППП-19/3.

На ППП-19/3 найбільша питома активність ^{137}Cs – 22000 Бк/кг – спостерігалася у симбіотрофі *Cortinarius huronensis*. Лише дещо меншим був вміст згаданого радіонукліду у біотрофі *Galerina sphagnicola* (21500 Бк/кг), який облигатно живиться сфагновими мохами. Близьку до останнього радіоактивність (20000 Бк/кг) на даній пробній площі мав також інший біотроф – *Hypholoma udum*. Решта видів макроміцетів була представлена симбіотрофами (мікоризоутворювачами), діапазон вмісту ^{137}Cs у плодових тілах яких становив на ППП – 19/3 від 20500 Бк/кг у *Leccinum holopus* до 12000 Бк/кг у *Laccaria laccata*. Відповідно, середні значення КП ^{137}Cs у рангованому ряду видів макроміцетів дорівнювали: *Cortinarius huronensis* – $3328,53 \text{ м}^2\text{кг}^{-1}10^{-3}$; *Galerina sphagnicola* – 3170,03; *Leccinum holopus* – 2959,65; *Hypholoma udum* – 2867,44; *Lactarius helvus* – 2684,44; *Suillus variegates* – 2530,26; *Russula emetica* – 2217,58; *Laccaria laccata* – 1642,65.

Слід відзначити, що *Leccinum holopus* та *Suillus variegatus* (рис. 6) з цих видів грибів є їстівними. Вміст ^{137}Cs в них перевищує рівні ДР-97 у 7–8 разів. Таким чином, макроміцети на болотах, незважаючи на незначну масу, можуть відігравати помітну роль у перерозподілі радіонукліду у болотних екосистемах. Їхня роль збільшується також тим, що їх недовговічні плодові тіла швидко розкладаються, віддаючи весь радіонуклід у доступній водорозчинній формі іншим ярусам рослинності, тим самим значно активуючи колообіг радіонукліду в екосистемах.

Болота, особливо олігомезотрофні, – це перезволожені екотопи, де приблизно на 50 % площі ґрунтова вода практично виходить на поверхню, і лише під купинами та торфовими буграми глибина рівня ґрунтових вод знаходиться на глибині 30–60 см від верхівок згаданих форм мікрорельєфу.

Проаналізуємо концентрацію ^{137}Cs у 3-х видах води боліт на пробних площах – імпрегнованій, поверхневій та торфовій (табл. 2).

Концентрація ^{137}Cs (Бк/л) у різних видах води боліт на ППП-19/3

Таблиця 2.

Вид води	Статистичні показники						
	M	m	min	max	σ	V, %	P, %
Вода імпрегнована	4,69	0,53	3,71	5,54	0,922	19,66	11,35
Вода поверхнева	1,60	0,16	1,35	1,91	0,285	17,80	10,28
Вода торфова	1,25	0,10	1,15	1,45	0,173	13,86	8,00

З даних таблиці 2 випливає, що на всіх пробних площах концентрація ^{137}Cs у різних видах болотних вод зменшувалася у такому порядку: вода імпрегнована > вода поверхнева > вода торфова. При цьому найбільш істотна різниця (2,5–3,0 раза) спостерігалася між імпрегнованою та поверхневою водою, що обумовлене гідрохімічною активністю живих сфагнових мохів. Саме вони мають високу сорбційну ємність по відношенню до катіонів K^+ та $^{137}\text{Cs}^+$, тому вода, яка утримується щільним ярусом сфагнів, збагачена цими елементами. Решта води, наприклад, поверхнева “очищена” сфагнами від згаданих вище катіонів, саме ця вода і згодом трансформуються у торфову. Вміст ^{137}Cs в ній в середньому є у 1,5 раза нижчим у порівнянні з поверхневою водою.

Аналіз абсолютних значень концентрації ^{137}Cs у поверхневій та торфовій воді має велике практичне значення, адже поверхнева вода при з'єднанні болотних масивів з річковим стоком формує поверхневий стік радіонукліду, а торфова (порова) – підземний стік та живлення річок. Отримані нами дані демонструють, що концентрація ^{137}Cs у поверхневих водах на болотах Рівненського природного заповідника коливалася у межах 1,2–2,0 Бк/л, що є критичною величиною для питної води згідно ДР-97 [8]. У воді торфовій згаданий показник був ненабагато меншим і знаходився у діапазоні значень 1,1–1,7 Бк/л. Таким чином, нами показано, що болота Рівненського природного заповідника потенційно можуть слугувати джерелами радіоактивного забруднення річок, які гідрологічно з ними з'єднані.

Детальне вивчення вагових характеристик компонентів болотного біогеоценозу на одиниці площі, а також питомої активності ^{137}Cs в останніх дозволило визначити розподіл сумарної активності згаданого радіонукліду в екосистемі, яка вивчається (табл. 3; рис. 7–8).

Розподіл ^{137}Cs по компонентах болотної екосистеми на ППП-19/3 (щільність забруднення 40-см шару ґрунту – 6,94 кБк/м² або 0,19 Кі/км²)

Таблиця 3.

Компонент екосистеми	Питома активність ^{137}Cs , Бк/кг	Маса, кг/га	Сумарна активність, Бк/га	Частка сумарної активності, %
1	2	3	4	5
Деревостан	*64	2289,43	145568	0,090
Сосна	*72	716,695	51573	0,032
Кора внутрішня	203	21,249	4314	0,003
Кора зовнішня	99	51,663	5115	0,003
Гілки тонкі	129	31,434	4055	0,003
Гілки товсті	94	42,222	3969	0,002

1	2	3	4	5
Гілки сухі	38	15,066	573	0,0004
Хвоя загальна	165	57,381	9468	0,006
Шишки зелені	174	6,324	1100	0,001
Пагони 1-річні	238	7,012	1669	0,001
Деревина	44	484,344	21311	0,013
Сосна сухостій	*28	1014,135	27953	0,017
Деревина	27	871,332	23526	0,015
Гілки	31	142,803	4427	0,003
Береза	*118	558,6	66042	0,041
Деревина	73	235,41	17185	0,011
Листя	271	68,628	18598	0,012
Кора загальна	80	59,451	4756	0,003
Гілки товсті	82	78,204	6413	0,004
Гілки тонкі	157	100,518	15781	0,010
Гілки сухі	43	4,389	189	0,0001
Пагони 1-річні	260	12	3120	0,002
Трав'яно-чагарничковий ярус	*2273	782,879	1779157	1,100
<i>Andromeda polifolia</i>	465	22,558	10489	0,006
<i>Oxycoccus palustris</i>	942	16,654	15688	0,010
<i>Calla palustris</i>	3140	26,58	83461	0,052
<i>Menyanthes trifoliata</i>	3140	19,724	61933	0,038
<i>Rhynchospora alba</i>	1313	8,974	11783	0,007
<i>Drosera rotundifolia</i>	1370	1,54	2110	0,001
<i>Eriophorum vaginatum</i>	1787	6,544	11694	0,007
<i>Carex lasiocarpa</i>	2713	2,852	7738	0,005
<i>Phragmites australis</i>	2277	632,119	1439335	0,890
<i>Scheuchzeria palustris</i>	3433	37,64	129218	0,080
<i>Ledum palustre</i>	676	7,44	5029	0,003
<i>Dryopteris carthusiana</i>	3553	0,058	206	0,000
<i>Dactylorhiza incarnata</i>	2407	0,196	472	0,000
Моховий ярус	*1373	40666,334	55848724	34,536
<i>Sphagnum fallax</i> , живий	1024	6000	6144000	3,799
мертвий	1559	10130	15792670	9,766
<i>Sphagnum magellanicum</i> , живий	1755	7070	12407850	7,673
мертвий	1391	10533	14651403	9,060
<i>Polytrichum alpinum</i> , живий	1545	2466,667	3811000	2,357
мертвий	681	4466,667	3041800	1,881
Лишайниковий ярус	*779	4,544	3539	0,002
<i>Hypogymnia physodes</i>	778	1,174	913	0,001
<i>Evernia mezomorpha</i>	801	1,112	891	0,001
<i>Pseudevernia furfuracea</i>	761	2,06	1568	0,001
<i>Parmeliopsis</i> sp.	660	0,04	26	0,00002
<i>Usnea hirta</i>	841	0,048	40	0,00002
<i>Hypocenomyce scalaris</i>	905	0,1	91	0,0001
<i>Fuscia</i> sp.	921	0,007	7	0,000004
<i>Micarea denigrata</i>	1102	0,003	3	0,000002

1	2	3	4	5
Гриби	*19212	6,853	131656	0,081415
Leccinum holopus	20540	1,123	23066	0,014
Suillus variegatus	17560	1,168	20510	0,013
Russula emetica	15390	0,54	8311	0,005
Lactarius helvus	18630	2,688	50077	0,031
Cortinarius huronensis var. olivaceus	23100	1,226	28321	0,018
Laccaria laccata	11400	0,093	1060	0,001
Hypholoma udum	19900	0,009	179	0,0001
Galerina sphagnicola	22000	0,006	132	0,0001
Грунт	*603	172263,33	103801883	64,1899
Очіс 0-10 см	1362	15200	20702400	12,802
Очіс 11-20 см	1420	15533,333	22057333	13,640
Очіс 21-30 см	1105	16400	18122000	11,206
Очіс 31-40 см	785	17000	13345000	8,252
Торф 0-10 см	660	17600	11616000	7,183
Торф 11-20 см	368	18900	6955200	4,301
Торф 21-30 см	265	20430	5413950	3,348
Торф 31-40 см	125	24200	3025000	1,871
Торф 41-50 см	95	27000	2565000	1,586

Примітка: знаком * позначена середньозважена питома активність ^{137}Cs , Бк/кг.

Частка компонентів болотної екосистеми в утриманні сумарної активності ^{137}Cs узагальнена на рисунках 7-8.

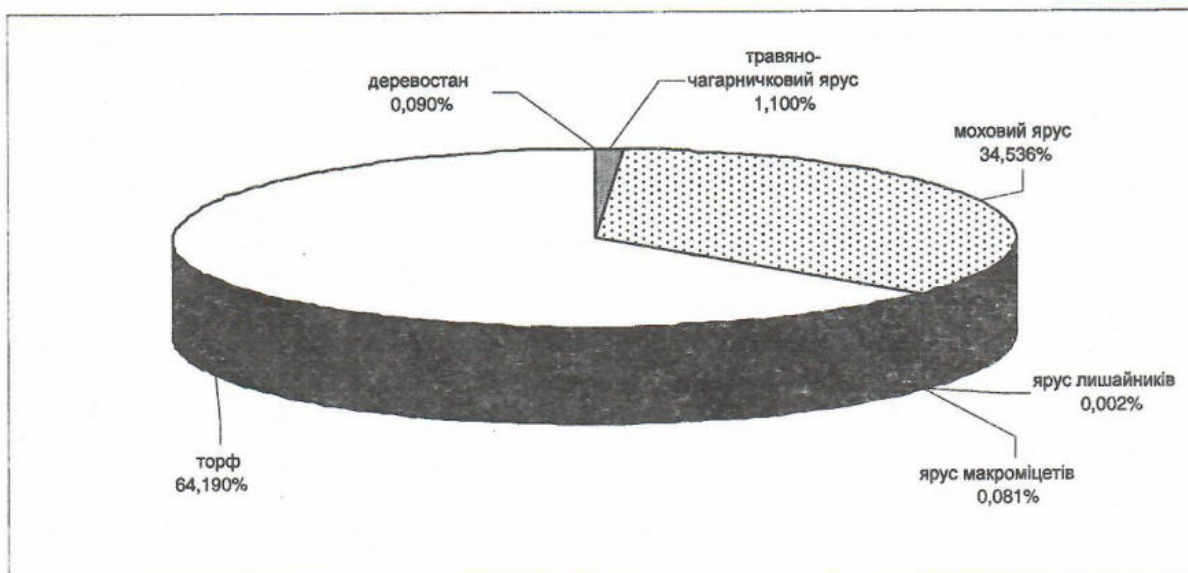


Рис. 7. Розподіл ^{137}Cs в улісоболотній екосистемі на ІППІ-19/3

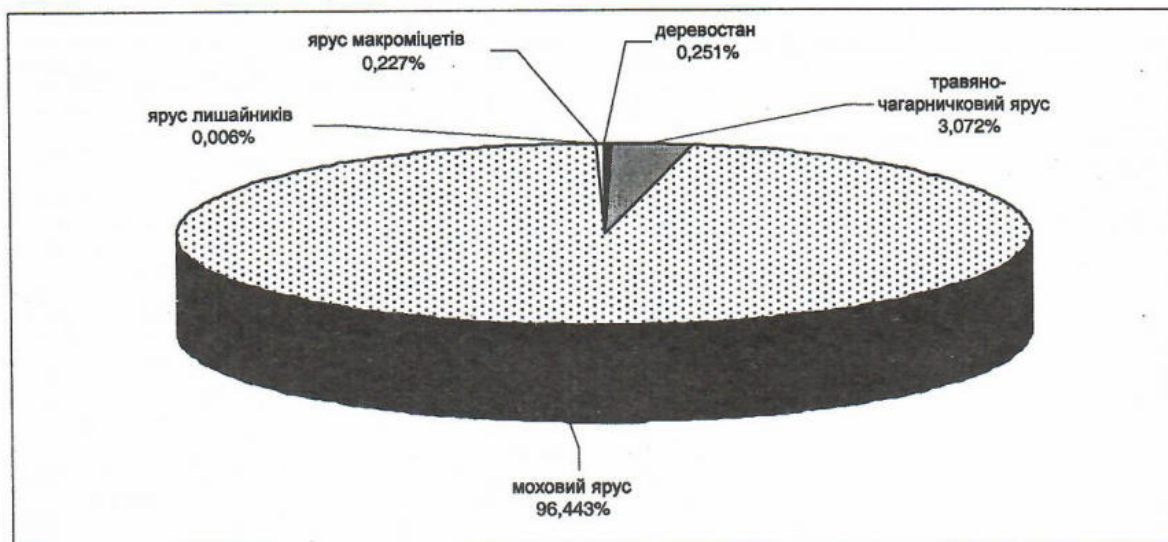


Рис. 8. Розподіл активності ^{137}Cs між компонентами фітоценозу на ППП-19/3.

Дані таблиці 3 та рисунків 7–8, наведених вище, наочно демонструють, що на ППП-19/3 головну частку сумарної активності ^{137}Cs у болотній екосистемі утримував торф – 64,19%, відповідно, компоненти фітоценозу утримували 35,81% валового запасу ^{137}Cs болотної екосистеми. Моховий (сфагновий) ярус, який характеризувався найбільшою фітомасою на одиниці площі (у сумі 1,2–1,4 кг/м² у повітряно-сухому стані), відповідно, утримував і найбільшу частку валового запасу ^{137}Cs болотної екосистеми у порівнянні з іншими ярусами рослинності – 34,54%. Саме два наведених вище компоненти екосистеми є ключовими, які визначають її біогеохімію, утримуючи у сумі 98,73% сумарної активності ^{137}Cs у болотній екосистемі. Роль інших ярусів фітоценозу в утриманні ^{137}Cs є незначною і коливається від 0,002% у яруса лишайників до 1,1% у трав'яно-чагарничкового ярусу. Наведені вище дані також демонструють ще одну важливу закономірність – частка деревного ярусу в утриманні ^{137}Cs (0,09%) є значно нижчою у порівнянні з трав'яно-чагарничковим ярусом, що обумовлене втратою деревостаном едифікаторного значення в умовах надмірного зволоження та кислотності ґрунту.

Значний інтерес становить аналіз середньозважених значень питомої активності ^{137}Cs по компонентах біогеоценозу на пробній площі ППП-19/3 (рис. 9).

Матеріали рисунку 9 свідчать про те, що компоненти болотного біогеоценозу утворюють такий рангований ряд за середньозваженими значеннями питомої активності ^{137}Cs : ярус макроміцетів (19212 Бк/кг) > трав'яно-чагарничковий ярус (2273 Бк/кг) > моховий ярус (1373 Бк/кг) > лишайниковий ярус (779 Бк/кг) > очіс та торф (603 Бк/кг) > деревний ярус (64 Бк/кг).

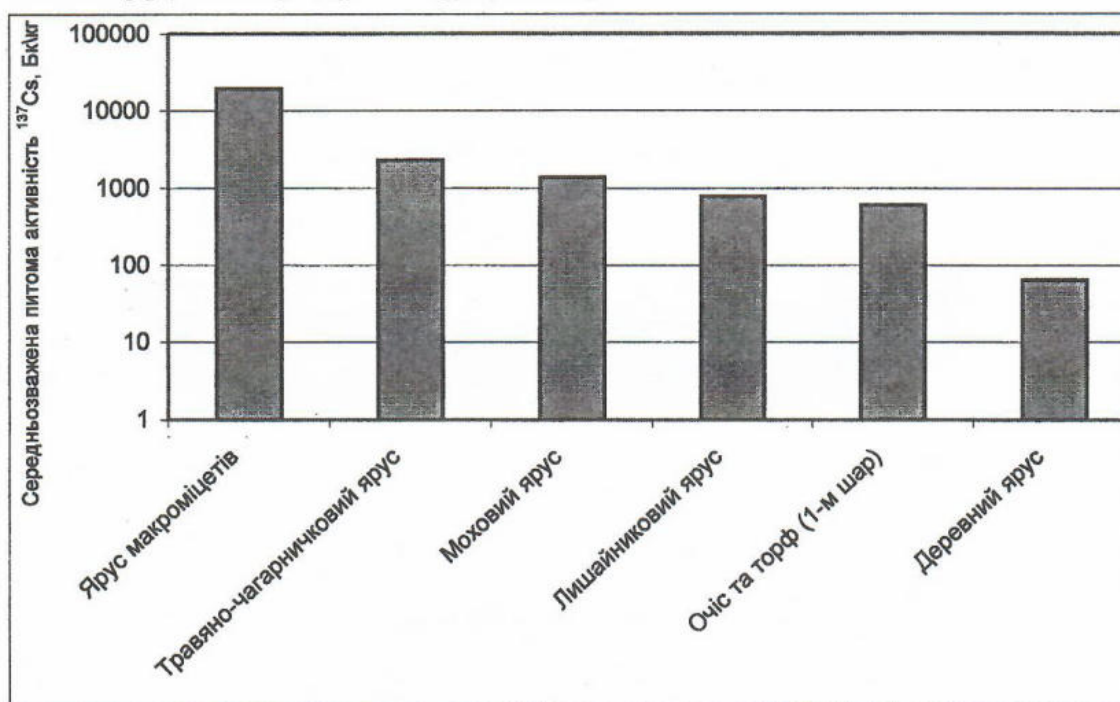


Рис. 9. Рангований ряд компонентів болотного біогеоценозу за середньозваженими значеннями питомої активності ^{137}Cs (логарифмічний масштаб).

Також був проведений порівняльний аналіз розподілу фітомаси та сумарної активності ^{137}Cs за ярусами фітоценозу на ППП – 19/3. Отримані нами дані свідчать про певну подібність розподілу фітомаси на одиниці площі та розподілу сумарної активності ^{137}Cs по компонентах фітоценозу на ППП – 19/3. З усіх компонентів фітомаси на даній пробній площі провідну роль відігравав моховий ярус – 92,95% загальної фітомаси. Решта ярусів фітоценозу відіграла істотно меншу роль: деревостан – 5,23%; трав'яно-чагарничковий – 1,79%; макроміцетів – 0,016%; лишайниковий – 0,01%. Незважаючи на певну подібність до розподілу фітомаси ярусів, розподіл сумарної активності ^{137}Cs в останніх децю відрізняється. Так, провідну роль в утриманні ^{137}Cs відіграє моховий ярус (96,44% валового запасу радіонукліду фітоценозу в цілому). Частка деревостану у розподілі ^{137}Cs є нижчою, ніж частка у формуванні фітомаси – 0,25%, а трав'яно-чагарничкового ярусу та макроміцетів – значно вищою, відповідно, 3,07 та 0,23%. Найменшу участь у розподілі ^{137}Cs у фітоценозі приймав ярус лишайників, який характеризувався також найнижчою участю у формуванні фітомаси.

Висновки

1. У торфах на пробних площах найбільша питома активність ^{137}Cs є характерною для шару очосу. При цьому максимальні значення згаданого показника спостерігалися не на поверхні, а у шарі очосу на глибині 10-20 см.
2. Питома активність ^{137}Cs у тканинах та органах берези пухнастої була вищою, ніж у сосни звичайної.
3. Найбільша питома активність ^{137}Cs у сосни була зафіксована у пагонах 1-річних – 240 Бк/кг, а найменша – у сухих гілках – 40 Бк/кг; у берези повислої максимальне значення згаданого показника спостерігалось у листі (260 Бк/кг), а мінімальне – у сухих гілках (40 Бк/кг).
4. Вміст ^{137}Cs зменшувався у живих верхівкових частинах мохів у такому рангованому ряду видів: *Sphagnum magellanicum* > *Polytrichum alpinum* > *Sphagnum fallax*; у мертвих частинах мохів: *Sphagnum fallax* > *Sphagnum magellanicum* > *Polytrichum alpinum*; в очосі: *Sphagnum fallax* > *Sphagnum magellanicum*.
5. Серед судинних рослин максимальні значення вмісту ^{137}Cs у надземних частинах спостерігалися у *Scheuchzeria palustris*, *Menyanthes trifoliata* та *Calla palustris*, характерних для мочажин, а мінімальними – *Andromeda polifolia*, *Ledum palustre* та *Oxycoccus palustris*.
6. З макроміцетів максимальна питома активність ^{137}Cs спостерігалася у плодкових тілах *Cortinarius huroensis*, *Galerina sphagnicola* та *Huholoma udum*, а мінімальна – у *Laccaria laccata*.
7. Концентрація ^{137}Cs у різних видах болотних вод зменшувалася у такому порядку: вода імпрегнована > вода поверхнева > вода торфова. При цьому найбільш істотна різниця (2,5-3,0 рази) спостерігалася між імпрегнованою та поверхневою водою.
8. Компоненти болотного біогеоценозу утворюють такий рангований ряд за середньозваженими значеннями питомої активності ^{137}Cs : ярус макроміцетів > трав'яно-чагарничковий ярус > моховий ярус > лишайниковий ярус > очіс та торф > деревний ярус.
9. Головну частку сумарної активності ^{137}Cs у болотній екосистемі утримував торф – 64,19%, компоненти фітоценозу утримували 35,81%. Серед компонентів фітоценозу провідну роль відігравав моховий ярус (96,44% валового запасу радіонукліду фітоценозу в цілому).

Література

1. Анучин Н.П. Лесная таксация. – М.: Лесная промышленность, 1977. – 512 с.
2. Архипов А.М., Архипов М.П., Городецьких Д.В. та ін. Стан ґрунтів зони відчуження // Бюл. еколог. стану зони відчуження. – 1996. – № 1(6). – С. 17–21.
3. Бачурина А.Ф., Партыка Л.Я. Печеночники и мхи Украины и смежных территорий: Краткий определитель. – Киев: Наукова думка, 1979. – 204 с.
4. Бондаренко Г.Н., Кононенко Л.В. Распределение форм нахождения ^{90}Sr и ^{137}Cs по вертикальным почвенным разрезам зоны отчуждения ЧАЭС // Проблемы Чернобыльской зоны отчуження. – Вып. 2. – Київ: Наук. думка, 1995. – С. 176–185.
5. Боч М.С., Мазинг В.В. Экосистемы болот СССР. – Л.: Наука, Ленинградское отд., 1979. – 187 с.
6. Васильева Л.Н. Изучение макроскопических грибов (макромицетов) как компонентов растительных сообществ // Полевая геоботаника / Под общ. ред. Е.М. Лавренко и А.А. Корчагина. – Т. I. – М.–Л.: Наука, Ленинградское отд., 1959. – С. 387–397.
7. Гідрохімія та радіогеохімія річок і боліт Житомирської області / Сніжко С.І., Орлов О.О., Закревський Д.В. та ін. / За ред. С.І. Сніжка, О.О. Орлова. – Житомир: Волинь, 2002. – 264 с.

8. Допустимі рівні вмісту радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr у продуктах харчування та питній воді (ДР-97). – Державні гігієнічні нормативи. – Затверджені Головним державним санітарним лікарем України 25.06.1997 р. – Київ, 1997. – 6 с.
9. Елиашевич Н.В., Мацко В.П., Сквернюк И.И., Орехова М.Г. Верховые болота – фитомиграционные радионуклидные аномалии. – Тез. докл. Междунар. науч. конф. «Фундаментальные и прикладные аспекты радиобиологии: биологические эффекты малых доз и радиоактивное загрязнение среды». – Минск, 1998. – С. 73.
10. Ильин М.И., Перепелятников Г.П. Миграция радионуклидов в агроценозах Полесья Украины, расположенных на торфяных почвах // Сб. науч. тр. «Проблемы с.-х. радиологии». – Вып. 3. – Киев: УНИИСХР, 1993. – С. 97–110.
11. Корчагин А.А. Видовой (флористический) состав растительных сообществ и методы его изучения // Полевая геоботаника / Под общ. ред. Е.М. Лавренко и А.А. Корчагина. – Т. III. – М.-Л.: Наука, Ленинградское отд., 1964. – С. 39–59.
12. Краснов В.П. Радиоэкологія лісів Полісся України. – Житомир: Волинь, 1998. – 112 с.
13. Кудельский А.В., Петряев Е.П., Овсянникова С.В. и др. Распределение ^{137}Cs в болотных экосистемах // Доклады АН Беларуси. – 1995. – Т. 39, № 5. – С. 97–101.
14. Куликов Н.В., Боченина Н.В., Молчанова И.В. Особенности накопления стронция-90 и цезия-137 некоторыми видами мхов // Экология. – 1976. – № 6. – С. 82–85.
15. Лавренко Е.М. Основные закономерности растительных сообществ и пути их изучения // Полевая геоботаника / Под общ. ред. Е.М. Лавренко и А.А. Корчагина. – Т. I. – М.-Л.: Наука, Ленинградское отд., 1959. – С. 13–70.
16. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высшая школа, 1973. – 348 с.
17. Лопатин В.Д. О наиболее существенных экологических особенностях болот // Экология. – 1997. – № 6. – С. 419–422.
18. Орлов А.А. Концептуальная схема модели и закономерности биогеохимической миграции ^{137}Cs в экосистемах лесных сфагновых болот // Проблемы лесоведения и лесоводства. – Сборник науч. трудов Ин-та леса НАН Беларуси, 2000. – С. 262–271.
19. Орлов А.А., Калиш А.Б. Сезонные потоки ^{137}Cs в сфагново-торфовом покрове мезоолиготрофных болот: основные причины и следствия. – Сб. науч. трудов Института ядерных исследований, Киев, 1999. – С. 316–318.
20. Орлов А.А., Краснов В.П., Косинский В.П. Особенности биогеохимии ^{137}Cs в олиготрофных лесоболотных экосистемах // Международ. конф. «Радиоактивность после ядерных взрывов и аварий» (г. Москва, 5-6 декабря 2005 г.). – Тез. докл. – СПб: Гидрометеиздат, 2005. – С. II – 31.
21. Орлов О.О. Екологічні особливості сфагново-торфового покриву та сезонна динаміка вмісту ^{137}Cs у сфагнових мохах // Вісник Київського ун-ту імені Т.Шевченка. – 1999. – Серія біологія. – Вип. 29. – С. 64–67.
22. Орлов О.О. Роль сфагнового покриву у перерозподілі потоків калію та ^{137}Cs в екосистемах мезоолиготрофних боліт // Укр. ботан. журн. – 2000. – Т. 57, № 6. – С. 715–724.
23. Орлов О.О., Ірклієнко С.П. Головні закономірності міграції ^{137}Cs та розподілу його валового запасу в екосистемах лісових сфагнових боліт Полісся України. – Наук. вісник Національного аграрного університету. – Вип. 20. Лісівництво. – Київ, 1999. – С. 60–68.
24. Рожнова Т.А. О методике полевого изучения почв при геоботанических исследованиях // Полевая геоботаника / Под общ. ред. Е.М. Лавренко и А.А. Корчагина. – Т. I. – М.-Л.: Наука, Ленинградское отд., 1959. – С. 227–241.
25. Соколов Н.Н. Геоморфологические наблюдения при геоботанических исследованиях // Полевая геоботаника / Под общ. ред. Е.М. Лавренко и А.А. Корчагина. – Т. I. – М.-Л.: Наука, Ленинградское отд., 1959. – С. 79–98.
26. Юнатов А.А. Заложение экологических профилей и пробных площадей // Полевая геоботаника / Под общ. ред. Е.М. Лавренко и А.А. Корчагина. – Т. III. – М.-Л.: Наука, Ленинградское отд., 1964. – С. 9–35.
27. Hubert P., Annisimova L., Antsipov G. et al. Strategies of decontamination. – Final Report of APAS-COSU 1991-1995: ECP-4 Project. – Luxembourg, 1996. – 173 p.
28. Orlov A., Krasnov V. Role of various components of ecosystems in biochemical migration of pollutants of antropogenic origin in forests // Equidosisimetry. – Ecological standartization and Equidosisimetry for radioecology and environmental ecology. – NATO Security through Science Series. – C: Environmental Security. – Vol. 2 / Eds. F. Bréchnignac and G. Desmet. – Dordrecht: Springer, 2005. – P. 257-272.
29. Rühm W., Steiner M., Wirth E. et al. Dynamic of radionuclides behavior in forest soils // Proc. of the 1-st Intern. conf. «The radiological consequences of the Chernobyl accident». – Luxembourg, 1996. – P. 225–228.
30. Zhdanova N., Sokolova E., Kurchenko I., Orlov A. Role of endophytic fungi in the migration of radionuclides in vascular plants of the Ukrainian Polesye sphagnopratum // XIV Congress of European Mycologists. – Abstracts. – Yalta, 2003. – P. 63–64.

Орлов А.А.

Основные закономерности распределения ^{137}Cs в экосистемах сильно обводненных олигомезотрофных болот Западного Полесья Украины
Полесский филиал УкрНИИЛХА

Для территории Ровенского природного заповедника проанализировано содержание ^{137}Cs во всех компонентах лесоболотной экосистемы. Сделан вывод об интенсивной вертикальной миграции радионуклида в торфах. Показано, что удельная активность ^{137}Cs в тканях и органах березы была значительно выше, чем у сосны. Выявлено, что среди сосудистых растений на пробной площади максимальными значениями удельной активности ^{137}Cs характеризовались папоротники (*Dryopteris carthusiana*), а также виды мочажин – *Menyanthes trifoliata*, *Calla palustris* и *Scheuchzeria palustris*, а минимальным – эрикоидные виды – *Oxycoccus palustris*, *Ledum palustre*, *Andromeda polifolia*. Из макромицетов наибольшим содержанием радионуклида выделялись *Cortinarius huronensis* (КП=3328,53), *Galerina sphagnicola* и *Hypholoma udum*, а минимальным – *Laccaria laccata* (КП=1642,65). Рассчитано, что основную долю суммарной активности ^{137}Cs в болотной экосистеме удерживал торф – 64,19 %, а компоненты фитоценоза – 35,81 %. Моховой ярус удерживал 34,54 % валового запаса радионуклида экосистемы (98,73 % от фитоценоза), 1,1 % – травяно-кустарничковый ярус, древостой – только 0,09 %.

Orlov O.O.

The main regularities of ^{137}Cs distribution in the ecosystem of highly irrigated oligo-mezotrophic swamps of Western Polissya of Ukraine

Polis'kiy Branch of UkrSRIFA

Content of ^{137}Cs in all components of forest-bos swamp ecosystem was analyzed on the territory of Rivne nature preserve. It was made the conclusion about intensive vertical migration of radionuclide in peat. It was shown that ^{137}Cs specific activity in tissues and organs of *Betula pubescens* was significantly higher than in *Pinus sylvestris*. It was found that among vascular plants on experimental plot maximum values of ^{137}Cs specific activity were observed in ferns (*Dryopteris carthusiana*) and also in species of hollows – *Menyanthes trifoliata*, *Calla palustris* and *Scheuchzeria palustris*, and minimum values – in ericoid species – *Oxycoccus palustris*, *Ledum palustre*, *Andromeda polifolia*. From macromycetes *Cortinarius huronensis* (TF=3328,53) as well as *Galerina sphagnicola* and *Hypholoma udum* were distinguished by the highest radionuclide content, and by the minimum content – *Laccaria laccata* (TF=1642,65). It was calculated that the main part of ^{137}Cs sum activity of swamp ecosystem retained the peat – 64,19 %, and phytocenoses components – 35,81 %. Moss layer retained 34,54 % of radionuclide total stock of swamp ecosystem (98,73 % from phytocenoses), 1,1 % – grass-dwarf-shrub layer, tree canopy – only 0,09 %.

Переволоцкая Т.В., Паскробко Л.А.,
 Андруш С.Н. –
младшие научные сотрудники,
 Переволоцкий А.Н. –
кандидат сельскохозяйственных наук,
 Булавик И.М. –
доктор сельскохозяйственных наук,
 Республиканское научно-исследовательское
 унитарное предприятие "Институт радиологии",
 Гомель, Республика Беларусь

Параметры миграции ^{137}Cs и ^{90}Sr в почвах сосновых насаждений различных типов условий местопроизрастания

Введение

Наиболее распространенным подходом к численной оценке интенсивности миграции радионуклидов в почвах является расчет параметров конвективно-диффузионного и двухкомпонентного квазидиффузионного уравнений. Подробное описание первого уравнения с граничными и начальными условиями приведено В. М. Прохоровым [1], второго – И.Е. Константиновым с соавторами [2]. При ряде недостатков, детальный анализ которых проведен А. С. Фридом [3], подобные расчеты позволяют в первом приближении оценить скорость миграции радионуклидов в почве и спрогнозировать содержание радионуклидов в почвенных слоях.

В течение 1991–1995 гг. на контрастных по свойствам почвах с различными характеристиками выпадений параметры миграции ^{137}Cs составили: коэффициент диффузии $D = 3,3\text{--}10\cdot 10^{-9}$ см²/с, скорость влагопереноса $V = 0,1\text{--}16,5\cdot 10^{-9}$ см/с и коэффициент квазидиффузии $M = 4,5\text{--}14\cdot 10^{-9}$ см²/с [3–6]. Данные параметры были рассчитаны, исходя из их неизменности в исследуемом профиле почвы, и хорошо согласуются с результатами дочернобыльских исследований [7–8]. Последними было отмечено, что в широком диапазоне различных типов почв Европейской части СССР значения коэффициента диффузии ^{137}Cs в вертикальном профиле почвы находились в диапазоне $0,6\text{--}158\cdot 10^{-9}$ см²/с. В случае расчета исследуемых величин, линейно изменяющихся с глубиной, их значения составили $2,5\text{--}15,8\cdot 10^{-9}$ см²/с. В лесных насаждениях на почвах различных типов в основных природно-растительных зонах Европейской части СССР величина коэффициентов диффузии ^{137}Cs в вертикальном профиле составила $1,58\text{--}38\cdot 10^{-9}$ см²/с при условии их неизменности в почвенном профиле и $2,53\text{--}12,7\cdot 10^{-9}$ см²/с при расчете исследуемых величин, линейно изменяющихся с глубиной. Основным фактором, влияющим на значение коэффициента диффузии ^{137}Cs в вертикальном профиле почв лесных насаждений, является породный состав насаждения [8]. Минимальные значения коэффициентов диффузии отмечены в хвойных насаждениях с мощной полнопрофильной лесной подстилкой, максимальные – в смешанных и лиственных насаждениях на почвах с гидроморфным режимом увлажнения.

Влияние видового состава насаждения и условий увлажнения почвы отмечены при исследовании поведения ^{137}Cs в почвах лесных насаждений в 1991–1997 гг. [5]. Максимальные значения параметров двухкомпонентной квазидиффузионной модели установлены в ольховых насаждениях, где коэффициент "быстрой" миграции составил $72,2\pm 4,2\cdot 10^{-8}$ см²/с и "медленной" – $5,47\pm 0,21\cdot 10^{-8}$ см²/с, а минимальные – в березовых и дубовых: диапазон параметров миграции составил $7,4\text{--}9,6\cdot 10^{-8}$ см²/с и $0,2\text{--}0,3\pm 4,2\cdot 10^{-8}$ см²/с, соответственно.

По сравнению с ^{137}Cs коэффициент переноса ^{90}Sr существенно выше на почвах с автоморфным увлажнением и находился в диапазоне $M=10\text{--}100\cdot 10^{-9}$ см²/с, но на торфяно-болотных почвах с гидроморфным режимом увлажнения ситуация противоположная – коэффициенты переноса радиоцезия выше в 3–6 раз [4]. Сходная информация о высоких значениях параметров миграции ^{90}Sr глобального происхождения приведена В. М. Прохоровым [1] и Ф. И. Павлоцкой [7]. Коэффициент переноса этого радионуклида в различных типах почв Европейской части СССР составлял от 15 до $400\cdot 10^{-9}$ см²/с.

Однако, если учесть, что лесные насаждения произрастают в различных эдафических условиях (типах условий местопроизрастания), то логично предположить влияние этого фактора на распределение и дальнейшую миграцию радионуклидов в почве. По результатам исследований украинских ученых [9–12] прослеживается снижение активности ^{137}Cs в одних и тех же почвенных слоях на глубине более 4 см по мере увеличения плодородия почвы в ряду эдафотопов ($A_2\text{--}B_2\text{--}C_2$ и $A_3\text{--}B_3\text{--}C_3$). Повышение влажности почвы в боровом тропотопе от сухого к мокрому гигротопу способствует увеличению содержания радионуклида в глубинных слоях. Поэтому целью настоящих исследований явилось изучение миграции ^{137}Cs и ^{90}Sr в вертикальном профиле почвы сосновых насаждений в различных типах условий местопроизрастания.

Объекты и методы исследований

Исследования проводили в сосновых насаждениях Ветковского лесничества Ветковского спецлесхоза, относящегося к Полесско-Приднепровскому лесорастительному району (Гомельско-Приднепровский комплекс лесных массивов) подзоны дубрав широколиственно-хвойных лесов.

Было подобрано по три пробные площади в типах условий местопроизрастания A_2 , A_3 , B_2 и C_2 в припевающихся и спелых сосновых насаждениях с долевым участием сосны в составе насаждения не менее 70%. Закладку пробных площадей проводили в соответствии с методиками, применяемыми при радиоэкологическом мониторинге в лесных насаждениях [13], уточнение типов леса – в соответствии с методиками, применяемыми при обследовании лесного фонда Республики Беларусь [14, 15].

На пробных площадях в 5-ти точках шаблоном 20×20 см производили отбор проб подстилки до минерального горизонта на почвах минеральных рядов. Пробы подстилки с каждой пробной площади помещали в полиэтиленовый пакет. В лаборатории пробы высушивали до воздушно-сухого состояния, перемалывали на лабораторной мельнице и в них определяли удельную активность радионуклидов.

В местах отбора подстилки отбирали пробы почвы разборным пробоотборником цилиндрической формы диаметром 5 см и высотой 20 см. После извлечения пробоотборника из почвы почвенный керн разделяли на 1-см слои до глубины 10 см и 5 см – на глубинах от 10 до 20 см. Образец каждого слоя помещали в индивидуальный пакетик. В лаборатории образцы высушивали до воздушно-сухого состояния и в них определяли удельную активность радионуклидов.

Умножением концентрации радионуклида на массу образца подстилки (или почвенного слоя) и на площадь отбора определялась активность (запас) радионуклида на единице площади почвы и выражалась в % от суммарной (подстилка + 0–20 см слой почвы или 0–20 см слой почвы).

Расчеты параметров миграции проводили согласно двухкомпонентной квазидиффузионной модели [2]:

$$Q(y,t) = \frac{A \cdot Q_0}{\sqrt{\pi \cdot Mf \cdot t}} \exp\left(-\frac{y^2}{4 \cdot Mf \cdot t}\right) + \frac{B \cdot Q_0}{\sqrt{\pi \cdot Ms \cdot t}} \exp\left(-\frac{y^2}{4 \cdot Ms \cdot t}\right), \text{ где}$$

Q_0 – начальная активность радионуклида в исследуемой подподстилочной части почвы, Бк или относительных единиц;

Mf и Ms – коэффициенты квазидиффузии, соответственно, "быстрой" и "медленной" компонент переноса, $\text{см}^2/\text{с}$;

A и B – доля "быстрой" и "медленной" компонент, см^{-1} .

Результаты и обсуждение

В ходе исследований установлено, что поверхностная активность ^{137}Cs и ^{90}Sr в почве пробных площадей находилась в пределах 692–852 $\text{кБк}/\text{м}^2$ и 13–21 $\text{кБк}/\text{м}^2$, соответственно. При этом наибольшая удельная активность была зафиксирована в подстилке (до 57800 $\text{Бк}/\text{кг}$ по ^{137}Cs и 1300 $\text{Бк}/\text{кг}$ по ^{90}Sr) и верхнем 1-см слое минеральной части – до 34500 $\text{Бк}/\text{кг}$ по ^{137}Cs и до 565 $\text{Бк}/\text{кг}$ по ^{90}Sr . По мере заглубления величина концентрации экспоненциально снижалась, и на глубине 15–20 см она находилась в диапазоне 70–168 $\text{Бк}/\text{кг}$ по ^{137}Cs и 10–20 $\text{Бк}/\text{кг}$ по ^{90}Sr .

Запас радионуклидов в лесной подстилке варьировал в широких пределах из-за различной мощности лесной подстилки (величины массы на единицу площади). В диапазоне массы 2 – 13 $\text{кг}/\text{м}^2$ в подстилке сосновых насаждений удерживается от 10 до 70% ^{137}Cs от общей плотности загрязнения почвы и от 20 до 60% – ^{90}Sr (рис. 1). Указанная зависимость хорошо аппроксимируется логарифмической зависимостью ($R^2 > 82\%$). Происходит достаточно интенсивное нарастание запаса радионуклидов в подстилке при массе $< 10 \text{ кг}/\text{м}^2$, а в последующем исследуемый показатель изменяется слабо, асимптотически приближаясь к 100%-му значению. Очевидно, при значительной массе подстилки этот фактор является определяющим в удержании радионуклидов. Аналогичные результаты были получены российскими исследователями [6]. При рассмотрении удерживающей способности подстилок в разрезе типов условий местопроизрастания следует отметить, что максимальной способностью обладают мощные полнопрофильные подстилки в A_3 (влажный бор, черничные сосняки), что хорошо согласуется с данными иных исследователей [10, 16, 17], а минимальной – в C_2 (свежая сложная суборь, кисличные сосняки). Вероятно, наличие большего количества подлесочных пород в последнем случае разбавляет хвойный опад, способствуя быстрее его утилизации. Подстилки в A_2 и B_2 занимают промежуточное положение.

В минеральной части почвы сосновых насаждений различных эдафотопов распределение обоих радионуклидов имеет ряд схожих черт. Наибольший запас радионуклидов находится в верхнем 1-см слое почвы – до 40% ^{137}Cs и до 30% ^{90}Sr от общего запаса в 0–20-см слое (рис. 2 и 3). По мере заглубления запас ^{137}Cs и ^{90}Sr уменьшается по экспоненциальному закону распределения, достигая минимума в 15–20-см слое – 0,4 % по ^{137}Cs и 2–3% – ^{90}Sr .

С увеличением влажности почвы в эдафотопе A_3 проникновение вглубь почвенного профиля ^{137}Cs несколько иное, нежели в A_2 . Однако, в условиях влажного бора (A_3) запас ^{137}Cs в 0–1-см слое составляет

только 15%, т.е. почти в 3 раза ниже по сравнению с запасом радионуклида в том же слое в иных обследованных эдафотопках. На глубине более 5 см в A_3 хорошо заметно большее количество ^{137}Cs в одних и тех же почвенных слоях по сравнению с насаждениями в A_2 , что однозначно может свидетельствовать о влиянии фактора влажности на миграцию ^{137}Cs . Аналогичное влияние условий увлажнения на миграцию радиоцезия для ряда эдафотопов $A_1-A_2-A_3-A_4$ [10].

В ТУМе A_2 проникновение ^{90}Sr несколько больше по сравнению с A_3 , что особенно заметно в почвенных слоях глубже 4 см. Украинскими учеными также отмечена более медленная миграция радиостронция в условиях сырого бора (A_4) по сравнению с сухим бором (A_1) [10]. Указанная ситуация в какой-то мере может быть связана с процессами торфообразования и глееобразования, которые протекают во влажных гигротопах [18] и способствуют формированию оторфованной постилки. Известно [19, 20], что в торфе и при процессах глееобразования ^{90}Sr прочно сорбируется алюмо-гумусовыми и железогумусовыми соединениями, удаление которых может привести к увеличению подвижности радионуклида в почвах и биологической доступности радионуклида для растений.

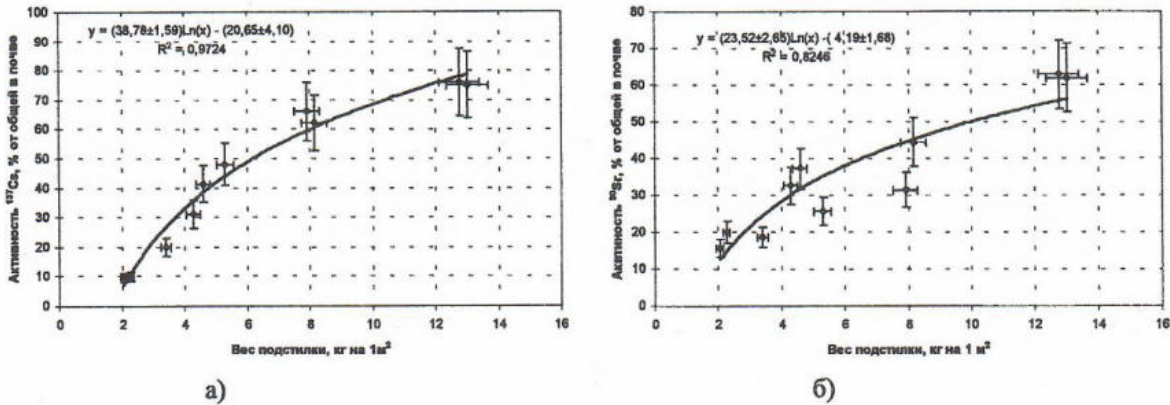


Рис. 1. Изменение запаса ^{137}Cs (а) и ^{90}Sr (б) в подстилке сосновых насаждений в зависимости от ее мощности

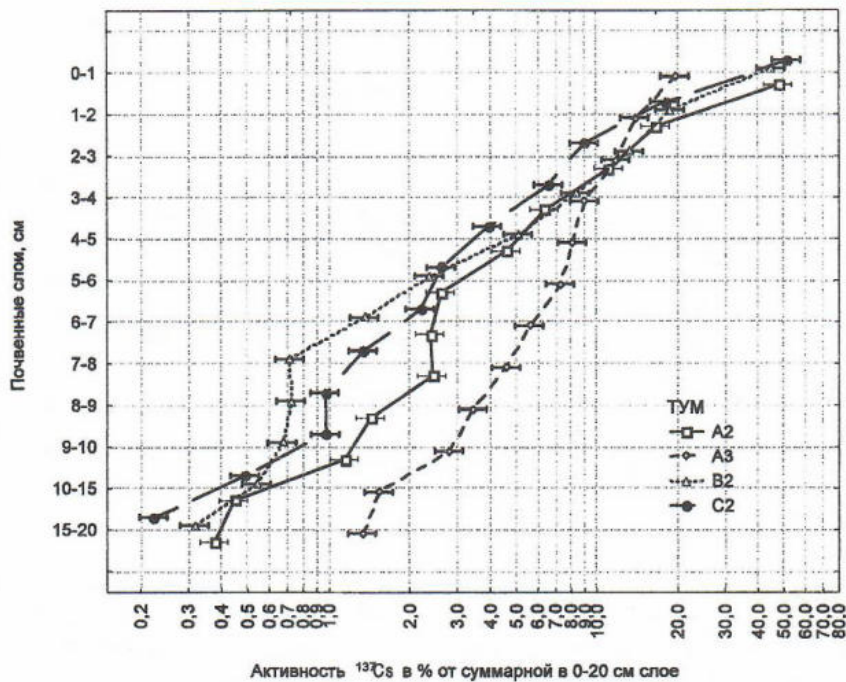


Рис. 2. Распределение активности ^{137}Cs в вертикальном профиле минеральной части почвы сосновых насаждений в различных типах условий местопроизрастания

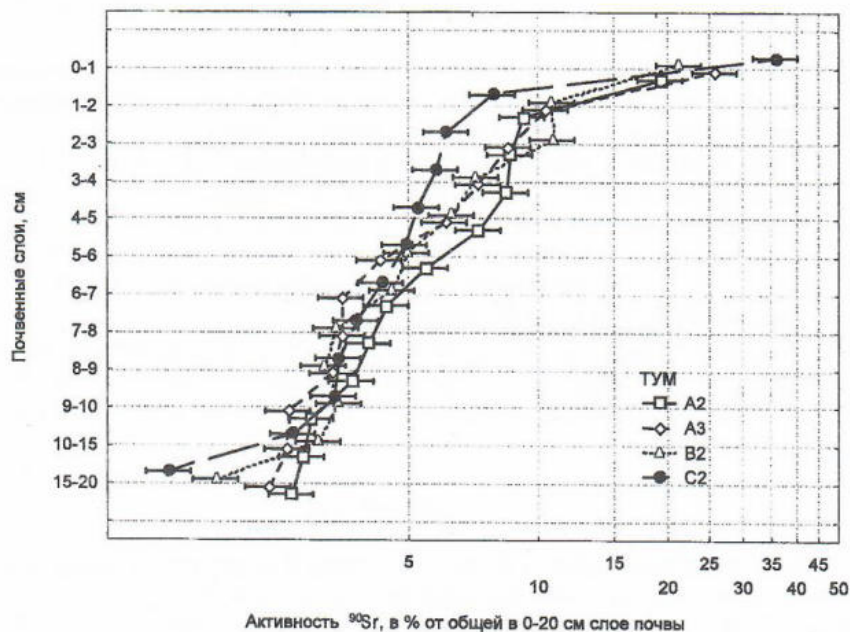


Рис. 3. Распределение активности ^{90}Sr в вертикальном профиле минеральной части почвы сосновых насаждений в различных типах условий местопроизрастания

Расчеты параметров двухкомпонентного квазидиффузионного уравнения миграции ^{137}Cs и ^{90}Sr в вертикальном профиле минеральной части почвы свидетельствуют о влиянии типов условий местопроизрастания на интенсивность процесса перераспределения.

В ряду исследованных эдафотопов A_2 – A_3 отмечено увеличение обоих коэффициентов квазидиффузии (табл. 1) – от свежего к влажному гигротопу вклад "быстрой" составляющей повышается, а "медленной", соответственно, снижается. Видимо, при увеличении увлажнения почвы для ^{137}Cs возрастает вклад в миграцию конвективного влагопереноса, а диффузионного, наоборот, снижается. согласно проведенным оценкам, миграция ^{90}Sr , идет менее интенсивно в сыром бору (A_3) по сравнению со свежим (A_2) – при почти неизменном вкладе обоих компонент миграции коэффициенты Mf и Ms уменьшились.

Выраженных изменений в параметрах миграции ^{137}Cs в ряду эдафотопов A_2 – B_2 – C_2 не наблюдается. Коэффициенты квазидиффузии находятся в одном диапазоне, но вклад "быстрого" компонента снижается, а "медленного", наоборот, возрастает, что равносильно менее интенсивной миграции радионуклида в вертикальном профиле при переходе от бедных типов условий местопроизрастания к более богатым (см. табл. 1). Для ^{90}Sr снижение интенсивности миграции в том же ряду эдафотопов более заметно: во-первых, снижается вклад "быстрого" коэффициента квазидиффузии, во-вторых, коэффициенты "медленного" и "быстрого" переносов уменьшаются на порядок в C_2 по сравнению с A_2 .

Таблица 1
Параметры двухкомпонентной квазидиффузионной модели распределения ^{137}Cs и ^{90}Sr в минеральной части почв различных типов условий местопроизрастания сосновых насаждений

ТУМ	«Быстрая» компонента		«Медленная» компонента	
	Вклад, %	Коэффициент (Mf), $\text{п} \cdot 10^{-7} \text{ см}^2/\text{с}$	Вклад, %	Коэффициент (Ms), $\text{п} \cdot 10^{-9} \text{ см}^2/\text{с}$
^{137}Cs				
A_2	30±6	0,39±0,07	70±15	0,73±0,18
A_3	46±7	7,92±2,12	54±11	15,2±3,81
B_2	24±4	0,47±0,09	76±16	1,22±0,31
C_2	22±5	0,37±0,09	78±10	0,78±0,19
^{90}Sr				
A_2	74±11	7,80±2,22	26±6	8,69±2,12
A_3	72±18	3,16±0,71	28±6	0,92±0,28
B_2	64±15	1,51±0,31	36±7	4,68±1,09
C_2	66±13	0,98±0,24	34±7	0,35±0,08

Выводы:

1. Лесная подстилка сосновых насаждений продолжает играть роль мощного аккумулятора радионуклидов. В ней содержится от 10 до 70% ^{137}Cs и от 20 до 60% ^{90}Sr относительно общей активности радионуклидов в почве при диапазоне мощности подстилки 2–13 кг/м².
2. Максимальная активность радионуклидов в минеральном 0–20-см слое почвы находится в верхнем 0–1-см слое, где достигает до 40% ^{137}Cs и до 30% ^{90}Sr от общей активности исследуемой части почвы. Минимальный запас характерен для 15–20-см слоя – до 0,4 % по ^{137}Cs и до 3% по ^{90}Sr .
3. Параметры миграции ^{137}Cs и ^{90}Sr находятся в диапазоне $Mf=0,37-7,92\cdot 10^{-7}$ см²/с и $Ms=0,3-15,2\cdot 10^{-9}$ см²/с. При этом перенос до 80% ^{137}Cs в почвах сосновых насаждениях определен "медленной" компонентой миграции, а 62–75% мигрирует с "быстрой" компонентой ^{90}Sr .
4. С увеличением влажности почвы от свежего к влажному гигротопу в боровых условиях повышаются параметры миграции ^{137}Cs и снижаются – ^{90}Sr . В диапазоне типов условий местопроизрастания А2 – В2 – С2 параметры миграции ^{90}Sr снижаются на порядок, ^{137}Cs выраженным изменениям не подвержены.

Литература

1. Прохоров В.М. Миграция радиоактивных загрязнений в почвах. Физико-химические процессы и моделирование / Под общ. ред. Р.М. Алексахина. – М.: Энергоатомиздат, 1981. – С. 98.
2. Константинов И. Е., Скотникова С. Г., Солдаева Л. С., Сичигина Т. И. Прогнозирование миграции цезия-137 в почвах // Почвоведение. – 1974. – № 5. – С. 54–58.
3. Фрид А.С. Механизмы и модели миграции ^{137}Cs в почвах // Радиационная биология. Радиоэкология. – 1999. – Т. 39, № 6. – С. 667–674.
4. Иванов Ю.А. Радиоэкологическое обоснование долгосрочного прогнозирования радиационной обстановки на сельскохозяйственных угодьях в случае крупной ядерной аварии (на примере аварии на Чернобыльской АЭС) // Дисс.... доктора биол. наук: 03.00.01 / Всеросс. НИИ радиологии и агроэкологии – Обнинск, 1997. – 356 с.
5. Дворник А.М. Радиоэкологическая оценка лесных экосистем после ядерных аварий: методология, моделирование, прогноз // Автореф. дисс.... д-ра биол. наук: 06.03.03, 03.00.16 / Институт леса НАН Беларуси. – Гомель. – 1998. – 40 с.
6. Щеглов А.И. Биогеохимия техногенных радионуклидов в лесных экосистемах: По материалам 10-летних исследований в зоне влияния аварии на ЧАЭС. – М.: Наука, 1999. – 268 с.
7. Павлоцкая Ф.И. Состояние и формы нахождения радиоизотопов в глобальных выпадениях. – М.: Атомиздат, 1973. – 216 с.
8. Силантьев А.Н., Шкуратова И.Г. Обнаружение промышленных загрязнений почвы и атмосферных выпадений на фоне глобального загрязнения. – М.: Атомиздат, 1984. – 156 с.
9. Краснов В.П. Радиоэкологія лісів Полісся України. – Житомир: Волинь, 1998. – 112 с.
10. Зибцев С.В., Зибцева О.В. Особенности распределения ^{137}Cs и ^{90}Sr в лесных почвах главных типов лесобразующих условий зоны отчуждения ЧАЭС и их переход в лесобразующие породы // Проблемы экологии лесов и лесопользования в Полесье Украины: Сб. научн. трудов Полесской АЛНИС. – Житомир: Волинь. – 1999 – Вып. 6. – С. 39-51.
11. Иркиенко С.П., Орлов А.А., Коломацкая Т.Д., Ландин В.П. Динамика вертикального распределения Cs в почвах различной трофности и гидрологии в лесах Полесья // Проблемы экологии лесов и лесопользования в Полесье Украины: Сб. научн. трудов Полесской АЛНИС. – Жит. Волинь, 2000. – Вып. 2 (7). – С. 9–15.
12. Краснов В.П., Орлов А.А. Радиоэкология ягодных растений. – Житомир: Волинь, 2004. – 264 с.
13. Инструкции по организации и ведению радиационного мониторинга леса. – Минск: Минлесхоз РБ, 1993. – 23 с.
14. Методические указания по почвенно-лесотипологическому исследованию Государственного лесного фонда БССР. – Минск: Белорусская лесостроительная экспедиция, 1971. – 70 с.
15. Юркевич И.Д. Выделение типов леса при лесостроительных работах. (Вспомогательные таблицы). – Минск: Навука і техника, 1972. – 72 с.
16. Иркиенко С.П., Дмитренко О.Г. Мобильность ^{137}Cs в системе "почва-сосна обыкновенная" в зависимости от трофности почвы // Проблемы экологии леса и лесопользования на Полесье Украины: Сб. научн. трудов Полесской АЛНИС. – Вып. 1 (7). – Житомир: Волинь, 2000. – С. 23–27.
17. Орлов А.А., Иркиенко С.П., Долин В.В. и др. Балансовый подход к радиологическим исследованиям автореабилитации процессов в лесных экосистемах // Проблемы экологии лесов и лесопользования в Полесье Украины: Сб. научн. трудов Полесской АЛНИС. – Житомир: Волинь, 2001. – Вып. 2 (8) – С. 10–25.
18. Юркевич И.Д., Ловчий Н.Ф. Сосновые леса Белоруссии: типы, ассоциации, продуктивность. – Минск: Наука и техника, 1984. – 176 с.

19. Генералова В.А. Сорбционные свойства речных отложений по отношению к стронцию-90 и цезию-137 // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека: Матер. II Межд. конфер. 18–22 октября 2004 г., Томск. – Томск: ТандемАрт, 2004. – С. 143–145.
20. Коноплев А.В. Подвижность и биологическая доступность радиоцезия и радиостронция аварийного происхождения в системе "почва-вода" // Автореф. дисс.... доктора биол. наук: 03.00.01 / Всеросс. НИИ радиологии и агроэкологии. – Обнинск, 1998. – 48 с.

Переволоцкая Т.В., Паскробко Л.А., Андруш С.Н., Переволоцкий А.Н., Булавик И.М.

Параметры миграции ^{137}Cs и ^{90}Sr в почвах сосновых насаждений различных типов условий местопрорастания

Республиканское научно-исследовательское унитарное предприятие "Институт радиологии", г. Гомель, Республика Беларусь

Проанализированы закономерности распределения ^{137}Cs и ^{90}Sr в почвах сосновых насаждений различных типов условий местопрорастания. Установлено, что запас радионуклидов в лесной подстилке зависит от ее мощности и составляет от 10 до 70% по ^{137}Cs и от 20 до 60% по ^{90}Sr . Распределение радионуклидов в лесных почвах и их миграция определяется плодородием и влажностью почв.

Переволоцька Т.В., Паскробко Л.А., Андруш С.Н., Переволоцький О.М., Булавик І.М.

Параметри міграції ^{137}Cs и ^{90}Sr у ґрунтах соснових насаджень різних типів умов місцезростання

Республіканське науково-дослідне унітарне підприємство «Інститут радіології», м. Гомель, Республіка Білорусь

Проаналізовані закономірності розподілу ^{137}Cs та ^{90}Sr у ґрунтах соснових насаджень різних типів умов місцезростання. Встановлено, що запас радіонуклідів у лісовій підстилці залежить від її потужності і складає від 10 до 70% за ^{137}Cs та від 20 до 60% за ^{90}Sr . Розподіл радіонуклідів у лісових ґрунтах та їхня міграція визначається багатством та вологістю ґрунтів.

T.V. Perevolotskaya, L.A. Paskrobko, S.N. Andrush, A.N. Perevolotsky, I.M. Bulavik,

^{137}Cs and ^{90}Sr migration parameters in soils of pine tree plantations of different edaphotops

Research Institute of Radiology, Gomel, Republic of Belarus

Peculiarities of ^{137}Cs и ^{90}Sr distribution in soils of pine tree plantations for different edaphotops have been analyzed. It is determined that capacity of radionuclides in forest litter depends on its depth and compiles up to 10 to 70% for ^{137}Cs and 20 to 60% for ^{90}Sr . Radionuclide distribution and their ability to migrate in soils of forests is determined by soil fertility and humidity.

Курбет Т.В. –
пошукач;
Орлов О.О. –
к.б.н.;
Косинський В. П. –
пошукач;
Поліський філіал УкрНДЛГА

Розподіл ^{137}Cs у лісовій екосистемі вологого бору у Центральному Поліссі

Вступ

Моніторингові спостереження за радіоекологічною ситуацією на стаціонарних ділянках, які репрезентують головні лісові екосистеми регіону, є основою для виявлення динаміки радіоактивного забруднення компонентів лісових екосистем та подальшого її моделювання.

Огляд літератури

Після аварії на ЧАЕС вивчення накопичення радіонуклідів в елементах лісових екосистем (грунтах, компонентах біоти) було одним із основних напрямків радіоекологічних досліджень у лісах [1].

Особливу увагу вченими було приділено вивченню особливостей міграції радіонуклідів у лісових грунтах як початкової ланки численних трофічних ланцюжків, що формуються в лісових екосистемах і закінчуються людиною. Виявлено, що акумулююча роль лісової підстилки по відношенню до радіонуклідів істотно варіює в залежності від її типу, потужності, будови і т.д. [2]. При цьому найбільшу кількість радіонуклідів утримують повнопрофільні потужні підстилки хвойних лісів. В залежності від типу ґрунту в його мінеральну частину за 20 післяаварійних років мігрувало від 20 до 50% сумарної активності радіонуклідів. Зроблено висновок про те, що з вертикальним внутрішньоґрунтовим стоком із лісової підстилки в мінеральні шари ґрунту щорічно виноситься 1–2% активності радіонуклідів. В публікаціях наводяться численні дані щодо вертикального розподілу питомої і сумарної активності радіонуклідів у ґрунтових профілях різних типів лісових ґрунтів [1; 3; 4]. Загальною закономірністю вертикального розподілу у всіх типах ґрунтів є зниження активності радіонуклідів із глибиною, при цьому процеси перерозподілу більш інтенсивно відбуваються в більш багатих і вологих ґрунтах.

Значну увагу в останні роки приділено дослідниками розподілу валового запасу (сумарної активності) ^{137}Cs у компонентах лісових екосистем [1; 3; 5; 6]. Кількісні дані конкретних досліджень, отримані в цьому напрямку, досить важко співставити [7], оскільки дослідження проводилися за різною методикою, у різних типах умов лісонасадження, у різні роки, на територіях з різним співвідношенням форм радіонуклідів, що випали. Однак, цілком можливо зробити принципово важливі узагальнення. Зокрема, авторами робиться висновок про те, що лісова підстилка у даний час продовжує залишатися «депо» радіонукліда в лісових екосистемах [8; 9; 10]. У надземній фітомасі вищих рослин (мохів і судинних видів), що складають основні яруси фітоценозу – деревний, підріст, підлісок, трав'яно-чагарничковий, моховий, утримується від 3–5% до 13–16% валового запасу ^{137}Cs лісового біогеоценозу. Російськими вченими зроблений важливий висновок про необхідність урахування вмісту ^{137}Cs у всіх компонентах біоти [11].

Об'єкти та методика

Вивчення розподілу валового запасу ^{137}Cs проводилося нами у 2005 р. у лісовій екосистемі вологого бору (ППП-68). Щільність радіоактивного забруднення ґрунту становила 296 кБк/м².

Постійна пробна площа являла собою 60-річне соснове насадження із крон зімкнутістю 0,8. Підріст сосни був розріджений, біля 300 шт./га. Трав'яно-чагарничковий ярус був густим, з проективним покриттям 65–70%. Співдомінували в ньому чорниця (320 кг/га) та брусниця (300 кг/га). У значній кількості також зустрічався верес звичайний. Зустрічалися також ожика волосиста (1–3%), польовиця виноградникова (1–3%), ортілія однобока – 1%, під'ялиник звичайний та ін. Моховий ярус був щільним, з проективним покриттям 90–95%. Співдомінували в ньому дикран багатоніжковий (55–65%) та плеуроцій Шребера (25–30%). Незначну участь у формуванні мохового ярусу приймали леукобрій сизий та сфагнум дібровний. На деревах були присутні епіфітні лишайники, серед яких домінувала гіпогімнія здута.

Ґрунт був типовим за будовою генетичних горизонтів – дерново-середньопідзолистим, супіщаним, свіжим, на водно-льодовикових пісках. Лісова підстилка потужністю до 15 см. У мінеральних горизонтах чітко простежувалося опідзолення. Якщо гумусово-елювіальний горизонт був темно-сірим і світлішав з глибиною, то під ним формувалася типовий елювій, майже білий, піщаний, потужністю 8–10 см. Нижче розташовувався ілювіальний горизонт – коричневий, суглинистий, потужністю 6–8 см, а за ним перехідний – коричнево-жовтий, супіщаний, потужністю 30–40 см. Ілювійована материнська порода починалася з глибини 80–85 см.

Слід підкреслити, що під час відбору зразків внаслідок дуже посушливого періоду плодів тіла грибів були відсутні, тому, нажалі, не аналізуються разом з іншими представниками біоти.

Для оцінки розподілу активності ^{137}Cs у компонентах екосистеми визначалися вагові характеристики, а також питома активність кожного з них на одиниці площі. На стаціонарі зпилувалися 3 модельні дерева сосни. Гілки обрубувалися, розподілялися за діаметром на тонкі (діаметр <5 мм) та товсті (>5 мм), зразки яких з кожного дерева відбиралися пропорційно їх масі з трьох частин крони – верхньої, середньої та нижньої та об'єднувалися у збірний зразок. Деревина і кора зважувалися окремо. Зразок стовбурної деревини для аналізу відбирався з фіксованої висоти 1,3 м. З кожного модельного дерева відбирався один збірний зразок шпильок з гілок різної частини крони, пропорційно їх масі в останній; на пагонах дерев визначалась маса тих чи інших органів і частин; аналогічно відбиралися зразки однорічних пагонів. Для визначення маси підросту, підліску та трав'яно-чагарничкового ярусу обліки проводилися у 5-кратній повторності на ділянках площею 25 м^2 кожна, закладених по діагоналях стаціонару.

Епіфітні лишайники відбиралися за видами з модельних дерев перед їх зрубанням. Ярус зелених мохів вивчався у п'ятикратній повторності на ділянках 500 см^2 .

Будову генетичних горизонтів вивчали у 3-х ґрунтових профілях. З кожного профілю з фіксованої площі 500 см^2 були відібрані зразки фракцій лісової підстилки – нерозкладеної, напіврозкладеної та розкладеної; мінеральні горизонти відбиралися з цієї площі по шарах завтовшки 2 см, до глибини 30 см.

Відібрані зразки висушувалися до повітряно-сухої ваги протягом 72 год. при температурі 80°C , після чого розмелювалися, гомогенізувалися та вміщувалися у посудини Марінетті. Вимірювання питомої активності ^{137}Cs у зразках проводилося на спектроаналізаторі LP-4900B «AFORA» із GeLi-детектором ДГДК-100В3 (із похибкою до 15 %).

Результати досліджень та їх обговорення

У результаті проведених досліджень були виявлені закономірності як вертикального розподілу ^{137}Cs у ґрунті, так і концентрації згаданого радіонукліду у компонентах лісового фітоценозу.

Детальний аналіз радіоактивності різних чорноземів ґрунтового профілю продемонстрував збереження закономірностей, отриманих нами в попередні роки: експоненційне зменшення з глибиною питомої активності ^{137}Cs : досить швидко у поверхневих шарах ґрунту і дуже поступове – у більш глибоких.

Проілюструємо наведені закономірності відповідними розрахунками (рис. 1).

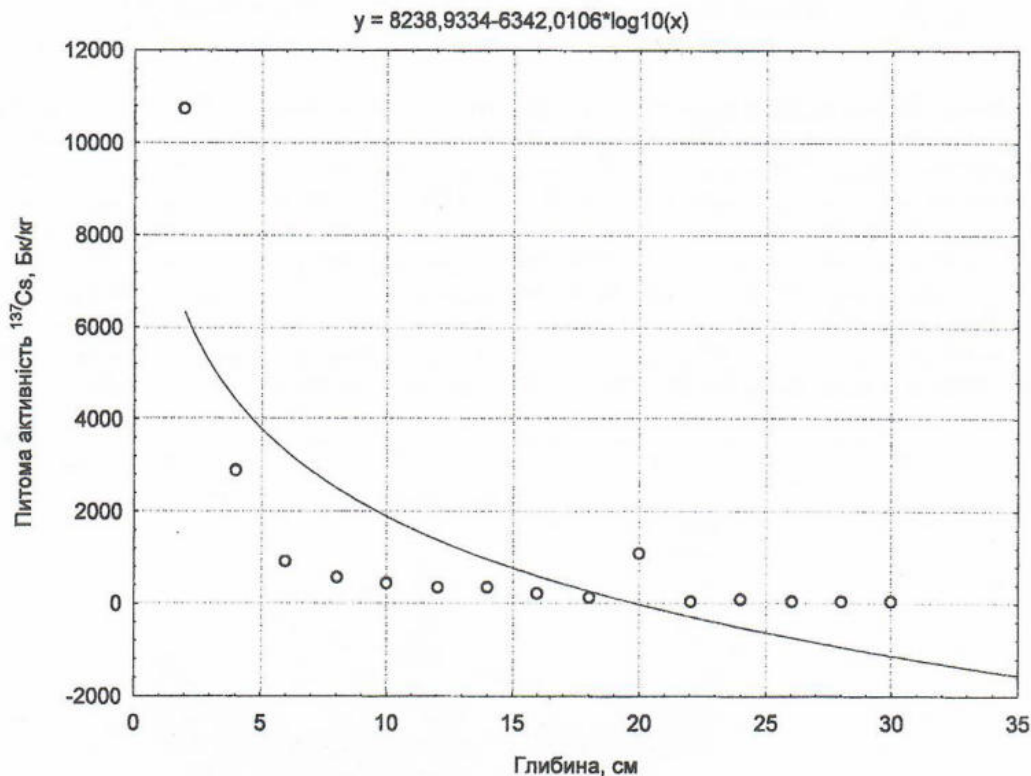


Рис. 1. Динаміка питомої активності ^{137}Cs з глибиною у 30-см шарі органомінеральної частини ґрунту на ППП-68

Дані наочно свідчать про те, що у 30-см шарі мінерального ґрунту спостерігався зв'язок середньої тисоти питомої активності ^{137}Cs та глибини відбору зразка ґрунту. Коефіцієнт лінійної кореляції дорівнював 0,57. Дані, представлені на рисунку 1, свідчать про те, що експоненційна залежність найгірше описує ділянку приповерхневих горизонтів ґрунту, де зменшення питомої активності ^{137}Cs відбувається найбільш різко. Тому нами було прийнято припущення про те, що вертикальний розподіл питомої активності ^{137}Cs у ґрунті описується не однією, а двома експонентами – першою для приповерхневих 8–10 см та другою – для глибинних шарів. Для

доказу цього за тими самими первинними даними був побудований графік залежності питомої активності ^{137}Cs від глибини відбору зразка в межах 10-см шару мінерального ґрунту (рис. 2).

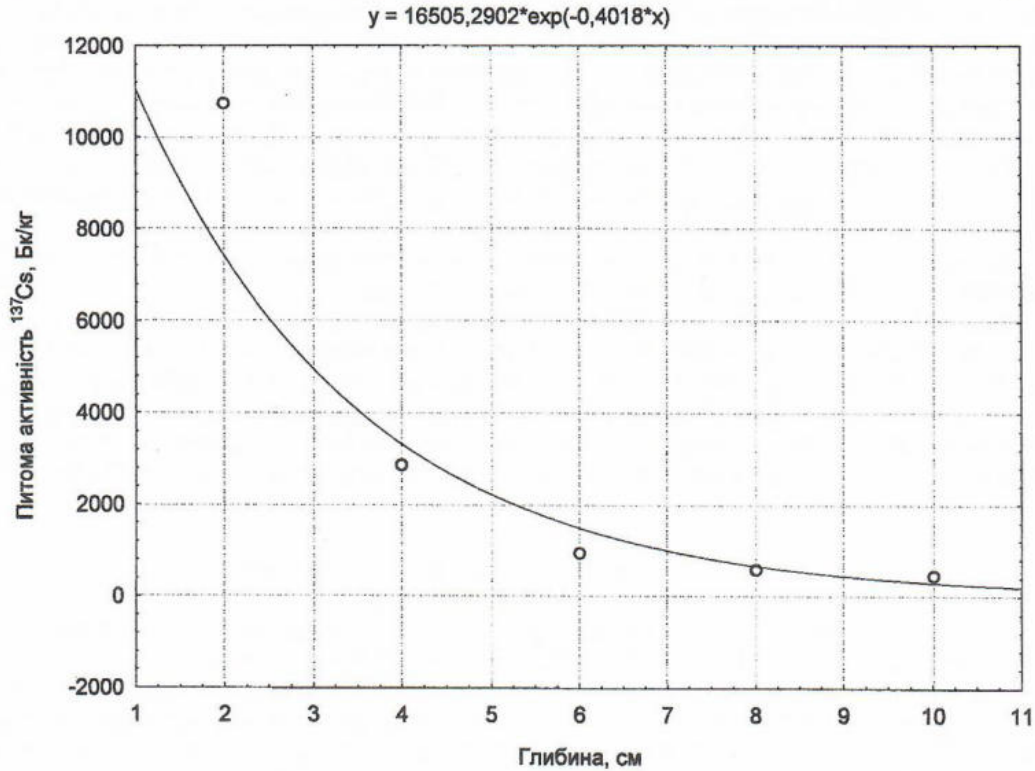


Рис. 2. Графік залежності питомої активності ^{137}Cs з глибиною у 10-см шарі мінеральної частини ґрунту у вологому борі

Отримані результати розрахунків свідчать про те, що у межах 10-см шару мінерального ґрунту залежність питомої активності ^{137}Cs від глибини відбору була значно тіснішою у порівнянні з 30-см шаром. Коефіцієнт кореляції збільшився до 0,82. Подібним чином розподілялася і сумарна активність ^{137}Cs з глибиною у ґрунті. Вивчення розподілу сумарної активності ^{137}Cs між лісовою підстилкою та мінеральними горизонтами ґрунту має велике значення, адже дозволяє оцінити інтенсивність міграції радіонуклідів біогенним та абіогенним шляхами. На ППП-68 мінеральний 30-см шар ґрунту містив 87,59% валового запасу радіонуклідів ґрунту. Тобто головна частка валового запасу ^{137}Cs лісових ґрунтів в умовах вологого бору зосереджена у мінеральному ґрунті.

Розподіл валового запасу ^{137}Cs по фракціях лісової підстилки дозволяє оцінити швидкість її біогенної мінералізації та, відповідно, міграції ^{137}Cs між її шарами, а також до мінеральних шарів ґрунту (рис. 3).

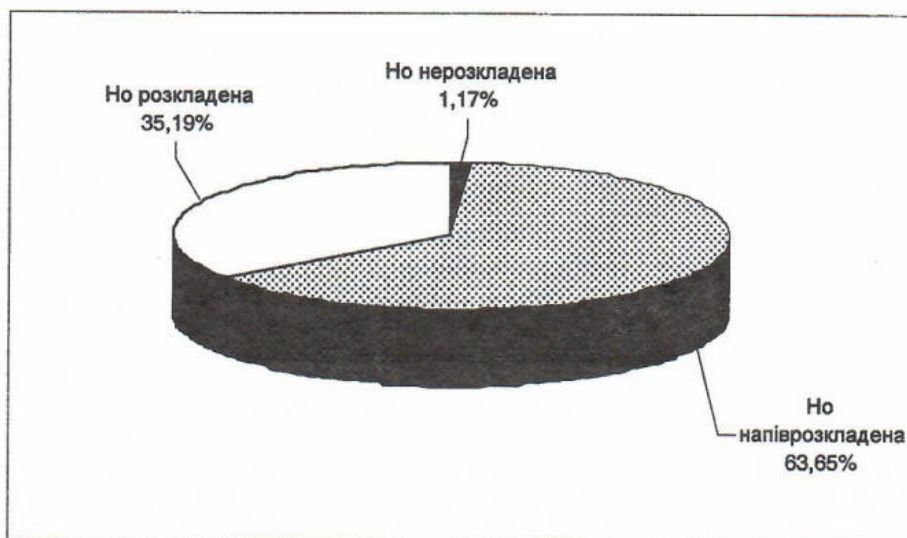


Рис. 3. Розподіл сумарної активності ^{137}Cs між фракціями лісової підстилки у ґрунті на ППП-68

Результати аналізу дозволяють стверджувати, що сучасний опад в ґрунті вологого бору містив незначну частку ^{137}Cs – 1,17%. Найбільша частка валового запасу ^{137}Cs з усіх проаналізованих фракцій лісової підстилки зосереджена у напіврозкладеній фракції, яка має максимальну потужність та масу на одиниці площі. Саме цей шар утримує 63,65% валового запасу ^{137}Cs лісової підстилки у вологих борах. Розкладена лісова підстилка, незважаючи на досить малу потужність шару (10–15 мм), містить внаслідок концентрування значну частку радіонукліду від сумарної у підстилки.

Вивчення як вагових показників усіх компонентів біогеоценозу на одиниці площі, так і питомої активності ^{137}Cs в останніх дозволило розрахувати розподіл валового запасу згаданого радіонукліду в екосистемі, яка аналізувалася (табл. 1).

Таблиця 1

Розподіл ^{137}Cs у лісовій екосистемі 60-річного соснового лісу на ППІ-68 (ТУМ – А₃)

Компонент екосистеми	Питома активність ^{137}Cs , Бк/кг	Маса, кг/га	Активність, Бк/га	Частка сумарної активності ^{137}Cs , %
1	2	3	4	5
ДЕРЕВОСТАН	2607*	113626	296169294	7,467
Деревина	1451	92826	134690526	3,396
Кора зовнішня	8417	6917	58220389	1,468
Кора внутрішня	22783	210,6	4798099,8	0,121
Гілки товсті	5877	7355	43225335	1,090
Гілки тонкі	6221	3029	18843409	0,475
Пагони 1-річні	20837	356,4	7426306,8	0,187
Шпильки (загальні)	9879	2932	28965228	0,730
ПІДРІСТ	8790	32,5	285675	0,007
Підріст (сосна)	8790	32,5	285675	0,007
ЛИШАЙНИКОВИЙ ЯРУС	19350	28,44	550314	0,014
Гіпогімнія здута	19350	28,44	550314	0,014
ТРАВ'ЯНО-ЧАГАРНИЧКОВИЙ ЯРУС	25611*	857,18	21953444	0,552
Чорниця (фітомаса)	29900	320	9568000	0,241
Брусниця	23000	300	6900000	0,174
Верес	27370	180	4926600	0,124
Ожика волосиста	9890	50	494500	0,012
Польовиця виноградникова	7600	5,16	39216	0,001
Ортилія однобока	8900	0,92	8188	0,000
Підялинник звичайний	15400	1,1	16940	0,000
МОХОВИЙ ЯРУС	16883*	13320	224882560	5,670
Дикран багатоніжковий	18560	8200	152192000	3,837
Плеуроцій Шребера	13753	4320	59412960	1,498
Леукобрій сизий	19202	400	7680800	0,194
Сфагнум дібровний	13992	400	5596800	0,141
ҐРУНТ	814*	4203000	3422618000	86,290
ЛІСОВА ПІДСТИЛКА	20231*	21000	424850000	10,711
Но нерозкладена	3300	1500	4950000	0,125
Но напіврозкладена	20800	13000	270400000	6,817
Но розкладена	23000	6500	149500000	3,769

1	2	3	4	5
МІНЕРАЛЬНІ ГОРИЗОНТИ	717*	4182000	2997768000	75,579
HE 0–2 см	10741	136000	1460776000	36,828
HE 2–4 см	2876	198000	569448000	14,357
HE 4–6 см	933	246000	229518000	5,786
HE 6–8 см	570	272000	155040000	3,909
HE 8–10 см	434	280000	121520000	3,064
E 10–12 см	372	286000	106392000	2,682
E 12–14 см	336	292000	98112000	2,474
E 14–16 см	220	292000	64240000	1,620
E 16–18 см	142	292000	41464000	1,045
EI 18–20 см	112	290000	32480000	0,819
EI 20–22 см	70	320000	22400000	0,565
EI 22–24 см	105	340000	35700000	0,900
EI 24–26см	74	316000	23384000	0,590
EI 26–28 см	67	330000	22110000	0,557
EI 28–30 см	52	292000	15184000	0,383
ВСЬОГО	–	–	3966459287	100,000

Примітка: знаком * відмічена середньозважена питома активність ^{137}Cs у компоненті екосистеми.

Дані таблиці 1 наочно демонструють, що питома активність згаданого радіонукліду у компонентах даної екосистеми відрізнялася на кілька порядків, з мінімумом у глибинних горизонтах ґрунту і максимумом у ерикоїдних видах (чорниця, брусниця, верес). Навіть у представників рослинності питома активність ^{137}Cs відрізнялася до 20 разів. Узагальнення розподілу ^{137}Cs по компонентах екосистеми (рис. 4) демонструє загальні закономірності.

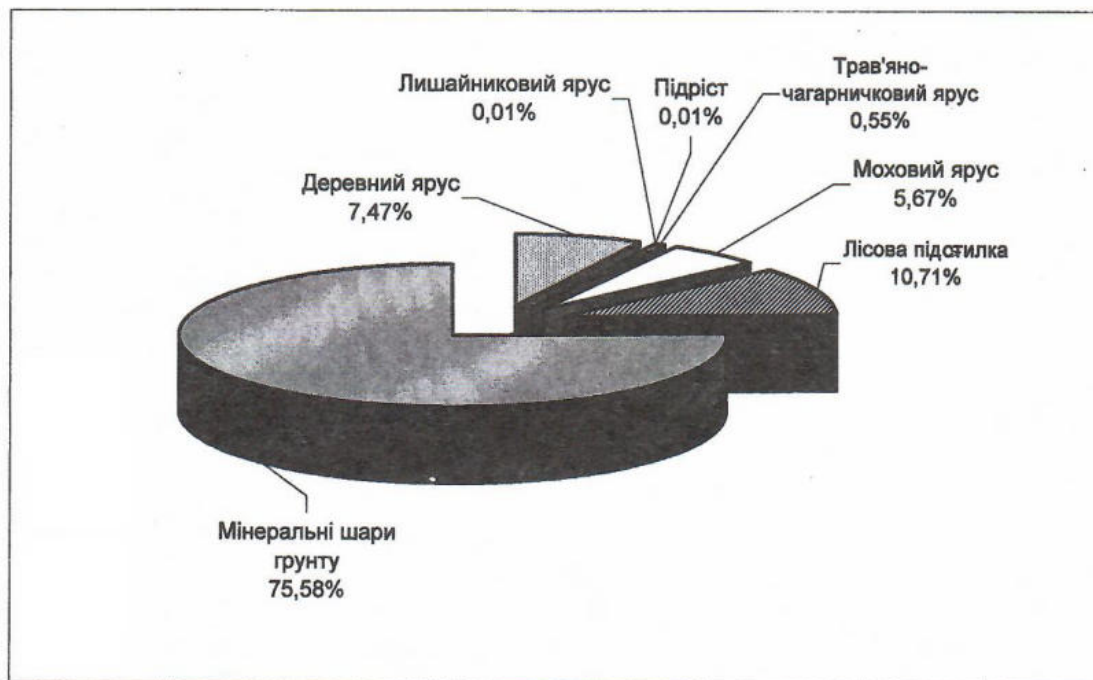
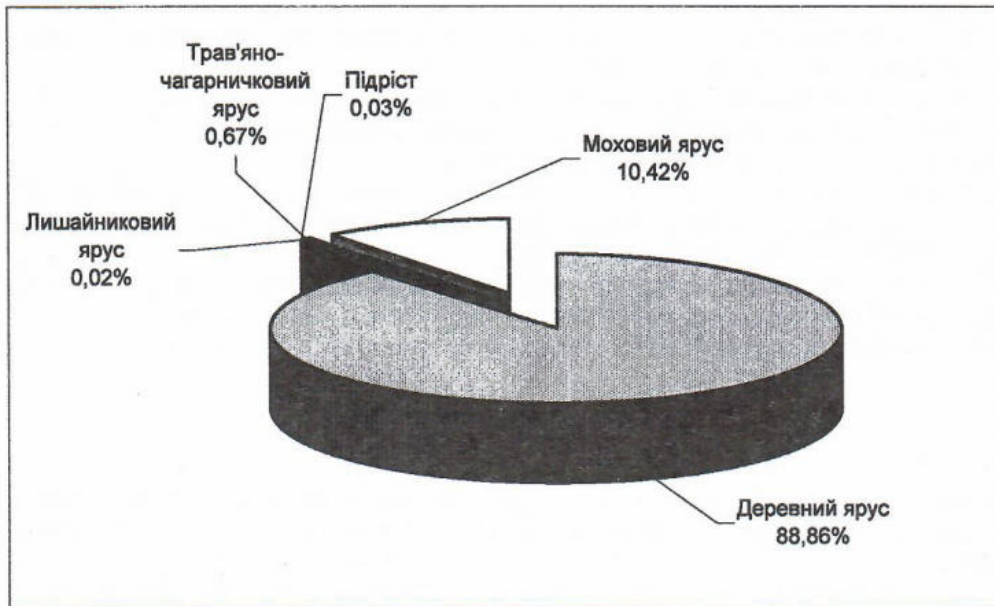


Рис. 4. Розподіл валового запасу ^{137}Cs за компонентами лісової екосистеми в умовах вологого бору

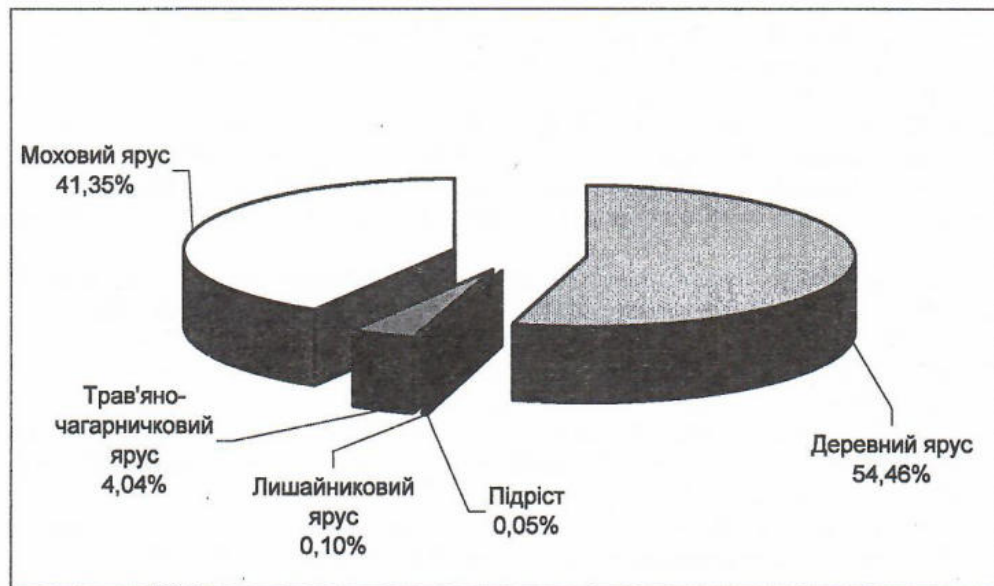
Зокрема, чітко видно, що головну частку активності ^{137}Cs в умовах вологого бору утримує лісовий ґрунт (86,29 %), з них 75,58 % – мінеральні горизонти та 10,71 % – лісова підстилка. Відповідно, лише

13,71 % сумарної активності екосистеми містилося у фітоценозі. Із згаданої частки більша частина утримувалася деревостаном (7,47 %) і дещо менша – моховим ярусом (5,67 %). Слід відзначити, що роль решти ярусів лісової рослинності в розподілі валового запасу ^{137}Cs у лісовій екосистемі була незначною і коливалася від 0,55 % у трав'яно-чагарничкового ярусу до 0,007 % у підросту.

Значний інтерес являє порівняльний аналіз розподілу частки фітомаси ценозу, утворюваної його ярусами, та частки активності ^{137}Cs в останніх на ППП-68 (рис. 5).



А



Б

Рис. 5. Розподіл фітомаси ценозу (А) та запасу ^{137}Cs (Б) за ярусами рослинності на ППП-68

Дані рисунку 5 свідчать про те, що у складі фітомаси ценозу в умовах вологого бору абсолютно домінує деревний ярус – 88,87 %. Значно менша частка фітомаси припадає на моховий ярус – 10,42 %, відповідно, частка фітомаси решти ярусів рослинності у згаданій екосистемі є взагалі незначною (0,022–0,670 %). Розподіл сумарної активності ^{137}Cs за компонентами фітоценозу в цілому повторює розподіл фітомаси. Так, максимальну частку активності ^{137}Cs фітоценозу утримують деревний ярус (54,46 %) та моховий ярус (41,35 %). Проте слід все ж відзначити, що співвідношення частки активності ^{137}Cs , утримуваної ними 54,46/41,35, значно відрізняється від співвідношення часток їх фітомас 88,87/10,42. Також виділяється значно більша частка активності ^{137}Cs , утримуваної трав'яно-чагарничковим ярусом, у порівнянні з часткою фітомаси останнього. Таким чином, в екосистемі вологого бору цілком правомірно виділити три ключові компоненти екосистеми – деревостан, моховий ярус та ґрунт, які у сумі утримують 99,43 % валового запасу ^{137}Cs лісової екосистеми, визначаючи тим самим інтенсивність біологічного колообігу радіонукліду в останній.

Слід окремо зупинитися на розподілі фітомаси у деревному ярусі. Серед усіх тканин та органів останнього абсолютно домінує деревина (біля 82 % загальної фітомаси, а разом з корою – біля 88 %). На решту тканин та органів дерева припадало лише 12 % загальної фітомаси деревостану, що свідчить про досить сприятливі умови для росту останнього на ППП-68.

Висновки

1. В лісовому біогеоценозі вологого бору спостерігається експоненційне зменшення питомої активності ^{137}Cs з глибиною. Причому, у поверхневих шарах ґрунту дане зменшення відбувається досить швидко, а у глибинних шарах – дуже поступово.
2. Відбувається експоненційне зменшення сумарної активності ^{137}Cs з глибиною.
3. Найбільшу частку активності ^{137}Cs в умовах вологого бору утримує лісовий ґрунт (86,29 %), з неї 75,58 % – мінеральні горизонти та 10,71 % – лісова підстилка.
4. Найбільша частка валового запасу ^{137}Cs з усіх проаналізованих фракцій лісової підстилки зосереджена у напіврозкладеній фракції, яка має максимальну потужність. Саме цей шар утримує 63,65% валового запасу ^{137}Cs лісової підстилки у вологих борах.
5. Розкладена лісова підстилка, незважаючи на досить малу потужність шару (10–15 мм), містить внаслідок концентрування значну частку радіонукліду від сумарної у підстилці – 35,2%.
6. Сучасний опад в ґрунті вологого бору містив незначну частку ^{137}Cs – 1,17%.

Література

1. Тихомиров Ф.А., Щеглов А.И. Проблемы радиозологии леса и лесного хозяйства в зоне радиоактивного загрязнения от аварии на ЧАЭС // One decade after Chernobyl: Summing up the consequences of the accident. – Poster presentations. – V. 1. – Vienna: IAEA, 1997. – P. 542–548.
2. Щеглов А.И., Тихомиров Ф.А., Цветнова О.Б. и др. Биогеохимия радионуклидов Чернобыльского выброса в лесных экосистемах Европейской части СНГ // Радиационная биология. Радиозология. – 1996. – Т. 36, № 4. – С. 469–478.
3. Краснов В.П. Радиоекология лесів Полісся України – Житомир: Волинь, 1998. – 112 с.
4. Кучма Н.Д., Архипов Н.П., Бидна С.М., Джигар О.О. Радиозологическая и лесохозяйственная ситуация в лесах зоны отчуждения // Наука. Чернобыль – 96 / Сб. докл. науч.-практ. конф. – Киев, 1997. – С. 121–127.
5. Булавик И.М., Переволоцкий А.М., Гайдун А.З. Особенности накопления ^{137}Cs сосновыми насаждениями // Лесная наука на рубеже XXI века. – Гомель, 1997. – С. 408–412.
6. Булавик И.М., Переволоцкий А.Н., Гайдун А.З. Особенности накопления ^{137}Cs сосновыми насаждениями // Тез. докл. Третьего съезда по радиационным исследованиям. – Т. 2. – Пушино, 1997. – С. 343–344.
7. Краснов В.П., Турко В.Н., Иркиенко С.П., Орлов А.А. Некоторые методические аспекты изучения распределения суммарного ^{137}Cs в сосновых древостоях // Проблемы экологии лесов и лесопользования на Полесье Украины. – Житомир: Изд-во “Волинь”, 1998. – С. 36–47.
8. Краснов В.П., Иркиенко С.П., Орлов А.А., Приступа Г.К. Миграция радиоцезия в сосновых насаждениях // Лесное хозяйство – 1996. – № 5. – С. 28–29.
9. Краснов В.П., Турко В.Н., Орлов А.А., Короткова Е.З. Распределение активности ^{137}Cs в компонентах лесного биогеоценоза влажной субори Украинского Полесья // Лесная наука на рубеже XXI века. – Гомель, 1997. – С. 405–407.
10. Турко В.Н., Иркиенко С.П., Орлов А.А. Цезий-137 в основных компонентах сосновых биогеоценозов // Тез. докл. Третьего съезда по радиационным исследованиям. – Т. 2. – Пушино, 1997. – С. 370–371.
11. Тихомиров Ф.А., Щеглов А.И., Цветнова О.Б. и др. Геохимическая миграция радионуклидов в лесных экосистемах зоны радиоактивного загрязнения ЧАЭС // Почвоведение. – 1990. – № 10. – С. 41–50.

Курбет Т. В., Орлов А. А., Косинский В. П.

Распределение ^{137}Cs в лесной экосистеме влажного бора в Центральном Полесье

Проанализировано распределение ^{137}Cs в лесной экосистеме влажного бора в Центральном Полесье Украины.

Kurbet T. V., Orlov O. O., Kosinsky V. P.

^{137}Cs distribution in forest ecosystem of wet bor in Central Polesye

The ^{137}Cs distribution in forest ecosystem of wet bor is analyzed in Central Polesye of Ukraine.

Булавик И.М. –
 доктор сельскохозяйственных наук,
 Переволоцкий А.Н. –
 кандидат сельскохозяйственных наук,
 РНИУП "Институт радиологии", г. Гомель
 (Республика Беларусь)

Сравнительное содержание ^{137}Cs в древесине и коре сосняков разного возраста

Введение

Изучение распределения радионуклидов в радиальном направлении ствола показали, что наибольшая концентрация ^{137}Cs наблюдается в наружных слоях древесины, достигая максимальных значений в последний год прироста. По направлению к сердцевине ствола концентрация сначала падает в среднем на 25–30% в следующих двух годичных слоях древесины, а затем снижается постепенно /1–2/.

В молодых насаждениях сосны (1 класс возраста) удельная активность древесины по годичным слоям несколько снижена по сравнению с приспевающими и спелыми насаждениями. Связано это с тем, что практически вся древесина молодняков сформировалась из послеаварийных годичных колец. С повышением возраста насаждений (более 20 лет) доля послеаварийной древесины в стволе уменьшается, а доаварийной, менее загрязненной радионуклидами, увеличивается.

Следовательно, можно предположить, что при одинаковой плотности загрязнения почв радионуклидами и при одинаковых почвенно-грунтовых условиях произрастания удельная активность древесины молодых насаждений будет выше, чем более взрослых. В пользу этого предположения говорит и тот факт, что молодые деревья характеризуются более поверхностным размещением корневых систем в почве, преобладающая масса сосущих корней которой приурочена к почвенным слоям, где длительное время содержится основное количество радионуклидов.

Поэтому, при подтверждении этой гипотезы, допустимая плотность загрязнения почв радионуклидами при проведении промежуточных и главных рубок должна быть дифференцирована по классам возраста насаждений.

Однако, анализ немногочисленных данных, имеющихся в научной литературе, показывает противоречивость мнений по вопросу накопления радионуклидов деревьями разного возраста.

В отдельных публикациях указывается на большее накопление ^{137}Cs в различных органах и тканях у более молодых деревьев. Так, С. В. Мамихин и др. /3/ отмечали, что в 1989–1990 гг. удельная активность древесины молодой сосны в 2,5 раза была выше, чем в старых деревьях.

Похожие результаты получены М. М. Сак /4/. Его данные свидетельствуют, что концентрация ^{137}Cs в древесине 8–9-летних растений в 2–4 раза выше, чем в аналогичных органах взрослых растений.

А. М. Дворник /5/ приводит данные о 6–7-кратном снижении значений коэффициента перехода ^{137}Cs с увеличением возраста насаждения от молодняка к приспевающему. Причём, это снижение характерно как для послеаварийных годичных слоев, так и для радиального среза дерева.

А. И. Щеглов в своей монографии /2/ сообщает, что практически все структурные органы (за исключением коры наружной) молодых деревьев сосны и березы загрязнены в большей степени, чем полновозрастных. В целом, кратность различий коэффициента перехода ^{137}Cs у молодых и полновозрастных растений достигает 3–8-кратных величин в зависимости от вида и структурного органа.

Совершенно другие результаты получены В. П. Красновым /6/, который изучал накопление ^{137}Cs сосновыми насаждениями различного возраста, произрастающими в свежих суборях. Им констатируется значительное увеличение концентрации радиоцезия в 1-летней хвое от 10-летних сосняков к 20–40-летним, а затем выявлен заметный спад у 40–80-летних, незначительное изменение удельной активности радиоцезия в древесине по этим возрастным категориям, хотя чуть заметная тенденция, как и в хвое, отмечается и здесь. Что касается коры, то удельная активность в ней повышается с увеличением возраста насаждений.

Другая закономерность представлена В. А. Шубиным, И. И. Марадудиным и А. В. Панфиловым /7/. Проведенные ими исследования в сосновых насаждениях с примесью берёзы в составе до трёх единиц в типе условий произрастания C_2 показали, что с увеличением возраста древостоя нормированные коэффициенты перехода радиоцезия в древесину и хвою не убывают, а возрастают: например, для древесины с 22 до 90 (Бк/кг)/(Ки/км²), соответственно, с первого до пятого классов возраста.

В 1997 г. нами также изучалось влияние возрастной структуры на накопление цезия-137 в элементах наземной фитомассы трех сосновых насаждений в мшистом типе леса – 25, 65 и 105 лет /8/. Плотность загрязнения почв насаждений практически не различалась и составляла, соответственно, 33,5; 33,4 и 35,3 Ки/км². Статистическая обработка данных показала, что удельная активность ^{137}Cs в элементах наземной фитомассы была примерно одинаковой во всех насаждениях. Имеющиеся небольшие различия недостоверны.

Таким образом, даже в сравнительно небольшом количестве публикаций по влиянию возраста насаждений на уровни накопления радионуклидов в фитомассе древесных растений, в т.ч. и в стволовой древесине, нет единого мнения. Причиной тому, на наш взгляд, может быть не совсем точное соблюдение ряда необходимых условий при проведении исследований.

Во-первых, ни в одной из публикаций не приведена почвенная характеристика условий произрастания насаждений разного возраста, взятых для сравнения (механический состав, агрохимические свойства почв). Указываются, как правило, одинаковые типы леса или условий местопроизрастания насаждений, которые не могут дать точную характеристику идентичности условий произрастания опытных насаждений, так как составляющие их компоненты также варьируют.

Во-вторых, для исследований иногда используются разновозрастные или смешанные насаждения. Однако, в разновозрастном насаждении на уровни накопления радионуклидов в фитомассе влияет не только возраст деревьев, но и его ценозное положение в насаждении (господствующее или подчиненное). Наши исследования показали [9], что даже в одновозрастном насаждении различия в концентрации радионуклидов в древесине деревьев различного класса роста и развития достигает семи раз. В смешанном насаждении уровни накопления радионуклидов в древесных растениях во многом зависят от их взаимовлияния. Например, в сосново-берёзовом насаждении содержание ^{137}Cs в древесине сосны в 3–4 раза ниже при её произрастании непосредственно рядом с берёзой.

В-третьих, для определения содержания радионуклидов в фитомассе древесных растений используется, как правило, 3–5 моделей, что является совершенно недостаточным для получения достоверных данных. С вероятностью 95% необходимо рубить не менее 27 моделей. Практически в научных, а тем более в производственных целях, такое количество моделей не рубится.

Нами проведены новые исследования в этом направлении, в которых вышеперечисленные методические особенности были соблюдены.

Объекты и методика исследований

Для изучения влияния возрастного фактора на уровни накопления радионуклидов древесиной были подобраны четыре однопорodных сосновых насаждения 20-, 40-, 60- и 100-летнего возраста, произрастающих в мшистом типе леса. Три первых насаждения – искусственного происхождения, расположены в одном и том же квартале с равнинным рельефом, и произрастают рядом. 100-летний сосняк естественного происхождения расположен в соседнем квартале. Во всех подобранных насаждениях в наиболее типичных местах закладывались пробные площади с количеством произрастающих на них деревьев от 90 в 100-летнем сосняке до 130 в 20-летнем, на которых проведено почвенное обследование. Для этого выкапывались почвенные разрезы глубиной 1,5–2,0 м. В них произведено морфологическое описание генетических горизонтов почвы, из которых взяты образцы почвы для определения агрохимических показателей и механического состава. На пробных площадях проведено также радиационное обследование: измерена мощность экспозиционной дозы (МЭД) и определена плотность загрязнения почв цезием-137. МЭД измерялась дозиметром ДРГ-01Т на поверхности почвы и высоте 1 м в пяти точках, расположенных по углам и в центре (методом конверта) пробных площадей в пятикратной повторности взятия отсчётов. Плотность загрязнения почв ^{137}Cs определялась путём отбора 8–14 смешанных проб почвенным буром диаметром 4 см и высотой 20 см. Каждая смешанная проба составлялась из 4-х индивидуальных.

Для определения содержания ^{137}Cs в древесине опытных сосняков было спилено 40 модельных деревьев I-II классов роста и развития по 10 деревьев в каждом насаждении со следующими линейными характеристиками: средний диаметр на высоте 1,3 м и средняя высота соответственно 12,0 см и 10,2 м в 20-летнем сосняке, 19,0 см и 18,4 м в 40-летнем сосняке, 23,0 см и 23,6 м в 60-летнем сосняке, 30,0 см и 23,9 м в 100-летнем сосняке. На пяти высотах ствола (комель; 1,3 м; 1/4Н; 1/2Н; 3/4Н) отбирались образцы древесины без коры в виде опилок с помощью бензопилы с пропилом на весь диаметр ствола. Со всех моделей взято 200 образцов древесины.

Кроме того, отбор древесины для определения содержания ^{137}Cs производился и другим, разработанный нами методом [10]. Для этого возрастным буром на высоте 1,3 м высверливались в виде кернов (карандашей) образцы древесины до сердцевины ствола. В 20-летних сосняках таким методом отобраны керны из 50, в 40-летних – из 35, в 60-летних – из 30 и в 100-летних из 20 растущих деревьев, из которых затем составлялся один смешанный образец по каждому насаждению объемом 100 мл.

Отобранные почвенные и растительные пробы в лабораторных условиях доводились до воздушно-сухого состояния (20–25°C), измельчались и тщательно перемешивались. Почва и древесина в виде опилок помещались в 1-литровые сосуды Маринелли, древесина в виде кернов и кора после измельчения – в 100 мл сосуды типа «Дента».

Измерение удельной активности ^{137}Cs в растительных и почвенных образцах проводилось спектрометрическим методом на стационарном спектрометре «Прогресс» со сцинтилляционным блоком детектирования объемом 76 см³.

Математическая обработка результатов исследований, построение графиков и рисунков производилось на персональном компьютере IBM PC Pentium-II с помощью стандартных пакетов прикладных программ Statistika for Windows v.6.0., Surfor v.2.3. for Windows.

Результаты исследований и их обсуждение

Радиационная характеристика опытных сосняков. Данные статистической обработки значений плотности загрязнения почв в подобранных сосняках разного возраста показывают, что 40-, 60- и 100-летние насаждения произрастают практически при одинаковых плотностях загрязнения почвы ^{137}Cs (табл. 1). Различия между ними по этому показателю недостоверны.

20-летний сосняк имеет несколько большую (на 4–5 Ки/км²) плотность загрязнения по сравнению с остальными опытными насаждениями, хотя произрастает непосредственно между 40- и 60-летними сосняками. Возможно, это связано с некоторыми особенностями метеоусловий над этим участком во время радиоактивных выпадений в 1986 г., так как высота культур сосны в то время была незначительной (менее 0,5 м) по сравнению с окружающими насаждениями (15–17 м). Учитывая, что общая величина плотности загрязнения сосняков незначительна (15–20 Ки/км²), то это небольшое различие оказалось достоверным.

Значения мощности экспозиционной дозы по опытным объектам различаются незначительно. По сравнению с 20- и 40-летними сосняками, в которых значения МЭД как на поверхности почвы, так и на высоте 1 м практически одинаковы, в 60 и 100-летних сосняках они несколько ниже – на 7 и 11 мкР/ч на поверхности почвы и на 6 и 8 мкР/ч на высоте 1 м. Так как величины плотности загрязнения почв ^{137}Cs в 40-, 60- и 100-летних сосняках практически одинаковы, то некоторое различие в значениях МЭД возможно связано с наличием более мощной подстилки на поверхности почвы в приспевающих и спелых сосняках, которая является своеобразным экраном для гамма-излучения.

Таблица 1

Статистическая обработка показателей радиационной обстановки в подобранных сосняках разного возраста

Возраст, лет	$A_{\Sigma} \pm \Delta A_{\Sigma}$	σ	V, %	p, %	t разл. между выборками
Плотность загрязнения почв ^{137}Cs , Ки/км ²					
20	20,38 ± 1,24	3,50	17,18	6,1	
40	16,28 ± 0,83	2,36	14,49	5,1	2,75
60	15,56 ± 0,81	2,69	17,27	5,2	3,40-0,60
100	15,40 ± 0,59	2,19	14,26	3,8	4,12-0,87-0,17
МЭД на поверхности почвы, мкР/ч					
20	120 ± 2,48	5,55	4,64	2,1	
40	118 ± 4,67	10,45	8,87	4,0	0,35
60	113 ± 5,40	12,07	10,72	4,8	1,39-0:4
100	109 ± 5,33	11,91	10,88	4,9	1,83-1,50-0,31
МЭД на высоте 1 м					
20	97 ± 2,40	5,37	5,56	2,5	
40	96 ± 0,93	2,07	2,17	1,0	0,55
60	91 ± 1,24	2,77	3,06	1,4	2,09-2,41
100	89 ± 1,45	5,48	6,15	2,8	2,58-3,45-0,50

Почвенная характеристика опытных сосняков. Анализ механического состава почв позволяет провести качественную оценку основных водно-физических свойств почвы, её сорбционной способности и сравнить их между опытными объектами.

Результаты исследования показали, что подобранные сосняки разного возраста произрастают на легких по механическому составу почвах. Процент частиц физической глины в верхних горизонтах почв (A_1) колеблется от 0,93 в 40-летнем сосняке до 2,18 в 100-летнем (табл. 2).

В целом почвы подобранных опытных объектов классифицируются как песок рыхлый. Следовательно, исследуемые почвы обеднены как раз теми частицами, которые могут влиять на интенсивность необменного закрепления радионуклидов. Поэтому эти почвы характеризуются относительно высокими значениями коэффициентов перехода радионуклидов в растения при поступлении их в верхние минеральные слои почвы.

Таким почвам присущи низкая водоудерживающая способность, большая водопроницаемость, малое содержание связанной влаги, невысокая плотность. Они относятся к группе автоморфных почв с дерново-подзолистыми песчаными почвами, не подвергающиеся переувлажнению за счёт притока грунтовых или подземных вод, на которых произрастают в основном сосняки мшистые.

Таблица 2

Механический состав почв в опытных сосняках разного возраста

Возраст сосняков	Генетический горизонт	Мощность горизонта, см	Размеры частиц, мм						
			гравий	песок		пыль		<0,01 физическая глина	>0,01 физический песок
				3-1	1-0,25 крупный и средний	0,25-0,05 мелкий	0,05-0,01 крупная		
20	A ₁	2-15	0,74	23,32	71,99	2,84	1,11	1,11	98,89
	A ₁ B ₁	15-25	1,23	17,83	75,80	3,57	1,57	1,57	98,43
	B ₂	25-55	0,90	27,38	69,38	1,90	0,44	0,44	99,56
	B ₃	55-150	0,25	9,88	89,13	0,51	0,23	0,23	99,77
40	A ₁	4-19	0,67	17,93	77,91	2,56	0,93	0,93	99,07
	A ₁ B ₁	19-29	0,77	25,72	69,14	3,50	0,87	0,87	99,13
	B ₂	29-69	0,61	16,68	81,43	1,13	0,15	0,15	99,85
	B ₃	64-250	0,17	16,28	82,21	0,95	0,39	0,39	99,61
60	A ₁	5-15	0,68	22,14	72,81	2,76	1,61	1,61	98,39
	A ₁ B ₁	15-27	0,68	20,47	74,96	2,36	1,53	1,53	98,47
	B ₂	27-67	0,88	17,07	80,00	1,52	0,52	0,52	99,48
	B ₃	67-150	0,66	12,16	83,92	3,14	0,13	0,13	99,87
100	A ₁	7-22	1,62	21,88	69,88	4,44	2,18	2,18	97,82
	A ₁ B ₁	22-32	1,35	16,22	79,04	2,21	1,18	1,18	98,82
	B ₂	32-63	1,22	15,02	81,95	0,82	0,98	0,98	99,02
	B ₃	63-150	0,70	29,01	69,92	0,14	0,23	0,23	99,77

Исследуемые почвы под сосняками характеризуются низкими значениями pH солевой кислотности, содержания гумуса и оснований, степени насыщенности основаниями (табл. 3). Содержание доступных форм азота низкое. Очень слабая обеспеченность почв также калием (0,92-1,95 мг/100 г почвы).

Обедненность почв калием и кальцием ведет, как правило, к усилению поступления радионуклидов в растения, так как ослабляется конкуренция со стороны этих стабильных не изотопов-аналогов ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr.

Таблица 3

Агрохимическая характеристика почв под опытными сосняками разного возраста

Возраст насаждений	Генетический горизонт	pH в КС1	Гидрол. кислотность, мг/экв. 100 г	Гумус, %	N легкогидролизуемый, мг/100 г	Подвижная P ₂ O ₅ , мг/100 г	Обменный K ₂ O, мг/100 г
20	A ₁	4,1	3,78	0,51	1,90	14,86	1,09
	A ₁ B ₁	4,4	2,91	0,40	1,68	14,82	0,63
	B ₂	4,6	2,01	-	1,06	11,35	0,88
	B ₃	4,6	0,92	-	0,28	2,42	2,18
40	A ₁	3,9	4,59	0,53	1,79	11,04	0,92
	A ₁ B ₁	4,3	3,32	0,40	1,29	18,27	0,96
	B ₂	4,6	1,45	-	0,90	11,22	0,84
	B ₃	4,6	0,88	-	0,78	3,04	0,79
60	A ₁	4,2	3,32	0,86	1,57	9,54	0,75
	A ₁ B ₁	4,4	4,40	0,66	1,23	15,67	0,75
	B ₂	4,6	1,55	-	1,29	8,71	0,75
	B ₃	4,5	1,22	-	1,06	3,38	1,14
100	A ₁	3,0	3,59	3,34	4,48	6,42	1,95
	A ₁ B ₁	4,3	4,12	0,56	2,46	8,16	0,58
	B ₂	4,4	1,85	-	1,18	4,00	0,42
	B ₃	4,4	1,42	-	1,01	1,55	0,96

Оценивая с точки зрения потенциального влияния на миграцию радионуклидов цезия и стронция основных агрохимических свойств почв, можно отметить следующее: исследуемые почвы под сосновыми

насаждениями оцениваются как ненасыщенные, хорошо дренированные, слабо удерживающие соединения различной природы, что способствует подвижности радионуклидов и накоплению их растительностью.

Анализируя различия в механическом составе и агрохимических свойствах почв под сосняками различного возраста, следует отметить некоторое повышенное содержание гумуса в перегнойном горизонте почвы 100-летнего сосняка по сравнению с 20-, 40- и 60-летними сосняками – 3,34 % против 0,51–0,86 %, легкогидролизуемого азота – 4,48 против 1,57–1,90 мг/100 г почвы, более высокой кислотностью – 3,0 против 4,0. Тем не менее эти различия незначительны и все почвы под сосняками по содержанию усвояемых форм азота, фосфора и калия относятся к одной группе с очень низкой, а по содержанию гумуса – к крайне бедной степени обеспеченности этими элементами питания. И только почвы 100-летнего сосняка по содержанию гумуса относятся к группе средне обеспеченные, что объясняется большим количеством накопленного органического вещества почвой за счёт лесного опада при 100-летнем периоде существования насаждения.

Характер распределения ^{137}Cs в древесине и коре по высоте ствола. Как свидетельствуют данные, практически во всех насаждениях сосны разного возраста у деревьев I-II классов роста наблюдается одна и та же закономерность в изменении удельной активности ^{137}Cs по высоте ствола: у комля и вершины (3/4Н) она выше, чем на остальной части ствола – 1,3м; 1/4Н и 1/2Н.

Однако, выявленные изменения удельной активности по высоте ствола сосны не являются существенными, что и подтвердил статистический анализ. Ни в одном из сосняков разного возраста различия между средними величинами удельной активности на исследуемых высотах оказались недостоверными. Следовательно, речь может идти только о выявленной устойчивой тенденции.

Тем не менее, эту тенденцию необходимо учитывать при радиационном контроле древесины. При валке модельных деревьев отбор проб древесины следует производить на вершине ствола. При отборе проб древесины в виде кернов на растущих деревьях на высоте 1,3 м полученную удельную активность ^{137}Cs умножать на коэффициент 1,3 (табл. 4).

Таблица 4

Содержание ^{137}Cs в древесине вдоль ствола, %

Высота отбора	Возраст насаждения, лет				Среднее значение
	20	40	60	100	
Комель	111,6	108,6	112,8	109,5	110,6
1,3 м	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
1/4Н	100,7	110,2	101,2	95,5	101,9
1/2Н	100,6	121,3	119,7	107,2	112,2
3/4Н	126,8	137,9	134,7	121,3	130,2

Что касается различий в характере распределения радиоцезия вдоль ствола в насаждениях разного возраста, то следует отметить, что они не обнаруживаются для насаждений 40, 60 и 100 лет, т.е. изменения вдоль ствола однотипны – повышенное содержание ^{137}Cs начинается с половины высоты ствола. И только в 20-летнем сосняке оно сдвигается на вершину. Это явление вполне объяснимо, так как высота моделей в 20-летнем сосняке составляет в среднем 10 м и расстояние между местами отбора образцов на стволе по относительным высотам равно лишь 2 м, что в 2–2,5 раза меньше по сравнению с 40–100-летними сосняками. Следовательно, загрязненность древесины радионуклидами вдоль ствола в молодняках более равномерная.

Несколько другая закономерность распределения ^{137}Cs вдоль ствола наблюдается в коре: начиная от комля и до середины ствола удельная активность увеличивается, а затем остаётся на одном уровне. Причём, различия между этими высотами достоверны, однако степень повышения различна в зависимости от возраста насаждения. В 20 и 40-летних сосняках она составляет 2,4 раза, в 60-летних – 2,9 раза, 100-летних – 3,4 раза.

Содержание ^{137}Cs в древесине и коре сосняков разного возраста. Учитывая, что величины плотностей загрязнения на всех объектах практически одинаковы (несколько выше в 20-летнем сосняке), вначале проводилось непосредственное сравнение абсолютных значений удельной активности по высотам отбора образцов без приведения их к нормированному показателю, т.е. на 1 Ки/км² (37 кБк/м²). Анализ полученных данных показывает, что несмотря на столь значительную разницу в возрасте насаждений, в целом не наблюдается резких отличий в их удельной активности древесины на одинаковых относительных высотах (табл. 5). Так, у комля она колеблется от 718 до 972, на высоте 1,3 м – от 656 до 895, на 1/4Н – от 627 до 986, на 1/2Н – от 703 до 1086 и на 3/4Н от 796 до 1234 Бк/кг.

В то же время можно заметить и ряд отличий в накоплении ^{137}Cs в древесине сосняков разного возраста.

Во-первых, в 100-летнем сосняке удельная активность древесины на всех высотах ствола на 20–35% ниже, чем в других сосняках. Связать это с влиянием возрастного фактора трудно, так как в наиболее молодом 20-летнем насаждении загрязненность древесины также несколько ниже, чем в 40- и 60-летних насаждениях. Возможно оказало влияние повышенное содержание гумуса в почвах 100-летнего сосняка.

Достоверность различий между средними значениями удельной активности ^{137}Cs в древесине сосняков разного возраста

Высота отбора образцов	Возраст насаждения	Ас \pm Δ Ас, Бк/кг	σ , Бк/кг	V, %	P, %	разл. между выборками
Комель	20	916 \pm 97	309,4	33,8	10,7	
	40	972 \pm 103	325,1	33,4	10,6	0,40
	60	937 \pm 90	285,0	30,4	9,6	0,16–0,26
	100	718 \pm 86	270,8	37,7	11,9	1,52–1,90–1,76
1,3 м	20	821 \pm 94	297,9	36,3	11,5	
	40	895 \pm 93	295,2	33,0	10,6	0,56
	60	831 \pm 85	270,4	32,5	10,3	0,08–0,50
	100	656 \pm 85	268,9	41,0	13,0	1,30–1,88–1,45
1/4Н	20	827 \pm 93	295,6	35,7	11,3	
	40	986 \pm 108	342,5	34,7	11,0	1,11
	60	841 \pm 83	262,4	31,2	9,8	0,11–1,07
	100	627 \pm 77	243,7	38,9	12,3	1,65–2,70–1,88
1/2Н	20	826 \pm 98	309,9	37,5	11,8	
	40	1086 \pm 105	333,8	30,7	9,7	1,80
	60	995 \pm 108	342,3	34,4	10,9	1,16–0,60
	100	703 \pm 90	287,2	40,8	12,9	0,92–2,75–2,06
3/4Н	20	1041 \pm 102	323,3	31,1	9,8	
	40	1234 \pm 110	348,0	28,2	8,9	1,28
	60	1119 \pm 115	363,7	32,5	10,3	0,51–0,72
	100	796 \pm 84	267,7	33,6	10,6	1,84–3,15–2,26

Во-вторых, наибольшая удельная активность древесины среди сосняков разного возраста наблюдается в 40-летнем насаждении, причём, начиная с 1/4 Н различия с 100-летним сосняком достоверны.

В-третьих, несмотря на несколько повышенную плотность загрязнения почвы ^{137}Cs в 20-летнем сосняке, удельная активность древесины в нем ниже, хотя и недостоверно, по сравнению с 40- и 60-летними сосняками.

Таким образом, несмотря на имеющиеся некоторые различия в абсолютных величинах (Бк/кг), всё же можно признать, что при произрастании насаждений разного возраста в одинаковых эдафических условиях, удельная активность ^{137}Cs в стволовой древесине их также примерно одинакова с небольшой тенденцией повышения её в 40-летнем насаждении. Существенного влияния возраста насаждений на этот показатель, следовательно, не обнаруживается.

Однако, как уже указывалось выше, при характеристике радиационной обстановки на опытных объектах, в 20-летних сосняках плотность загрязнения почв ^{137}Cs несколько выше (на 4–5 Ки/км²) по сравнению с остальными объектами. И хотя эта разница по абсолютной величине небольшая, тем не менее, при значениях плотности загрязнения почв в 15–20 Ки/км² она оказалась существенной. Поэтому, было рассмотрено накопление ^{137}Cs в древесине сосняков разного возраста путём сопоставления коэффициентов перехода (Кп), который устраняет различия в плотности загрязнения почв радионуклидами (табл. 6, рис. 1).

Наибольшей корректировке подверглось соотношение между содержанием ^{137}Cs в древесине 20-летнего сосняка и остальными вариантами опыта. В 40-, 60- и 100-летних сосняках плотность загрязнения ^{137}Cs примерно одинакова, поэтому различия между ними остались неизменными.

Анализируя полученные Кп, можно констатировать следующее:

– Кп ^{137}Cs в древесину 20- и 100-летних сосняков на исследуемых высотах стволов практически одинаковы. То же самое наблюдается и в 40- и 60-летних сосняках. Имеющиеся различия между ними не существенны;

– Кп ^{137}Cs в древесину 40- и 60-летних сосняков в 1,3–1,5 раза выше, чем 20- и 100-летних;

– различия между Кп 40–60-летних и 20-, 100-летних сосняков усиливаются от комля к вершине ствола.

Достоверность различий между средними величинами $K_{п}^{137}Cs$ в древесину сосняков разного возраста, (Бк/кг)/(кБк/м²)

Высота отбора образцов	Возраст насаждения	$A_c \pm \Delta A_c$	σ	V, %	P, %	разл. между выборками
Комель	20	1,214 ± 0,130	0,411	33,8	10,7	
	40	1,615 ± 0,171	0,540	33,4	10,6	1,87
	60	1,627 ± 0,156	0,494	30,4	9,61	2,03–0,06
	100	1,262 ± 0,149	0,472	37,4	11,83	0,24–1,56–1,69
1,3 м	20	1,089 ± 0,125	0,394	36,2	11,5	
	40	1,485 ± 0,155	0,490	33,0	10,4	1,99
	60	1,442 ± 0,149	0,470	32,6	10,3	1,82–0,20
	100	1,153 ± 0,150	0,473	41,1	13,0	0,33–1,54–1,37
1/4Н	20	1,092 ± 0,123	0,387	35,5	11,2	
	40	1,640 ± 0,180	0,569	34,7	11,0	2,52
	60	1,459 ± 0,144	0,454	31,1	9,8	1,94–0,79
	100	1,101 ± 0,136	0,429	39,0	12,3	0,05–2,39–1,81
1/2Н	20	1,093 ± 0,130	0,411	37,6	11,9	
	40	1,803 ± 0,176	0,556	30,8	9,8	3,25
	60	1,727 ± 0,188	0,594	34,4	10,9	2,78–0,30
	100	1,244 ± 0,163	0,515	41,4	13,1	0,72–2,33–1,94
3/4Н	20	1,380 ± 0,136	0,430	31,1	9,8	
	40	2,05 ± 0,182	0,577	28,2	8,9	2,94
	60	1,943 ± 0,200	0,633	32,6	10,3	2,33–0,39
	100	1,399 ± 0,149	0,472	33,8	10,68	0,09–2,76–2,18

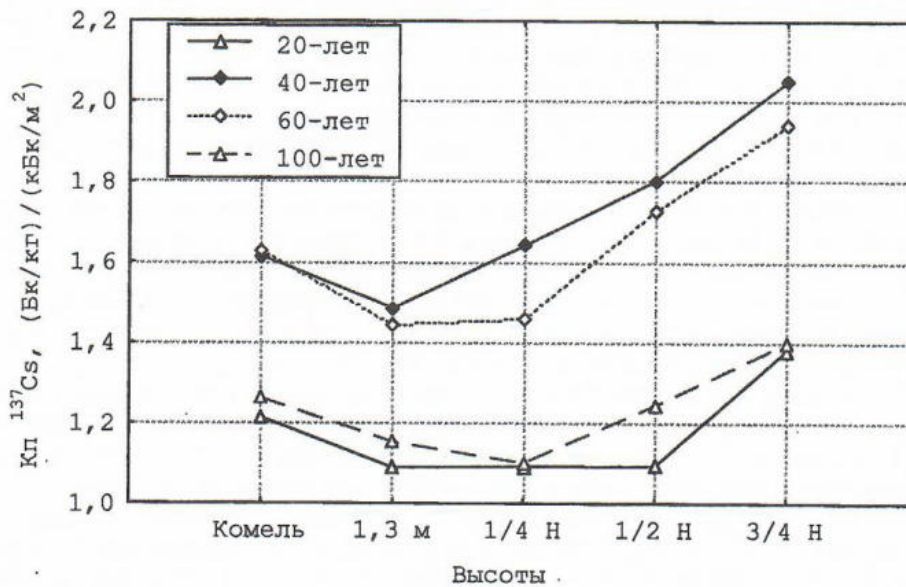


Рис. 1. Графическое изображение $K_{п}^{137}Cs$ в древесину сосняков разного возраста

Отбор образцов древесины проводился, как указано в методике, и другим методом: путем высверливания кернов (карандашей) возрастным буровом из 25–50 растущих деревьев I–II классов роста и развития на высоте 1,3 м. Эти деревья на пробных площадях пронумерованы и используются в дальнейшем для изучения многолетней динамики накопления радионуклидов в различных фракциях фитомассы сосняков. Отбор кернов на этих растущих деревьях производился дважды – первый раз во время валки моделей для отбора образцов древесины в виде опилок (июль) и второй раз осенью (октябрь).

Результаты исследования показывают, что содержание ^{137}Cs в древесине 20-, 60- и 100-летних сосняков практически не различается и составляет, соответственно, 973, 909 и 1018 Бк/кг (табл. 7). В 40-летнем сосняке содержание цезия-137 в среднем в 1,5 раза ниже, чем в других возрастах – 656 Бк/кг.

Это несколько расходится с закономерностью, полученную при анализе содержания цезия-137 в опилках – наименьшее значение здесь наблюдается в 100-летних сосняках.

Таблица 7

Сравнительное содержание ^{137}Cs в древесине сосны разного возраста, отобранной на высоте 1,3 м разными способами, Бк/кг воздушно-сухого вещества

Возраст сосняков	Методика отбора образцов					Отношение содержания ^{137}Cs опилки/кernels
	валка модельных деревьев (опилки)	возрастным буровом (кernels)				
		июль	июль	октябрь	среднее значение	
20	821	959	988	973	100	0,84
40	895	685	627	656	67	1,36
60	831	955	863	909	93	0,91
100	656	1014	1022	1018	105	0,64

Какому методу следует отдать предпочтение в данных исследованиях? На наш взгляд – методу отбора образцов в виде kernels. Дело в том, что для получения достоверной средней величины содержания ^{137}Cs с вероятностью 95% необходимо рубить не менее 27 модельных деревьев. Связано это с большим варьированием содержания радионуклидов в древесине. Например, в наших исследованиях варьирование составляло в среднем 35%, а в 100-летних сосняках – 41% даже для деревьев одного класса роста и развития (I-II). Однако такое количество моделей не рубится ни в научных, ни в практических целях. Обычно используется 3–5 моделей. В данных исследованиях рубилось 10 моделей в каждой возрастной группе с доверительной вероятностью 68%.

При отборе образцов древесины в виде kernels используется, как отмечалось выше, от 25 в припевающих и спелых насаждениях до 50 деревьев в молодняках, что даёт возможность получить среднюю величину с вероятностью 95%.

Принимая во внимание результаты, полученные при отборе образцов древесины обоими методами, можно сделать заключение, что содержание ^{137}Cs в древесине сосняков разного возраста, произрастающих в одинаковых эдафических условиях, существенно не различается. Следовательно, не подтвердились выводы тех исследований, в которых указывается о 2–7-кратном уменьшении содержания ^{137}Cs в древесине с увеличением возраста насаждений. По-видимому, не последнюю роль на уровень загрязнения надземных частей деревьев играет густота произрастания их в насаждении на момент выпадения радиоактивных веществ, которая определяет площадь питания каждого дерева и его световой режим. В опытном 100-летнем сосняке на 1 га произрастает около 500 деревьев, в то время как в 20–40-летних – около 3000. Поэтому величина площади питания деревьев несколько сглаживает возрастные различия в накоплении ими радионуклидов.

Чем выше полнота насаждения, тем сильнее развивается вертикальная система корней /11/, тем больше их расположено в незагрязненных радионуклидами слоях почвы, а, следовательно, и меньше накопление в надземных частях деревьев. В редких спелых сосновых насаждениях развивается не только мощная стержневая, но поверхностная корневая система, расположенная непосредственно в наиболее загрязненных радионуклидами подстилке и 0–10-см минеральном слое (65% по весу), способствующая большому накоплению как элементов питания, так и радионуклидов /12/.

В редких сосновых культурах (0,4–1,0 тыс. га) создаются условия для равномерного распределения элементов питания по ярусам кроны, длина хвои, её масса, содержание NPK не зависит от места формирования её в кроне и изменяется в мутовках незначительно /13–14/, т.е. по всей длине кроны является физиологически активной. В сомкнутых насаждениях наиболее крупная и тяжёлая хвоя формируется только на верхних освященных побегах, уменьшаясь в размерах и по массе к основанию кроны. Снижается также и содержание NPK. Загущение сказывается отрицательно на физиологических процессах, интенсивности транспирации, водном дефиците хвои /15/. Все эти факторы способствуют также интенсивному поглощению радионуклидов взрослыми насаждениями при редком размещении деревьев. Это подтверждается и общим запасом ^{137}Cs в древесине, который в 50-летних сосняках в расчёте на одно дерево в 15 раз больше, чем в 17-летних /16/.

Что касается различий в удельной активности ^{137}Cs в коре сосняков разного возраста, то следует заметить, что меньшие значения её наблюдались в 20-летнем сосняке на протяжении всего ствола по сравнению с 40- и 60-летними сосняками (табл. 8). Особенно отчётливо эти различия усиливаются с 1/4H – на 70 – 130%. В 100-летних насаждениях, начиная с 1/4H, содержание радиоцезия в коре также выше, чем в 20-летних сосняках.

В целом, в коре прослеживается такая же тенденция, как и в древесине: большая удельная активность наблюдается в 40- и 60-летних сосняках, меньшая – в 20- и 100-летних.

Сравнение коэффициентов перехода ^{137}Cs в кору сосняков разного возраста существенных изменений в характер различий между сосняками разного возраста не внесло. Лишь более чётко проявляется меньшее накопление ^{137}Cs в коре 20-летнего сосняка.

Таблица 8

Достоверность различия между содержанием ^{137}Cs в коре сосняков разного возраста

Высота отбора образцов	Возраст насаждения	Ас ± ΔАс, Бк/кг	σ, Бк/кг	V, %	P, %	t различия между выборками
Комель	20	2754 ± 26	831	30,2	9,6	
	40	3573 ± 318	1005	28,1	8,9	1,99
	60	3309 ± 271	857	25,9	8,2	1,47–0,63
	100	2379 ± 27	864	36,3	11,5	0,99–2,85–2,41
1,3 м	20	3063 ± 33	1053	34,4	10,9	
	40	4353 ± 515	1630	37,5	11,8	2,10
	60	4277 ± 333	1054	24,6	7,8	2,57–0,12
	100	2866 ± 30	964	33,7	10,6	0,44–2,48–3,12
1/4Н	20	4167 ± 36	1139	27,3	8,6	
	40	7261 ± 1165	3685	50,8	16,1	2,04
	60	9771 ± 960	3036	31,1	9,8	5,46–1,94
	100	5466 ± 45	1443	26,4	8,4	2,23–0,99–4,05
1/2Н	20	6317 ± 68	2161	34,2	10,8	
	40	8763 ± 779	2463	28,1	8,9	2,36
	60	9712 ± 912	2885	29,7	9,4	2,98–0,79
	100	8126 ± 95	3032	37,3	11,8	1,54–0,51–1,20
3/4Н	20	6557 ± 82	2620	40,0	12,6	
	40	8664 ± 686	2168	25,1	7,9	1,94
	60	9119 ± 991	3134	34,4	10,9	1,98–0,39
	100	8039 ± 86	2718	33,8	10,7	1,24–0,55–0,82

Выводы

Проведенные исследования по уровням накопления ^{137}Cs в древесине и коре сосняков разного возраста, произрастающие в одинаковых почвенных и радиационных условиях, выявили ряд закономерностей, обусловленные возрастными и структурными особенностями насаждений:

1. Во всех возрастах насаждений наблюдается чёткая закономерность повышения удельной активности ^{137}Cs в древесине в среднем на 10 % у комля и на 30 % на вершине ствола по сравнению с содержанием на высоте груди (1,3 м).

2. Удельная активность ^{137}Cs в коре сосняков увеличивается от комля к середине высоты ствола, а затем остаётся одинаковой, что связано с уменьшением доли менее загрязненной радионуклидами грубой наружной коры в этом направлении. Степень увеличения зависит от возраста деревьев: в 20–40-летних – в 2,4 раза, в 60-летних – в 2,9 раза, в 100-летних – в 3,4 раза.

3. Не установлено существенных различий в накоплении ^{137}Cs в древесине сосняков разного возраста, произрастающих в одинаковых эдафических и радиационных условиях.

Литература

1. Булавик И.М., Переволоцкий А.Н., Гайдунь А.З. Особенности накопления ^{137}Cs сосновыми насаждениями // Лесная наука на рубеже XXI века: Сб. науч. трудов / Институт леса НАНБ. – Гомель, 1997. – Вып. 46. – С. 408–412.
2. Щеглов А.И. Биогеохимия техногенных радионуклидов в лесных экосистемах: По материалам 10-летних исследований в зоне влияния аварии на ЧАЭС. – М.: Наука, 1999. – 268 с.
3. Мамихин С.В., Тихомиров Ф.А., Щеглов А.И. Цезий-137 в древесине деревьев, произрастающих на территории загрязненной в результате аварии на ЧАЭС // Проблемы экологического мониторинга: Материалы Российской радиобиологической научно-практической конф. 26–28 февраля 1991г. – Брянск, 1991. – Ч. 2. – С. 34–36.
4. Сак М.М. Аккумуляция цезия-134,137 разновозрастными растениями сосны обыкновенной // Экологический статус загрязненных радионуклидами территорий: Тезисы докл. Междунар. рабочего совещания по Чернобыльской исследовательской сети 19–20 апреля 1995г. – Минск, 1995. – С. 113.

5. Дворник А.М. Радиозкологическая оценка лесных экосистем после ядерных аварий: методология, моделирование, прогноз //Автореф. дисс.... д-ра биол. наук : 06.03.03, 03.00.16. – Гомель., ИЛ НАНБ. – 1998. – 40 с.
6. Краснов В.П. Радіоекологія лісів Полісся України. – Житомир, 1998. – 112 с.
7. Шубин В.А., Марадудин И.И., Панфилов А.В. Радиационный мониторинг в лесах России //Проблемы экологии лесов и лесопользования в Полесье Украины: Научные труды Полесского АЛНИС. – Житомир, 1996. – Вып. 4. – С. 17–24.
8. Булавик И.М., Переволоцкий А.Н. Влияние различных факторов на накопление ^{137}Cs древесными растениями //Проблемы лесоведения и лесоводства: Сб. науч. трудов ИЛ НАНБ. – Гомель, 1998. – Вып. 49. – С. 126–136.
9. Лес. Человек. Чернобыль. Лесные экосистемы после аварии на Чернобыльской АЭС: состояние, прогноз, реакция населения, пути реабилитации. Под общей редакцией Ипатьева В.А. – Гомель, 1999. – 454 с.
10. Булавик И.М., Переволоцкий А.Н., Потылкин Н.А. К методике отбора образцов древесины в лесу для определения содержания в ней ^{137}Cs //Леса Беларуси и их рациональное использование: Материалы научно-технической конф. – Минск, 2000. – С. 254–257.
11. Рахтеенко И.Н. Рост и взаимодействие корневых систем древесных растений. – Минск: Изд-во АН БССР, 1963. – 254 с.
12. Орлов А.А., Кошельков С.П., Осипов В.В., Соколов А.А. Типы лесных биогеоценозов Южной тайги. – М.: Наука, 1974. – 226 с.
13. Булавик И.М., Победов В.А. Влияние положения побегов в кроне на морфологические показатели и химический состав хвои в культурах разной густоты //Проблемы физиологии и биохимии древесных растений: Тез. докл. Всесоюзной конф. 20–23 февраля 1982 г. – Красноярск, 1982. – Ч. 2. – С.33.
14. Якушев Б.И., Ермакова О.О., Казей А.П. и др. Водноминеральное питание сосны обыкновенной в культурах различной густоты //Проблемы физиологии и биохимии древесных растений: Тез. докл. Всесоюзной конф. 20–23 февраля 1982 г. – Красноярск, 1982. – Ч. 2. – С. 69.
15. Побегайло А.И. Минеральное питание сосны в древостоях разной густоты //Лесоводство и агролесомелиорация. – Киев, «Урожай», 1971. – Вып. 26. – С. 40–45.
16. Булавик И.М. Обоснование лесопользования в условиях радиоактивного загрязнения Белорусского Полесья //Диссертация ...доктора с.-х. н. : 06.03.03. – Гомель, ИЛ НАНБ. – 1998. – 388 с.

Булавик И.М., Переволоцкий А.Н.

Сравнительное содержание ^{137}Cs в древесине и коре сосняков разного возраста

Республиканское научно-исследовательское унитарное предприятие "Институт радиологии",

г. Гомель, Беларусь.

В результате исследований не установлено существенных различий в накоплении ^{137}Cs древесиной сосняков разного возраста, произрастающих в одинаковых эдафических и радиационных условиях.

Булавик І. М., Переволоцкий О. М.

Порівняльний вміст ^{137}Cs у деревині та корі сосняків різного віку

Республіканське науково-дослідне унітарне підприємство "Інститут радіології", м. Гомель,

Республіка Білорусь

У результаті досліджень не встановлено істотних відмінностей у накопиченні ^{137}Cs деревиною сосняків різного віку, які зростають в однакових едафічних та радіаційних умовах.

Bulavik I.M., Perevolotsky A.N.

Comparative content of ^{137}Cs in wood and bark of pine tree plantations of different age

Research Institute of Radiology, Gomel, Belarus.

The research shows that there are no significant differences in ^{137}Cs accumulation by pine tree wood of different age growing in similar edaphic and radiation conditions.

Цветнова О.Б. -
кандидат биологических наук,
МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва, РФ;
Богатова М.К. -
аспирант,
ВГУ, г. Воронеж, РФ;
Щеглов А.И. -
доктор биологических наук,
МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва, РФ

Влияние свойств почв на содержание и перераспределение ^{137}Cs в почве природных и агроэкосистем в отдаленный период после чернобыльских выпадений (*)

Введение

Исследования, связанные с изучением поведения радиоактивных элементов в системе «почва-растение» и оценкой их миграции по трофической цепи, едва ли потеряют свою актуальность. Напротив, важность рассматриваемой проблематики со временем нарастает, поскольку состав и свойства почв являются одним из основных факторов, определяющих аккумуляцию радионуклидов в продуцентах.

Исследования по данному направлению проводились на протяжении более 50 лет как в условиях различного рода радиационных аварий, в первую очередь, Кыштымской и Чернобыльской, так и глобальных выпадений, в модельных экспериментах; получен обширный материал по анализу влияния почвенных факторов на биологическую доступность и накопление радионуклидов в растениях природных и агроэкосистем. Еще в дочернобыльский период были установлены особенности поглощения радионуклидов в зависимости от гранулометрического, минералогического состава почв, их гидрологического режима, содержания и состава органического вещества, содержания обменных катионов, емкости поглощения почв, концентрации стабильных изотопов и химических аналогов радиоактивных элементов и т.п. [1–5 и др.]. Сделано ранжирование типов почв по миграционной подвижности радионуклидов в профиле и системе «почва – растение». В частности, по накоплению ^{137}Cs в растениях этот ряд имеет вид: дерново-подзолистые супесчаные < красноземы < дерново-подзолистые суглинистые < серые лесные < черноземы < сероземы < аллювиально-карбонатные < черноземовидные почвы [3].

Вместе с тем выявленные в работах многочисленных авторов корреляционные зависимости между содержанием радионуклидов (или различными формами их соединений) и отдельными свойствами почв не характеризуются высокой теснотой связи, а построенные на основании коэффициентов корреляции (R) ряды этих свойств (по возрастанию или убыванию R) имеют различный вид. Так, на основании модельных экспериментов было показано, что уровень значимости коэффициентов парной корреляции между свойствами почв и содержанием подвижных форм ^{137}Cs возрастает в ряду: $K_{\text{обм}}$, содержание ила, обменные $\text{Ca}+\text{Mg}$, $\text{Ca}_{\text{обм}}$, емкость поглощения, $\text{pH}_{\text{сол}}$. В этих исследованиях не было найдено значимых R между содержанием ^{137}Cs и: а) содержанием гумуса, б) физической глины [6].

В большинстве случаев в работах подобного рода, как правило, рассматривались взаимосвязи между отдельными показателями почвенного плодородия агроландшафтов и накоплением радионуклидов в растениях, оцениваемым на основании различных коэффициентов (КН, КП, цезиевая, стронциевая единицы и т.п.). Так, по данным ряда авторов, из всех почвенных факторов заметное влияние на накопление ^{137}Cs в урожае культурных растений оказывают: $K_{\text{обм}}$, $\text{Ca}_{\text{обм}}$, pH ; емкость поглощения и гранулометрический состав почв практически не оказывают влияния на аккумуляцию ^{137}Cs (коэффициенты корреляции очень низки); а между содержанием гумуса и накоплением данного радионуклида в растениях связь отсутствует [7]. К «значимым свойствам почв с точки зрения их влияния на поступление ^{90}Sr в растения» относятся: влажность почв при давлении почвенной влаги 1 атм, емкость поглощения почв и величина, обратная содержанию $\text{Ca}_{\text{обм}}$ [8]; при этом наиболее существенное влияние на подвижность ^{90}Sr в почвах, в частности, на коэффициент диффузии (D) оказывают обменные $\text{Ca}+\text{Mg}$, pH , емкость обмена, плотность и влажность почвы, а на коэффициент распределения (Kd) ^{90}Sr в почвах – обменные $\text{Ca}+\text{Mg}$, pH , емкость обмена и влажность почвы [9]. По данным других авторов, к числу свойств, наиболее сильно влияющих на поступление различных радионуклидов в растения, относятся: а) для ^{137}Cs – содержание органического углерода, $\text{pH}_{\text{сол}}$, содержание валового K, сумма обменных Ca и Mg, емкость поглощения [10]; б) для ^{90}Sr – гумуса, обменного Ca (положительные), pH (отрицательная) [11]. Расширение спектра анализируемых параметров в аналогичных исследованиях, проведенных для условий агроландшафтов в пост-чернобыльский период, позволили установить, что по степени влияния на доступность ^{137}Cs почвенные показатели для естественных угодий можно ранжировать следующим образом: $K_{\text{под}} >$ гранулометрический состав $>$ $\text{Ca}_{\text{обм}}$ $>$ сумма обменных оснований $>$ степень насыщенности основаниями $>$ емкость поглощения $>$ индекс гидроморфизма $>$ pH_{KCl} $>$ $\text{Mg} >$ $\text{C}_{\text{орг}}$ $>$ гидролитическая кислотность. При этом положительная корреляционная связь установлена с величиной гидролитической кислотности, отрицательная –

с содержанием $K_{обм}$, $Ca_{обм}$, Mg , суммой обменных оснований, степенью насыщенности основаниями. На пахотных угодьях данный ряд преобразуется (по степени ослабления взаимосвязей): емкость поглощения $> Mg_{обм} >$ сумма обменных оснований $> Ca_{обм} > K_{подв} C_{орг} >$ степень насыщенности основаниями [12].

В еще большей степени сложность и неоднозначность зависимостей между составом и свойствами почв и содержанием в них техногенных радионуклидов проявляется для природных экосистем. В наших предыдущих исследованиях было показано, что биологическая доступность радионуклидов и их накопление в растительности определяются типом почв, их гидрологическим режимом, возрастом и видовым составом древостоя, физико-химической формой соединений радионуклидов в составе выпадений. Кратность различий в накоплении ^{137}Cs в зависимости от этих факторов составляет в среднем $100 - 10 - 4 - 1,5$ раза соответственно. Воздействие большинства факторов (в частности почвенных свойств) на биологическую доступность ^{90}Sr выражено слабее, чем для ^{137}Cs [13]. С целью установления более четких зависимостей ряд исследователей предпринял попытку выявления взаимосвязей между свойствами почв природных экосистем и некоторыми введенными ими интегрированными показателями, в частности, K_m (отображает меру отклонения оцениваемого распределения запаса активности в почвенном слое от такого, при котором весь запас радионуклида сосредоточен на поверхности почвы) и K_x (интегральный показатель миграции, рассчитанный для глубины более 10 см) [14]. Данный прием позволил установить, что значимая положительная корреляция K_m прослеживается со следующими свойствами: $Ca^{2+} > pH_{KCl} > Fe^{2+} > Ca^{2+} > pH_{H_2O} > K^+$ массовая доля тяжелых металлов, % $>$ удельная поверхность гранулометрических фракций $\geq Fe^{3+} > Na^+$; а значимая отрицательная корреляция – с глубиной залегания уровня грунтовых вод.

В целом из приведенного краткого обзора видно, что до настоящего времени нет четкой оценки взаимосвязей между свойствами почв, оказывающими влияние на поведение техногенных радионуклидов, и содержанием данных радионуклидов. Возможно, основными причинами данного артефакта являются следующие: влияние региональных особенностей почвенного покрова на рассматриваемые взаимосвязи [15], существенные различия в свойствах почв одного типа (подтипа) как природных, так и агроландшафтов, влияние типа насаждения на содержание техногенных радионуклидов и др. Вместе с тем оценка данных взаимосвязей необходима для разработки критериев, которые могут быть использованы для прогноза загрязнения растений в зависимости от состава и свойств почв и оценки роли каждого фактора в биологической доступности радионуклидов.

В связи с этим задачей настоящих исследований явилась конкретизация количественных взаимосвязей между свойствами почв природных и агроэкосистем и различными показателями содержания в них ^{137}Cs (удельная активность, плотность загрязнения) на современном этапе (в отдаленный период после чернобыльских выпадений).

Объекты и методы исследований

Исследования по указанному направлению проводились в 1999–2005 гг. в северной лесостепи (Плавский район Тульской области). Тульская область относится к территориям с напряженной экологической обстановкой, здесь в результате аварии на ЧАЭС радиоактивному загрязнению подверглись 18 районов, одним из наиболее загрязненных является Плавский [16]. Непосредственно перед аварией средние показатели плотности радиоактивного загрязнения по ^{137}Cs составляли $2,2 \text{ кБк/м}^2$, после аварии – $185-555 \text{ кБк/м}^2$ ($5-15 \text{ Ки/км}^2$) [17].

Объектами исследований послужили различные искусственные одновозрастные (50-летние) 2 бонитета насаждения дуба черешчатого (*Quercus robur* L.), березы повислой (*Betula pendula* Roth) и сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), а также участок агроценоза с посевами яровой пшеницы (сорт Московская-39) на темно-серых лесных почвах. Участки леса и агроценоза расположены в непосредственной близости друг от друга (10–50 м) на одном типе мезорельефа (слабо пологая вершина межбалочного водораздела).

Для оценки пространственного распределения радионуклидов на исследуемой территории были заложены контрольные участки площадью 25×25 м, которые были разбиты на квадраты $S = 5 \times 5$ м. В каждом квадрате в узлах равномерной сетки проводился отбор образцов лесной подстилки (в лесных насаждениях) и минеральных слоев почв по глубинам 0–5, 5–15 см в 3-х кратной повторности.

Подготовка образцов к определениям и измерение удельной активности ^{137}Cs проводилось по общепринятым методикам на сцинтилляционном гамма-спектрометре с обработкой амплитудного спектра импульсов с помощью программы ПРОГРЕСС.

Определение комплекса показателей физических, физико-химических и химических свойств проводили стандартными методами [18–20]:

- весовая влажность почв, % – термостатно-весовым методом;
- гигроскопическая влажность почв, % – термостатно-весовым методом;
- гранулометрический состав (по Качинскому) – пирофосфатным методом;
- плотность почв (ρ_b), г/см^3 – буровым методом по Качинскому;
- $pH_{вод}$, $pH_{сол}$. – потенциометрически;
- содержание гумуса, % – по методу Тюрина;

- содержание подвижного гумуса – по методу Тюрина в модификации Пономарёвой-Плотниковой (в 0,1N NaOH);
 - гидролитическая кислотность (Нг), мг-экв/100 – по методу Каппена;
 - питательные элементы: К, мг/кг – по методу Чирикова и Масловой;
Р, мг/кг – по методу Чирикова;
 - обменные катионы (К, Н, Са, Mg, Al) по методу Тюрина и Соколова.
- Процедура дисперсионного и корреляционного анализа проводилась в пакете STATISTICA 6 [21,22].

Результаты и обсуждения

На первом этапе наших исследований для подтверждения вывода о значимости различий по содержанию ^{137}Cs в почвах природных и агроландшафтов мы провели парный дисперсионный анализ по оценке влияния типа фитоценоза на показатели содержания ^{137}Cs в почве [23].

Результаты парного однофакторного дисперсионного анализа доказали наличие достоверного влияния типа фитоценоза на показатели содержания ^{137}Cs в различных слоях почвенного профиля. Только в отдельных случаях принималась нулевая гипотеза, что влияние типа насаждений леса незначимо.

Исходя из результатов дисперсионного анализа, корреляционные взаимосвязи были оценены нами отдельно для всех трёх типов леса ($n=25$) по отдельным слоям: О, 0–5 см, 5–15 см. На этой основе были составлены корреляционные матрицы, в которых послойно даны корреляционные взаимосвязи между физико-химическими свойствами почв отдельно для удельной активности и плотности загрязнения ^{137}Cs . Также нами определялись зависимости между суммарной плотностью загрязнения и средневзвешенными показателями основных физико-химических свойств почв.

Для большей наглядности значимые корреляции представлены на гистограммах (рис. 1–3). Проведенный корреляционный анализ между показателями содержания ^{137}Cs и свойствами почв по данным на 1999 год показал следующее:

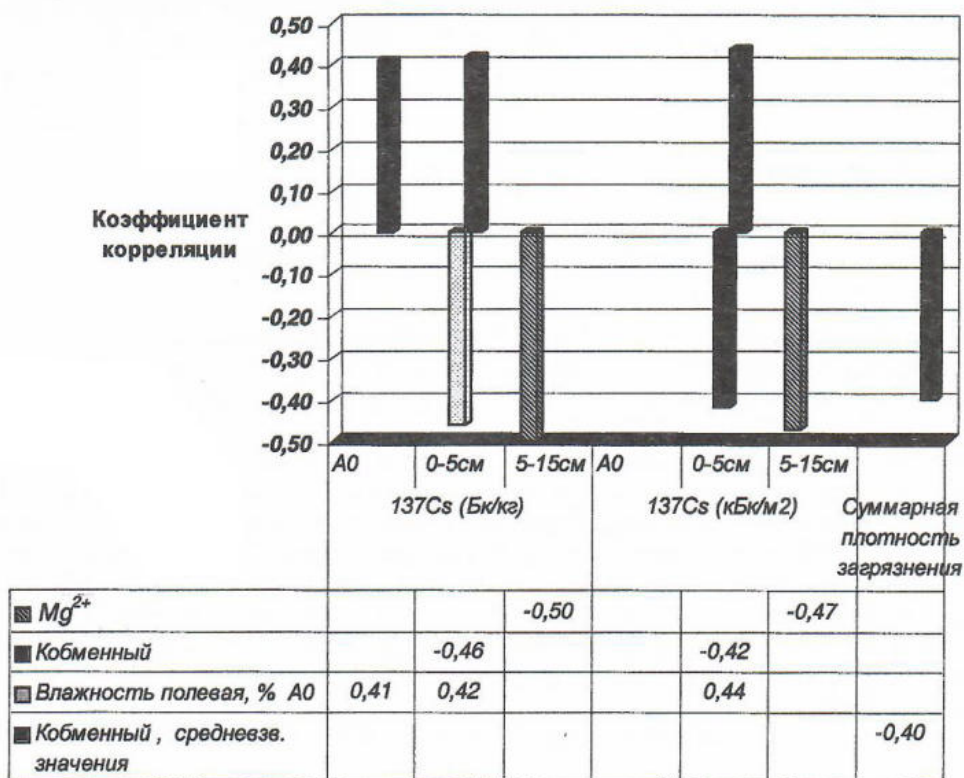


Рис. 1. Значимые корреляции между показателями содержания ^{137}Cs и свойствами почв берёзняка

1) В почвах берёзняка (рис.1): 1) в горизонте О обнаружена одна слабая ($|R|<0,5$) положительная корреляция между весовой влажностью и удельной активностью ^{137}Cs ($R = 0,41$);

2) в слое 0–5 см выявлены одни и те же корреляционные зависимости для удельной активности и плотности загрязнения – слабые положительные корреляции с весовой влажностью подстилки ($R=0,42$ и $0,44$ соответственно единицам измерения). Здесь также выявлены слабые отрицательные корреляции с содержанием обменного калия ($R = -0,46$ и $-0,42$ соответственно);

3) в слое 5–15 см выявлены слабые отрицательные корреляции между содержанием обменного калия и удельной активностью ^{137}Cs ($R = -0,50$), обменного калия и плотностью загрязнения ^{137}Cs ($\text{кБк}/\text{м}^2$) ($R = -0,47$);

4) во всей исследуемой почвенной толще (O + 0–15 см) найдена слабая отрицательная корреляция между суммарной плотностью загрязнения почв ($\text{кБк}/\text{м}^2$) и средневзвешенным значением обменного калия ($R = -0,40$)

Для дубравы (рис.2) обнаружена всего одна слабая значимая отрицательная корреляция между удельной активностью ^{137}Cs в слое 5–15 см и плотностью почв данного слоя ($R = -0,41$).

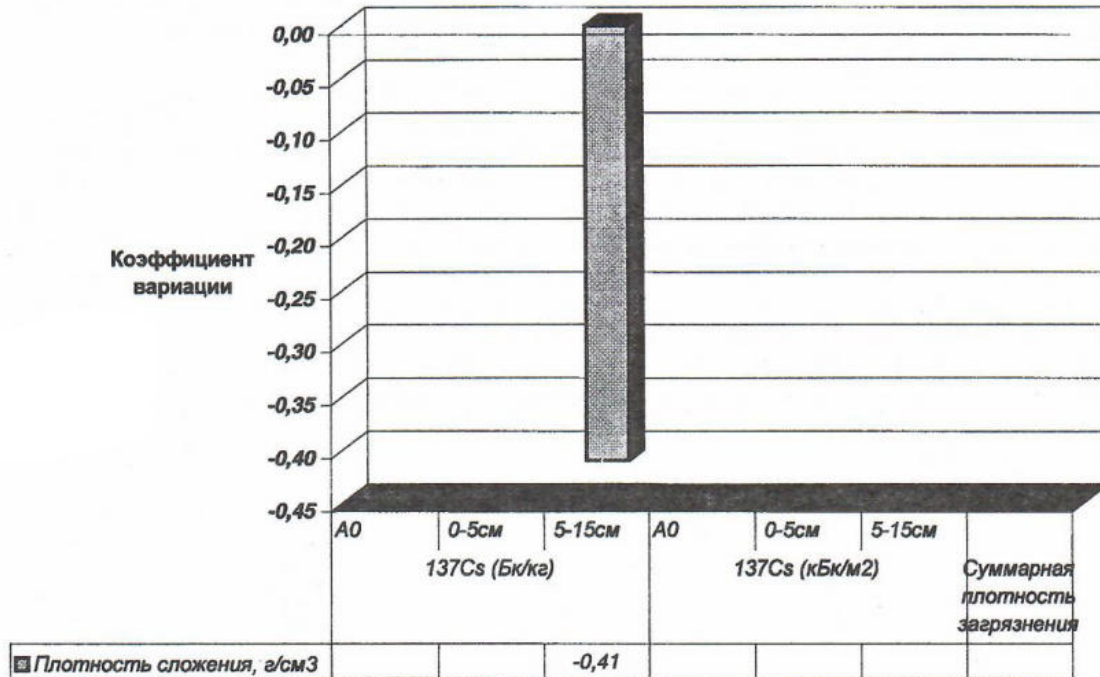


Рис. 2. Значимые корреляции между показателями содержания ^{137}Cs и свойствами почв дубравы

В сосняке обнаружено больше всего корреляционных взаимосвязей (рис.3):

1) в подстилке прослеживаются слабые положительные корреляции только между содержанием обменного калия и удельной активностью ^{137}Cs ($R = 0,41$), а также между содержанием обменного калия и плотностью загрязнения ^{137}Cs ($R = 0,46$);

2) в слое 0–5 см не найдено ни одной корреляционной взаимосвязи;

3) в слое 5–15 см обнаружены одни и те же корреляционные зависимости для удельной активности и плотности загрязнения. Это сильные ($0,5 < R < 0,8$) положительные корреляции с содержанием общего гумуса ($R = 0,73$ и $0,70$ соответственно единицам измерения). Также найдены сильные положительные корреляции между ^{137}Cs (как для удельной активности, так и для плотности загрязнения) с обменным К ($R = 0,64$ в обоих случаях). Кроме того, выявлены слабые отрицательные корреляции между плотностью почвы и удельной активностью ($R = -0,52$) и между плотностью почвы и плотностью загрязнения ($-0,42$), а также слабые отрицательные корреляции с рНводн ($R = -0,52$ для удельной активности, и $R = -0,48$ для плотности загрязнения);

4) во всей исследуемой почвенной толще (O + 0–15 см) не найдено ни одной значимой корреляции.

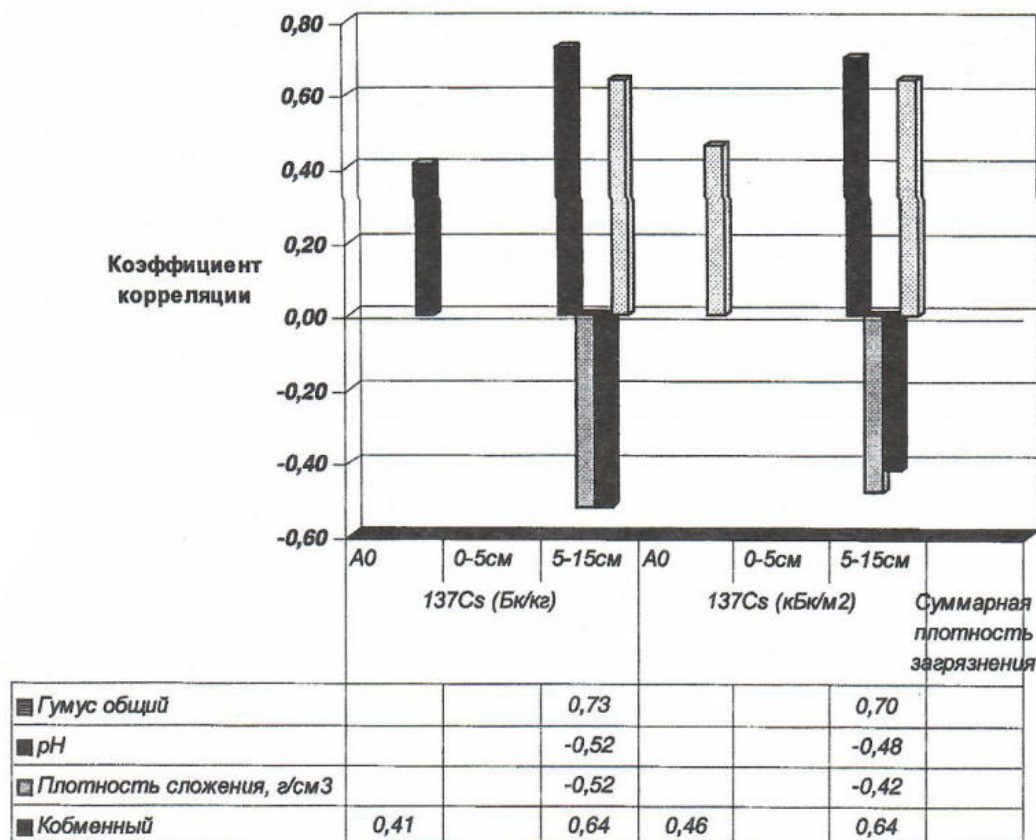


Рис. 3. Значимые корреляции между показателями содержания ^{137}Cs и свойствами почв сосняка

Значимая корреляция между показателями содержания ^{137}Cs и плотностью почв, отмечаемая в дубраве и сосняке, может быть связана с тем, что основным процессом, определяющим перераспределение радионуклида в профиле, является диффузия, конвективный перенос имеет подчиненное значение [13]. Плотность почв – один из ведущих показателей, лимитирующих диффузию. Отсюда становится очевидным, почему получены различные коэффициенты корреляции между плотностью загрязнения почв и плотностью почв в сосняке и лиственных фитоценозах. В хвойных БГЦ подвижность ^{137}Cs выше, а перенос радионуклида в составе инфильтрационного стока более выражен, чем в лиственных фитоценозах [24].

Полученные нами корреляционные зависимости по результатам исследований 2005 г. в целом подтверждают выявленные закономерности. Следует лишь подчеркнуть, что аналогичные взаимосвязи между почвенными свойствами и показателями содержания и распределения ^{137}Cs обнаружены также и для ^{40}K .

В целом можно дать следующую интерпретацию результатам проведенного корреляционного анализа для почв лесных БГЦ. Отсутствие значимых коррелятивных связей между показателями содержания ^{137}Cs и основными свойствами почв в лиственных фитоценозах свидетельствует о том, что на распределение радионуклида большое влияние оказывает фактор, не учтенный в данных исследованиях. Таким фактором, зависящим от типа БГЦ и определяющим миграцию ^{137}Cs в лиственных насаждениях, как показано в наших предшествующих работах, может быть зоогенный фактор [13,25]. Принимая за основу данное положение, с большой достоверностью можно объяснить, во-первых, наличие взаимосвязей между типом БГЦ и распределением ^{137}Cs , выявленных дисперсионным анализом, но не выявленных корреляционным анализом, и, во-вторых, наличие значимых коррелятивных связей между показателями содержания ^{137}Cs и рядом свойств почв в сосняке. Как известно, в хвойных БГЦ в миграции радионуклидов зоогенный фактор играет подчиненную роль.

Возможно еще одно предположение, объясняющее причины наблюдаемых противоречий между результатами дисперсионного и корреляционного анализов. Это – доминирование фактора исходной неоднородности плотности загрязнения почв над процессами перераспределения радионуклида в почвенном профиле. В этом случае наблюдалось бы отсутствие коррелятивных связей в сосняке, почвы которого характеризуются максимальной неоднородностью распределения ^{137}Cs , и наличие этих связей в лиственных фитоценозах, где неравномерность распределения радионуклида, как показали наши исследования, примерно в 2 раза ниже [23]. Однако подобной картины не отмечается. В связи с этим, не отвергая влияние фактора первичной неоднородности полей загрязнения, ведущим процессом, определяющим перераспределение ^{137}Cs в почвенном профиле фитоценозов лесостепи на темно-серых лесных почвах, видимо, следует признать биогенную миграцию.

По сравнению с природными (лесными) фитоценозами степень влияния свойств почв агроценозов на показатели содержания ^{137}Cs выражена слабее, поскольку это влияние в значительной степени сгладжено воздействием антропогенного фактора. В связи с этим в рассматриваемых условиях отмечается незначительное количество значимых взаимосвязей и их невысокая теснота (табл. 1).

Так, для показателей содержания ^{137}Cs значимая взаимосвязь в большинстве случаев отмечается только с плотностью почв. Значимая корреляция между показателями содержания ^{137}Cs и плотностью почв, как отмечалось выше, может быть связана с тем, что основным процессом, определяющим перераспределение радионуклида в профиле, как уже отмечалось, является диффузия.

При этом следует подчеркнуть, что для удельной активности (слой 5–15 см) связь между рассматриваемыми показателями отрицательная ($R=-0,61$), а для плотности загрязнения – положительная ($R=0,48$). Данное обстоятельство, несомненно, свидетельствует о том, что почвенные характеристики тесно связаны между собой, и степень воздействия одного из факторов сильно зависит от влияния всего комплекса этих факторов [26]. Представленные нами результаты корреляционного анализа между различными свойствами почв подтверждают данное положение (табл. 1).

Не анализируя подробно полученные результаты (это является темой специального исследования), подчеркнем лишь, что различные свойства почв в одних случаях могут характеризоваться высокой теснотой связи, в других – ее отсутствием; нарастанием тесноты связи при сочетанном воздействии факторов или, напротив, ее ослаблением, причем нередки случаи, когда рассматриваемая связь становится противоположной по знаку. В частности, отмеченные положения иллюстрируются изменением величин и знаков R между содержанием обменных катионов (K, H, Ca, Mg, Al и их сумм) и влажностью почв. Все это, несомненно, свидетельствует о сложности и неоднозначности рассматриваемых вопросов и требует специального исследования.

Вместе с тем отсутствие взаимосвязей между отдельными почвенными характеристиками и показателями содержания ^{137}Cs в условиях агроландшафтов может быть обусловлено и тем, что, как и в случае с почвами лесных насаждений, большое влияние на указанные взаимосвязи оказывает фактор, не учтенный в данных исследованиях.

Заключение

В целом проведенные исследования позволяют заключить следующее:

1. За истекший после аварии чернобыльской аварии период пространственная структура полей загрязнения почв природных и агроландшафтов претерпела существенные изменения. Вместе с тем анализ взаимосвязей между свойствами почв и содержанием ^{137}Cs в почвах различных фитоценозов, проведенный как для начального, так и отдаленного периода после выпадений, не показал наличия значимых корреляций с большинством исследуемых свойств. В связи с этим применение метода парной корреляции для выявления факторов, обуславливающих перераспределение ^{137}Cs в почвенном покрове, малоинформативно вследствие неадекватности временных интервалов, в течение которых формируются основные почвенные показатели, с одной стороны, и структуры полей загрязнения техногенными радионуклидами (в частности, ^{137}Cs) – с другой.

2. Применение метода парной корреляции может быть эффективно при рассмотрении взаимосвязей между исследуемыми показателями в широтном аспекте, когда имеет место ярко выраженное изменение почвенных признаков, или при наличии 1–2-х факторов, лимитирующих подвижность радионуклидов. В нашем случае таким фактором является плотность почв, лимитирующая диффузионный перенос ^{137}Cs .

3. Другим возможным решением указанной проблемы может быть использование методов математической статистики, позволяющих учитывать влияние всей совокупности данных факторов, или использование метода парной корреляции для подвижных форм соединений исследуемых показателей.

Корреляционные матрицы по взаимосвязям между показателями содержания ¹³⁷Cs и основными свойствами почв агроленоза

Показатели	¹³⁷ Cs Бк/кг, кБк/м ²	Весовая влажность (W)		рН		Гигроскопическая влажность (ГВ)	Гидролитическая кислотность (Нг)	К		Р	Гумус	Обменные основания			Обменные катионы	
		%	KCl	H ₂ O	по Цири-кову (1)			по Масло-вой (2)	Ca			Ca+Mg	Mg	H+Al	H	Al
						Бк/кг, кБк/м ²	г/см ³			г/см ³	г/см ³					
Удельная активность ¹³⁷ Cs (Бк/кг)																
0-5 см																
¹³⁷ Cs, Бк/кг	1,00	0,13	-0,10	-0,02	0,08	0,09	0,10	-0,11	0,17	0,19	-0,17	0,08	-0,17	0,27	0,22	0,26
W, %	0,13	1,00	0,00	-0,09	-0,10	0,11	0,15	-0,07	-0,24	0,48*	-0,38	0,49*	-0,50*	0,26	0,26	0,09
рН KCl	-0,10	0,00	1,00	0,90*	-0,51*	-0,85*	-0,30	0,09	0,26	-0,50*	0,44*	0,50*	0,47*	-0,43*	-0,39	-0,28
рН H ₂ O	-0,12	-0,09	0,90*	1,00	-0,56*	-0,84*	-0,24	0,21	0,48*	-0,58*	0,46*	0,45*	0,51*	-0,39	-0,42*	-0,05
ГВ, %	0,08	-0,10	-0,51*	-0,56*	1,00	0,35	0,43*	0,02	-0,10	0,04	-0,06	-0,34	-0,15	0,21	0,20	0,12
Нг, мг-экв/100 г почвы	0,09	0,11	-0,85*	-0,84*	0,35	1,00	0,28	-0,13	-0,46*	0,60*	-0,58*	-0,33	-0,52*	0,33	0,28	0,27
K, мг/кг (1)	0,10	0,15	-0,30	-0,24	0,43*	0,28	1,00	0,64*	0,14	-0,08	-0,22	-0,27	-0,20	0,38	0,28	0,46*
K, мг/кг (2)	-0,11	-0,07	0,09	0,21	0,02	-0,13	0,64*	1,00	-0,00	-0,50*	0,24	-0,34	0,03	0,10	0,03	0,28
P, мг/кг	0,17	-0,24	0,26	0,48*	-0,10	-0,46*	-0,14	-0,00	1,00	-0,48*	0,30	0,31	0,51*	0,09	0,11	-0,03
Гумус, %	0,19	0,48*	-0,50*	-0,58*	0,04	0,60*	-0,08	-0,50*	-0,48*	1,00	-0,61*	0,13	-0,66*	0,35	0,36	0,06
Pb, г/см ³	-0,17	-0,38	0,44*	0,46*	-0,06	-0,58*	-0,22	0,24	0,30	-0,61*	1,00	-0,10	0,37	-0,32	-0,25	-0,34
Ca, мг-экв/100	0,08	0,49*	0,50*	0,45*	-0,34	-0,33	-0,27	-0,34	0,31	0,13	-0,10	1,00	0,08	-0,47*	-0,03	-0,20
Ca+Mg, мг-экв/100 г почвы	-0,17	-0,50*	0,47*	0,51*	-0,15	-0,52*	-0,20	0,03	0,51*	-0,66*	0,37	0,08	1,00	-0,44*	-0,14	-0,14
Mg, мг-экв/100 г почвы	0,19	-0,70*	0,15	0,21	0,05	-0,28	-0,03	0,20	0,28	-0,66*	0,38	-0,47*	0,84*	-0,34	-0,37	-0,02
H+Al, мг-экв/100 г почвы	0,27	0,26	-0,43*	-0,39	0,21	0,33	0,38	0,10	0,09	0,35	-0,32	-0,08	-0,44*	1,00	0,97*	0,46*
H, мг-экв/100 г почвы	0,22	0,29	0,39	-0,42*	0,20	0,28	0,28	0,03	0,11	0,36	-0,25	-0,03	-0,44*	-0,37	1,00	0,22
Al, мг/кг	0,26	0,09	-0,28	-0,05	0,12	0,27	0,46*	0,28	0,03	0,06	-0,34	-0,20	-0,14	-0,02	0,46*	1,00
5-15 см																
¹³⁷ Cs, Бк/кг	1,00	0,29	-0,03	0,03	0,07	0,12	-0,16	-0,25	0,21	0,25	-0,61*	0,07	-0,07	-0,08	-0,10	0,06
W, %	0,29	1,00	-0,37	-0,28	-0,29	0,24	-0,28	-0,45*	-0,18	0,83*	-0,54*	0,31	-0,18	0,36	0,29	0,26
рН KCl	-0,03	-0,37	1,00	0,89*	0,11	-0,87*	0,08	0,17	0,43*	-0,49*	0,40*	0,46*	0,58*	-0,46*	-0,36	-0,42*
рН H ₂ O	0,03	-0,28	0,89*	1,00	0,14	-0,79*	-0,14	-0,03	0,28	-0,35	0,27	0,37	0,44*	0,28	-0,49*	-0,32
ГВ, %	0,07	-0,29	0,11	0,14	1,00	-0,11	-0,02	-0,17	0,07	-0,15	0,18	-0,04	-0,07	-0,06	-0,29	-0,49*
Нг, мг-экв/100 г почвы	0,12	0,24	-0,87*	-0,79*	-0,11	1,00	0,06	0,03	-0,38	0,34	-0,41*	-0,53*	-0,57*	-0,32	0,45*	0,35
K, мг/кг (1)	-0,16	-0,28	0,08	-0,14	-0,02	0,06	1,00	0,83*	0,13	-0,54*	0,34	-0,20	0,12	0,19	0,38	-0,02
K, мг/кг (2)	-0,25	-0,45*	0,17	-0,03	-0,17	0,03	0,83*	1,00	0,17	-0,66*	0,42*	-0,33	0,34	0,52*	0,33	-0,02
P, мг/кг	0,21	-0,18	0,43*	0,28	0,07	-0,36	0,13	0,17	1,00	-0,43*	0,16	0,45*	0,58*	0,36	-0,04	-0,08
Гумус, %	0,25	0,83*	-0,49*	-0,35	-0,15	0,34	-0,54*	-0,66*	-0,43*	1,00	-0,67*	0,15	-0,41*	-0,53*	0,10	0,02
Pb, г/см ³	-0,61*	-0,54*	0,40*	0,27	0,18	-0,41*	0,34	0,42*	0,16	-0,67*	1,00	0,01	0,36	-0,15	-0,08	-0,30

Плотность загрязнения ^{137}Cs (кБк/м ²)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
0-5 см																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
Са, мг-экв/100 г почвы	0,07	0,31	0,46*	0,37	-0,04	-0,53*	-0,20	-0,33	0,45*	0,15	0,01	1,00	0,30	-0,23	-0,09	-0,02	-0,28	Са+Mg, мг-экв/100 г почвы	-0,07	-0,18	0,58*	0,44*	-0,07	-0,57*	0,12	0,34	0,58*	-0,41*	0,36	0,30	1,00	0,85*	-0,13	-0,06	-0,25	Мg, мг-экв/100 г почвы	-0,12	-0,37	0,36	0,28	-0,06	-0,32	0,19	0,52*	0,36	-0,53*	0,37	-0,23	0,85*	1,00	0,07	0,03	-0,14	Н+Al, мг-экв/100 г почвы	-0,08	0,36	-0,46*	-0,57*	-0,42*	0,45*	0,38	0,33	-0,06	0,10	-0,15	-0,09	-0,13	-0,07	1,00	0,96*	0,23	Н, мг-экв/100 г почвы	-0,10	0,29	-0,36	-0,49*	-0,29	0,37	0,40*	0,35	-0,04	0,02	-0,08	-0,02	-0,06	-0,03	0,96*	1,00	-0,04	Al, мг/кг	0,06	0,26	-0,42*	-0,32	-0,49*	0,35	-0,02	-0,02	-0,08	0,31	-0,30	-0,28	-0,25	-0,14	0,23	-0,04	1,00	5-15 см																				^{137}Cs , кБк/м ²	1,00	-0,12	0,18	0,27	0,04	-0,29	-0,05	0,05	0,31	-0,22	0,48*	0,01	0,08	0,07	0,03	0,03	0,02	W, %	-0,12	1,00	0,00	-0,09	-0,10	0,11	0,15	-0,07	-0,24	0,48*	-0,38	0,49*	-0,50*	-0,70*	0,26	0,26	0,09	pH KCl	0,18	-0,00	1,00	0,90*	-0,51*	-0,85*	-0,30	0,09	0,26	-0,50*	0,44*	0,50*	0,47*	0,15	-0,43*	-0,39	-0,28	pH H ₂ O	0,27	-0,09	0,90*	1,00	-0,56*	-0,84*	-0,24	0,21	0,48*	-0,58*	0,46*	0,45*	0,51*	0,21	-0,39	-0,42*	-0,05	ГВ, %	0,04	-0,10	-0,51*	-0,56*	1,00	0,35	0,43*	0,02	-0,10	0,04	-0,06	-0,34	-0,15	0,05	0,21	0,20	0,12	Нг, мг-кв/100 г почвы	-0,29	0,11	-0,85*	-0,84*	0,35	1,00	0,28	-0,13	-0,46*	0,60*	-0,58*	-0,33	-0,52*	-0,28	0,33	0,28	0,27	К, мг/кг (1)	-0,05	0,15	-0,30	-0,24	0,43*	0,28	1,00	0,64*	-0,14	-0,08	-0,22	-0,27	-0,20	-0,03	0,38	0,28	0,46*	К, мг/кг (2)	0,05	-0,07	0,09	0,21	0,02	-0,13	0,64*	1,00	-0,00	-0,50*	0,24	-0,34	0,03	0,20	0,10	0,03	0,28	Р, мг/кг	0,34	-0,24	0,26	0,48*	-0,10	-0,46*	-0,14	-0,00	1,00	-0,48*	0,30	0,31	0,51*	0,28	0,09	0,11	-0,03	Гумус, %	-0,22	0,48*	-0,50*	-0,58*	0,04	0,60*	-0,08	-0,50*	-0,48*	1,00	-0,61*	0,13	-0,66*	-0,66*	0,35	0,36	0,06	Р _h , г/см ³	0,48*	-0,38	0,44*	0,56*	-0,06	-0,58*	-0,22	0,24	0,30	-0,61*	1,00	-0,10	0,37	0,38	-0,32	-0,25	-0,34	Са, мг-экв/100 г почвы	0,01	0,49*	0,50*	0,45*	-0,34	-0,33	-0,27	-0,34	0,31	0,13	-0,10	1,00	0,08	-0,47*	-0,08	-0,03	-0,20	Са+Mg, мг-экв/100 г почвы	0,08	-0,50*	0,47*	0,51*	-0,15	-0,52*	-0,20	0,03	0,51*	0,28	-0,66*	-0,47*	1,00	0,84*	-0,44*	-0,14	Мg, мг-экв/100 г почвы	0,07	-0,70*	0,15	0,21	0,05	-0,28	-0,03	0,20	0,28	-0,66*	0,38	-0,47*	0,84*	1,00	-0,34	-0,37	-0,02	Н+Al, мг-экв/100 г почвы	0,03	0,26	-0,43*	-0,39	0,21	0,33	0,38	0,10	0,09	0,35	-0,32	-0,08	-0,44*	-0,34	1,00	0,97*	0,46*	Н, мг-экв/100 г почвы	0,03	0,26	-0,39	-0,42*	0,20	0,28	0,28	0,03	0,11	0,36	-0,25	-0,03	-0,44*	-0,37	0,97*	1,00	0,22	Al, мг/кг	0,02	0,09	-0,28	-0,05	0,12	0,27	0,46*	0,28	-0,03	0,06	-0,34	-0,20	-0,14	-0,02	0,46*	0,22	1,00	5-15 см																				^{137}Cs , кБк/м ²	1,00	-0,17	0,34	0,29	0,28	-0,24	0,11	0,09	0,40*	-0,32	0,20	0,08	0,24	0,21	-0,27	-0,22	-0,21	W, %	-0,17	1,00	-0,37	-0,28	-0,29	0,24	-0,28	-0,45*	-0,18	0,83*	-0,54*	0,31	-0,18	-0,37	0,36	0,29	0,26	pH KCl	0,34	-0,37	1,00	0,89*	0,11	-0,87*	0,08	0,17	0,43*	-0,49*	0,40*	0,46*	0,58*	0,36	-0,46*	-0,36	-0,42*	pH H ₂ O	0,29	-0,28	0,89*	1,00	0,14	-0,79*	-0,14	-0,03	0,28	-0,35	0,27	0,37	0,44*	0,28	-0,57*	-0,49*	0,32	ГВ, %	0,28	-0,29	0,11	0,14	1,00	-0,11	-0,02	-0,17	0,07	-0,15	0,18	-0,04	-0,07	-0,06	-0,42*	-0,29	-0,49*	Нг, мг-кв/100 г почвы	-0,24	0,24	-0,87*	-0,79*	-0,11	1,00	0,06	0,03	-0,38	0,34	-0,41*	-0,53*	-0,57*	-0,32	0,45*	0,37	0,35	К, мг/кг (1)	0,11	-0,28	0,08	-0,14	-0,02	0,06	1,00	0,83*	0,13	-0,54*	0,34	-0,20	0,12	0,19	0,38	0,40*	-0,02	К, мг/кг (2)	0,09	-0,45*	0,17	-0,03	-0,17	0,03	0,83*	1,00	0,17	-0,66*	0,42*	-0,33	0,34	0,52*	0,33	0,35	-0,02	Р, мг/кг	0,40*	-0,18	0,43*	0,28	0,07	-0,38	0,13	0,17	1,00	-0,43*	0,16	0,45*	0,58*	0,36	-0,06	-0,04	-0,08	Гумус, %	-0,32	0,83*	-0,49*	-0,35	-0,15	0,34	-0,54*	-0,66*	-0,43*	1,00	-0,67*	0,15	-0,41*	-0,53*	0,10	0,02	0,31	Р _h , г/см ³	0,20	-0,54*	0,40*	0,27	0,18	-0,41*	0,34	0,42*	0,16	-0,67*	1,00	0,01	0,36	0,37	-0,15	-0,08	-0,30	Са, мг-экв/100 г почвы	0,08	0,31	0,46*	0,37	-0,04	-0,53*	-0,20	-0,33	0,45*	0,15	0,01	1,00	0,30	-0,23	-0,09	-0,02	-0,28	Са+Mg, мг-экв/100 г почвы	0,24	-0,18	0,58*	0,44*	-0,07	-0,57*	0,12	0,34	0,58*	-0,41*	0,36	0,30	1,00	0,85*	-0,13	-0,06	-0,25	Мg, мг-экв/100 г почвы	0,21	-0,37	0,36	0,28	-0,06	-0,32	0,19	0,52*	0,36	-0,53*	0,37	-0,23	0,85*	1,00	-0,07	-0,03	-0,14	Н+Al, мг-экв/100 г почвы	-0,27	0,36	-0,46*	-0,57*	-0,42*	0,45*	0,38	0,33	-0,06	0,10	-0,15	-0,09	-0,13	-0,07	1,00	0,96*	0,23	Н, мг-экв/100 г почвы	-0,22	0,29	-0,36	-0,49*	-0,29	0,37	0,40*	0,35	-0,04	0,02	-0,08	-0,02	-0,06	-0,03	0,96*	1,00	-0,04	Al, мг/кг	-0,21	0,26	-0,42*	-0,32	-0,49*	0,35	-0,02	-0,02	-0,08	0,31	-0,30	-0,28	-0,25	-0,14	0,23	-0,04	1,00
Са+Mg, мг-экв/100 г почвы	-0,07	-0,18	0,58*	0,44*	-0,07	-0,57*	0,12	0,34	0,58*	-0,41*	0,36	0,30	1,00	0,85*	-0,13	-0,06	-0,25	Мg, мг-экв/100 г почвы	-0,12	-0,37	0,36	0,28	-0,06	-0,32	0,19	0,52*	0,36	-0,53*	0,37	-0,23	0,85*	1,00	0,07	0,03	-0,14	Н+Al, мг-экв/100 г почвы	-0,08	0,36	-0,46*	-0,57*	-0,42*	0,45*	0,38	0,33	-0,06	0,10	-0,15	-0,09	-0,13	-0,07	1,00	0,96*	0,23	Н, мг-экв/100 г почвы	-0,10	0,29	-0,36	-0,49*	-0,29	0,37	0,40*	0,35	-0,04	0,02	-0,08	-0,02	-0,06	-0,03	0,96*	1,00	-0,04	Al, мг/кг	0,06	0,26	-0,42*	-0,32	-0,49*	0,35	-0,02	-0,02	-0,08	0,31	-0,30	-0,28	-0,25	-0,14	0,23	-0,04	1,00	5-15 см																				^{137}Cs , кБк/м ²	1,00	-0,12	0,18	0,27	0,04	-0,29	-0,05	0,05	0,31	-0,22	0,48*	0,01	0,08	0,07	0,03	0,03	0,02	W, %	-0,12	1,00	0,00	-0,09	-0,10	0,11	0,15	-0,07	-0,24	0,48*	-0,38	0,49*	-0,50*	-0,70*	0,26	0,26	0,09	pH KCl	0,18	-0,00	1,00	0,90*	-0,51*	-0,85*	-0,30	0,09	0,26	-0,50*	0,44*	0,50*	0,47*	0,15	-0,43*	-0,39	-0,28	pH H ₂ O	0,27	-0,09	0,90*	1,00	-0,56*	-0,84*	-0,24	0,21	0,48*	-0,58*	0,46*	0,45*	0,51*	0,21	-0,39	-0,42*	-0,05	ГВ, %	0,04	-0,10	-0,51*	-0,56*	1,00	0,35	0,43*	0,02	-0,10	0,04	-0,06	-0,34	-0,15	0,05	0,21	0,20	0,12	Нг, мг-кв/100 г почвы	-0,29	0,11	-0,85*	-0,84*	0,35	1,00	0,28	-0,13	-0,46*	0,60*	-0,58*	-0,33	-0,52*	-0,28	0,33	0,28	0,27	К, мг/кг (1)	-0,05	0,15	-0,30	-0,24	0,43*	0,28	1,00	0,64*	-0,14	-0,08	-0,22	-0,27	-0,20	-0,03	0,38	0,28	0,46*	К, мг/кг (2)	0,05	-0,07	0,09	0,21	0,02	-0,13	0,64*	1,00	-0,00	-0,50*	0,24	-0,34	0,03	0,20	0,10	0,03	0,28	Р, мг/кг	0,34	-0,24	0,26	0,48*	-0,10	-0,46*	-0,14	-0,00	1,00	-0,48*	0,30	0,31	0,51*	0,28	0,09	0,11	-0,03	Гумус, %	-0,22	0,48*	-0,50*	-0,58*	0,04	0,60*	-0,08	-0,50*	-0,48*	1,00	-0,61*	0,13	-0,66*	-0,66*	0,35	0,36	0,06	Р _h , г/см ³	0,48*	-0,38	0,44*	0,56*	-0,06	-0,58*	-0,22	0,24	0,30	-0,61*	1,00	-0,10	0,37	0,38	-0,32	-0,25	-0,34	Са, мг-экв/100 г почвы	0,01	0,49*	0,50*	0,45*	-0,34	-0,33	-0,27	-0,34	0,31	0,13	-0,10	1,00	0,08	-0,47*	-0,08	-0,03	-0,20	Са+Mg, мг-экв/100 г почвы	0,08	-0,50*	0,47*	0,51*	-0,15	-0,52*	-0,20	0,03	0,51*	0,28	-0,66*	-0,47*	1,00	0,84*	-0,44*	-0,14	Мg, мг-экв/100 г почвы	0,07	-0,70*	0,15	0,21	0,05	-0,28	-0,03	0,20	0,28	-0,66*	0,38	-0,47*	0,84*	1,00	-0,34	-0,37	-0,02	Н+Al, мг-экв/100 г почвы	0,03	0,26	-0,43*	-0,39	0,21	0,33	0,38	0,10	0,09	0,35	-0,32	-0,08	-0,44*	-0,34	1,00	0,97*	0,46*	Н, мг-экв/100 г почвы	0,03	0,26	-0,39	-0,42*	0,20	0,28	0,28	0,03	0,11	0,36	-0,25	-0,03	-0,44*	-0,37	0,97*	1,00	0,22	Al, мг/кг	0,02	0,09	-0,28	-0,05	0,12	0,27	0,46*	0,28	-0,03	0,06	-0,34	-0,20	-0,14	-0,02	0,46*	0,22	1,00	5-15 см																				^{137}Cs , кБк/м ²	1,00	-0,17	0,34	0,29	0,28	-0,24	0,11	0,09	0,40*	-0,32	0,20	0,08	0,24	0,21	-0,27	-0,22	-0,21	W, %	-0,17	1,00	-0,37	-0,28	-0,29	0,24	-0,28	-0,45*	-0,18	0,83*	-0,54*	0,31	-0,18	-0,37	0,36	0,29	0,26	pH KCl	0,34	-0,37	1,00	0,89*	0,11	-0,87*	0,08	0,17	0,43*	-0,49*	0,40*	0,46*	0,58*	0,36	-0,46*	-0,36	-0,42*	pH H ₂ O	0,29	-0,28	0,89*	1,00	0,14	-0,79*	-0,14	-0,03	0,28	-0,35	0,27	0,37	0,44*	0,28	-0,57*	-0,49*	0,32	ГВ, %	0,28	-0,29	0,11	0,14	1,00	-0,11	-0,02	-0,17	0,07	-0,15	0,18	-0,04	-0,07	-0,06	-0,42*	-0,29	-0,49*	Нг, мг-кв/100 г почвы	-0,24	0,24	-0,87*	-0,79*	-0,11	1,00	0,06	0,03	-0,38	0,34	-0,41*	-0,53*	-0,57*	-0,32	0,45*	0,37	0,35	К, мг/кг (1)	0,11	-0,28	0,08	-0,14	-0,02	0,06	1,00	0,83*	0,13	-0,54*	0,34	-0,20	0,12	0,19	0,38	0,40*	-0,02	К, мг/кг (2)	0,09	-0,45*	0,17	-0,03	-0,17	0,03	0,83*	1,00	0,17	-0,66*	0,42*	-0,33	0,34	0,52*	0,33	0,35	-0,02	Р, мг/кг	0,40*	-0,18	0,43*	0,28	0,07	-0,38	0,13	0,17	1,00	-0,43*	0,16	0,45*	0,58*	0,36	-0,06	-0,04	-0,08	Гумус, %	-0,32	0,83*	-0,49*	-0,35	-0,15	0,34	-0,54*	-0,66*	-0,43*	1,00	-0,67*	0,15	-0,41*	-0,53*	0,10	0,02	0,31	Р _h , г/см ³	0,20	-0,54*	0,40*	0,27	0,18	-0,41*	0,34	0,42*	0,16	-0,67*	1,00	0,01	0,36	0,37	-0,15	-0,08	-0,30	Са, мг-экв/100 г почвы	0,08	0,31	0,46*	0,37	-0,04	-0,53*	-0,20	-0,33	0,45*	0,15	0,01	1,00	0,30	-0,23	-0,09	-0,02	-0,28	Са+Mg, мг-экв/100 г почвы	0,24	-0,18	0,58*	0,44*	-0,07	-0,57*	0,12	0,34	0,58*	-0,41*	0,36	0,30	1,00	0,85*	-0,13	-0,06	-0,25	Мg, мг-экв/100 г почвы	0,21	-0,37	0,36	0,28	-0,06	-0,32	0,19	0,52*	0,36	-0,53*	0,37	-0,23	0,85*	1,00	-0,07	-0,03	-0,14	Н+Al, мг-экв/100 г почвы	-0,27	0,36	-0,46*	-0,57*	-0,42*	0,45*	0,38	0,33	-0,06	0,10	-0,15	-0,09	-0,13	-0,07	1,00	0,96*	0,23	Н, мг-экв/100 г почвы	-0,22	0,29	-0,36	-0,49*	-0,29	0,37	0,40*	0,35	-0,04	0,02	-0,08	-0,02	-0,06	-0,03	0,96*	1,00	-0,04	Al, мг/кг	-0,21	0,26	-0,42*	-0,32	-0,49*	0,35	-0,02	-0,02	-0,08	0,31	-0,30	-0,28	-0,25	-0,14	0,23	-0,04	1,00																		
Мg, мг-экв/100 г почвы	-0,12	-0,37	0,36	0,28	-0,06	-0,32	0,19	0,52*	0,36	-0,53*	0,37	-0,23	0,85*	1,00	0,07	0,03	-0,14	Н+Al, мг-экв/100 г почвы	-0,08	0,36	-0,46*	-0,57*	-0,42*	0,45*	0,38	0,33	-0,06	0,10	-0,15	-0,09	-0,13	-0,07	1,00	0,96*	0,23	Н, мг-экв/100 г почвы	-0,10	0,29	-0,36	-0,49*	-0,29	0,37	0,40*	0,35	-0,04	0,02	-0,08	-0,02	-0,06	-0,03	0,96*	1,00	-0,04	Al, мг/кг	0,06	0,26	-0,42*	-0,32	-0,49*	0,35	-0,02	-0,02	-0,08	0,31	-0,30	-0,28	-0,25	-0,14	0,23	-0,04	1,00	5-15 см																				^{137}Cs , кБк/м ²	1,00	-0,12	0,18	0,27	0,04	-0,29	-0,05	0,05	0,31	-0,22	0,48*	0,01	0,08	0,07	0,03	0,03	0,02	W, %	-0,12	1,00	0,00	-0,09	-0,10	0,11	0,15	-0,07	-0,24	0,48*	-0,38	0,49*	-0,50*	-0,70*	0,26	0,26	0,09	pH KCl	0,18	-0,00	1,00	0,90*	-0,51*	-0,85*	-0,30	0,09	0,26	-0,50*	0,44*	0,50*	0,47*	0,15	-0,43*	-0,39	-0,28	pH H ₂ O	0,27	-0,09	0,90*	1,00	-0,56*	-0,84*	-0,24	0,21	0,48*	-0,58*	0,46*	0,45*	0,51*	0,21	-0,39	-0,42*	-0,05	ГВ, %	0,04	-0,10	-0,51*	-0,56*	1,00	0,35	0,43*	0,02	-0,10	0,04	-0,06	-0,34	-0,15	0,05	0,21	0,20	0,12	Нг, мг-кв/100 г почвы	-0,29	0,11	-0,85*	-0,84*	0,35	1,00	0,28	-0,13	-0,46*	0,60*	-0,58*	-0,33	-0,52*	-0,28	0,33	0,28	0,27	К, мг/кг (1)	-0,05	0,15	-0,30	-0,24	0,43*	0,28	1,00	0,64*	-0,14	-0,08	-0,22	-0,27	-0,20	-0,03	0,38	0,28	0,46*	К, мг/кг (2)	0,05	-0,07	0,09	0,21	0,02	-0,13	0,64*	1,00	-0,00	-0,50*	0,24	-0,34	0,03	0,20	0,10	0,03	0,28	Р, мг/кг	0,34	-0,24	0,26	0,48*	-0,10	-0,46*	-0,14	-0,00	1,00	-0,48*	0,30	0,31	0,51*	0,28	0,09	0,11	-0,03	Гумус, %	-0,22	0,48*	-0,50*	-0,58*	0,04	0,60*	-0,08	-0,50*	-0,48*	1,00	-0,61*	0,13	-0,66*	-0,66*	0,35	0,36	0,06	Р _h , г/см ³	0,48*	-0,38	0,44*	0,56*	-0,06	-0,58*	-0,22	0,24	0,30	-0,61*	1,00	-0,10	0,37	0,38	-0,32	-0,25	-0,34	Са, мг-экв/100 г почвы	0,01	0,49*	0,50*	0,45*	-0,34	-0,33	-0,27	-0,34	0,31	0,13	-0,10	1,00	0,08	-0,47*	-0,08	-0,03	-0,20	Са+Mg, мг-экв/100 г почвы	0,08	-0,50*	0,47*	0,51*	-0,15	-0,52*	-0,20	0,03	0,51*	0,28	-0,66*	-0,47*	1,00	0,84*	-0,44*	-0,14	Мg, мг-экв/100 г почвы	0,07	-0,70*	0,15	0,21	0,05	-0,28	-0,03	0,20	0,28	-0,66*	0,38	-0,47*	0,84*	1,00	-0,34	-0,37	-0,02	Н+Al, мг-экв/100 г почвы	0,03	0,26	-0,43*	-0,39	0,21	0,33	0,38	0,10	0,09	0,35	-0,32	-0,08	-0,44*	-0,34	1,00	0,97*	0,46*	Н, мг-экв/100 г почвы	0,03	0,26	-0,39	-0,42*	0,20	0,28	0,28	0,03	0,11	0,36	-0,25	-0,03	-0,44*	-0,37	0,97*	1,00	0,22	Al, мг/кг	0,02	0,09	-0,28	-0,05	0,12	0,27	0,46*	0,28	-0,03	0,06	-0,34	-0,20	-0,14	-0,02	0,46*	0,22	1,00	5-15 см																				^{137}Cs , кБк/м ²	1,00	-0,17	0,34	0,29	0,28	-0,24	0,11	0,09	0,40*	-0,32	0,20	0,08	0,24	0,21	-0,27	-0,22	-0,21	W, %	-0,17	1,00	-0,37	-0,28	-0,29	0,24	-0,28	-0,45*	-0,18	0,83*	-0,54*	0,31	-0,18	-0,37	0,36	0,29	0,26	pH KCl	0,34	-0,37	1,00	0,89*	0,11	-0,87*	0,08	0,17	0,43*	-0,49*	0,40*	0,46*	0,58*	0,36	-0,46*	-0,36	-0,42*	pH H ₂ O	0,29	-0,28	0,89*	1,00	0,14	-0,79*	-0,14	-0,03	0,28	-0,35	0,27	0,37	0,44*	0,28	-0,57*	-0,49*	0,32	ГВ, %	0,28	-0,29	0,11	0,14	1,00	-0,11	-0,02	-0,17	0,07	-0,15	0,18	-0,04	-0,07	-0,06	-0,42*	-0,29	-0,49*	Нг, мг-кв/100 г почвы	-0,24	0,24	-0,87*	-0,79*	-0,11	1,00	0,06	0,03	-0,38	0,34	-0,41*	-0,53*	-0,57*	-0,32	0,45*	0,37	0,35	К, мг/кг (1)	0,11	-0,28	0,08	-0,14	-0,02	0,06	1,00	0,83*	0,13	-0,54*	0,34	-0,20	0,12	0,19	0,38	0,40*	-0,02	К, мг/кг (2)	0,09	-0,45*	0,17	-0,03	-0,17	0,03	0,83*	1,00	0,17	-0,66*	0,42*	-0,33	0,34	0,52*	0,33	0,35	-0,02	Р, мг/кг	0,40*	-0,18	0,43*	0,28	0,07	-0,38	0,13	0,17	1,00	-0,43*	0,16	0,45*	0,58*	0,36	-0,06	-0,04	-0,08	Гумус, %	-0,32	0,83*	-0,49*	-0,35	-0,15	0,34	-0,54*	-0,66*	-0,43*	1,00	-0,67*	0,15	-0,41*	-0,53*	0,10	0,02	0,31	Р _h , г/см ³	0,20	-0,54*	0,40*	0,27	0,18	-0,41*	0,34	0,42*	0,16	-0,67*	1,00	0,01	0,36	0,37	-0,15	-0,08	-0,30	Са, мг-экв/100 г почвы	0,08	0,31	0,46*	0,37	-0,04	-0,53*	-0,20	-0,33	0,45*	0,15	0,01	1,00	0,30	-0,23	-0,09	-0,02	-0,28	Са+Mg, мг-экв/100 г почвы	0,24	-0,18	0,58*	0,44*	-0,07	-0,57*	0,12	0,34	0,58*	-0,41*	0,36	0,30	1,00	0,85*	-0,13	-0,06	-0,25	Мg, мг-экв/100 г почвы	0,21	-0,37	0,36	0,28	-0,06	-0,32	0,19	0,52*	0,36	-0,53*	0,37	-0,23	0,85*	1,00	-0,07	-0,03	-0,14	Н+Al, мг-экв/100 г почвы	-0,27	0,36	-0,46*	-0,57*	-0,42*	0,45*	0,38	0,33	-0,06	0,10	-0,15	-0,09	-0,13	-0,07	1,00	0,96*	0,23	Н, мг-экв/100 г почвы	-0,22	0,29	-0,36	-0,49*	-0,29	0,37	0,40*	0,35	-0,04	0,02	-0,08	-0,02	-0,06	-0,03	0,96*	1,00	-0,04	Al, мг/кг	-0,21	0,26	-0,42*	-0,32	-0,49*	0,35	-0,02	-0,02	-0,08	0,31	-0,30	-0,28	-0,25	-0,14	0,23	-0,04	1,00																																				
Н+Al, мг-экв/100 г почвы	-0,08	0,36	-0,46*	-0,57*	-0,42*	0,45*	0,38	0,33	-0,06	0,10	-0,15	-0,09	-0,13	-0,07	1,00	0,96*	0,23	Н, мг-экв/100 г почвы	-0,10	0,29	-0,36	-0,49*	-0,29	0,37	0,40*	0,35	-0,04	0,02	-0,08	-0,02	-0,06	-0,03	0,96*	1,00	-0,04	Al, мг/кг	0,06	0,26	-0,42*	-0,32	-0,49*	0,35	-0,02	-0,02	-0,08	0,31	-0,30	-0,28	-0,25	-0,14	0,23	-0,04	1,00	5-15 см																				^{137}Cs , кБк/м ²	1,00	-0,12	0,18	0,27	0,04	-0,29	-0,05	0,05	0,31	-0,22	0,48*	0,01	0,08	0,07	0,03	0,03	0,02	W, %	-0,12	1,00	0,00	-0,09	-0,10	0,11	0,15	-0,07	-0,24	0,48*	-0,38	0,49*	-0,50*	-0,70*	0,26	0,26	0,09	pH KCl	0,18	-0,00	1,00	0,90*	-0,51*	-0,85*	-0,30	0,09	0,26	-0,50*	0,44*	0,50*	0,47*	0,15	-0,43*	-0,39	-0,28	pH H ₂ O	0,27	-0,09	0,90*	1,00	-0,56*	-0,84*	-0,24	0,21	0,48*	-0,58*	0,46*	0,45*	0,51*	0,21	-0,39	-0,42*	-0,05	ГВ, %	0,04	-0,10	-0,51*	-0,56*	1,00	0,35	0,43*	0,02	-0,10	0,04	-0,06	-0,34	-0,15	0,05	0,21	0,20	0,12	Нг, мг-кв/100 г почвы	-0,29	0,11	-0,85*	-0,84*	0,35	1,00	0,28	-0,13	-0,46*	0,60*	-0,58*	-0,33	-0,52*	-0,28	0,33	0,28	0,27	К, мг/кг (1)	-0,05	0,15	-0,30	-0,24	0,43*	0,28	1,00	0,64*	-0,14	-0,08	-0,22	-0,27	-0,20	-0,03	0,38	0,28	0,46*	К, мг/кг (2)	0,05	-0,07	0,09	0,21	0,02	-0,13	0,64*	1,00	-0,00	-0,50*	0,24	-0,34	0,03	0,20	0,10	0,03	0,28	Р, мг/кг	0,34	-0,24	0,26	0,48*	-0,10	-0,46*	-0,14	-0,00	1,00	-0,48*	0,30	0,31	0,51*	0,28	0,09	0,11	-0,03	Гумус, %	-0,22	0,48*	-0,50*	-0,58*	0,04	0,60*	-0,08	-0,50*	-0,48*	1,00	-0,61*	0,13	-0,66*	-0,66*	0,35	0,36	0,06	Р _h , г/см ³	0,48*	-0,38	0,44*	0,56*	-0,06	-0,58*	-0,22	0,24	0,30	-0,61*	1,00	-0,10	0,37	0,38	-0,32	-0,25	-0,34	Са, мг-экв/100 г почвы	0,01	0,49*	0,50*	0,45*	-0,34	-0,33	-0,27	-0,34	0,31	0,13	-0,10	1,00	0,08	-0,47*	-0,08	-0,03	-0,20	Са+Mg, мг-экв/100 г почвы	0,08	-0,50*	0,47*	0,51*	-0,15	-0,52*	-0,20	0,03	0,51*	0,28	-0,66*	-0,47*	1,00	0,84*	-0,44*	-0,14	Мg, мг-экв/100 г почвы	0,07	-0,70*	0,15	0,21	0,05	-0,28	-0,03	0,20	0,28	-0,66*	0,38	-0,47*	0,84*	1,00	-0,34	-0,37	-0,02	Н+Al, мг-экв/100 г почвы	0,03	0,26	-0,43*	-0,39	0,21	0,33	0,38	0,10	0,09	0,35	-0,32	-0,08	-0,44*	-0,34	1,00	0,97*	0,46*	Н, мг-экв/100 г почвы	0,03	0,26	-0,39	-0,42*	0,20	0,28	0,28	0,03	0,11	0,36	-0,25	-0,03	-0,44*	-0,37	0,97*	1,00	0,22	Al, мг/кг	0,02	0,09	-0,28	-0,05	0,12	0,27	0,46*	0,28	-0,03	0,06	-0,34	-0,20	-0,14	-0,02	0,46*	0,22	1,00	5-15 см																				^{137}Cs , кБк/м ²	1,00	-0,17	0,34	0,29	0,28	-0,24	0,11	0,09	0,40*	-0,32	0,20	0,08	0,24	0,21	-0,27	-0,22	-0,21	W, %	-0,17	1,00	-0,37	-0,28	-0,29	0,24	-0,28	-0,45*	-0,18	0,83*	-0,54*	0,31	-0,18	-0,37	0,36	0,29	0,26	pH KCl	0,34	-0,37	1,00	0,89*	0,11	-0,87*	0,08	0,17	0,43*	-0,49*	0,40*	0,46*	0,58*	0,36	-0,46*	-0,36	-0,42*	pH H ₂ O	0,29	-0,28	0,89*	1,00	0,14	-0,79*	-0,14	-0,03	0,28	-0,35	0,27	0,37	0,44*	0,28	-0,57*	-0,49*	0,32	ГВ, %	0,28	-0,29	0,11	0,14	1,00	-0,11	-0,02	-0,17	0,07	-0,15	0,18	-0,04	-0,07	-0,06	-0,42*	-0,29	-0,49*	Нг, мг-кв/100 г почвы	-0,24	0,24	-0,87*	-0,79*	-0,11	1,00	0,06	0,03	-0,38	0,34	-0,41*	-0,53*	-0,57*	-0,32	0,45*	0,37	0,35	К, мг/кг (1)	0,11	-0,28	0,08	-0,14	-0,02	0,06	1,00	0,83*	0,13	-0,54*	0,34	-0,20	0,12	0,19	0,38	0,40*	-0,02	К, мг/кг (2)	0,09	-0,45*	0,17	-0,03	-0,17	0,03	0,83*	1,00	0,17	-0,66*	0,42*	-0,33	0,34	0,52*	0,33	0,35	-0,02	Р, мг/кг	0,40*	-0,18	0,43*	0,28	0,07	-0,38	0,13	0,17	1,00	-0,43*	0,16	0,45*	0,58*	0,36	-0,06	-0,04	-0,08	Гумус, %	-0,32	0,83*	-0,49*	-0,35	-0,15	0,34	-0,54*	-0,66*	-0,43*	1,00	-0,67*	0,15	-0,41*	-0,53*	0,10	0,02	0,31	Р _h , г/см ³	0,20	-0,54*	0,40*	0,27	0,18	-0,41*	0,34	0,42*	0,16	-0,67*	1,00	0,01	0,36	0,37	-0,15	-0,08	-0,30	Са, мг-экв/100 г почвы	0,08	0,31	0,46*	0,37	-0,04	-0,53*	-0,20	-0,33	0,45*	0,15	0,01	1,00	0,30	-0,23	-0,09	-0,02	-0,28	Са+Mg, мг-экв/100 г почвы	0,24	-0,18	0,58*	0,44*	-0,07	-0,57*	0,12	0,34	0,58*	-0,41*	0,36	0,30	1,00	0,85*	-0,13	-0,06	-0,25	Мg, мг-экв/100 г почвы	0,21	-0,37	0,36	0,28	-0,06	-0,32	0,19	0,52*	0,36	-0,53*	0,37	-0,23	0,85*	1,00	-0,07	-0,03	-0,14	Н+Al, мг-экв/100 г почвы	-0,27	0,36	-0,46*	-0,57*	-0,42*	0,45*	0,38	0,33	-0,06	0,10	-0,15	-0,09	-0,13	-0,07	1,00	0,96*	0,23	Н, мг-экв/100 г почвы	-0,22	0,29	-0,36	-0,49*	-0,29	0,37	0,40*	0,35	-0,04	0,02	-0,08	-0,02	-0,06	-0,03	0,96*	1,00	-0,04	Al, мг/кг	-0,21	0,26	-0,42*	-0,32	-0,49*	0,35	-0,02	-0,02	-0,08	0,31	-0,30	-0,28	-0,25	-0,14	0,23	-0,04	1,00																																																						
Н, мг-экв/100 г почвы	-0,10	0,29	-0,36	-0,49*	-0,29	0,37	0,40*	0,35	-0,04	0,02	-0,08	-0,02	-0,06	-0,03	0,96*	1,00	-0,04	Al, мг/кг	0,06	0,26	-0,42*	-0,32	-0,49*	0,35	-0,02	-0,02	-0,08	0,31	-0,30	-0,28	-0,25	-0,14	0,23	-0,04	1,00	5-15 см																				^{137}Cs , кБк/м ²	1,00	-0,12	0,18	0,27	0,04	-0,29	-0,05	0,05	0,31	-0,22	0,48*	0,01	0,08	0,07	0,03	0,03	0,02	W, %	-0,12	1,00	0,00	-0,09	-0,10	0,11	0,15	-0,07	-0,24	0,48*	-0,38	0,49*	-0,50*	-0,70*	0,26	0,26	0,09	pH KCl	0,18	-0,00	1,00	0,90*	-0,51*	-0,85*	-0,30	0,09	0,26	-0,50*	0,44*	0,50*	0,47*	0,15	-0,43*	-0,39	-0,28	pH H ₂ O	0,27	-0,09	0,90*	1,00	-0,56*	-0,84*	-0,24	0,21	0,48*	-0,58*	0,46*	0,45*	0,51*	0,21	-0,39	-0,42*	-0,05	ГВ, %	0,04	-0,10	-0,51*	-0,56*	1,00	0,35	0,43*	0,02	-0,10	0,04	-0,06	-0,34	-0,15	0,05	0,21	0,20	0,12	Нг, мг-кв/100 г почвы	-0,29	0,11	-0,85*	-0,84*	0,35	1,00	0,28	-0,13	-0,46*	0,60*	-0,58*	-0,33	-0,52*	-0,28	0,33	0,28	0,27	К, мг/кг (1)	-0,05	0,15	-0,30	-0,24	0,43*	0,28	1,00	0,64*	-0,14	-0,08	-0,22	-0,27	-0,20	-0,03	0,38	0,28	0,46*	К, мг/кг (2)	0,05	-0,07	0,09	0,21	0,02	-0,13	0,64*	1,00	-0,00	-0,50*	0,24	-0,34	0,03	0,20	0,10	0,03	0,28	Р, мг/кг	0,34	-0,24	0,26	0,48*	-0,10	-0,46*	-0,14	-0,00	1,00	-0,48*	0,30	0,31	0,51*	0,28	0,09	0,11	-0,03	Гумус, %	-0,22	0,48*	-0,50*	-0,58*	0,04	0,60*	-0,08	-0,50*	-0,48*	1,00	-0,61*	0,13	-0,66*	-0,66*	0,35	0,36	0,06	Р _h , г/см ³	0,48*	-0,38	0,44*	0,56*	-0,06	-0,58*	-0,22	0,24	0,30	-0,61*	1,00	-0,10	0,37	0,38	-0,32	-0,25	-0,34	Са, мг-экв/100 г почвы	0,01	0,49*	0,50*	0,45*	-0,34	-0,33	-0,27	-0,34	0,31	0,13	-0,10	1,00	0,08	-0,47*	-0,08	-0,03	-0,20	Са+Mg, мг-экв/100 г почвы	0,08	-0,50*	0,47*	0,51*	-0,15	-0,52*	-0,20	0,03	0,51*	0,28	-0,66*	-0,47*	1,00	0,84*	-0,44*	-0,14	Мg, мг-экв/100 г почвы	0,07	-0,70*	0,15	0,21	0,05	-0,28	-0,03	0,20	0,28	-0,66*	0,38	-0,47*	0,84*	1,00	-0,34	-0,37	-0,02	Н+Al, мг-экв/100 г почвы	0,03	0,26	-0,43*	-0,39	0,21	0,33	0,38	0,10	0,09	0,35	-0,32	-0,08	-0,44*	-0,34	1,00	0,97*	0,46*	Н, мг-экв/100 г почвы	0,03	0,26	-0,39	-0,42*	0,20	0,28	0,28	0,03	0,11	0,36	-0,25	-0,03	-0,44*	-0,37	0,97*	1,00	0,22	Al, мг/кг	0,02	0,09	-0,28	-0,05	0,12	0,27	0,46*	0,28	-0,03	0,06	-0,34	-0,20	-0,14	-0,02	0,46*	0,22	1,00	5-15 см																				^{137}Cs , кБк/м ²	1,00	-0,17	0,34	0,29	0,28	-0,24	0,11	0,09	0,40*	-0,32	0,20	0,08	0,24	0,21	-0,27	-0,22	-0,21	W, %	-0,17	1,00	-0,37	-0,28	-0,29	0,24	-0,28	-0,45*	-0,18	0,83*	-0,54*	0,31	-0,18	-0,37	0,36	0,29	0,26	pH KCl	0,34	-0,37	1,00	0,89*	0,11	-0,87*	0,08	0,17	0,43*	-0,49*	0,40*	0,46*	0,58*	0,36	-0,46*	-0,36	-0,42*	pH H ₂ O	0,29	-0,28	0,89*	1,00	0,14	-0,79*	-0,14	-0,03	0,28	-0,35	0,27	0,37	0,44*	0,28	-0,57*	-0,49*	0,32	ГВ, %	0,28	-0,29	0,11	0,14	1,00	-0,11	-0,02	-0,17	0,07	-0,15	0,18	-0,04	-0,07	-0,06	-0,42*	-0,29	-0,49*	Нг, мг-кв/100 г почвы	-0,24	0,24	-0,87*	-0,79*	-0,11	1,00	0,06	0,03	-0,38	0,34	-0,41*	-0,53*	-0,57*	-0,32	0,45*	0,37	0,35	К, мг/кг (1)	0,11	-0,28	0,08	-0,14	-0,02	0,06	1,00	0,83*	0,13	-0,54*	0,34	-0,20	0,12	0,19	0,38	0,40*	-0,02	К, мг/кг (2)	0,09	-0,45*	0,17	-0,03	-0,17	0,03	0,83*	1,00	0,17	-0,66*	0,42*	-0,33	0,34	0,52*	0,33	0,35	-0,02	Р, мг/кг	0,40*	-0,18	0,43*	0,28	0,07	-0,38	0,13	0,17	1,00	-0,43*	0,16	0,45*	0,58*	0,36	-0,06	-0,04	-0,08	Гумус, %	-0,32	0,83*	-0,49*	-0,35	-0,15	0,34	-0,54*	-0,66*	-0,43*	1,00	-0,67*	0,15	-0,41*	-0,53*	0,10	0,02	0,31	Р _h , г/см ³	0,20	-0,54*	0,40*	0,27	0,18	-0,41*	0,34	0,42*	0,16	-0,67*	1,00	0,01	0,36	0,37	-0,15	-0,08	-0,30	Са, мг-экв/100 г почвы	0,08	0,31	0,46*	0,37	-0,04	-0,53*	-0,20	-0,33	0,45*	0,15	0,01	1,00	0,30	-0,23	-0,09	-0,02	-0,28	Са+Mg, мг-экв/100 г почвы	0,24	-0,18	0,58*	0,44*	-0,07	-0,57*	0,12	0,34	0,58*	-0,41*	0,36	0,30	1,00	0,85*	-0,13	-0,06	-0,25	Мg, мг-экв/100 г почвы	0,21	-0,37	0,36	0,28	-0,06	-0,32	0,19	0,52*	0,36	-0,53*	0,37	-0,23	0,85*	1,00	-0,07	-0,03	-0,14	Н+Al, мг-экв/100 г почвы	-0,27	0,36	-0,46*	-0,57*	-0,42*	0,45*	0,38	0,33	-0,06	0,10	-0,15	-0,09	-0,13	-0,07	1,00	0,96*	0,23	Н, мг-экв/100 г почвы	-0,22	0,29	-0,36	-0,49*	-0,29	0,37	0,40*	0,35	-0,04	0,02	-0,08	-0,02	-0,06	-0,03	0,96*	1,00	-0,04	Al, мг/кг	-0,21	0,26	-0,42*	-0,32	-0,49*	0,35	-0,02	-0,02	-0,08	0,31	-0,30	-0,28	-0,25	-0,14	0,23	-0,04	1,00																																																																								
Al, мг/кг	0,06	0,26	-0,42*	-0,32	-0,49*	0,35	-0,02	-0,02	-0,08	0,31	-0,30	-0,28	-0,25	-0,14	0,23	-0,04	1,00	5-15 см																				^{137}Cs , кБк/м ²	1,00	-0,12	0,18	0,27	0,04	-0,29	-0,05	0,05	0,31	-0,22	0,48*	0,01	0,08	0,07	0,03	0,03	0,02	W, %	-0,12	1,00	0,00	-0,09	-0,10	0,11	0,15	-0,07	-0,24	0,48*	-0,38	0,49*	-0,50*	-0,70*	0,26	0,26	0,09	pH KCl	0,18	-0,00	1,00	0,90*	-0,51*	-0,85*	-0,30	0,09	0,26	-0,50*	0,44*	0,50*	0,47*	0,15	-0,43*	-0,39	-0,28	pH H ₂ O	0,27	-0,09	0,90*	1,00	-0,56*	-0,84*	-0,24	0,21	0,48*	-0,58*	0,46*	0,45*	0,51*	0,21	-0,39	-0,42*	-0,05	ГВ, %	0,04	-0,10	-0,51*	-0,56*	1,00	0,35	0,43*	0,02	-0,10	0,04	-0,06	-0,34	-0,15	0,05	0,21	0,20	0,12	Нг, мг-кв/100 г почвы	-0,29	0,11	-0,85*	-0,84*	0,35	1,00	0,28	-0,13	-0,46*	0,60*	-0,58*	-0,33	-0,52*	-0,28	0,33	0,28	0,27	К, мг/кг (1)	-0,05	0,15	-0,30	-0,24	0,43*	0,28	1,00	0,64*	-0,14	-0,08	-0,22	-0,27	-0,20	-0,03	0,38	0,28	0,46*	К, мг/кг (2)	0,05	-0,07	0,09	0,21	0,02	-0,13	0,64*	1,00	-0,00	-0,50*	0,24	-0,34	0,03	0,20	0,10	0,03	0,28	Р, мг/кг	0,34	-0,24	0,26	0,48*	-0,10	-0,46*	-0,14	-0,00	1,00	-0,48*	0,30	0,31	0,51*	0,28	0,09	0,11	-0,03	Гумус, %	-0,22	0,48*	-0,50*	-0,58*	0,04	0,60*	-0,08	-0,50*	-0,48*	1,00	-0,61*	0,13	-0,66*	-0,66*	0,35	0,36	0,06	Р _h , г/см ³	0,48*	-0,38	0,44*	0,56*	-0,06	-0,58*	-0,22	0,24	0,30	-0,61*	1,00	-0,10	0,37	0,38	-0,32	-0,25	-0,34	Са, мг-экв/100 г почвы	0,01	0,49*	0,50*	0,45*	-0,34	-0,33	-0,27	-0,34	0,31	0,13	-0,10	1,00	0,08	-0,47*	-0,08	-0,03	-0,20	Са+Mg, мг-экв/100 г почвы	0,08	-0,50*	0,47*	0,51*	-0,15	-0,52*	-0,20	0,03	0,51*	0,28	-0,66*	-0,47*	1,00	0,84*	-0,44*	-0,14	Мg, мг-экв/100 г почвы	0,07	-0,70*	0,15	0,21	0,05	-0,28	-0,03	0,20	0,28	-0,66*	0,38	-0,47*	0,84*	1,00	-0,34	-0,37	-0,02	Н+Al, мг-экв/100 г почвы	0,03	0,26	-0,43*	-0,39	0,21	0,33	0,38	0,10	0,09	0,35	-0,32	-0,08	-0,44*	-0,34	1,00	0,97*	0,46*	Н, мг-экв/100 г почвы	0,03	0,26	-0,39	-0,42*	0,20	0,28	0,28	0,03	0,11	0,36	-0,25	-0,03	-0,44*	-0,37	0,97*	1,00	0,22	Al, мг/кг	0,02	0,09	-0,28	-0,05	0,12	0,27	0,46*	0,28	-0,03	0,06	-0,34	-0,20	-0,14	-0,02	0,46*	0,22	1,00	5-15 см																				^{137}Cs , кБк/м ²	1,00	-0,17	0,34	0,29	0,28	-0,24	0,11	0,09	0,40*	-0,32	0,20	0,08	0,24	0,21	-0,27	-0,22	-0,21	W, %	-0,17	1,00	-0,37	-0,28	-0,29	0,24	-0,28	-0,45*	-0,18	0,83*	-0,54*	0,31	-0,18	-0,37	0,36	0,29	0,26	pH KCl	0,34	-0,37	1,00	0,89*	0,11	-0,87*	0,08	0,17	0,43*	-0,49*	0,40*	0,46*	0,58*	0,36	-0,46*	-0,36	-0,42*	pH H ₂ O	0,29	-0,28	0,89*	1,00	0,14	-0,79*	-0,14	-0,03	0,28	-0,35	0,27	0,37	0,44*	0,28	-0,57*	-0,49*	0,32	ГВ, %	0,28	-0,29	0,11	0,14	1,00	-0,11	-0,02	-0,17	0,07	-0,15	0,18	-0,04	-0,07	-0,06	-0,42*	-0,29	-0,49*	Нг, мг-кв/100 г почвы	-0,24	0,24	-0,87*	-0,79*	-0,11	1,00	0,06	0,03	-0,38	0,34	-0,41*	-0,53*	-0,57*	-0,32	0,45*	0,37	0,35	К, мг/кг (1)	0,11	-0,28	0,08	-0,14	-0,02	0,06	1,00	0,83*	0,13	-0,54*	0,34	-0,20	0,12	0,19	0,38	0,40*	-0,02	К, мг/кг (2)	0,09	-0,45*	0,17	-0,03	-0,17	0,03	0,83*	1,00	0,17	-0,66*	0,42*	-0,33	0,34	0,52*	0,33	0,35	-0,02	Р, мг/кг	0,40*	-0,18	0,43*	0,28	0,07	-0,38	0,13	0,17	1,00	-0,43*	0,16	0,45*	0,58*	0,36	-0,06	-0,04	-0,08	Гумус, %	-0,32	0,83*	-0,49*	-0,35	-0,15	0,34	-0,54*	-0,66*	-0,43*	1,00	-0,67*	0,15	-0,41*	-0,53*	0,10	0,02	0,31	Р _h , г/см ³	0,20	-0,54*	0,40*	0,27	0,18	-0,41*	0,34	0,42*	0,16	-0,67*	1,00	0,01	0,36	0,37	-0,15	-0,08	-0,30	Са, мг-экв/100 г почвы	0,08	0,31	0,46*	0,37	-0,04	-0,53*	-0,20	-0,33	0,45*	0,15	0,01	1,00	0,30	-0,23	-0,09	-0,02	-0,28	Са+Mg, мг-экв/100 г почвы	0,24	-0,18	0,58*	0,44*	-0,07	-0,57*	0,12	0,34	0,58*	-0,41*	0,36	0,30	1,00	0,85*	-0,13	-0,06	-0,25	Мg, мг-экв/100 г почвы	0,21	-0,37	0,36	0,28	-0,06	-0,32	0,19	0,52*	0,36	-0,53*	0,37	-0,23	0,85*	1,00	-0,07	-0,03	-0,14	Н+Al, мг-экв/100 г почвы	-0,27	0,36	-0,46*	-0,57*	-0,42*	0,45*	0,38	0,33	-0,06	0,10	-0,15	-0,09	-0,13	-0,07	1,00	0,96*	0,23	Н, мг-экв/100 г почвы	-0,22	0,29	-0,36	-0,49*	-0,29	0,37	0,40*	0,35	-0,04	0,02	-0,08	-0,02	-0,06	-0,03	0,96*	1,00	-0,04	Al, мг/кг	-0,21	0,26	-0,42*	-0,32	-0,49*	0,35	-0,02	-0,02	-0,08	0,31	-0,30	-0,28	-0,25	-0,14	0,23	-0,04	1,00																																																																																										
5-15 см																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
^{137}Cs , кБк/м ²	1,00	-0,12	0,18	0,27	0,04	-0,29	-0,05	0,05	0,31	-0,22	0,48*	0,01	0,08	0,07	0,03	0,03	0,02	W, %	-0,12	1,00	0,00	-0,09	-0,10	0,11	0,15	-0,07	-0,24	0,48*	-0,38	0,49*	-0,50*	-0,70*	0,26	0,26	0,09	pH KCl	0,18	-0,00	1,00	0,90*	-0,51*	-0,85*	-0,30	0,09	0,26	-0,50*	0,44*	0,50*	0,47*	0,15	-0,43*	-0,39	-0,28	pH H ₂ O	0,27	-0,09	0,90*	1,00	-0,56*	-0,84*	-0,24	0,21	0,48*	-0,58*	0,46*	0,45*	0,51*	0,21	-0,39	-0,42*	-0,05	ГВ, %	0,04	-0,10	-0,51*	-0,56*	1,00	0,35	0,43*	0,02	-0,10	0,04	-0,06	-0,34	-0,15	0,05	0,21	0,20	0,12	Нг, мг-кв/100 г почвы	-0,29	0,11	-0,85*	-0,84*	0,35	1,00	0,28	-0,13	-0,46*	0,60*	-0,58*	-0,33	-0,52*	-0,28	0,33	0,28	0,27	К, мг/кг (1)	-0,05	0,15	-0,30	-0,24	0,43*	0,28	1,00	0,64*	-0,14	-0,08	-0,22	-0,27	-0,20	-0,03	0,38	0,28	0,46*	К, мг/кг (2)	0,05	-0,07	0,09	0,21	0,02	-0,13	0,64*	1,00	-0,00	-0,50*	0,24	-0,34	0,03	0,20	0,10	0,03	0,28	Р, мг/кг	0,34	-0,24	0,26	0,48*	-0,10	-0,46*	-0,14	-0,00	1,00	-0,48*	0,30	0,31	0,51*	0,28	0,09	0,11	-0,03	Гумус, %	-0,22	0,48*	-0,50*	-0,58*	0,04	0,60*	-0,08	-0,50*	-0,48*	1,00	-0,61*	0,13	-0,66*	-0,66*	0,35	0,36	0,06	Р _h , г/см ³	0,48*	-0,38	0,44*	0,56*	-0,06	-0,58*	-0,22	0,24	0,30	-0,61*	1,00	-0,10	0,37	0,38	-0,32	-0,25	-0,34	Са, мг-экв/100 г почвы	0,01	0,49*	0,50*	0,45*	-0,34	-0,33	-0,27	-0,34	0,31	0,13	-0,10	1,00	0,08	-0,47*	-0,08	-0,03	-0,20	Са+Mg, мг-экв/100 г почвы	0,08	-0,50*	0,47*	0,51*	-0,15	-0,52*	-0,20	0,03	0,51*	0,28	-0,66*	-0,47*	1,00	0,84*	-0,44*	-0,14	Мg, мг-экв/100 г почвы	0,07	-0,70*	0,15	0,21	0,05	-0,28	-0,03	0,20	0,28	-0,66*	0,38	-0,47*	0,84*	1,00	-0,34	-0,37	-0,02	Н+Al, мг-экв/100 г почвы	0,03	0,26	-0,43*	-0,39	0,21	0,33	0,38	0,10	0,09	0,35	-0,32	-0,08	-0,44*	-0,34	1,00	0,97*	0,46*	Н, мг-экв/100 г почвы	0,03	0,26	-0,39	-0,42*	0,20	0,28	0,28	0,03	0,11	0,36	-0,25	-0,03	-0,44*	-0,37	0,97*	1,00	0,22	Al, мг/кг	0,02	0,09	-0,28	-0,05	0,12	0,27	0,46*	0,28	-0,03	0,06	-0,34	-0,20	-0,14	-0,02	0,46*	0,22	1,00	5-15 см																				^{137}Cs , кБк/м ²	1,00	-0,17	0,34	0,29	0,28	-0,24	0,11	0,09	0,40*	-0,32	0,20	0,08	0,24	0,21	-0,27	-0,22	-0,21	W, %	-0,17	1,00	-0,37	-0,28	-0,29	0,24	-0,28	-0,45*	-0,18	0,83*	-0,54*	0,31	-0,18	-0,37	0,36	0,29	0,26	pH KCl	0,34	-0,37	1,00	0,89*	0,11	-0,87*	0,08	0,17	0,43*	-0,49*	0,40*	0,46*	0,58*	0,36	-0,46*	-0,36	-0,42*	pH H ₂ O	0,29	-0,28	0,89*	1,00	0,14	-0,79*	-0,14	-0,03	0,28	-0,35	0,27	0,37	0,44*	0,28	-0,57*	-0,49*	0,32	ГВ, %	0,28	-0,29	0,11	0,14	1,00	-0,11	-0,02	-0,17	0,07	-0,15	0,18	-0,04	-0,07	-0,06	-0,42*	-0,29	-0,49*	Нг, мг-кв/100 г почвы	-0,24	0,24	-0,87*	-0,79*	-0,11	1,00	0,06	0,03	-0,38	0,34	-0,41*	-0,53*	-0,57*	-0,32	0,45*	0,37	0,35	К, мг/кг (1)	0,11	-0,28	0,08	-0,14	-0,02	0,06	1,00	0,83*	0,13	-0,54*	0,34	-0,20	0,12	0,19	0,38	0,40*	-0,02	К, мг/кг (2)	0,09	-0,45*	0,17	-0,03	-0,17	0,03	0,83*	1,00	0,17	-0,66*	0,42*	-0,33	0,34	0,52*	0,33	0,35	-0,02	Р, мг/кг	0,40*	-0,18	0,43*	0,28	0,07	-0,38	0,13	0,17	1,00	-0,43*	0,16	0,45*	0,58*	0,36	-0,06	-0,04	-0,08	Гумус, %	-0,32	0,83*	-0,49*	-0,35	-0,15	0,34	-0,54*	-0,66*	-0,43*	1,00	-0,67*	0,15	-0,41*	-0,53*	0,10	0,02	0,31	Р _h , г/см ³	0,20	-0,54*	0,40*	0,27	0,18	-0,41*	0,34	0,42*	0,16	-0,67*	1,00	0,01	0,36	0,37	-0,15	-0,08	-0,30	Са, мг-экв/100 г почвы	0,08	0,31	0,46*	0,37	-0,04	-0,53*	-0,20	-0,33	0,45*	0,15	0,01	1,00	0,30	-0,23	-0,09	-0,02	-0,28	Са+Mg, мг-экв/100 г почвы	0,24	-0,18	0,58*	0,44*	-0,07	-0,57*	0,12	0,34	0,58*	-0,41*	0,36	0,30	1,00	0,85*	-0,13	-0,06	-0,25	Мg, мг-экв/100 г почвы	0,21	-0,37	0,36	0,28	-0,06	-0,32	0,19	0,52*	0,36	-0,53*	0,37	-0,23	0,85*	1,00	-0,07	-0,03	-0,14	Н+Al, мг-экв/100 г почвы	-0,27	0,36	-0,46*	-0,57*	-0,42*	0,45*	0,38	0,33	-0,06	0,10	-0,15	-0,09	-0,13	-0,07	1,00	0,96*	0,23	Н, мг-экв/100 г почвы	-0,22	0,29	-0,36	-0,49*	-0,29	0,37	0,40*	0,35	-0,04	0,02	-0,08	-0,02	-0,06	-0,03	0,96*	1,00	-0,04	Al, мг/кг	-0,21	0,26	-0,42*	-0,32	-0,49*	0,35	-0,02	-0,02	-0,08	0,31	-0,30	-0,28	-0,25	-0,14	0,23	-0,04	1,00																																																																																																																																
W, %	-0,12	1,00	0,00	-0,09	-0,10	0,11	0,15	-0,07	-0,24	0,48*	-0,38	0,49*	-0,50*	-0,70*	0,26	0,26	0,09	pH KCl	0,18	-0,00	1,00	0,90*	-0,51*	-0,85*	-0,30	0,09	0,26	-0,50*	0,44*	0,50*	0,47*	0,15	-0,43*	-0,39	-0,28	pH H ₂ O	0,27	-0,09	0,90*	1,00	-0,56*	-0,84*	-0,24	0,21	0,48*	-0,58*	0,46*	0,45*	0,51*	0,21	-0,39	-0,42*	-0,05	ГВ, %	0,04	-0,10	-0,51*	-0,56*	1,00	0,35	0,43*	0,02	-0,10	0,04	-0,06	-0,34	-0,15	0,05	0,21	0,20	0,12	Нг, мг-кв/100 г почвы	-0,29	0,11	-0,85*	-0,84*	0,35	1,00	0,28	-0,13	-0,46*	0,60*	-0,58*	-0,33	-0,52*	-0,28	0,33	0,28	0,27	К, мг/кг (1)	-0,05	0,15	-0,30	-0,24	0,43*	0,28	1,00	0,64*	-0,14	-0,08	-0,22	-0,27	-0,20	-0,03	0,38	0,28	0,46*	К, мг/кг (2)	0,05	-0,07	0,09	0,21	0,02	-0,13	0,64*	1,00	-0,00	-0,50*	0,24	-0,34	0,03	0,20	0,10	0,03	0,28	Р, мг/кг	0,34	-0,24	0,26	0,48*	-0,10	-0,46*	-0,14	-0,00	1,00	-0,48*	0,30	0,31	0,51*	0,28	0,09	0,11	-0,03	Гумус, %	-0,22	0,48*	-0,50*	-0,58*	0,04	0,60*	-0,08	-0,50*	-0,48*	1,00	-0,61*	0,13	-0,66*	-0,66*	0,35	0,36	0,06	Р _h , г/см ³	0,48*	-0,38	0,44*	0,56*	-0,06	-0,58*	-0,22	0,24	0,30	-0,61*	1,00	-0,10	0,37	0,38	-0,32	-0,25	-0,34	Са, мг-экв/100 г почвы	0,01	0,49*	0,50*	0,45*	-0,34	-0,33	-0,27	-0,34	0,31	0,13	-0,10	1,00	0,08	-0,47*	-0,08	-0,03	-0,20	Са+Mg, мг-экв/100 г почвы	0,08	-0,50*	0,47*	0,51*	-0,15	-0,52*	-0,20	0,03	0,51*	0,28	-0,66*	-0,47*	1,00	0,84*	-0,44*	-0,14	Мg, мг-экв/100 г почвы	0,07	-0,70*	0,15	0,21	0,05	-0,28	-0,03	0,20	0,28	-0,66*	0,38	-0,47*	0,84*	1,00	-0,34	-0,37	-0,02	Н+Al, мг-экв/100 г почвы	0,03	0,26	-0,43*	-0,39	0,21	0,33	0,38	0,10	0,09	0,35	-0,32	-0,08	-0,44*	-0,34	1,00	0,97*	0,46*	Н, мг-экв/100 г почвы	0,03	0,26	-0,39	-0,42*	0,20	0,28	0,28	0,03	0,11	0,36	-0,25	-0,03	-0,44*	-0,37	0,97*	1,00	0,22	Al, мг/кг	0,02	0,09	-0,28	-0,05	0,12	0,27	0,46*	0,28	-0,03	0,06	-0,34	-0,20	-0,14	-0,02	0,46*	0,22	1,00	5-15 см																				^{137}Cs , кБк/м ²	1,00	-0,17	0,34	0,29	0,28	-0,24	0,11	0,09	0,40*	-0,32	0,20	0,08	0,24	0,21	-0,27	-0,22	-0,21	W, %	-0,17	1,00	-0,37	-0,28	-0,29	0,24	-0,28	-0,45*	-0,18	0,83*	-0,54*	0,31	-0,18	-0,37	0,36	0,29	0,26	pH KCl	0,34	-0,37	1,00	0,89*	0,11	-0,87*	0,08	0,17	0,43*	-0,49*	0,40*	0,46*	0,58*	0,36	-0,46*	-0,36	-0,42*	pH H ₂ O	0,29	-0,28	0,89*	1,00	0,14	-0,79*	-0,14	-0,03	0,28	-0,35	0,27	0,37	0,44*	0,28	-0,57*	-0,49*	0,32	ГВ, %	0,28	-0,29	0,11	0,14	1,00	-0,11	-0,02	-0,17	0,07	-0,15	0,18	-0,04	-0,07	-0,06	-0,42*	-0,29	-0,49*	Нг, мг-кв/100 г почвы	-0,24	0,24	-0,87*	-0,79*	-0,11	1,00	0,06	0,03	-0,38	0,34	-0,41*	-0,53*	-0,57*	-0,32	0,45*	0,37	0,35	К, мг/кг (1)	0,11	-0,28	0,08	-0,14	-0,02	0,06	1,00	0,83*	0,13	-0,54*	0,34	-0,20	0,12	0,19	0,38	0,40*	-0,02	К, мг/кг (2)	0,09	-0,45*	0,17	-0,03	-0,17	0,03	0,83*	1,00	0,17	-0,66*	0,42*	-0,33	0,34	0,52*	0,33	0,35	-0,02	Р, мг/кг	0,40*	-0,18	0,43*	0,28	0,07	-0,38	0,13	0,17	1,00	-0,43*	0,16	0,45*	0,58*	0,36	-0,06	-0,04	-0,08	Гумус, %	-0,32	0,83*	-0,49*	-0,35	-0,15	0,34	-0,54*	-0,66*	-0,43*	1,00	-0,67*	0,15	-0,41*	-0,53*	0,10	0,02	0,31	Р _h , г/см ³	0,20	-0,54*	0,40*	0,27	0,18	-0,41*	0,34	0,42*	0,16	-0,67*	1,00	0,01	0,36	0,37	-0,15	-0,08	-0,30	Са, мг-экв/100 г почвы	0,08	0,31	0,46*	0,37	-0,04	-0,53*	-0,20	-0,33	0,45*	0,15	0,01	1,00	0,30	-0,23	-0,09	-0,02	-0,28	Са+Mg, мг-экв/100 г почвы	0,24	-0,18	0,58*	0,44*	-0,07	-0,57*	0,12	0,34	0,58*	-0,41*	0,36	0,30	1,00	0,85*	-0,13	-0,06	-0,25	Мg, мг-экв/100 г почвы	0,21	-0,37	0,36	0,28	-0,06	-0,32	0,19	0,52*	0,36	-0,53*	0,37	-0,23	0,85*	1,00	-0,07	-0,03	-0,14	Н+Al, мг-экв/100 г почвы	-0,27	0,36	-0,46*	-0,57*	-0,42*	0,45*	0,38	0,33	-0,06	0,10	-0,15	-0,09	-0,13	-0,07	1,00	0,96*	0,23	Н, мг-экв/100 г почвы	-0,22	0,29	-0,36	-0,49*	-0,29	0,37	0,40*	0,35	-0,04	0,02	-0,08	-0,02	-0,06	-0,03	0,96*	1,00	-0,04	Al, мг/кг	-0,21	0,26	-0,42*	-0,32	-0,49*	0,35	-0,02	-0,02	-0,08	0,31	-0,30	-0,28	-0,25	-0,14	0,23	-0,04	1,00																																																																																																																																																		
pH KCl	0,18	-0,00	1,00	0,90*	-0,51*	-0,85*	-0,30	0,09	0,26	-0,50*	0,44*	0,50*	0,47*	0,15	-0,43*	-0,39	-0,28	pH H ₂ O	0,27	-0,09	0,90*	1,00	-0,56*	-0,84*	-0,24	0,21	0,48*	-0,58*	0,46*	0,45*	0,51*	0,21	-0,39	-0,42*	-0,05	ГВ, %	0,04	-0,10	-0,51*	-0,56*	1,00	0,35	0,43*	0,02	-0,10	0,04	-0,06	-0,34	-0,15	0,05	0,21	0,20	0,12	Нг, мг-кв/100 г почвы	-0,29	0,11	-0,85*	-0,84*	0,35	1,00	0,28	-0,13	-0,46*	0,60*	-0,58*	-0,33	-0,52*	-0,28	0,33	0,28	0,27	К, мг/кг (1)	-0,05	0,15	-0,30	-0,24	0,43*	0,28	1,00	0,64*	-0,14	-0,08	-0,22	-0,27	-0,20	-0,03	0,38	0,28	0,46*	К, мг/кг (2)	0,05	-0,07	0,09	0,21	0,02	-0,13	0,64*	1,00	-0,00	-0,50*	0,24	-0,34	0,03	0,20	0,10	0,03	0,28	Р, мг/кг	0,34	-0,24	0,26	0,48*	-0,10	-0,46*	-0,14	-0,00	1,00	-0,48*	0,30	0,31	0,51*	0,28	0,09	0,11	-0,03	Гумус, %	-0,22	0,48*	-0,50*	-0,58*	0,04	0,60*	-0,08	-0,50*	-0,48*	1,00	-0,61*	0,13	-0,66*	-0,66*	0,35	0,36	0,06	Р _h , г/см ³	0,48*	-0,38	0,44*	0,56*	-0,06	-0,58*	-0,22	0,24	0,30	-0,61*	1,00	-0,10	0,37	0,38	-0,32	-0,25	-0,34	Са, мг-экв/100 г почвы	0,01	0,49*	0,50*	0,45*	-0,34	-0,33	-0,27	-0,34	0,31	0,13	-0,10	1,00	0,08	-0,47*	-0,08	-0,03	-0,20	Са+Mg, мг-экв/100 г почвы	0,08	-0,50*	0,47*	0,51*	-0,15	-0,52*	-0,20	0,03	0,51*	0,28	-0,66*	-0,47*	1,00	0,84*	-0,44*	-0,14	Мg, мг-экв/100 г почвы	0,07	-0,70*	0,15	0,21	0,05	-0,28	-0,03	0,20	0,28	-0,66*	0,38	-0,47*	0,84*	1,00	-0,34	-0,37	-0,02	Н+Al, мг-экв/100 г почвы	0,03	0,26	-0,43*	-0,39	0,21	0,33	0,38	0,10	0,09	0,35	-0,32	-0,08	-0,44*	-0,34	1,00	0,97*	0,46*	Н, мг-экв/100 г почвы	0,03	0,26	-0,39	-0,42*	0,20	0,28	0,28	0,03	0,11	0,36	-0,25	-0,03	-0,44*	-0,37	0,97*	1,00	0,22	Al, мг/кг	0,02	0,09	-0,28	-0,05	0,12	0,27	0,46*	0,28	-0,03	0,06	-0,34	-0,20	-0,14	-0,02	0,46*	0,22	1,00	5-15 см																				^{137}Cs , кБк/м ²	1,00	-0,17	0,34	0,29	0,28	-0,24	0,11	0,09	0,40*	-0,32	0,20	0,08	0,24	0,21	-0,27	-0,22	-0,21	W, %	-0,17	1,00	-0,37	-0,28	-0,29	0,24	-0,28	-0,45*	-0,18	0,83*	-0,54*	0,31	-0,18	-0,37	0,36	0,29	0,26	pH KCl	0,34	-0,37	1,00	0,89*	0,11	-0,87*	0,08	0,17	0,43*	-0,49*	0,40*	0,46*	0,58*	0,36	-0,46*	-0,36	-0,42*	pH H ₂ O	0,29	-0,28	0,89*	1,00	0,14	-0,79*	-0,14	-0,03	0,28	-0,35	0,27	0,37	0,44*	0,28	-0,57*	-0,49*	0,32	ГВ, %	0,28	-0,29	0,11	0,14	1,00	-0,11	-0,02	-0,17	0,07	-0,15	0,18	-0,04	-0,07	-0,06	-0,42*	-0,29	-0,49*	Нг, мг-кв/100 г почвы	-0,24	0,24	-0,87*	-0,79*	-0,11	1,00	0,06	0,03	-0,38	0,34	-0,41*	-0,53*	-0,57*	-0,32	0,45*	0,37	0,35	К, мг/кг (1)	0,11	-0,28	0,08	-0,14	-0,02	0,06	1,00	0,83*	0,13	-0,54*	0,34	-0,20	0,12	0,19	0,38	0,40*	-0,02	К, мг/кг (2)	0,09	-0,45*	0,17	-0,03	-0,17	0,03	0,83*	1,00	0,17	-0,66*	0,42*	-0,33	0,34	0,52*	0,33	0,35	-0,02	Р, мг/кг	0,40*	-0,18	0,43*	0,28	0,07	-0,38	0,13	0,17	1,00	-0,43*	0,16	0,45*	0,58*	0,36	-0,06	-0,04	-0,08	Гумус, %	-0,32	0,83*	-0,49*	-0,35	-0,15	0,34	-0,54*	-0,66*	-0,43*	1,00	-0,67*	0,15	-0,41*	-0,53*	0,10	0,02	0,31	Р _h , г/см ³	0,20	-0,54*	0,40*	0,27	0,18	-0,41*	0,34	0,42*	0,16	-0,67*	1,00	0,01	0,36	0,37	-0,15	-0,08	-0,30	Са, мг-экв/100 г почвы	0,08	0,31	0,46*	0,37	-0,04	-0,53*	-0,20	-0,33	0,45*	0,15	0,01	1,00	0,30	-0,23	-0,09	-0,02	-0,28	Са+Mg, мг-экв/100 г почвы	0,24	-0,18	0,58*	0,44*	-0,07	-0,57*	0,12	0,34	0,58*	-0,41*	0,36	0,30	1,00	0,85*	-0,13	-0,06	-0,25	Мg, мг-экв/100 г почвы	0,21	-0,37	0,36	0,28	-0,06	-0,32	0,19	0,52*	0,36	-0,53*	0,37	-0,23	0,85*	1,00	-0,07	-0,03	-0,14	Н+Al, мг-экв/100 г почвы	-0,27	0,36	-0,46*	-0,57*	-0,42*	0,45*	0,38	0,33	-0,06	0,10	-0,15	-0,09	-0,13	-0,07	1,00	0,96*	0,23	Н, мг-экв/100 г почвы	-0,22	0,29	-0,36	-0,49*	-0,29	0,37	0,40*	0,35	-0,04	0,02	-0,08	-0,02	-0,06	-0,03	0,96*	1,00	-0,04	Al, мг/кг	-0,21	0,26	-0,42*	-0,32	-0,49*	0,35	-0,02	-0,02	-0,08	0,31	-0,30	-0,28	-0,25	-0,14	0,23	-0,04	1,00																																																																																																																																																																				
pH H ₂ O	0,27	-0,09	0,90*	1,00	-0,56*	-0,84*	-0,24	0,21	0,48*	-0,58*	0,46*	0,45*	0,51*	0,21	-0,39	-0,42*	-0,05	ГВ, %	0,04	-0,10	-0,51*	-0,56*	1,00	0,35	0,43*	0,02	-0,10	0,04	-0,06	-0,34	-0,15	0,05	0,21	0,20	0,12	Нг, мг-кв/100 г почвы	-0,29	0,11	-0,85*	-0,84*	0,35	1,00	0,28	-0,13	-0,46*	0,60*	-0,58*	-0,33	-0,52*	-0,28	0,33	0,28	0,27	К, мг/кг (1)	-0,05	0,15	-0,30	-0,24	0,43*	0,28	1,00	0,64*	-0,14	-0,08	-0,22	-0,27	-0,20	-0,03	0,38	0,28	0,46*	К, мг/кг (2)	0,05	-0,07	0,09	0,21	0,02	-0,13	0,64*	1,00	-0,00	-0,50*	0,24	-0,34	0,03	0,20	0,10	0,03	0,28	Р, мг/кг	0,34	-0,24	0,26	0,48*	-0,10	-0,46*	-0,14	-0,00	1,00	-0,48*	0,30	0,31	0,51*	0,28	0,09	0,11	-0,03	Гумус, %	-0,22	0,48*	-0,50*	-0,58*	0,04	0,60*	-0,08	-0,50*	-0,48*	1,00	-0,61*	0,13	-0,66*	-0,66*	0,35	0,36	0,06	Р _h , г/см ³	0,48*	-0,38	0,44*	0,56*	-0,06	-0,58*	-0,22	0,24	0,30	-0,61*	1,00	-0,10	0,37	0,38	-0,32	-0,25	-0,34	Са, мг-экв/100 г почвы	0,01	0,49*	0,50*	0,45*	-0,34	-0,33	-0,27	-0,34	0,31	0,13	-0,10	1,00	0,08	-0,47*	-0,08	-0,03	-0,20	Са+Mg, мг-экв/100 г почвы	0,08	-0,50*	0,47*	0,51*	-0,15	-0,52*	-0,20	0,03	0,51*	0,28	-0,66*	-0,47*	1,00	0,84*	-0,44*	-0,14	Мg, мг-экв/100 г почвы	0,07	-0,70*	0,15	0,21	0,05	-0,28	-0,03	0,20	0,28	-0,66*	0,38	-0,47*	0,84*	1,00	-0,34	-0,37	-0,02	Н+Al, мг-экв/100 г почвы	0,03	0,26	-0,43*	-0,39	0,21	0,33	0,38	0,10	0,09	0,35	-0,32	-0,08	-0,44*	-0,34	1,00	0,97*	0,46*	Н, мг-экв/100 г почвы	0,03	0,26	-0,39	-0,42*	0,20	0,28	0,28	0,03	0,11	0,36	-0,25	-0,03	-0,44*	-0,37	0,97*	1,00	0,22	Al, мг/кг	0,02	0,09	-0,28	-0,05	0,12	0,27	0,46*	0,28	-0,03	0,06	-0,34	-0,20	-0,14	-0,02	0,46*	0,22	1,00	5-15 см																				^{137}Cs , кБк/м ²	1,00	-0,17	0,34	0,29	0,28	-0,24	0,11	0,09	0,40*	-0,32	0,20	0,08	0,24	0,21	-0,27	-0,22	-0,21	W, %	-0,17	1,00	-0,37	-0,28	-0,29	0,24	-0,28	-0,45*	-0,18	0,83*	-0,54*	0,31	-0,18	-0,37	0,36	0,29	0,26	pH KCl	0,34	-0,37	1,00	0,89*	0,11	-0,87*	0,08	0,17	0,43*	-0,49*	0,40*	0,46*	0,58*	0,36	-0,46*	-0,36	-0,42*	pH H ₂ O	0,29	-0,28	0,89*	1,00	0,14	-0,79*	-0,14	-0,03	0,28	-0,35	0,27	0,37	0,44*	0,28	-0,57*	-0,49*	0,32	ГВ, %	0,28	-0,29	0,11	0,14	1,00	-0,11	-0,02	-0,17	0,07	-0,15	0,18	-0,04	-0,07	-0,06	-0,42*	-0,29	-0,49*	Нг, мг-кв/100 г почвы	-0,24	0,24	-0,87*	-0,79*	-0,11	1,00	0,06	0,03	-0,38	0,34	-0,41*	-0,53*	-0,57*	-0,32	0,45*	0,37	0,35	К, мг/кг (1)	0,11	-0,28	0,08	-0,14	-0,02	0,06	1,00	0,83*	0,13	-0,54*	0,34	-0,20	0,12	0,19	0,38	0,40*	-0,02	К, мг/кг (2)	0,09	-0,45*	0,17	-0,03	-0,17	0,03	0,83*	1,00	0,17	-0,66*	0,42*	-0,33	0,34	0,52*	0,33	0,35	-0,02	Р, мг/кг	0,40*	-0,18	0,43*	0,28	0,07	-0,38	0,13	0,17	1,00	-0,43*	0,16	0,45*	0,58*	0,36	-0,06	-0,04	-0,08	Гумус, %	-0,32	0,83*	-0,49*	-0,35	-0,15	0,34	-0,54*	-0,66*	-0,43*	1,00	-0,67*	0,15	-0,41*	-0,53*	0,10	0,02	0,31	Р _h , г/см ³	0,20	-0,54*	0,40*	0,27	0,18	-0,41*	0,34	0,42*	0,16	-0,67*	1,00	0,01	0,36	0,37	-0,15	-0,08	-0,30	Са, мг-экв/100 г почвы	0,08	0,31	0,46*	0,37	-0,04	-0,53*	-0,20	-0,33	0,45*	0,15	0,01	1,00	0,30	-0,23	-0,09	-0,02	-0,28	Са+Mg, мг-экв/100 г почвы	0,24	-0,18	0,58*	0,44*	-0,07	-0,57*	0,12	0,34	0,58*	-0,41*	0,36	0,30	1,00	0,85*	-0,13	-0,06	-0,25	Мg, мг-экв/100 г почвы	0,21	-0,37	0,36	0,28	-0,06	-0,32	0,19	0,52*	0,36	-0,53*	0,37	-0,23	0,85*	1,00	-0,07	-0,03	-0,14	Н+Al, мг-экв/100 г почвы	-0,27	0,36	-0,46*	-0,57*	-0,42*	0,45*	0,38	0,33	-0,06	0,10	-0,15	-0,09	-0,13	-0,07	1,00	0,96*	0,23	Н, мг-экв/100 г почвы	-0,22	0,29	-0,36	-0,49*	-0,29	0,37	0,40*	0,35	-0,04	0,02	-0,08	-0,02	-0,06	-0,03	0,96*	1,00	-0,04	Al, мг/кг	-0,21	0,26	-0,42*	-0,32	-0,49*	0,35	-0,02	-0,02	-0,08	0,31	-0,30	-0,28	-0,25	-0,14	0,23	-0,04	1,00																																																																																																																																																																																						
ГВ, %	0,04	-0,10	-0,51*	-0,56*	1,00	0,35	0,43*	0,02	-0,10	0,04	-0,06	-0,34	-0,15	0,05	0,21	0,20	0,12	Нг, мг-кв/100 г почвы	-0,29	0,11	-0,85*	-0,84*	0,35	1,00	0,28	-0,13	-0,46*	0,60*	-0,58*	-0,33	-0,52*	-0,28	0,33	0,28	0,27	К, мг/кг (1)	-0,05	0,15	-0,30	-0,24	0,43*	0,28	1,00	0,64*	-0,14	-0,08	-0,22	-0,27	-0,20	-0,03	0,38	0,28	0,46*	К, мг/кг (2)	0,05	-0,07	0,09	0,21	0,02	-0,13	0,64*	1,00	-0,00	-0,50*	0,24	-0,34	0,03	0,20	0,10	0,03	0,28	Р, мг/кг	0,34	-0,24	0,26	0,48*	-0,10	-0,46*	-0,14	-0,00	1,00	-0,48*	0,30	0,31	0,51*	0,28	0,09	0,11	-0,03	Гумус, %	-0,22	0,48*	-0,50*	-0,58*	0,04	0,60*	-0,08	-0,50*	-0,48*	1,00	-0,61*	0,13	-0,66*	-0,66*	0,35	0,36	0,06	Р _h , г/см ³	0,48*	-0,38	0,44*	0,56*	-0,06	-0,58*	-0,22	0,24	0,30	-0,61*	1,00	-0,10	0,37	0,38	-0,32	-0,25	-0,34	Са, мг-экв/100 г почвы	0,01	0,49*	0,50*	0,45*	-0,34	-0,33	-0,27	-0,34	0,31	0,13	-0,10	1,00	0,08	-0,47*	-0,08	-0,03	-0,20	Са+Mg, мг-экв/100 г почвы	0,08	-0,50*	0,47*	0,51*	-0,15	-0,52*	-0,20	0,03	0,51*	0,28	-0,66*	-0,47*	1,00	0,84*	-0,44*	-0,14	Мg, мг-экв/100 г почвы	0,07	-0,70*	0,15	0,21	0,05	-0,28	-0,03	0,20	0,28	-0,66*	0,38	-0,47*	0,84*	1,00	-0,34	-0,37	-0,02	Н+Al, мг-экв/100 г почвы	0,03	0,26	-0,43*	-0,39	0,21	0,33	0,38	0,10	0,09	0,35	-0,32	-0,08	-0,44*	-0,34	1,00	0,97*	0,46*	Н, мг-экв/100 г почвы	0,03	0,26	-0,39	-0,42*	0,20	0,28	0,28	0,03	0,11	0,36	-0,25	-0,03	-0,44*	-0,37	0,97*	1,00	0,22	Al, мг/кг	0,02	0,09	-0,28	-0,05	0,12	0,27	0,46*	0,28	-0,03	0,06	-0,34	-0,20	-0,14	-0,02	0,46*	0,22	1,00	5-15 см																				^{137}Cs , кБк/м ²	1,00	-0,17	0,34	0,29	0,28	-0,24	0,11	0,09	0,40*	-0,32	0,20	0,08	0,24	0,21	-0,27	-0,22	-0,21	W, %	-0,17	1,00	-0,37	-0,28	-0,29	0,24	-0,28	-0,45*	-0,18	0,83*	-0,54*	0,31	-0,18	-0,37	0,36	0,29	0,26	pH KCl	0,34	-0,37	1,00	0,89*	0,11	-0,87*	0,08	0,17	0,43*	-0,49*	0,40*	0,46*	0,58*	0,36	-0,46*	-0,36	-0,42*	pH H ₂ O	0,29	-0,28	0,89*	1,00	0,14	-0,79*	-0,14	-0,03	0,28	-0,35	0,27	0,37	0,44*	0,28	-0,57*	-0,49*	0,32	ГВ, %	0,28	-0,29	0,11	0,14	1,00	-0,11	-0,02	-0,17	0,07	-0,15	0,18	-0,04	-0,07	-0,06	-0,42*	-0,29	-0,49*	Нг, мг-кв/100 г почвы	-0,24	0,24	-0,87*	-0,79*	-0,11	1,00	0,06	0,03	-0,38	0,34	-0,41*	-0,53*	-0,57*	-0,32	0,45*	0,37	0,35	К, мг/кг (1)	0,11	-0,28	0,08	-0,14	-0,02	0,06	1,00	0,83*	0,13	-0,54*	0,34	-0,20	0,12	0,19	0,38	0,40*	-0,02	К, мг/кг (2)	0,09	-0,45*	0,17	-0,03	-0,17	0,03	0,83*	1,00	0,17	-0,66*	0,42*	-0,33	0,34	0,52*	0,33	0,35	-0,02	Р, мг/кг	0,40*	-0,18	0,43*	0,28	0,07	-0,38	0,13	0,17	1,00	-0,43*	0,16	0,45*	0,58*	0,36	-0,06	-0,04	-0,08	Гумус, %	-0,32	0,83*	-0,49*	-0,35	-0,15	0,34	-0,54*	-0,66*	-0,43*	1,00	-0,67*	0,15	-0,41*	-0,53*	0,10	0,02	0,31	Р _h , г/см ³	0,20	-0,54*	0,40*	0,27	0,18	-0,41*	0,34	0,42*	0,16	-0,67*	1,00	0,01	0,36	0,37	-0,15	-0,08	-0,30	Са, мг-экв/100 г почвы	0,08	0,31	0,46*	0,37	-0,04	-0,53*	-0,20	-0,33	0,45*	0,15	0,01	1,00	0,30	-0,23	-0,09	-0,02	-0,28	Са+Mg, мг-экв/100 г почвы	0,24	-0,18	0,58*	0,44*	-0,07	-0,57*	0,12	0,34	0,58*	-0,41*	0,36	0,30	1,00	0,85*	-0,13	-0,06	-0,25	Мg, мг-экв/100 г почвы	0,21	-0,37	0,36	0,28	-0,06	-0,32	0,19	0,52*	0,36	-0,53*	0,37	-0,23	0,85*	1,00	-0,07	-0,03	-0,14	Н+Al, мг-экв/100 г почвы	-0,27	0,36	-0,46*	-0,57*	-0,42*	0,45*	0,38	0,33	-0,06	0,10	-0,15	-0,09	-0,13	-0,07	1,00	0,96*	0,23	Н, мг-экв/100 г почвы	-0,22	0,29	-0,36	-0,49*	-0,29	0,37	0,40*	0,35	-0,04	0,02	-0,08	-0,02	-0,06	-0,03	0,96*	1,00	-0,04	Al, мг/кг	-0,21	0,26	-0,42*	-0,32	-0,49*	0,35	-0,02	-0,02	-0,08	0,31	-0,30	-0,28	-0,25	-0,14	0,23	-0,04	1,00																																																																																																																																																																																																								
Нг, мг-кв/100 г почвы	-0,29	0,11	-0,85*	-0,84*	0,35	1,00	0,28	-0,13	-0,46*	0,60*	-0,58*	-0,33	-0,52*	-0,28	0,33	0,28	0,27	К, мг/кг (1)	-0,05	0,15	-0,30	-0,24	0,43*	0,28	1,00	0,64*	-0,14	-0,08	-0,22	-0,27	-0,20	-0,03	0,38	0,28	0,46*	К, мг/кг (2)	0,05	-0,07	0,09	0,21	0,02	-0,13	0,64*	1,00	-0,00	-0,50*	0,24	-0,34	0,03	0,20	0,10	0,03	0,28	Р, мг/кг	0,34	-0,24	0,26	0,48*	-0,10	-0,46*	-0,14	-0,00	1,00	-0,48*	0,30	0,31	0,51*	0,28	0,09	0,11	-0,03	Гумус, %	-0,22	0,48*	-0,50*	-0,58*	0,04	0,60*	-0,08	-0,50*	-0,48*	1,00	-0,61*	0,13	-0,66*	-0,66*	0,35	0,36	0,06	Р _h , г/см ³	0,48*	-0,38	0,44*	0,56*	-0,06	-0,58*	-0,22	0,24	0,30	-0,61*	1,00	-0,10	0,37	0,38	-0,32	-0,25	-0,34	Са, мг-экв/100 г почвы	0,01	0,49*	0,50*	0,45*	-0,34	-0,33	-0,27	-0,34	0,31	0,13	-0,10	1,00	0,08	-0,47*	-0,08	-0,03	-0,20	Са+Mg, мг-экв/100 г почвы	0,08	-0,50*	0,47*	0,51*	-0,15	-0,52*	-0,20	0,03	0,51*	0,28	-0,66*	-0,47*	1,00	0,84*	-0,44*	-0,14	Мg, мг-экв/100 г почвы	0,07	-0,70*	0,15	0,21	0,05	-0,28	-0,03	0,20	0,28	-0,66*	0,38	-0,47*	0,84*	1,00	-0,34	-0,37	-0,02	Н+Al, мг-экв/100 г почвы	0,03	0,26	-0,43*	-0,39	0,21	0,33	0,38	0,10	0,09	0,35	-0,32	-0,08	-0,44*	-0,34	1,00	0,97*	0,46*	Н, мг-экв/100 г почвы	0,03	0,26	-0,39	-0,42*	0,20	0,28	0,28	0,03	0,11	0,36	-0,25	-0,03	-0,44*	-0,37	0,97*	1,00	0,22	Al, мг/кг	0,02	0,09	-0,28	-0,05	0,12	0,27	0,46*	0,28	-0,03	0,06	-0,34	-0,20	-0,14	-0,02	0,46*	0,22	1,00	5-15 см																				^{137}Cs , кБк/м ²	1,00	-0,17	0,34	0,29	0,28	-0,24	0,11	0,09	0,40*	-0,32	0,20	0,08	0,24	0,21	-0,27	-0,22	-0,21	W, %	-0,17	1,00	-0,37	-0,28	-0,29	0,24	-0,28	-0,45*	-0,18	0,83*	-0,54*	0,31	-0,18	-0,37	0,36	0,29	0,26	pH KCl	0,34	-0,37	1,00	0,89*	0,11	-0,87*	0,08	0,17	0,43*	-0,49*	0,40*	0,46*	0,58*	0,36	-0,46*	-0,36	-0,42*	pH H ₂ O	0,29	-0,28	0,89*	1,00	0,14	-0,79*	-0,14	-0,03	0,28	-0,35	0,27	0,37	0,44*	0,28	-0,57*	-0,49*	0,32	ГВ, %	0,28	-0,29	0,11	0,14	1,00	-0,11	-0,02	-0,17	0,07	-0,15	0,18	-0,04	-0,07	-0,06	-0,42*	-0,29	-0,49*	Нг, мг-кв/100 г почвы	-0,24	0,24	-0,87*	-0,79*	-0,11	1,00	0,06	0,03	-0,38	0,34	-0,41*	-0,53*	-0,57*	-0,32	0,45*	0,37	0,35	К, мг/кг (1)	0,11	-0,28	0,08	-0,14	-0,02	0,06	1,00	0,83*	0,13	-0,54*	0,34	-0,20	0,12	0,19	0,38	0,40*	-0,02	К, мг/кг (2)	0,09	-0,45*	0,17	-0,03	-0,17	0,03	0,83*	1,00	0,17	-0,66*	0,42*	-0,33	0,34	0,52*	0,33	0,35	-0,02	Р, мг/кг	0,40*	-0,18	0,43*	0,28	0,07	-0,38	0,13	0,17	1,00	-0,43*	0,16	0,45*	0,58*	0,36	-0,06	-0,04	-0,08	Гумус, %	-0,32	0,83*	-0,49*	-0,35	-0,15	0,34	-0,54*	-0,66*	-0,43*	1,00	-0,67*	0,15	-0,41*	-0,53*	0,10	0,02	0,31	Р _h , г/см ³	0,20	-0,54*	0,40*	0,27	0,18	-0,41*	0,34	0,42*	0,16	-0,67*	1,00	0,01	0,36	0,37	-0,15	-0,08	-0,30	Са, мг-экв/100 г почвы	0,08	0,31	0,46*	0,37	-0,04	-0,53*	-0,20	-0,33	0,45*	0,15	0,01	1,00	0,30	-0,23	-0,09	-0,02	-0,28	Са+Mg, мг-экв/100 г почвы	0,24	-0,18	0,58*	0,44*	-0,07	-0,57*	0,12	0,34	0,58*	-0,41*	0,36	0,30	1,00	0,85*	-0,13	-0,06	-0,25	Мg, мг-экв/100 г почвы	0,21	-0,37	0,36	0,28	-0,06	-0,32	0,19	0,52*	0,36	-0,53*	0,37	-0,23	0,85*	1,00	-0,07	-0,03	-0,14	Н+Al, мг-экв/100 г почвы	-0,27	0,36	-0,46*	-0,57*	-0,42*	0,45*	0,38	0,33	-0,06	0,10	-0,15	-0,09	-0,13	-0,07	1,00	0,96*	0,23	Н, мг-экв/100 г почвы	-0,22	0,29	-0,36	-0,49*	-0,29	0,37	0,40*	0,35	-0,04	0,02	-0,08	-0,02	-0,06	-0,03	0,96*	1,00	-0,04	Al, мг/кг	-0,21	0,26	-0,42*	-0,32	-0,49*	0,35	-0,02	-0,02	-0,08	0,31	-0,30	-0,28	-0,25	-0,14	0,23	-0,04	1,00																																																																																																																																																																																																																										
К, мг/кг (1)	-0,05	0,15	-0,30	-0,24	0,43*	0,28	1,00	0,64*	-0,14	-0,08	-0,22	-0,27	-0,20	-0,03	0,38	0,28	0,46*	К, мг/кг (2)	0,05	-0,07	0,09	0,21	0,02	-0,13	0,64*	1,00	-0,00	-0,50*	0,24	-0,34	0,03	0,20	0,10	0,03	0,28	Р, мг/кг	0,34	-0,24	0,26	0,48*	-0,10	-0,46*	-0,14	-0,00	1,00	-0,48*	0,30	0,31	0,51*	0,28	0,09	0,11	-0,03	Гумус, %	-0,22	0,48*	-0,50*	-0,58*	0,04	0,60*	-0,08	-0,50*	-0,48*	1,00	-0,61*	0,13	-0,66*	-0,66*	0,35	0,36	0,06	Р _h , г/см ³	0,48*	-0,38	0,44*	0,56*	-0,06	-0,58*	-0,22	0,24	0,30	-0,61*	1,00	-0,10	0,37	0,38	-0,32	-0,25	-0,34	Са, мг-экв/100 г почвы	0,01	0,49*	0,50*	0,45*	-0,34	-0,33	-0,27	-0,34	0,31	0,13	-0,10	1,00	0,08	-0,47*	-0,08	-0,03	-0,20	Са+Mg, мг-экв/100 г почвы	0,08	-0,50*	0,47*	0,51*	-0,15	-0,52*	-0,20	0,03	0,51*	0,28	-0,66*	-0,47*	1,00	0,84*	-0,44*	-0,14	Мg, мг-экв/100 г почвы	0,07	-0,70*	0,15	0,21	0,05	-0,28	-0,03	0,20	0,28	-0,66*	0,38	-0,47*	0,84*	1,00	-0,34	-0,37	-0,02	Н+Al, мг-экв/100 г почвы	0,03	0,26	-0,43*	-0,39	0,21	0,33	0,38	0,10	0,09	0,35	-0,32	-0,08	-0,44*	-0,34	1,00	0,97*	0,46*	Н, мг-экв/100 г почвы	0,03	0,26	-0,39	-0,42*	0,20	0,28	0,28	0,03	0,11	0,36	-0,25	-0,03	-0,44*	-0,37	0,97*	1,00	0,22	Al, мг/кг	0,02	0,09	-0,28	-0,05	0,12	0,27	0,46*	0,28	-0,03	0,06	-0,34	-0,20	-0,14	-0,02	0,46*	0,22	1,00	5-15 см																				^{137}Cs , кБк/м ²	1,00	-0,17	0,34	0,29	0,28	-0,24	0,11	0,09	0,40*	-0,32	0,20	0,08	0,24	0,21	-0,27	-0,22	-0,21	W, %	-0,17	1,00	-0,37	-0,28	-0,29	0,24	-0,28	-0,45*	-0,18	0,83*	-0,54*	0,31	-0,18	-0,37	0,36	0,29	0,26	pH KCl	0,34	-0,37	1,00	0,89*	0,11	-0,87*	0,08	0,17	0,43*	-0,49*	0,40*	0,46*	0,58*	0,36	-0,46*	-0,36	-0,42*	pH H ₂ O	0,29	-0,28	0,89*	1,00	0,14	-0,79*	-0,14	-0,03	0,28	-0,35	0,27	0,37	0,44*	0,28	-0,57*	-0,49*	0,32	ГВ, %	0,28	-0,29	0,11	0,14	1,00	-0,11	-0,02	-0,17	0,07	-0,15	0,18	-0,04	-0,07	-0,06	-0,42*	-0,29	-0,49*	Нг, мг-кв/100 г почвы	-0,24	0,24	-0,87*	-0,79*	-0,11	1,00	0,06	0,03	-0,38	0,34	-0,41*	-0,53*	-0,57*	-0,32	0,45*	0,37	0,35	К, мг/кг (1)	0,11	-0,28	0,08	-0,14	-0,02	0,06	1,00	0,83*	0,13	-0,54*	0,34	-0,20	0,12	0,19	0,38	0,40*	-0,02	К, мг/кг (2)	0,09	-0,45*	0,17	-0,03	-0,17	0,03	0,83*	1,00	0,17	-0,66*	0,42*	-0,33	0,34	0,52*	0,33	0,35	-0,02	Р, мг/кг	0,40*	-0,18	0,43*	0,28	0,07	-0,38	0,13	0,17	1,00	-0,43*	0,16	0,45*	0,58*	0,36	-0,06	-0,04	-0,08	Гумус, %	-0,32	0,83*	-0,49*	-0,35	-0,15	0,34	-0,54*	-0,66*	-0,43*	1,00	-0,67*	0,15	-0,41*	-0,53*	0,10	0,02	0,31	Р _h , г/см ³	0,20	-0,54*	0,40*	0,27	0,18	-0,41*	0,34	0,42*	0,16	-0,67*	1,00	0,01	0,36	0,37	-0,15	-0,08	-0,30	Са, мг-экв/100 г почвы	0,08	0,31	0,46*	0,37	-0,04	-0,53*	-0,20	-0,33	0,45*	0,15	0,01	1,00	0,30	-0,23	-0,09	-0,02	-0,28	Са+Mg, мг-экв/100 г почвы	0,24	-0,18	0,58*	0,44*	-0,07	-0,57*	0,12	0,34	0,58*	-0,41*	0,36	0,30	1,00	0,85*	-0,13	-0,06	-0,25	Мg, мг-экв/100 г почвы	0,21	-0,37	0,36	0,28	-0,06	-0,32	0,19	0,52*	0,36	-0,53*	0,37	-0,23	0,85*	1,00	-0,07	-0,03	-0,14	Н+Al, мг-экв/100 г почвы	-0,27	0,36	-0,46*	-0,57*	-0,42*	0,45*	0,38	0,33	-0,06	0,10	-0,15	-0,09	-0,13	-0,07	1,00	0,96*	0,23	Н, мг-экв/100 г почвы	-0,22	0,29	-0,36	-0,49*	-0,29	0,37	0,40*	0,35	-0,04	0,02	-0,08	-0,02	-0,06	-0,03	0,96*	1,00	-0,04	Al, мг/кг	-0,21	0,26	-0,42*	-0,32	-0,49*	0,35	-0,02	-0,02	-0,08	0,31	-0,30	-0,28	-0,25	-0,14	0,23	-0,04	1,00																																																																																																																																																																																																																																												
К, мг/кг (2)	0,05	-0,07	0,09	0,21	0,02	-0,13	0,64*	1,00	-0,00	-0,50*	0,24	-0,34	0,03	0,20	0,10	0,03	0,28	Р, мг/кг	0,34	-0,24	0,26	0,48*	-0,10	-0,46*	-0,14	-0,00	1,00	-0,48*	0,30	0,31	0,51*	0,28	0,09	0,11	-0,03	Гумус, %	-0,22	0,48*	-0,50*	-0,58*	0,04	0,60*	-0,08	-0,50*	-0,48*	1,00	-0,61*	0,13	-0,66*	-0,66*	0,35	0,36	0,06	Р _h , г/см ³	0,48*	-0,38	0,44*	0,56*	-0,06	-0,58*	-0,22	0,24	0,30	-0,61*	1,00	-0,10	0,37	0,38	-0,32	-0,25	-0,34	Са, мг-экв/100 г почвы	0,01	0,49*	0,50*	0,45*	-0,34	-0,33	-0,27	-0,34	0,31	0,13	-0,10	1,00	0,08	-0,47*	-0,08	-0,03	-0,20	Са+Mg, мг-экв/100 г почвы	0,08	-0,50*	0,47*	0,51*	-0,15	-0,52*	-0,20	0,03	0,51*	0,28	-0,66*	-0,47*	1,00	0,84*	-0,44*	-0,14	Мg, мг-экв/100 г почвы	0,07	-0,70*	0,15	0,21	0,05	-0,28	-0,03	0,20	0,28	-0,66*	0,38	-0,47*	0,84*	1,00	-0,34	-0,37	-0,02	Н+Al, мг-экв/100 г почвы	0,03	0,26	-0,43*	-0,39	0,21	0,33	0,38	0,10	0,09	0,35	-0,32	-0,08	-0,44*	-0,34	1,00	0,97*	0,46*	Н, мг-экв/100 г почвы	0,03	0,26	-0,39	-0,42*	0,20	0,28	0,28	0,03	0,11	0,36	-0,25	-0,03	-0,44*	-0,37	0,97*	1,00	0,22	Al, мг/кг	0,02	0,09	-0,28	-0,05	0,12	0,27	0,46*	0,28	-0,03	0,06	-0,34	-0,20	-0,14	-0,02	0,46*	0,22	1,00	5-15 см																				^{137}Cs , кБк/м ²	1,00	-0,17	0,34	0,29	0,28	-0,24	0,11	0,09	0,40*	-0,32	0,20	0,08	0,24	0,21	-0,27	-0,22	-0,21	W, %	-0,17	1,00	-0,37	-0,28	-0,29	0,24	-0,28	-0,45*	-0,18	0,83*	-0,54*	0,31	-0,18	-0,37	0,36	0,29	0,26	pH KCl	0,34	-0,37	1,00	0,89*	0,11	-0,87*	0,08	0,17	0,43*	-0,49*	0,40*	0,46*	0,58*	0,36	-0,46*	-0,36	-0,42*	pH H ₂ O	0,29	-0,28	0,89*	1,00	0,14	-0,79*	-0,14	-0,03	0,28	-0,35	0,27	0,37	0,44*	0,28	-0,57*	-0,49*	0,32	ГВ, %	0,28	-0,29	0,11	0,14	1,00	-0,11	-0,02	-0,17	0,07	-0,15	0,18	-0,04	-0,07	-0,06	-0,42*	-0,29	-0,49*	Нг, мг-кв/100 г почвы	-0,24	0,24	-0,87*	-0,79*	-0,11	1,00	0,06	0,03	-0,38	0,34	-0,41*	-0,53*	-0,57*	-0,32	0,45*	0,37	0,35	К, мг/кг (1)	0,11	-0,28	0,08	-0,14	-0,02	0,06	1,00	0,83*	0,13	-0,54*	0,34	-0,20	0,12	0,19	0,38	0,40*	-0,02	К, мг/кг (2)	0,09	-0,45*	0,17	-0,03	-0,17	0,03	0,83*	1,00	0,17	-0,66*	0,42*	-0,33	0,34	0,52*	0,33	0,35	-0,02	Р, мг/кг	0,40*	-0,18	0,43*	0,28	0,07	-0,38	0,13	0,17	1,00	-0,43*	0,16	0,45*	0,58*	0,36	-0,06	-0,04	-0,08	Гумус, %	-0,32	0,83*	-0,49*	-0,35	-0,15	0,34	-0,54*	-0,66*	-0,43*	1,00	-0,67*	0,15	-0,41*	-0,53*	0,10	0,02	0,31	Р _h , г/см ³	0,20	-0,54*	0,40*	0,27	0,18	-0,41*	0,34	0,42*	0,16	-0,67*	1,00	0,01	0,36	0,37	-0,15	-0,08	-0,30	Са, мг-экв/100 г почвы	0,08	0,31	0,46*	0,37	-0,04	-0,53*	-0,20	-0,33	0,45*	0,15	0,01	1,00	0,30	-0,23	-0,09	-0,02	-0,28	Са+Mg, мг-экв/100 г почвы	0,24	-0,18	0,58*	0,44*	-0,07	-0,57*	0,12	0,34	0,58*	-0,41*	0,36	0,30	1,00	0,85*	-0,13	-0,06	-0,25	Мg, мг-экв/100 г почвы	0,21	-0,37	0,36	0,28	-0,06	-0,32	0,19	0,52*	0,36	-0,53*	0,37	-0,23	0,85*	1,00	-0,07	-0,03	-0,14	Н+Al, мг-экв/100 г почвы	-0,27	0,36	-0,46*	-0,57*	-0,42*	0,45*	0,38	0,33	-0,06	0,10	-0,15	-0,09	-0,13	-0,07	1,00	0,96*	0,23	Н, мг-экв/100 г почвы	-0,22	0,29	-0,36	-0,49*	-0,29	0,37	0,40*	0,35	-0,04	0,02	-0,08	-0,02	-0,06	-0,03	0,96*	1,00	-0,04	Al, мг/кг	-0,21	0,26	-0,42*	-0,32	-0,49*	0,35	-0,02	-0,02	-0,08	0,31	-0,30	-0,28	-0,25	-0,14	0,23	-0,04	1,00																																																																																																																																																																																																																																																														
Р, мг/кг	0,34	-0,24	0,26	0,48*	-0,10	-0,46*	-0,14	-0,00	1,00	-0,48*	0,30	0,31	0,51*	0,28	0,09	0,11	-0,03	Гумус, %	-0,22	0,48*	-0,50*	-0,58*	0,04	0,60*	-0,08	-0,50*	-0,48*	1,00	-0,61*	0,13	-0,66*	-0,66*	0,35	0,36	0,06	Р _h , г/см ³	0,48*	-0,38	0,44*	0,56*	-0,06	-0,58*	-0,22	0,24	0,30	-0,61*	1,00	-0,10	0,37	0,38	-0,32	-0,25	-0,34	Са, мг-экв/100 г почвы	0,01	0,49*	0,50*	0,45*	-0,34	-0,33	-0,27	-0,34	0,31	0,13	-0,10	1,00	0,08	-0,47*	-0,08	-0,03	-0,20	Са+Mg, мг-экв/100 г почвы	0,08	-0,50*	0,47*	0,51*	-0,15	-0,52*	-0,20	0,03	0,51*	0,28	-0,66*	-0,47*	1,00	0,84*	-0,44*	-0,14	Мg, мг-экв/100 г почвы	0,07	-0,70*	0,15	0,21	0,05	-0,28	-0,03	0,20	0,28	-0,66*	0,38	-0,47*	0,84*	1,00	-0,34	-0,37	-0,02	Н+Al, мг-экв/100 г почвы	0,03	0,26	-0,43*	-0,39	0,21	0,33	0,38	0,10	0,09	0,35	-0,32	-0,08	-0,44*	-0,34	1,00	0,97*	0,46*	Н, мг-экв/100 г почвы	0,03	0,26	-0,39	-0,42*	0,20	0,28	0,28	0,03	0,11	0,36	-0,25	-0,03	-0,44*	-0,37	0,97*	1,00	0,22	Al, мг/кг	0,02	0,09	-0,28	-0,05	0,12	0,27	0,46*	0,28	-0,03	0,06	-0,34	-0,20	-0,14	-0,02	0,46*	0,22	1,00	5-15 см																				^{137}Cs , кБк/м ²	1,00	-0,17	0,34	0,29	0,28	-0,24	0,11	0,09	0,40*	-0,32	0,20	0,08	0,24	0,21	-0,27	-0,22	-0,21	W, %	-0,17	1,00	-0,37	-0,28	-0,29	0,24	-0,28	-0,45*	-0,18	0,83*	-0,54*	0,31	-0,18	-0,37	0,36	0,29	0,26	pH KCl	0,34	-0,37	1,00	0,89*	0,11	-0,87*	0,08	0,17	0,43*	-0,49*	0,40*	0,46*	0,58*	0,36	-0,46*	-0,36	-0,42*	pH H ₂ O	0,29	-0,28	0,89*	1,00	0,14	-0,79*	-0,14	-0,03	0,28	-0,35	0,27	0,37	0,44*	0,28	-0,57*	-0,49*	0,32	ГВ, %	0,28	-0,29	0,11	0,14	1,00	-0,11	-0,02	-0,17	0,07	-0,15	0,18	-0,04	-0,07	-0,06	-0,42*	-0,29	-0,49*	Нг, мг-кв/100 г почвы	-0,24	0,24	-0,87*	-0,79*	-0,11	1,00	0,06	0,03	-0,38	0,34	-0,41*	-0,53*	-0,57*	-0,32	0,45*	0,37	0,35	К, мг/кг (1)	0,11	-0,28	0,08	-0,14	-0,02	0,06	1,00	0,83*	0,13	-0,54*	0,34	-0,20	0,12	0,19	0,38	0,40*	-0,02	К, мг/кг (2)	0,09	-0,45*	0,17	-0,03	-0,17	0,03	0,83*	1,00	0,17	-0,66*	0,42*	-0,33	0,34	0,52*	0,33	0,35	-0,02	Р, мг/кг	0,40*	-0,18	0,43*	0,28	0,07	-0,38	0,13	0,17	1,00	-0,43*	0,16	0,45*	0,58*	0,36	-0,06	-0,04	-0,08	Гумус, %	-0,32	0,83*	-0,49*	-0,35	-0,15	0,34	-0,54*	-0,66*	-0,43*	1,00	-0,67*	0,15	-0,41*	-0,53*	0,10	0,02	0,31	Р _h , г/см ³	0,20	-0,54*	0,40*	0,27	0,18	-0,41*	0,34	0,42*	0,16	-0,67*	1,00	0,01	0,36	0,37	-0,15	-0,08	-0,30	Са, мг-экв/100 г почвы	0,08	0,31	0,46*	0,37	-0,04	-0,53*	-0,20	-0,33	0,45*	0,15	0,01	1,00	0,30	-0,23	-0,09	-0,02	-0,28	Са+Mg, мг-экв/100 г почвы	0,24	-0,18	0,58*	0,44*	-0,07	-0,57*	0,12	0,34	0,58*	-0,41*	0,36	0,30	1,00	0,85*	-0,13	-0,06	-0,25	Мg, мг-экв/100 г почвы	0,21	-0,37	0,36	0,28	-0,06	-0,32	0,19	0,52*	0,36	-0,53*	0,37	-0,23	0,85*	1,00	-0,07	-0,03	-0,14	Н+Al, мг-экв/100 г почвы	-0,27	0,36	-0,46*	-0,57*	-0,42*	0,45*	0,38	0,33	-0,06	0,10	-0,15	-0,09	-0,13	-0,07	1,00	0,96*	0,23	Н, мг-экв/100 г почвы	-0,22	0,29	-0,36	-0,49*	-0,29	0,37	0,40*	0,35	-0,04	0,02	-0,08	-0,02	-0,06	-0,03	0,96*	1,00	-0,04	Al, мг/кг	-0,21	0,26	-0,42*	-0,32	-0,49*	0,35	-0,02	-0,02	-0,08	0,31	-0,30	-0,28	-0,25	-0,14	0,23	-0,04	1,00																																																																																																																																																																																																																																																																																
Гумус, %	-0,22	0,48*	-0,50*	-0,58*	0,04	0,60*	-0,08	-0,50*	-0,48*	1,00	-0,61*	0,13	-0,66*	-0,66*	0,35	0,36	0,06	Р _h , г/см ³	0,48*	-0,38	0,44*	0,56*	-0,06	-0,58*	-0,22	0,24	0,30	-0,61*	1,00	-0,10	0,37	0,38	-0,32	-0,25	-0,34	Са, мг-экв/100 г почвы	0,01	0,49*	0,50*	0,45*	-0,34	-0,33	-0,27	-0,34	0,31	0,13	-0,10	1,00	0,08	-0,47*	-0,08	-0,03	-0,20	Са+Mg, мг-экв/100 г почвы	0,08	-0,50*	0,47*	0,51*	-0,15	-0,52*	-0,20	0,03	0,51*	0,28	-0,66*	-0,47*	1,00	0,84*	-0,44*	-0,14	Мg, мг-экв/100 г почвы	0,07	-0,70*	0,15	0,21	0,05	-0,28	-0,03	0,20	0,28	-0,66*	0,38	-0,47*	0,84*	1,00	-0,34	-0,37	-0,02	Н+Al, мг-экв/100 г почвы	0,03	0,26	-0,43*	-0,39	0,21	0,33	0,38	0,10	0,09	0,35	-0,32	-0,08	-0,44*	-0,34	1,00	0,97*	0,46*	Н, мг-экв/100 г почвы	0,03	0,26	-0,39	-0,42*	0,20	0,28	0,28	0,03	0,11	0,36	-0,25	-0,03	-0,44*	-0,37	0,97*	1,00	0,22	Al, мг/кг	0,02	0,09	-0,28	-0,05	0,12	0,27	0,46*	0,28	-0,03	0,06	-0,34	-0,20	-0,14	-0,02	0,46*	0,22	1,00	5-15 см																				^{137}Cs , кБк/м ²	1,00	-0,17	0,34	0,29	0,28	-0,24	0,11	0,09	0,40*	-0,32	0,20	0,08	0,24	0,21	-0,27	-0,22	-0,21	W, %	-0,17	1,00	-0,37	-0,28	-0,29	0,24	-0,28	-0,45*	-0,18	0,83*	-0,54*	0,31	-0,18	-0,37	0,36	0,29	0,26	pH KCl	0,34	-0,37	1,00	0,89*	0,11	-0,87*	0,08	0,17	0,43*	-0,49*	0,40*	0,46*	0,58*	0,36	-0,46*	-0,36	-0,42*	pH H ₂ O	0,29	-0,28	0,89*	1,00	0,14	-0,79*	-0,14	-0,03	0,28	-0,35	0,27	0,37	0,44*	0,28	-0,57*	-0,49*	0,32	ГВ, %	0,28	-0,29	0,11	0,14	1,00	-0,11	-0,02	-0,17	0,07	-0,15	0,18	-0,04	-0,07	-0,06	-0,42*	-0,29	-0,49*	Нг, мг-кв/100 г почвы	-0,24	0,24	-0,87*	-0,79*	-0,11	1,00	0,06	0,03	-0,38	0,34	-0,41*	-0,53*	-0,57*	-0,32	0,45*	0,37	0,35	К, мг/кг (1)	0,11	-0,28	0,08	-0,14	-0,02	0,06	1,00	0,83*	0,13	-0,54*	0,34	-0,20	0,12	0,19	0,38	0,40*	-0,02	К, мг/кг (2)	0,09	-0,45*	0,17	-0,03	-0,17	0,03	0,83*	1,00	0,17	-0,66*	0,42*	-0,33	0,34	0,52*	0,33	0,35	-0,02	Р, мг/кг	0,40*	-0,18	0,43*	0,28	0,07	-0,38	0,13	0,17	1,00	-0,43*	0,16	0,45*	0,58*	0,36	-0,06	-0,04	-0,08	Гумус, %	-0,32	0,83*	-0,49*	-0,35	-0,15	0,34	-0,54*	-0,66*	-0,43*	1,00	-0,67*	0,15	-0,41*	-0,53*	0,10	0,02	0,31	Р _h , г/см ³	0,20	-0,54*	0,40*	0,27	0,18	-0,41*	0,34	0,42*	0,16	-0,67*	1,00	0,01	0,36	0,37	-0,15	-0,08	-0,30	Са, мг-экв/100 г почвы	0,08	0,31	0,46*	0,37	-0,04	-0,53*	-0,20	-0,33	0,45*	0,15	0,01	1,00	0,30	-0,23	-0,09	-0,02	-0,28	Са+Mg, мг-экв/100 г почвы	0,24	-0,18	0,58*	0,44*	-0,07	-0,57*	0,12	0,34	0,58*	-0,41*	0,36	0,30	1,00	0,85*	-0,13	-0,06	-0,25	Мg, мг-экв/100 г почвы	0,21	-0,37	0,36	0,28	-0,06	-0,32	0,19	0,52*	0,36	-0,53*	0,37	-0,23	0,85*	1,00	-0,07	-0,03	-0,14	Н+Al, мг-экв/100 г почвы	-0,27	0,36	-0,46*	-0,57*	-0,42*	0,45*	0,38	0,33	-0,06	0,10	-0,15	-0,09	-0,13	-0,07	1,00	0,96*	0,23	Н, мг-экв/100 г почвы	-0,22	0,29	-0,36	-0,49*	-0,29	0,37	0,40*	0,35	-0,04	0,02	-0,08	-0,02	-0,06	-0,03	0,96*	1,00	-0,04	Al, мг/кг	-0,21	0,26	-0,42*	-0,32	-0,49*	0,35	-0,02	-0,02	-0,08	0,31	-0,30	-0,28	-0,25	-0,14	0,23	-0,04	1,00																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
Р _h , г/см ³	0,48*	-0,38	0,44*	0,56*	-0,06	-0,58*	-0,22	0,24	0,30	-0,61*	1,00	-0,10	0,37	0,38	-0,32	-0,25	-0,34	Са, мг-экв/100 г почвы	0,01	0,49*	0,50*	0,45*	-0,34	-0,33	-0,27	-0,34	0,31	0,13	-0,10	1,00	0,08	-0,47*	-0,08	-0,03	-0,20	Са+Mg, мг-экв/100 г почвы	0,08	-0,50*	0,47*	0,51*	-0,15	-0,52*	-0,20	0,03	0,51*	0,28	-0,66*	-0,47*	1,00	0,84*	-0,44*	-0,14	Мg, мг-экв/100 г почвы	0,07	-0,70*	0,15	0,21	0,05	-0,28	-0,03	0,20	0,28	-0,66*	0,38	-0,47*	0,84*	1,00	-0,34	-0,37	-0,02	Н+Al, мг-экв/100 г почвы	0,03	0,26	-0,43*	-0,39	0,21	0,33	0,38	0,10	0,09	0,35	-0,32	-0,08	-0,44*	-0,34	1,00	0,97*	0,46*	Н, мг-экв/100 г почвы	0,03	0,26	-0,39	-0,42*	0,20	0,28	0,28	0,03	0,11	0,36	-0,25	-0,03	-0,44*	-0,37	0,97*	1,00	0,22	Al, мг/кг	0,02	0,09	-0,28	-0,05	0,12	0,27	0,46*	0,28	-0,03	0,06	-0,34	-0,20	-0,14	-0,02	0,46*	0,22	1,00	5-15 см																				^{137}Cs , кБк/м ²	1,00	-0,17	0,34	0,29	0,28	-0,24	0,11	0,09	0,40*	-0,32	0,20	0,08	0,24	0,21	-0,27	-0,22	-0,21	W, %	-0,17	1,00	-0,37	-0,28	-0,29	0,24	-0,28	-0,45*	-0,18	0,83*	-0,54*	0,31	-0,18	-0,37	0,36	0,29	0,26	pH KCl	0,34	-0,37	1,00	0,89*	0,11	-0,87*	0,08	0,17	0,43*	-0,49*	0,40*	0,46*	0,58*	0,36	-0,46*	-0,36	-0,42*	pH H ₂ O	0,29	-0,28	0,89*	1,00	0,14	-0,79*	-0,14	-0,03	0,28	-0,35	0,27	0,37	0,44*	0,28	-0,57*	-0,49*	0,32	ГВ, %	0,28	-0,29	0,11	0,14	1,00	-0,11	-0,02	-0,17	0,07	-0,15	0,18	-0,04	-0,07	-0,06	-0,42*	-0,29	-0,49*	Нг, мг-кв/100 г почвы	-0,24	0,24	-0,87*	-0,79*	-0,11	1,00	0,06	0,03	-0,38	0,34	-0,41*	-0,53*	-0,57*	-0,32	0,45*	0,37	0,35	К, мг/кг (1)	0,11	-0,28	0,08	-0,14	-0,02	0,06	1,00	0,83*	0,13	-0,54*	0,34	-0,20	0,12	0,19	0,38	0,40*	-0,02	К, мг/кг (2)	0,09	-0,45*	0,17	-0,03	-0,17	0,03	0,83*	1,00	0,17	-0,66*	0,42*	-0,33	0,34	0,52*	0,33	0,35	-0,02	Р, мг/кг	0,40*	-0,18	0,43*	0,28	0,07	-0,38	0,13	0,17	1,00	-0,43*	0,16	0,45*	0,58*	0,36	-0,06	-0,04	-0,08	Гумус, %	-0,32	0,83*	-0,49*	-0,35	-0,15	0,34	-0,54*	-0,66*	-0,43*	1,00	-0,67*	0,15	-0,41*	-0,53*	0,10	0,02	0,31	Р _h , г/см ³	0,20	-0,54*	0,40*	0,27	0,18	-0,41*	0,34	0,42*	0,16	-0,67*	1,00	0,01	0,36	0,37	-0,15	-0,08	-0,30	Са, мг-экв/100 г почвы	0,08	0,31	0,46*	0,37	-0,04	-0,53*	-0,20	-0,33	0,45*	0,15	0,01	1,00	0,30	-0,23	-0,09	-0,02	-0,28	Са+Mg, мг-экв/100 г почвы	0,24	-0,18	0,58*	0,44*	-0,07	-0,57*	0,12	0,34	0,58*	-0,41*	0,36	0,30	1,00	0,85*	-0,13	-0,06	-0,25	Мg, мг-экв/100 г почвы	0,21	-0,37	0,36	0,28	-0,06	-0,32	0,19	0,52*	0,36	-0,53*	0,37	-0,23	0,85*	1,00	-0,07	-0,03	-0,14	Н+Al, мг-экв/100 г почвы	-0,27	0,36	-0,46*	-0,57*	-0,42*	0,45*	0,38	0,33	-0,06	0,10	-0,15	-0,09	-0,13	-0,07	1,00	0,96*	0,23	Н, мг-экв/100 г почвы	-0,22	0,29	-0,36	-0,49*	-0,29	0,37	0,40*	0,35	-0,04	0,02	-0,08	-0,02	-0,06	-0,03	0,96*	1,00	-0,04	Al, мг/кг	-0,21	0,26	-0,42*	-0,32	-0,49*	0,35	-0,02	-0,02	-0,08	0,31	-0,30	-0,28	-0,25	-0,14	0,23	-0,04	1,00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Са, мг-экв/100 г почвы	0,01	0,49*	0,50*	0,45*	-0,34	-0,33	-0,27	-0,34	0,31	0,13	-0,10	1,00	0,08	-0,47*	-0,08	-0,03	-0,20	Са+Mg, мг-экв/100 г почвы	0,08	-0,50*	0,47*	0,51*	-0,15	-0,52*	-0,20	0,03	0,51*	0,28	-0,66*	-0,47*	1,00	0,84*	-0,44*	-0,14	Мg, мг-экв/100 г почвы	0,07	-0,70*	0,15	0,21	0,05	-0,28	-0,03	0,20	0,28	-0,66*	0,38	-0,47*	0,84*	1,00	-0,34	-0,37	-0,02	Н+Al, мг-экв/100 г почвы	0,03	0,26	-0,43*	-0,39	0,21	0,33	0,38	0,10	0,09	0,35	-0,32	-0,08	-0,44*	-0,34	1,00	0,97*	0,46*	Н, мг-экв/100 г почвы	0,03	0,26	-0,39	-0,42*	0,20	0,28	0,28	0,03	0,11	0,36	-0,25	-0,03	-0,44*	-0,37	0,97*	1,00	0,22	Al, мг/кг	0,02	0,09	-0,28	-0,05	0,12	0,27	0,46*	0,28	-0,03	0,06	-0,34	-0,20	-0,14	-0,02	0,46*	0,22	1,00	5-15 см																				^{137}Cs , кБк/м ²	1,00	-0,17	0,34	0,29	0,28	-0,24	0,11	0,09	0,40*	-0,32	0,20	0,08	0,24	0,21	-0,27	-0,22	-0,21	W, %	-0,17	1,00	-0,37	-0,28	-0,29	0,24	-0,28	-0,45*	-0,18	0,83*	-0,54*	0,31	-0,18	-0,37	0,36	0,29	0,26	pH KCl	0,34	-0,37	1,00	0,89*	0,11	-0,87*	0,08	0,17	0,43*	-0,49*	0,40*	0,46*	0,58*	0,36	-0,46*	-0,36	-0,42*	pH H ₂ O	0,29	-0,28	0,89*	1,00	0,14	-0,79*	-0,14	-0,03	0,28	-0,35	0,27	0,37	0,44*	0,28	-0,57*	-0,49*	0,32	ГВ, %	0,28	-0,29	0,11	0,14	1,00	-0,11	-0,02	-0,17	0,07	-0,15	0,18	-0,04	-0,07	-0,06	-0,42*	-0,29	-0,49*	Нг, мг-кв/100 г почвы	-0,24	0,24	-0,87*	-0,79*	-0,11	1,00	0,06	0,03	-0,38	0,34	-0,41*	-0,53*	-0,57*	-0,32	0,45*	0,37	0,35	К, мг/кг (1)	0,11	-0,28	0,08	-0,14	-0,02	0,06	1,00	0,83*	0,13	-0,54*	0,34	-0,20	0,12	0,19	0,38	0,40*	-0,02	К, мг/кг (2)	0,09	-0,45*	0,17	-0,03	-0,17	0,03	0,83*	1,00	0,17	-0,66*	0,42*	-0,33	0,34	0,52*	0,33	0,35	-0,02	Р, мг/кг	0,40*	-0,18	0,43*	0,28	0,07	-0,38	0,13	0,17	1,00	-0,43*	0,16	0,45*	0,58*	0,36	-0,06	-0,04	-0,08	Гумус, %	-0,32	0,83*	-0,49*	-0,35	-0,15	0,34	-0,54*	-0,66*	-0,43*	1,00	-0,67*	0,15	-0,41*	-0,53*	0,10	0,02	0,31	Р _h , г/см ³	0,20	-0,54*	0,40*	0,27	0,18	-0,41*	0,34	0,42*	0,16	-0,67*	1,00	0,01	0,36	0,37	-0,15	-0,08	-0,30	Са, мг-экв/100 г почвы	0,08	0,31	0,46*	0,37	-0,04	-0,53*	-0,20	-0,33	0,45*	0,15	0,01	1,00	0,30	-0,23	-0,09	-0,02	-0,28	Са+Mg, мг-экв/100 г почвы	0,24	-0,18	0,58*	0,44*	-0,07	-0,57*	0,12	0,34	0,58*	-0,41*	0,36	0,30	1,00	0,85*	-0,13	-0,06	-0,25	Мg, мг-экв/100 г почвы	0,21	-0,37	0,36	0,28	-0,06	-0,32	0,19	0,52*	0,36	-0,53*	0,37	-0,23	0,85*	1,00	-0,07	-0,03	-0,14	Н+Al, мг-экв/100 г почвы	-0,27	0,36	-0,46*	-0,57*	-0,42*	0,45*	0,38	0,33	-0,06	0,10	-0,15	-0,09	-0,13	-0,07	1,00	0,96*	0,23	Н, мг-экв/100 г почвы	-0,22	0,29	-0,36	-0,49*	-0,29	0,37	0,40*	0,35	-0,04	0,02	-0,08	-0,02	-0,06	-0,03	0,96*	1,00	-0,04	Al, мг/кг	-0,21	0,26	-0,42*	-0,32	-0,49*	0,35	-0,02	-0,02	-0,08	0,31	-0,30	-0,28	-0,25	-0,14	0,23	-0,04	1,00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
Са+Mg, мг-экв/100 г почвы	0,08	-0,50*	0,47*	0,51*	-0,15	-0,52*	-0,20	0,03	0,51*	0,28	-0,66*	-0,47*	1,00	0,84*	-0,44*	-0,14	Мg, мг-экв/100 г почвы	0,07	-0,70*	0,15	0,21	0,05	-0,28	-0,03	0,20	0,28	-0,66*	0,38	-0,47*	0,84*	1,00	-0,34	-0,37	-0,02	Н+Al, мг-экв/100 г почвы	0,03	0,26	-0,43*	-0,39	0,21	0,33	0,38	0,10	0,09	0,35	-0,32	-0,08	-0,44*	-0,34	1,00	0,97*	0,46*	Н, мг-экв/100 г почвы	0,03	0,26	-0,39	-0,42*	0,20	0,28	0,28	0,03	0,11	0,36	-0,25	-0,03	-0,44*	-0,37	0,97*	1,00	0,22	Al, мг/кг	0,02	0,09	-0,28	-0,05	0,12	0,27	0,46*	0,28	-0,03	0,06	-0,34	-0,20	-0,14	-0,02	0,46*	0,22	1,00	5-15 см																				^{137}Cs , кБк/м ²	1,00	-0,17	0,34	0,29	0,28	-0,24	0,11	0,09	0,40*	-0,32	0,20	0,08	0,24	0,21	-0,27	-0,22	-0,21	W, %	-0,17	1,00	-0,37	-0,28	-0,29	0,24	-0,28	-0,45*	-0,18	0,83*	-0,54*	0,31	-0,18	-0,37	0,36	0,29	0,26	pH KCl	0,34	-0,37	1,00	0,89*	0,11	-0,87*	0,08	0,17	0,43*	-0,49*	0,40*	0,46*	0,58*	0,36	-0,46*	-0,36	-0,42*	pH H ₂ O	0,29	-0,28	0,89*	1,00	0,14	-0,79*	-0,14	-0,03	0,28	-0,35	0,27	0,37	0,44*	0,28	-0,57*	-0,49*	0,32	ГВ, %	0,28	-0,29	0,11	0,14	1,00	-0,11	-0,02	-0,17	0,07	-0,15	0,18	-0,04	-0,07	-0,06	-0,42*	-0,29	-0,49*	Нг, мг-кв/100 г почвы	-0,24	0,24	-0,87*	-0,79*	-0,11	1,00	0,06	0,03	-0,38	0,34	-0,41*	-0,53*	-0,57*	-0,32	0,45*	0,37	0,35	К, мг/кг (1)	0,11	-0,28	0,08	-0,14	-0,02	0,06	1,00	0,83*	0,13	-0,54*	0,34	-0,20	0,12	0,19	0,38	0,40*	-0,02	К, мг/кг (2)	0,09	-0,45*	0,17	-0,03	-0,17	0,03	0,83*	1,00	0,17	-0,66*	0,42*	-0,33	0,34	0,52*	0,33	0,35	-0,02	Р, мг/кг	0,40*	-0,18	0,43*	0,28	0,07	-0,38	0,13	0,17	1,00	-0,43*	0,16	0,45*	0,58*	0,36	-0,06	-0,04	-0,08	Гумус, %	-0,32	0,83*	-0,49*	-0,35	-0,15	0,34	-0,54*	-0,66*	-0,43*	1,00	-0,67*	0,15	-0,41*	-0,53*	0,10	0,02	0,31	Р _h , г/см ³	0,20	-0,54*	0,40*	0,27	0,18	-0,41*	0,34	0,42*	0,16	-0,67*	1,00	0,01	0,36	0,37	-0,15	-0,08	-0,30	Са, мг-экв/100 г почвы	0,08	0,31	0,46*	0,37	-0,04	-0,53*	-0,20	-0,33	0,45*	0,15	0,01	1,00	0,30	-0,23	-0,09	-0,02	-0,28	Са+Mg, мг-экв/100 г почвы	0,24	-0,18	0,58*	0,44*	-0,07	-0,57*	0,12	0,34	0,58*	-0,41*	0,36	0,30	1,00	0,85*	-0,13	-0,06	-0,25	Мg, мг-экв/100 г почвы	0,21	-0,37	0,36	0,28	-0,06	-0,32	0,19	0,52*	0,36	-0,53*	0,37	-0,23	0,85*	1,00	-0,07	-0,03	-0,14	Н+Al, мг-экв/100 г почвы	-0,27	0,36	-0,46*	-0,57*	-0,42*	0,45*	0,38	0,33	-0,06	0,10	-0,15	-0,09	-0,13	-0,07	1,00	0,96*	0,23	Н, мг-экв/100 г почвы	-0,22	0,29	-0,36	-0,49*	-0,29	0,37	0,40*	0,35	-0,04	0,02	-0,08	-0,02	-0,06	-0,03	0,96*	1,00	-0,04	Al, мг/кг	-0,21	0,26	-0,42*	-0,32	-0,49*	0,35	-0,02	-0,02	-0,08	0,31	-0,30	-0,28	-0,25	-0,14	0,23	-0,04	1,00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Мg, мг-экв/100 г почвы	0,07	-0,70*	0,15	0,21	0,05	-0,28	-0,03	0,20	0,28	-0,66*	0,38	-0,47*	0,84*	1,00	-0,34	-0,37	-0,02	Н+Al, мг-экв/100 г почвы	0,03	0,26	-0,43*	-0,39	0,21	0,33	0,38	0,10	0,09	0,35	-0,32	-0,08	-0,44*	-0,34	1,00	0,97*	0,46*	Н, мг-экв/100 г почвы	0,03	0,26	-0,39	-0,42*	0,20	0,28	0,28	0,03	0,11	0,36	-0,25	-0,03	-0,44*	-0,37	0,97*	1,00	0,22	Al, мг/кг	0,02	0,09	-0,28	-0,05	0,12	0,27	0,46*	0,28	-0,03	0,06	-0,34	-0,20	-0,14	-0,02	0,46*	0,22	1,00	5-15 см																				^{137}Cs , кБк/м ²	1,00	-0,17	0,34	0,29	0,28	-0,24	0,11	0,09	0,40*	-0,32	0,20	0,08	0,24	0,21	-0,27	-0,22	-0,21	W, %	-0,17	1,00	-0,37	-0,28	-0,29	0,24	-0,28	-0,45*	-0,18	0,83*	-0,54*	0,31	-0,18	-0,37	0,36	0,29	0,26	pH KCl	0,34	-0,37	1,00	0,89*	0,11	-0,87*	0,08	0,17	0,43*	-0,49*	0,40*	0,46*	0,58*	0,36	-0,46*	-0,36	-0,42*	pH H ₂ O	0,29	-0,28	0,89*	1,00	0,14	-0,79*	-0,14	-0,03	0,28	-0,35	0,27	0,37	0,44*	0,28	-0,57*	-0,49*	0,32	ГВ, %	0,28	-0,29	0,11	0,14	1,00	-0,11	-0,02	-0,17	0,07	-0,15	0,18	-0,04	-0,07	-0,06	-0,42*	-0,29	-0,49*	Нг, мг-кв/100 г почвы	-0,24	0,24	-0,87*	-0,79*	-0,11	1,00	0,06	0,03	-0,38	0,34	-0,41*	-0,53*	-0,57*	-0,32	0,45*	0,37	0,35	К, мг/кг (1)	0,11	-0,28	0,08	-0,14	-0,02	0,06	1,00	0,83*	0,13	-0,54*	0,34	-0,20	0,12	0,19	0,38	0,40*	-0,02	К, мг/кг (2)	0,09	-0,45*	0,17	-0,03	-0,17	0,03	0,83*	1,00	0,17	-0,66*	0,42*	-0,33	0,34	0,52*	0,33	0,35	-0,02	Р, мг/кг	0,40*	-0,18	0,43*	0,28	0,07	-0,38	0,13	0,17	1,00	-0,43*	0,16	0,45*	0,58*	0,36	-0,06	-0,04	-0,08	Гумус, %	-0,32	0,83*	-0,49*	-0,35	-0,15	0,34	-0,54*	-0,66*	-0,43*	1,00	-0,67*	0,15	-0,41*	-0,53*	0,10	0,02	0,31	Р _h , г/см ³	0,20	-0,54*	0,40*	0,27	0,18	-0,41*	0,34	0,42*	0,16	-0,67*	1,00	0,01	0,36	0,37	-0,15	-0,08	-0,30	Са, мг-экв/100 г почвы	0,08	0,31	0,46*	0,37	-0,04	-0,53*	-0,20	-0,33	0,45*	0,15	0,01	1,00	0,30	-0,23	-0,09	-0,02	-0,28	Са+Mg, мг-экв/100 г почвы	0,24	-0,18	0,58*	0,44*	-0,07	-0,57*	0,12	0,34	0,58*	-0,41*	0,36	0,30	1,00	0,85*	-0,13	-0,06	-0,25	Мg, мг-экв/100 г почвы	0,21	-0,37	0,36	0,28	-0,06	-0,32	0,19	0,52*	0,36	-0,53*	0,37	-0,23	0,85*	1,00	-0,07	-0,03	-0,14	Н+Al, мг-экв/100 г почвы	-0,27	0,36	-0,46*	-0,57*	-0,42*	0,45*	0,38	0,33	-0,06	0,10	-0,15	-0,09	-0,13	-0,07	1,00	0,96*	0,23	Н, мг-экв/100 г почвы	-0,22	0,29	-0,36	-0,49*	-0,29	0,37	0,40*	0,35	-0,04	0,02	-0,08	-0,02	-0,06	-0,03	0,96*	1,00	-0,04	Al, мг/кг	-0,21	0,26	-0,42*	-0,32	-0,49*	0,35	-0,02	-0,02	-0,08	0,31	-0,30	-0,28	-0,25	-0,14	0,23	-0,04	1,00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Н+Al, мг-экв/100 г почвы	0,03	0,26	-0,43*	-0,39	0,21	0,33	0,38	0,10	0,09	0,35	-0,32	-0,08	-0,44*	-0,34	1,00	0,97*	0,46*	Н, мг-экв/100 г почвы	0,03	0,26	-0,39	-0,42*	0,20	0,28	0,28	0,03	0,11	0,36	-0,25	-0,03	-0,44*	-0,37	0,97*	1,00	0,22	Al, мг/кг	0,02	0,09	-0,28	-0,05	0,12	0,27	0,46*	0,28	-0,03	0,06	-0,34	-0,20	-0,14	-0,02	0,46*	0,22	1,00	5-15 см																				^{137}Cs , кБк/м ²	1,00	-0,17	0,34	0,29	0,28	-0,24	0,11	0,09	0,40*	-0,32	0,20	0,08	0,24	0,21	-0,27	-0,22	-0,21	W, %	-0,17	1,00	-0,37	-0,28	-0,29	0,24	-0,28	-0,45*	-0,18	0,83*	-0,54*	0,31	-0,18	-0,37	0,36	0,29	0,26	pH KCl	0,34	-0,37	1,00	0,89*	0,11	-0,87*	0,08	0,17	0,43*	-0,49*	0,40*	0,46*	0,58*	0,36	-0,46*	-0,36	-0,42*	pH H ₂ O	0,29	-0,28	0,89*	1,00	0,14	-0,79*	-0,14	-0,03	0,28	-0,35	0,27	0,37	0,44*	0,28	-0,57*	-0,49*	0,32	ГВ, %	0,28	-0,29	0,11	0,14	1,00	-0,11	-0,02	-0,17	0,07	-0,15	0,18	-0,04	-0,07	-0,06	-0,42*	-0,29	-0,49*	Нг, мг-кв/100 г почвы	-0,24	0,24	-0,87*	-0,79*	-0,11	1,00	0,06	0,03	-0,38	0,34	-0,41*	-0,53*	-0,57*	-0,32	0,45*	0,37	0,35	К, мг/кг (1)	0,11	-0,28	0,08	-0,14	-0,02	0,06	1,00	0,83*	0,13	-0,54*	0,34	-0,20	0,12	0,19	0,38	0,40*	-0,02	К, мг/кг (2)	0,09	-0,45*	0,17	-0,03	-0,17	0,03	0,83*	1,00	0,17	-0,66*	0,42*	-0,33	0,34	0,52*	0,33	0,35	-0,02	Р, мг/кг	0,40*	-0,18	0,43*	0,28	0,07	-0,38	0,13	0,17	1,00	-0,43*	0,16	0,45*	0,58*	0,36	-0,06	-0,04	-0,08	Гумус, %	-0,32	0,83*	-0,49*	-0,35	-0,15	0,34	-0,54*	-0,66*	-0,43*	1,00	-0,67*	0,15	-0,41*	-0,53*	0,10	0,02	0,31	Р _h , г/см ³	0,20	-0,54*	0,40*	0,27	0,18	-0,41*	0,34	0,42*	0,16	-0,67*	1,00	0,01	0,36	0,37	-0,15	-0,08	-0,30	Са, мг-экв/100 г почвы	0,08	0,31	0,46*	0,37	-0,04	-0,53*	-0,20	-0,33	0,45*	0,15	0,01	1,00	0,30	-0,23	-0,09	-0,02	-0,28	Са+Mg, мг-экв/100 г почвы	0,24	-0,18	0,58*	0,44*	-0,07	-0,57*	0,12	0,34	0,58*	-0,41*	0,36	0,30	1,00	0,85*	-0,13	-0,06	-0,25	Мg, мг-экв/100 г почвы	0,21	-0,37	0,36	0,28	-0,06	-0,32	0,19	0,52*	0,36	-0,53*	0,37	-0,23	0,85*	1,00	-0,07	-0,03	-0,14	Н+Al, мг-экв/100 г почвы	-0,27	0,36	-0,46*	-0,57*	-0,42*	0,45*	0,38	0,33	-0,06	0,10	-0,15	-0,09	-0,13	-0,07	1,00	0,96*	0,23	Н, мг-экв/100 г почвы	-0,22	0,29	-0,36	-0,49*	-0,29	0,37	0,40*	0,35	-0,04	0,02	-0,08	-0,02	-0,06	-0,03	0,96*	1,00	-0,04	Al, мг/кг	-0,21	0,26	-0,42*	-0,32	-0,49*	0,35	-0,02	-0,02	-0,08	0,31	-0,30	-0,28	-0,25	-0,14	0,23	-0,04	1,00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Н, мг-экв/100 г почвы	0,03	0,26	-0,39	-0,42*	0,20	0,28	0,28	0,03	0,11	0,36	-0,25	-0,03	-0,44*	-0,37	0,97*	1,00	0,22	Al, мг/кг	0,02	0,09	-0,28	-0,05	0,12	0,27	0,46*	0,28	-0,03	0,06	-0,34	-0,20	-0,14	-0,02	0,46*	0,22	1,00	5-15 см																				^{137}Cs , кБк/м ²	1,00	-0,17	0,34	0,29	0,28	-0,24	0,11	0,09	0,40*	-0,32	0,20	0,08	0,24	0,21	-0,27	-0,22	-0,21	W, %	-0,17	1,00	-0,37	-0,28	-0,29	0,24	-0,28	-0,45*	-0,18	0,83*	-0,54*	0,31	-0,18	-0,37	0,36	0,29	0,26	pH KCl	0,34	-0,37	1,00	0,89*	0,11	-0,87*	0,08	0,17	0,43*	-0,49*	0,40*	0,46*	0,58*	0,36	-0,46*	-0,36	-0,42*	pH H ₂ O	0,29	-0,28	0,89*	1,00	0,14	-0,79*	-0,14	-0,03	0,28	-0,35	0,27	0,37	0,44*	0,28	-0,57*	-0,49*	0,32	ГВ, %	0,28	-0,29	0,11	0,14	1,00	-0,11	-0,02	-0,17	0,07	-0,15	0,18	-0,04	-0,07	-0,06	-0,42*	-0,29	-0,49*	Нг, мг-кв/100 г почвы	-0,24	0,24	-0,87*	-0,79*	-0,11	1,00	0,06	0,03	-0,38	0,34	-0,41*	-0,53*	-0,57*	-0,32	0,45*	0,37	0,35	К, мг/кг (1)	0,11	-0,28	0,08	-0,14	-0,02	0,06	1,00	0,83*	0,13	-0,54*	0,34	-0,20	0,12	0,19	0,38	0,40*	-0,02	К, мг/кг (2)	0,09	-0,45*	0,17	-0,03	-0,17	0,03	0,83*	1,00	0,17	-0,66*	0,42*	-0,33	0,34	0,52*	0,33	0,35	-0,02	Р, мг/кг	0,40*	-0,18	0,43*	0,28	0,07	-0,38	0,13	0,17	1,00	-0,43*	0,16	0,45*	0,58*	0,36	-0,06	-0,04	-0,08	Гумус, %	-0,32	0,83*	-0,49*	-0,35	-0,15	0,34	-0,54*	-0,66*	-0,43*	1,00	-0,67*	0,15	-0,41*	-0,53*	0,10	0,02	0,31	Р _h , г/см ³	0,20	-0,54*	0,40*	0,27	0,18	-0,41*	0,34	0,42*	0,16	-0,67*	1,00	0,01	0,36	0,37	-0,15	-0,08	-0,30	Са, мг-экв/100 г почвы	0,08	0,31	0,46*	0,37	-0,04	-0,53*	-0,20	-0,33	0,45*	0,15	0,01	1,00	0,30	-0,23	-0,09	-0,02	-0,28	Са+Mg, мг-экв/100 г почвы	0,24	-0,18	0,58*	0,44*	-0,07	-0,57*	0,12	0,34	0,58*	-0,41*	0,36	0,30	1,00	0,85*	-0,13	-0,06	-0,25	Мg, мг-экв/100 г почвы	0,21	-0,37	0,36	0,28	-0,06	-0,32	0,19	0,52*	0,36	-0,53*	0,37	-0,23	0,85*	1,00	-0,07	-0,03	-0,14	Н+Al, мг-экв/100 г почвы	-0,27	0,36	-0,46*	-0,57*	-0,42*	0,45*	0,38	0,33	-0,06	0,10	-0,15	-0,09	-0,13	-0,07	1,00	0,96*	0,23	Н, мг-экв/100 г почвы	-0,22	0,29	-0,36	-0,49*	-0,29	0,37	0,40*	0,35	-0,04	0,02	-0,08	-0,02	-0,06	-0,03	0,96*	1,00	-0,04	Al, мг/кг	-0,21	0,26	-0,42*	-0,32	-0,49*	0,35	-0,02	-0,02	-0,08	0,31	-0,30	-0,28	-0,25	-0,14	0,23	-0,04	1,00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Al, мг/кг	0,02	0,09	-0,28	-0,05	0,12	0,27	0,46*	0,28	-0,03	0,06	-0,34	-0,20	-0,14	-0,02	0,46*	0,22	1,00	5-15 см																				^{137}Cs , кБк/м ²	1,00	-0,17	0,34	0,29	0,28	-0,24	0,11	0,09	0,40*	-0,32	0,20	0,08	0,24	0,21	-0,27	-0,22	-0,21	W, %	-0,17	1,00	-0,37	-0,28	-0,29	0,24	-0,28	-0,45*	-0,18	0,83*	-0,54*	0,31	-0,18	-0,37	0,36	0,29	0,26	pH KCl	0,34	-0,37	1,00	0,89*	0,11	-0,87*	0,08	0,17	0,43*	-0,49*	0,40*	0,46*	0,58*	0,36	-0,46*	-0,36	-0,42*	pH H ₂ O	0,29	-0,28	0,89*	1,00	0,14	-0,79*	-0,14	-0,03	0,28	-0,35	0,27	0,37	0,44*	0,28	-0,57*	-0,49*	0,32	ГВ, %	0,28	-0,29	0,11	0,14	1,00	-0,11	-0,02	-0,17	0,07	-0,15	0,18	-0,04	-0,07	-0,06	-0,42*	-0,29	-0,49*	Нг, мг-кв/100 г почвы	-0,24	0,24	-0,87*	-0,79*	-0,11	1,00	0,06	0,03	-0,38	0,34	-0,41*	-0,53*	-0,57*	-0,32	0,45*	0,37	0,35	К, мг/кг (1)	0,11	-0,28	0,08	-0,14	-0,02	0,06	1,00	0,83*	0,13	-0,54*	0,34	-0,20	0,12	0,19	0,38	0,40*	-0,02	К, мг/кг (2)	0,09	-0,45*	0,17	-0,03	-0,17	0,03	0,83*	1,00	0,17	-0,66*	0,42*	-0,33	0,34	0,52*	0,33	0,35	-0,02	Р, мг/кг	0,40*	-0,18	0,43*	0,28	0,07	-0,38	0,13	0,17	1,00	-0,43*	0,16	0,45*	0,58*	0,36	-0,06	-0,04	-0,08	Гумус, %	-0,32	0,83*	-0,49*	-0,35	-0,15	0,34	-0,54*	-0,66*	-0,43*	1,00	-0,67*	0,15	-0,41*	-0,53*	0,10	0,02	0,31	Р _h , г/см ³	0,20	-0,54*	0,40*	0,27	0,18	-0,41*	0,34	0,42*	0,16	-0,67*	1,00	0,01	0,36	0,37	-0,15	-0,08	-0,30	Са, мг-экв/100 г почвы	0,08	0,31	0,46*	0,37	-0,04	-0,53*	-0,20	-0,33	0,45*	0,15	0,01	1,00	0,30	-0,23	-0,09	-0,02	-0,28	Са+Mg, мг-экв/100 г почвы	0,24	-0,18	0,58*	0,44*	-0,07	-0,57*	0,12	0,34	0,58*	-0,41*	0,36	0,30	1,00	0,85*	-0,13	-0,06	-0,25	Мg, мг-экв/100 г почвы	0,21	-0,37	0,36	0,28	-0,06	-0,32	0,19	0,52*	0,36	-0,53*	0,37	-0,23	0,85*	1,00	-0,07	-0,03	-0,14	Н+Al, мг-экв/100 г почвы	-0,27	0,36	-0,46*	-0,57*	-0,42*	0,45*	0,38	0,33	-0,06	0,10	-0,15	-0,09	-0,13	-0,07	1,00	0,96*	0,23	Н, мг-экв/100 г почвы	-0,22	0,29	-0,36	-0,49*	-0,29	0,37	0,40*	0,35	-0,04	0,02	-0,08	-0,02	-0,06	-0,03	0,96*	1,00	-0,04	Al, мг/кг	-0,21	0,26	-0,42*	-0,32	-0,49*	0,35	-0,02	-0,02	-0,08	0,31	-0,30	-0,28	-0,25	-0,14	0,23	-0,04	1,00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
5-15 см																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
^{137}Cs , кБк/м ²	1,00	-0,17	0,34	0,29	0,28	-0,24	0,11	0,09	0,40*	-0,32	0,20	0,08	0,24	0,21	-0,27	-0,22	-0,21	W, %	-0,17	1,00	-0,37	-0,28	-0,29	0,24	-0,28	-0,45*	-0,18	0,83*	-0,54*	0,31	-0,18	-0,37	0,36	0,29	0,26	pH KCl	0,34	-0,37	1,00	0,89*	0,11	-0,87*	0,08	0,17	0,43*	-0,49*	0,40*	0,46*	0,58*	0,36	-0,46*	-0,36	-0,42*	pH H ₂ O	0,29	-0,28	0,89*	1,00	0,14	-0,79*	-0,14	-0,03	0,28	-0,35	0,27	0,37	0,44*	0,28	-0,57*	-0,49*	0,32	ГВ, %	0,28	-0,29	0,11	0,14	1,00	-0,11	-0,02	-0,17	0,07	-0,15	0,18	-0,04	-0,07	-0,06	-0,42*	-0,29	-0,49*	Нг, мг-кв/100 г почвы	-0,24	0,24	-0,87*	-0,79*	-0,11	1,00	0,06	0,03	-0,38	0,34	-0,41*	-0,53*	-0,57*	-0,32	0,45*	0,37	0,35	К, мг/кг (1)	0,11	-0,28	0,08	-0,14	-0,02	0,06	1,00	0,83*	0,13	-0,54*	0,34	-0,20	0,12	0,19	0,38	0,40*	-0,02	К, мг/кг (2)	0,09	-0,45*	0,17	-0,03	-0,17	0,03	0,83*	1,00	0,17	-0,66*	0,42*	-0,33	0,34	0,52*	0,33	0,35	-0,02	Р, мг/кг	0,40*	-0,18	0,43*	0,28	0,07	-0,38	0,13	0,17	1,00	-0,43*	0,16	0,45*	0,58*	0,36	-0,06	-0,04	-0,08	Гумус, %	-0,32	0,83*	-0,49*	-0,35	-0,15	0,34	-0,54*	-0,66*	-0,43*	1,00	-0,67*	0,15	-0,41*	-0,53*	0,10	0,02	0,31	Р _h , г/см ³	0,20	-0,54*	0,40*	0,27	0,18	-0,41*	0,34	0,42*	0,16	-0,67*	1,00	0,01	0,36	0,37	-0,15	-0,08	-0,30	Са, мг-экв/100 г почвы	0,08	0,31	0,46*	0,37	-0,04	-0,53*	-0,20	-0,33	0,45*	0,15	0,01	1,00	0,30	-0,23	-0,09	-0,02	-0,28	Са+Mg, мг-экв/100 г почвы	0,24	-0,18	0,58*	0,44*	-0,07	-0,57*	0,12	0,34	0,58*	-0,41*	0,36	0,30	1,00	0,85*	-0,13	-0,06	-0,25	Мg, мг-экв/100 г почвы	0,21	-0,37	0,36	0,28	-0,06	-0,32	0,19	0,52*	0,36	-0,53*	0,37	-0,23	0,85*	1,00	-0,07	-0,03	-0,14	Н+Al, мг-экв/100 г почвы	-0,27	0,36	-0,46*	-0,57*	-0,42*	0,45*	0,38	0,33	-0,06	0,10	-0,15	-0,09	-0,13	-0,07	1,00	0,96*	0,23	Н, мг-экв/100 г почвы	-0,22	0,29	-0,36	-0,49*	-0,29	0,37	0,40*	0,35	-0,04	0,02	-0,08	-0,02	-0,06	-0,03	0,96*	1,00	-0,04	Al, мг/кг	-0,21	0,26	-0,42*	-0,32	-0,49*	0,35	-0,02	-0,02	-0,08	0,31	-0,30	-0,28	-0,25	-0,14	0,23	-0,04	1,00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
W, %	-0,17	1,00	-0,37	-0,28	-0,29	0,24	-0,28	-0,45*	-0,18	0,83*	-0,54*	0,31	-0,18	-0,37	0,36	0,29	0,26	pH KCl	0,34	-0,37	1,00	0,89*	0,11	-0,87*	0,08	0,17	0,43*	-0,49*	0,40*	0,46*	0,58*	0,36	-0,46*	-0,36	-0,42*	pH H ₂ O	0,29	-0,28	0,89*	1,00	0,14	-0,79*	-0,14	-0,03	0,28	-0,35	0,27	0,37	0,44*	0,28	-0,57*	-0,49*	0,32	ГВ, %	0,28	-0,29	0,11	0,14	1,00	-0,11	-0,02	-0,17	0,07	-0,15	0,18	-0,04	-0,07	-0,06	-0,42*	-0,29	-0,49*	Нг, мг-кв/100 г почвы	-0,24	0,24	-0,87*	-0,79*	-0,11	1,00	0,06	0,03	-0,38	0,34	-0,41*	-0,53*	-0,57*	-0,32	0,45*	0,37	0,35	К, мг/кг (1)	0,11	-0,28	0,08	-0,14	-0,02	0,06	1,00	0,83*	0,13	-0,54*	0,34	-0,20	0,12	0,19	0,38	0,40*	-0,02	К, мг/кг (2)	0,09	-0,45*	0,17	-0,03	-0,17	0,03	0,83*	1,00	0,17	-0,66*	0,42*	-0,33	0,34	0,52*	0,33	0,35	-0,02	Р, мг/кг	0,40*	-0,18	0,43*	0,28	0,07	-0,38	0,13	0,17	1,00	-0,43*	0,16	0,45*	0,58*	0,36	-0,06	-0,04	-0,08	Гумус, %	-0,32	0,83*	-0,49*	-0,35	-0,15	0,34	-0,54*	-0,66*	-0,43*	1,00	-0,67*	0,15	-0,41*	-0,53*	0,10	0,02	0,31	Р _h , г/см ³	0,20	-0,54*	0,40*	0,27	0,18	-0,41*	0,34	0,42*	0,16	-0,67*	1,00	0,01	0,36	0,37	-0,15	-0,08	-0,30	Са, мг-экв/100 г почвы	0,08	0,31	0,46*	0,37	-0,04	-0,53*	-0,20	-0,33	0,45*	0,15	0,01	1,00	0,30	-0,23	-0,09	-0,02	-0,28	Са+Mg, мг-экв/100 г почвы	0,24	-0,18	0,58*	0,44*	-0,07	-0,57*	0,12	0,34	0,58*	-0,41*	0,36	0,30	1,00	0,85*	-0,13	-0,06	-0,25	Мg, мг-экв/100 г почвы	0,21	-0,37	0,36	0,28	-0,06	-0,32	0,19	0,52*	0,36	-0,53*	0,37	-0,23	0,85*	1,00	-0,07	-0,03	-0,14	Н+Al, мг-экв/100 г почвы	-0,27	0,36	-0,46*	-0,57*	-0,42*	0,45*	0,38	0,33	-0,06	0,10	-0,15	-0,09	-0,13	-0,07	1,00	0,96*	0,23	Н, мг-экв/100 г почвы	-0,22	0,29	-0,36	-0,49*	-0,29	0,37	0,40*	0,35	-0,04	0,02	-0,08	-0,02	-0,06	-0,03	0,96*	1,00	-0,04	Al, мг/кг	-0,21	0,26	-0,42*	-0,32	-0,49*	0,35	-0,02	-0,02	-0,08	0,31	-0,30	-0,28	-0,25	-0,14	0,23	-0,04	1,00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
pH KCl	0,34	-0,37	1,00	0,89*	0,11	-0,87*	0,08	0,17	0,43*	-0,49*	0,40*	0,46*	0,58*	0,36	-0,46*	-0,36	-0,42*	pH H ₂ O	0,29	-0,28	0,89*	1,00	0,14	-0,79*	-0,14	-0,03	0,28	-0,35	0,27	0,37	0,44*	0,28	-0,57*	-0,49*	0,32	ГВ, %	0,28	-0,29	0,11	0,14	1,00	-0,11	-0,02	-0,17	0,07	-0,15	0,18	-0,04	-0,07	-0,06	-0,42*	-0,29	-0,49*	Нг, мг-кв/100 г почвы	-0,24	0,24	-0,87*	-0,79*	-0,11	1,00	0,06	0,03	-0,38	0,34	-0,41*	-0,53*	-0,57*	-0,32	0,45*	0,37	0,35	К, мг/кг (1)	0,11	-0,28	0,08	-0,14	-0,02	0,06	1,00	0,83*	0,13	-0,54*	0,34	-0,20	0,12	0,19	0,38	0,40*	-0,02	К, мг/кг (2)	0,09	-0,45*	0,17	-0,03	-0,17	0,03	0,83*	1,00	0,17	-0,66*	0,42*	-0,33	0,34	0,52*	0,33	0,35	-0,02	Р, мг/кг	0,40*	-0,18	0,43*	0,28	0,07	-0,38	0,13	0,17	1,00	-0,43*	0,16	0,45*	0,58*	0,36	-0,06	-0,04	-0,08	Гумус, %	-0,32	0,83*	-0,49*	-0,35	-0,15	0,34	-0,54*	-0,66*	-0,43*	1,00	-0,67*	0,15	-0,41*	-0,53*	0,10	0,02	0,31	Р _h , г/см ³	0,20	-0,54*	0,40*	0,27	0,18	-0,41*	0,34	0,42*	0,16	-0,67*	1,00	0,01	0,36	0,37	-0,15	-0,08	-0,30	Са, мг-экв/100 г почвы	0,08	0,31	0,46*	0,37	-0,04	-0,53*	-0,20	-0,33	0,45*	0,15	0,01	1,00	0,30	-0,23	-0,09	-0,02	-0,28	Са+Mg, мг-экв/100 г почвы	0,24	-0,18	0,58*	0,44*	-0,07	-0,57*	0,12	0,34	0,58*	-0,41*	0,36	0,30	1,00	0,85*	-0,13	-0,06	-0,25	Мg, мг-экв/100 г почвы	0,21	-0,37	0,36	0,28	-0,06	-0,32	0,19	0,52*	0,36	-0,53*	0,37	-0,23	0,85*	1,00	-0,07	-0,03	-0,14	Н+Al, мг-экв/100 г почвы	-0,27	0,36	-0,46*	-0,57*	-0,42*	0,45*	0,38	0,33	-0,06	0,10	-0,15	-0,09	-0,13	-0,07	1,00	0,96*	0,23	Н, мг-экв/100 г почвы	-0,22	0,29	-0,36	-0,49*	-0,29	0,37	0,40*	0,35	-0,04	0,02	-0,08	-0,02	-0,06	-0,03	0,96*	1,00	-0,04	Al, мг/кг	-0,21	0,26	-0,42*	-0,32	-0,49*	0,35	-0,02	-0,02	-0,08	0,31	-0,30	-0,28	-0,25	-0,14	0,23	-0,04	1,00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
pH H ₂ O	0,29	-0,28	0,89*	1,00	0,14	-0,79*	-0,14	-0,03	0,28	-0,35	0,27	0,37	0,44*	0,28	-0,57*	-0,49*	0,32	ГВ, %	0,28	-0,29	0,11	0,14	1,00	-0,11	-0,02	-0,17	0,07	-0,15	0,18	-0,04	-0,07	-0,06	-0,42*	-0,29	-0,49*	Нг, мг-кв/100 г почвы	-0,24	0,24	-0,87*	-0,79*	-0,11	1,00	0,06	0,03	-0,38	0,34	-0,41*	-0,53*	-0,57*	-0,32	0,45*	0,37	0,35	К, мг/кг (1)	0,11	-0,28	0,08	-0,14	-0,02	0,06	1,00	0,83*	0,13	-0,54*	0,34	-0,20	0,12	0,19	0,38	0,40*	-0,02	К, мг/кг (2)	0,09	-0,45*	0,17	-0,03	-0,17	0,03	0,83*	1,00	0,17	-0,66*	0,42*	-0,33	0,34	0,52*	0,33	0,35	-0,02	Р, мг/кг	0,40*	-0,18	0,43*	0,28	0,07	-0,38	0,13	0,17	1,00	-0,43*	0,16	0,45*	0,58*	0,36	-0,06	-0,04	-0,08	Гумус, %	-0,32	0,83*	-0,49*	-0,35	-0,15	0,34	-0,54*	-0,66*	-0,43*	1,00	-0,67*	0,15	-0,41*	-0,53*	0,10	0,02	0,31	Р _h , г/см ³	0,20	-0,54*	0,40*	0,27	0,18	-0,41*	0,34	0,42*	0,16	-0,67*	1,00	0,01	0,36	0,37	-0,15	-0,08	-0,30	Са, мг-экв/100 г почвы	0,08	0,31	0,46*	0,37	-0,04	-0,53*	-0,20	-0,33	0,45*	0,15	0,01	1,00	0,30	-0,23	-0,09	-0,02	-0,28	Са+Mg, мг-экв/100 г почвы	0,24	-0,18	0,58*	0,44*	-0,07	-0,57*	0,12	0,34	0,58*	-0,41*	0,36	0,30	1,00	0,85*	-0,13	-0,06	-0,25	Мg, мг-экв/100 г почвы	0,21	-0,37	0,36	0,28	-0,06	-0,32	0,19	0,52*	0,36	-0,53*	0,37	-0,23	0,85*	1,00	-0,07	-0,03	-0,14	Н+Al, мг-экв/100 г почвы	-0,27	0,36	-0,46*	-0,57*	-0,42*	0,45*	0,38	0,33	-0,06	0,10	-0,15	-0,09	-0,13	-0,07	1,00	0,96*	0,23	Н, мг-экв/100 г почвы	-0,22	0,29	-0,36	-0,49*	-0,29	0,37	0,40*	0,35	-0,04	0,02	-0,08	-0,02	-0,06	-0,03	0,96*	1,00	-0,04	Al, мг/кг	-0,21	0,26	-0,42*	-0,32	-0,49*	0,35	-0,02	-0,02	-0,08	0,31	-0,30	-0,28	-0,25	-0,14	0,23	-0,04	1,00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
ГВ, %	0,28	-0,29	0,11	0,14	1,00	-0,11	-0,02	-0,17	0,07	-0,15	0,18	-0,04	-0,07	-0,06	-0,42*	-0,29	-0,49*	Нг, мг-кв/100 г почвы	-0,24	0,24	-0,87*	-0,79*	-0,11	1,00	0,06	0,03	-0,38	0,34	-0,41*	-0,53*	-0,57*	-0,32	0,45*	0,37	0,35	К, мг/кг (1)	0,11	-0,28	0,08	-0,14	-0,02	0,06	1,00	0,83*	0,13	-0,54*	0,34	-0,20	0,12	0,19	0,38	0,40*	-0,02	К, мг/кг (2)	0,09	-0,45*	0,17	-0,03	-0,17	0,03	0,83*	1,00	0,17	-0,66*	0,42*	-0,33	0,34	0,52*	0,33	0,35	-0,02	Р, мг/кг	0,40*	-0,18	0,43*	0,28	0,07	-0,38	0,13	0,17	1,00	-0,43*	0,16	0,45*	0,58*	0,36	-0,06	-0,04	-0,08	Гумус, %	-0,32	0,83*	-0,49*	-0,35	-0,15	0,34	-0,54*	-0,66*	-0,43*	1,00	-0,67*	0,15	-0,41*	-0,53*	0,10	0,02	0,31	Р _h , г/см ³	0,20	-0,54*	0,40*	0,27	0,18	-0,41*	0,34	0,42*	0,16	-0,67*	1,00	0,01	0,36	0,37	-0,15	-0,08	-0,30	Са, мг-экв/100 г почвы	0,08	0,31	0,46*	0,37	-0,04	-0,53*	-0,20	-0,33	0,45*	0,15	0,01	1,00	0,30	-0,23	-0,09	-0,02	-0,28	Са+Mg, мг-экв/100 г почвы	0,24	-0,18	0,58*	0,44*	-0,07	-0,57*	0,12	0,34	0,58*	-0,41*	0,36	0,30	1,00	0,85*	-0,13	-0,06	-0,25	Мg, мг-экв/100 г почвы	0,21	-0,37	0,36	0,28	-0,06	-0,32	0,19	0,52*	0,36	-0,53*	0,37	-0,23	0,85*	1,00	-0,07	-0,03	-0,14	Н+Al, мг-экв/100 г почвы	-0,27	0,36	-0,46*	-0,57*	-0,42*	0,45*	0,38	0,33	-0,06	0,10	-0,15	-0,09	-0,13	-0,07	1,00	0,96*	0,23	Н, мг-экв/100 г почвы	-0,22	0,29	-0,36	-0,49*	-0,29	0,37	0,40*	0,35	-0,04	0,02	-0,08	-0,02	-0,06	-0,03	0,96*	1,00	-0,04	Al, мг/кг	-0,21	0,26	-0,42*	-0,32	-0,49*	0,35	-0,02	-0,02	-0,08	0,31	-0,30	-0,28	-0,25	-0,14	0,23	-0,04	1,00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Нг, мг-кв/100 г почвы	-0,24	0,24	-0,87*	-0,79*	-0,11	1,00	0,06	0,03	-0,38	0,34	-0,41*	-0,53*	-0,57*	-0,32	0,45*	0,37	0,35	К, мг/кг (1)	0,11	-0,28	0,08	-0,14	-0,02	0,06	1,00	0,83*	0,13	-0,54*	0,34	-0,20	0,12	0,19	0,38	0,40*	-0,02	К, мг/кг (2)	0,09	-0,45*	0,17	-0,03	-0,17	0,03	0,83*	1,00	0,17	-0,66*	0,42*	-0,33	0,34	0,52*	0,33	0,35	-0,02	Р, мг/кг	0,40*	-0,18	0,43*	0,28	0,07	-0,38	0,13	0,17	1,00	-0,43*	0,16	0,45*	0,58*	0,36	-0,06	-0,04	-0,08	Гумус, %	-0,32	0,83*	-0,49*	-0,35	-0,15	0,34	-0,54*	-0,66*	-0,43*	1,00	-0,67*	0,15	-0,41*	-0,53*	0,10	0,02	0,31	Р _h , г/см ³	0,20	-0,54*	0,40*	0,27	0,18	-0,41*	0,34	0,42*	0,16	-0,67*	1,00	0,01	0,36	0,37	-0,15	-0,08	-0,30	Са, мг-экв/100 г почвы	0,08	0,31	0,46*	0,37	-0,04	-0,53*	-0,20	-0,33	0,45*	0,15	0,01	1,00	0,30	-0,23	-0,09	-0,02	-0,28	Са+Mg, мг-экв/100 г почвы	0,24	-0,18	0,58*	0,44*	-0,07	-0,57*	0,12	0,34	0,58*	-0,41*	0,36	0,30	1,00	0,85*	-0,13	-0,06	-0,25	Мg, мг-экв/100 г почвы	0,21	-0,37	0,36	0,28	-0,06	-0,32	0,19	0,52*	0,36	-0,53*	0,37	-0,23	0,85*	1,00	-0,07	-0,03	-0,14	Н+Al, мг-экв/100 г почвы	-0,27	0,36	-0,46*	-0,57*	-0,42*	0,45*	0,38	0,33	-0,06	0,10	-0,15	-0,09	-0,13	-0,07	1,00	0,96*	0,23	Н, мг-экв/100 г почвы	-0,22	0,29	-0,36	-0,49*	-0,29	0,37	0,40*	0,35	-0,04	0,02	-0,08	-0,02	-0,06	-0,03	0,96*	1,00	-0,04	Al, мг/кг	-0,21	0,26	-0,42*	-0,32	-0,49*	0,35	-0,02	-0,02	-0,08	0,31	-0,30	-0,28	-0,25	-0,14	0,23	-0,04	1,00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
К, мг/кг (1)	0,11	-0,28	0,08	-0,14	-0,02	0,06	1,00	0,83*	0,13	-0,54*	0,34	-0,20	0,12	0,19	0,38	0,40*	-0,02	К, мг/кг (2)	0,09	-0,45*	0,17	-0,03	-0,17	0,03	0,83*	1,00	0,17	-0,66*	0,42*	-0,33	0,34	0,52*	0,33	0,35	-0,02	Р, мг/кг	0,40*	-0,18	0,43*	0,28	0,07	-0,38	0,13	0,17	1,00	-0,43*	0,16	0,45*	0,58*	0,36	-0,06	-0,04	-0,08	Гумус, %	-0,32	0,83*	-0,49*	-0,35	-0,15	0,34	-0,54*	-0,66*	-0,43*	1,00	-0,67*	0,15	-0,41*	-0,53*	0,10	0,02	0,31	Р _h , г/см ³	0,20	-0,54*	0,40*	0,27	0,18	-0,41*	0,34	0,42*	0,16	-0,67*	1,00	0,01	0,36	0,37	-0,15	-0,08	-0,30	Са, мг-экв/100 г почвы	0,08	0,31	0,46*	0,37	-0,04	-0,53*	-0,20	-0,33	0,45*	0,15	0,01	1,00	0,30	-0,23	-0,09	-0,02	-0,28	Са+Mg, мг-экв/100 г почвы	0,24	-0,18	0,58*	0,44*	-0,07	-0,57*	0,12	0,34	0,58*	-0,41*	0,36	0,30	1,00	0,85*	-0,13	-0,06	-0,25	Мg, мг-экв/100 г почвы	0,21	-0,37	0,36	0,28	-0,06	-0,32	0,19	0,52*	0,36	-0,53*	0,37	-0,23	0,85*	1,00	-0,07	-0,03	-0,14	Н+Al, мг-экв/100 г почвы	-0,27	0,36	-0,46*	-0,57*	-0,42*	0,45*	0,38	0,33	-0,06	0,10	-0,15	-0,09	-0,13	-0,07	1,00	0,96*	0,23	Н, мг-экв/100 г почвы	-0,22	0,29	-0,36	-0,49*	-0,29	0,37	0,40*	0,35	-0,04	0,02	-0,08	-0,02	-0,06	-0,03	0,96*	1,00	-0,04	Al, мг/кг	-0,21	0,26	-0,42*	-0,32	-0,49*	0,35	-0,02	-0,02	-0,08	0,31	-0,30	-0,28	-0,25	-0,14	0,23	-0,04	1,00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
К, мг/кг (2)	0,09	-0,45*	0,17	-0,03	-0,17	0,03	0,83*	1,00	0,17	-0,66*	0,42*	-0,33	0,34	0,52*	0,33	0,35	-0,02	Р, мг/кг	0,40*	-0,18	0,43*	0,28	0,07	-0,38	0,13	0,17	1,00	-0,43*	0,16	0,45*	0,58*	0,36	-0,06	-0,04	-0,08	Гумус, %	-0,32	0,83*	-0,49*	-0,35	-0,15	0,34	-0,54*	-0,66*	-0,43*	1,00	-0,67*	0,15	-0,41*	-0,53*	0,10	0,02	0,31	Р _h , г/см ³	0,20	-0,54*	0,40*	0,27	0,18	-0,41*	0,34	0,42*	0,16	-0,67*	1,00	0,01	0,36	0,37	-0,15	-0,08	-0,30	Са, мг-экв/100 г почвы	0,08	0,31	0,46*	0,37	-0,04	-0,53*	-0,20	-0,33	0,45*	0,15	0,01	1,00	0,30	-0,23	-0,09	-0,02	-0,28	Са+Mg, мг-экв/100 г почвы	0,24	-0,18	0,58*	0,44*	-0,07	-0,57*	0,12	0,34	0,58*	-0,41*	0,36	0,30	1,00	0,85*	-0,13	-0,06	-0,25	Мg, мг-экв/100 г почвы	0,21	-0,37	0,36	0,28	-0,06	-0,32	0,19	0,52*	0,36	-0,53*	0,37	-0,23	0,85*	1,00	-0,07	-0,03	-0,14	Н+Al, мг-экв/100 г почвы	-0,27	0,36	-0,46*	-0,57*	-0,42*	0,45*	0,38	0,33	-0,06	0,10	-0,15	-0,09	-0,13	-0,07	1,00	0,96*	0,23	Н, мг-экв/100 г почвы	-0,22	0,29	-0,36	-0,49*	-0,29	0,37	0,40*	0,35	-0,04	0,02	-0,08	-0,02	-0,06	-0,03	0,96*	1,00	-0,04	Al, мг/кг	-0,21	0,26	-0,42*	-0,32	-0,49*	0,35	-0,02	-0,02	-0,08	0,31	-0,30	-0,28	-0,25	-0,14	0,23	-0,04	1,00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
Р, мг/кг	0,40*	-0,18	0,43*	0,28	0,07	-0,38	0,13	0,17	1,00	-0,43*	0,16	0,45*	0,58*	0,36	-0,06	-0,04	-0,08	Гумус, %	-0,32	0,83*	-0,49*	-0,35	-0,15	0,34	-0,54*	-0,66*	-0,43*	1,00	-0,67*	0,15	-0,41*	-0,53*	0,10	0,02	0,31	Р _h , г/см ³	0,20	-0,54*	0,40*	0,27	0,18	-0,41*	0,34	0,42*	0,16	-0,67*	1,00	0,01	0,36	0,37	-0,15	-0,08	-0,30	Са, мг-экв/100 г почвы	0,08	0,31	0,46*	0,37	-0,04	-0,53*	-0,20	-0,33	0,45*	0,15	0,01	1,00	0,30	-0,23	-0,09	-0,02	-0,28	Са+Mg, мг-экв/100 г почвы	0,24	-0,18	0,58*	0,44*	-0,07	-0,57*	0,12	0,34	0,58*	-0,41*	0,36	0,30	1,00	0,85*	-0,13	-0,06	-0,25	Мg, мг-экв/100 г почвы	0,21	-0,37	0,36	0,28	-0,06	-0,32	0,19	0,52*	0,36	-0,53*	0,37	-0,23	0,85*	1,00	-0,07	-0,03	-0,14	Н+Al, мг-экв/100 г почвы	-0,27	0,36	-0,46*	-0,57*	-0,42*	0,45*	0,38	0,33	-0,06	0,10	-0,15	-0,09	-0,13	-0,07	1,00	0,96*	0,23	Н, мг-экв/100 г почвы	-0,22	0,29	-0,36	-0,49*	-0,29	0,37	0,40*	0,35	-0,04	0,02	-0,08	-0,02	-0,06	-0,03	0,96*	1,00	-0,04	Al, мг/кг	-0,21	0,26	-0,42*	-0,32	-0,49*	0,35	-0,02	-0,02	-0,08	0,31	-0,30	-0,28	-0,25	-0,14	0,23	-0,04	1,00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
Гумус, %	-0,32	0,83*	-0,49*	-0,35	-0,15	0,34	-0,54*	-0,66*	-0,43*	1,00	-0,67*	0,15	-0,41*	-0,53*	0,10	0,02	0,31	Р _h , г/см ³	0,20	-0,54*	0,40*	0,27	0,18	-0,41*	0,34	0,42*	0,16	-0,67*	1,00	0,01	0,36	0,37	-0,15	-0,08	-0,30	Са, мг-экв/100 г почвы	0,08	0,31	0,46*	0,37	-0,04	-0,53*	-0,20	-0,33	0,45*	0,15	0,01	1,00	0,30	-0,23	-0,09	-0,02	-0,28	Са+Mg, мг-экв/100 г почвы	0,24	-0,18	0,58*	0,44*	-0,07	-0,57*	0,12	0,34	0,58*	-0,41*	0,36	0,30	1,00	0,85*	-0,13	-0,06	-0,25	Мg, мг-экв/100 г почвы	0,21	-0,37	0,36	0,28	-0,06	-0,32	0,19	0,52*	0,36	-0,53*	0,37	-0,23	0,85*	1,00	-0,07	-0,03	-0,14	Н+Al, мг-экв/100 г почвы	-0,27	0,36	-0,46*	-0,57*	-0,42*	0,45*	0,38	0,33	-0,06	0,10	-0,15	-0,09	-0,13	-0,07	1,00	0,96*	0,23	Н, мг-экв/100 г почвы	-0,22	0,29	-0,36	-0,49*	-0,29	0,37	0,40*	0,35	-0,04	0,02	-0,08	-0,02	-0,06	-0,03	0,96*	1,00	-0,04	Al, мг/кг	-0,21	0,26	-0,42*	-0,32	-0,49*	0,35	-0,02	-0,02	-0,08	0,31	-0,30	-0,28	-0,25	-0,14	0,23	-0,04	1,00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Р _h , г/см ³	0,20	-0,54*	0,40*	0,27	0,18	-0,41*	0,34	0,42*	0,16	-0,67*	1,00	0,01	0,36	0,37	-0,15	-0,08	-0,30	Са, мг-экв/100 г почвы	0,08	0,31	0,46*	0,37	-0,04	-0,53*	-0,20	-0,33	0,45*	0,15	0,01	1,00	0,30	-0,23	-0,09	-0,02	-0,28	Са+Mg, мг-экв/100 г почвы	0,24	-0,18	0,58*	0,44*	-0,07	-0,57*	0,12	0,34	0,58*	-0,41*	0,36	0,30	1,00	0,85*	-0,13	-0,06	-0,25	Мg, мг-экв/100 г почвы	0,21	-0,37	0,36	0,28	-0,06	-0,32	0,19	0,52*	0,36	-0,53*	0,37	-0,23	0,85*	1,00	-0,07	-0,03	-0,14	Н+Al, мг-экв/100 г почвы	-0,27	0,36	-0,46*	-0,57*	-0,42*	0,45*	0,38	0,33	-0,06	0,10	-0,15	-0,09	-0,13	-0,07	1,00	0,96*	0,23	Н, мг-экв/100 г почвы	-0,22	0,29	-0,36	-0,49*	-0,29	0,37	0,40*	0,35	-0,04	0,02	-0,08	-0,02	-0,06	-0,03	0,96*	1,00	-0,04	Al, мг/кг	-0,21	0,26	-0,42*	-0,32	-0,49*	0,35	-0,02	-0,02	-0,08	0,31	-0,30	-0,28	-0,25	-0,14	0,23	-0,04	1,00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Са, мг-экв/100 г почвы	0,08	0,31	0,46*	0,37	-0,04	-0,53*	-0,20	-0,33	0,45*	0,15	0,01	1,00	0,30	-0,23	-0,09	-0,02	-0,28	Са+Mg, мг-экв/100 г почвы	0,24	-0,18	0,58*	0,44*	-0,07	-0,57*	0,12	0,34	0,58*	-0,41*	0,36	0,30	1,00	0,85*	-0,13	-0,06	-0,25	Мg, мг-экв/100 г почвы	0,21	-0,37	0,36	0,28	-0,06	-0,32	0,19	0,52*	0,36	-0,53*	0,37	-0,23	0,85*	1,00	-0,07	-0,03	-0,14	Н+Al, мг-экв/100 г почвы	-0,27	0,36	-0,46*	-0,57*	-0,42*	0,45*	0,38	0,33	-0,06	0,10	-0,15	-0,09	-0,13	-0,07	1,00	0,96*	0,23	Н, мг-экв/100 г почвы	-0,22	0,29	-0,36	-0,49*	-0,29	0,37	0,40*	0,35	-0,04	0,02	-0,08	-0,02	-0,06	-0,03	0,96*	1,00	-0,04	Al, мг/кг	-0,21	0,26	-0,42*	-0,32	-0,49*	0,35	-0,02	-0,02	-0,08	0,31	-0,30	-0,28	-0,25	-0,14	0,23	-0,04	1,00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Са+Mg, мг-экв/100 г почвы	0,24	-0,18	0,58*	0,44*	-0,07	-0,57*	0,12	0,34	0,58*	-0,41*	0,36	0,30	1,00	0,85*	-0,13	-0,06	-0,25	Мg, мг-экв/100 г почвы	0,21	-0,37	0,36	0,28	-0,06	-0,32	0,19	0,52*	0,36	-0,53*	0,37	-0,23	0,85*	1,00	-0,07	-0,03	-0,14	Н+Al, мг-экв/100 г почвы	-0,27	0,36	-0,46*	-0,57*	-0,42*	0,45*	0,38	0,33	-0,06	0,10	-0,15	-0,09	-0,13	-0,07	1,00	0,96*	0,23	Н, мг-экв/100 г почвы	-0,22	0,29	-0,36	-0,49*	-0,29	0,37	0,40*	0,35	-0,04	0,02	-0,08	-0,02	-0,06	-0,03	0,96*	1,00	-0,04	Al, мг/кг	-0,21	0,26	-0,42*	-0,32	-0,49*	0,35	-0,02	-0,02	-0,08	0,31	-0,30	-0,28	-0,25	-0,14	0,23	-0,04	1,00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Мg, мг-экв/100 г почвы	0,21	-0,37	0,36	0,28	-0,06	-0,32	0,19	0,52*	0,36	-0,53*	0,37	-0,23	0,85*	1,00	-0,07	-0,03	-0,14	Н+Al, мг-экв/100 г почвы	-0,27	0,36	-0,46*	-0,57*	-0,42*	0,45*	0,38	0,33	-0,06	0,10	-0,15	-0,09	-0,13	-0,07	1,00	0,96*	0,23	Н, мг-экв/100 г почвы	-0,22	0,29	-0,36	-0,49*	-0,29	0,37	0,40*	0,35	-0,04	0,02	-0,08	-0,02	-0,06	-0,03	0,96*	1,00	-0,04	Al, мг/кг	-0,21	0,26	-0,42*	-0,32	-0,49*	0,35	-0,02	-0,02	-0,08	0,31	-0,30	-0,28	-0,25	-0,14	0,23	-0,04	1,00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Н+Al, мг-экв/100 г почвы	-0,27	0,36	-0,46*	-0,57*	-0,42*	0,45*	0,38	0,33	-0,06	0,10	-0,15	-0,09	-0,13	-0,07	1,00	0,96*	0,23	Н, мг-экв/100 г почвы	-0,22	0,29	-0,36	-0,49*	-0,29	0,37	0,40*	0,35	-0,04	0,02	-0,08	-0,02	-0,06	-0,03	0,96*	1,00	-0,04	Al, мг/кг	-0,21	0,26	-0,42*	-0,32	-0,49*	0,35	-0,02	-0,02	-0,08	0,31	-0,30	-0,28	-0,25	-0,14	0,23	-0,04	1,00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Н, мг-экв/100 г почвы	-0,22	0,29	-0,36	-0,49*	-0,29	0,37	0,40*	0,35	-0,04	0,02	-0,08	-0,02	-0,06	-0,03	0,96*	1,00	-0,04	Al, мг/кг	-0,21	0,26	-0,42*	-0,32	-0,49*	0,35	-0,02	-0,02	-0,08	0,31	-0,30	-0,28	-0,25	-0,14	0,23	-0,04	1,00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
Al, мг/кг	-0,21	0,26	-0,42*	-0,32	-0,49*	0,35	-0,02	-0,02	-0,08	0,31	-0,30	-0,28	-0,25	-0,14	0,23	-0,04	1,00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					

* - значимые коэффициенты корреляции при $p < 0.05$

Литература

1. Алексахин Р.М., Нарышкин М.А. Миграция радионуклидов в лесных биогеоценозах. М.: Наука, 1977. 144 с.
2. Гулякин И.В., Юдинцева Е.В. Сельскохозяйственная радиобиология. М.: Колос, 1973. 272 с.
3. Гулякин И.В., Юдинцева Е.В. Накопление цезия-137 в урожае ячменя и овса из разных почв // Известия ТСХА. Вып. 6, 1975. С. 98–106
4. Клечковский В.М. Миграция радионуклидов в биосфере // Вестник АН СССР. № 5, 1996. С. 93–96
5. Тюрюканова Э.Б. О миграции стронция-90 и цезия-137 в почвах // Очерки современной геохимии и аналитической химии, 1972. С. 527–533
6. Рерих Л.А., Моисеев И.Т. Влияние свойств почв на трансформацию форм ^{137}Cs и поступление его в сельскохозяйственные растения // Агрохимия. № 8, 1989. С. 96–100
7. Бондарь П.Ф., Юдинцева Е.В. Оценка влияния некоторых свойств почв на поступление в растения ^{137}Cs и прогнозирование накопления его в урожае овса // Агрохимия. № 9, 1984. С. 85–93.
8. Прохоров В.М., Баранова З.А., Рыжковский М.В. и др. Изучение связи между поступлением стронция-90 в растения и свойствами почвы методами математической статистики // Агрохимия. № 12, 1972. С. 111–116
9. Прохоров В.М., Баранова З.А., Рыжковский М.В. и др. Изучение связи между подвижностью ^{90}Sr и свойствами почвы методами многомерной математической статистики // Агрохимия. № 4, 1972. С. 101–108
10. Тихомиров Ф.А., Прохоров В.М., Моисеев И.Т. и др. Нахождение связи между поступлением ^{137}Cs в растения и свойствами почв // Агрохимия. № 8, 1978. С. 116–124
11. Ананян В.Л., Аветисян А.Ш. Поступление и распределение кальция, магния и радиостронция в зависимости от содержания их в почвах Армянской ССР // Агрохимия. № 10, 1975. С. 121–128
12. Дубовая В.Г. Анализ фактор, определяющих уровни загрязнения сельскохозяйственной продукции, и обоснование защитных мероприятий в отдаленный период после аварии на Чернобыльской АЭС (на примере загрязненных районов Калужской области). Автореф. дисс...канд. биол. наук. Обнинск, 2001. 24 с.
13. Щеглов А.И. Биогеохимия техногенных радионуклидов в лесных экосистемах. М.: Наука, 1999. 268 с.
14. Сущик Ю.Я., Фраменко И.Ф., Пушкарев А.В. и др. Миграция радионуклидов в элементарных ландшафтах Житомирского полесья // Геохимия техногенных радионуклидов. Киев: Наукова думка, 2002. С. 201–253
15. Алексахин Р.М., Моисеев И.Т., Тихомиров Ф.А. Агрохимия цезия-137 и его накопление сельскохозяйственными культурами // Агрохимия. № 2, 1977. С. 129–142
16. Оценка и экологический контроль состояния окружающей природной среды региона (на примере Тульской области) / ред. Г.В. Добровольский, С.А. Шоба. М.: МГУ, 2001. 256 с.
17. Атлас загрязнения Европы цезием после чернобыльской аварии. ЕК/ ИГКЭ, Росгидромет / Минчернобыль (Украина) / Белгидромет, 1998.
18. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв. М.: МГУ, 1973. 399 с.
19. Воробьева Л.А. Химический анализ почв. М.: МГУ, 1998. 272 с.
20. Агрохимические методы исследования почв. М.: Наука, 1975. 656 с.
21. Боровиков В.П. STATISTICA®. Статистический анализ и обработка данных в среде Windows® / В.П. Боровиков, И.П. Боровиков. М.: Информационно-издательский дом «Филинь», 1998. 608 с.
22. Дмитриев Е.А. Математическая статистика в почвоведении. М.: Изд-во МГУ, 1972. 292 с.
23. Щеглов А.И., Цветнова О.Б., Богатова М.К. Особенности содержания и распределения ^{137}Cs в почвах различных фитоценозов на современном этапе // Проблемы радиоэкологии и пограничных дисциплин. Екатеринбург, 2006. Вып 9 (в печати).
24. Кляшторин А.Л., Щеглов А.И., Цветнова О.Б. Вертикальная миграция ^{137}Cs в биогеоценозах хвойных лесов // Почвоведение, 1999. № 12. С. 1509–1514
25. Щеглов А.И., Цветнова О.Б., Тихомиров Ф.А. Миграция долгоживущих радионуклидов чернобыльских выпадений в лесных почвах Европейской части СНГ // Вестник МГУ. Сер. 17. почвоведение. № 3. 1992. С. 27–35
26. Сельскохозяйственная радиоэкология / ред. Р.М.Алексахин. М.: Экология, 1991. 400 с.

(*) Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант 04-04-48323)

Цветнова О. Б., Богатова М. К., Щеглов А. И.

Влияние свойств почв на содержание и перераспределение ^{137}Cs в почве природных и агроэкосистем в отдаленный период после чернобыльских выпадений

МГУ им. М. В. Ломоносова, г. Москва, Россия

Рассматриваются вопросы оценки влияния свойств темно-серых лесных почв природных и агроландшафтов на содержание и перераспределение ^{137}Cs в отдаленный период после чернобыльских выпадений. Как для начального, так и отдаленного периода после выпадений не выявлено значимых корреляций между содержанием ^{137}Cs и большинством исследуемых свойств. Максимальное количество взаимосвязей установлено для почв под лесными насаждениями; в агроландшафтах выявлена одна значимая корреляция – с плотностью почв. Показано, что применение метода парной корреляции для выявления факторов, обуславливающих перераспределение ^{137}Cs в почвенном покрове, малоинформативно вследствие неадекватности временных интервалов, в течение которых формируются основные почвенные показатели и структуры полей загрязнения ^{137}Cs .

Применение метода парной корреляции может быть эффективно при рассмотрении взаимосвязей между исследуемыми показателями в широтном аспекте или при наличии 1–2-х факторов, лимитирующих подвижность ^{137}Cs , а также при выявлении взаимосвязей между содержанием подвижных форм соединений исследуемых показателей. Другим возможным решением указанной проблемы может быть использование методов математической статистики, позволяющих учитывать влияние всей совокупности данных факторов.

Цветнова О. Б., Богатова М. К., Щеглов О. І.

Вплив властивостей ґрунтів на вміст і перерозподіл ^{137}Cs у ґрунті природних та агроекосистем у віддалений період після чорнобильських випадань

МДУ ім. М. В. Ломоносова, м. Москва, Росія

Розглядаються питання оцінки впливу властивостей темно-сірих лісових ґрунтів природних та агроландшафтів на вміст та перерозподіл ^{137}Cs у віддалений період після чорнобильських випадань. Як для початкового, так і для віддаленого періоду після випадань не виявлено значимих кореляцій між вмістом ^{137}Cs та більшістю досліджених властивостей. Максимальна кількість взаємозв'язків встановлена для ґрунтів під лісовими насадженнями; в агроландшафтах виявлена лише одна значима кореляція – з щільністю ґрунтів. Показано, що застосування методу парної кореляції для виявлення факторів, які обумовлюють перерозподіл ^{137}Cs у ґрунтовому покриві, є малоінформативним внаслідок неадекватності часових інтервалів, протягом котрих формуються головні ґрунтові показники і структури полів забруднення ^{137}Cs .

Застосування методу парної кореляції може бути ефективним при розгляді взаємозв'язків між дослідженими показниками в широтному аспекті або при наявності 1–2-х факторів, які лімітують рухливість ^{137}Cs . Іншим можливим рішенням вказаної проблеми може бути використання методів математичної статистики, які дозволяють враховувати вплив усієї сукупності даних факторів.

Tsvetnova O.B., Bogatova M.K., Shcheglov A.I.

The influence of soil properties on content and redistribution of ^{137}Cs in the soil of natural and agroecosystems in postpone period after Chernobyl fallout

M.V.Lomonosov MSU, Moscow, Russia

Problems of evaluation of properties of dark-grey forest soils of natural and agro-landscapes on content and redistribution of ^{137}Cs in postpone period after Chernobyl fallout were analyzed.

Essential correlation didn't reveal among ^{137}Cs content and majority of investigated properties for the initial and postpone period after fallout. Maximum quantity of interconnections were proved for soils under tree stands; in agro-landscapes the only one connection was found-with soil density. It was shown that application of method of pare correlation for evaluation of factors determining of ^{137}Cs redistribution in soil cover is less-informative because non-adequacy of temporary intervals between the formation of the main soil parameters and formations of ^{137}Cs pollution on the territory.

Application of the method of pare correlation can be effective under analysis of interconnections among investigated parameters in latitude aspect or in situation with 1-2 factors limiting ^{137}Cs mobility. Another possible decision of mentioned above problem can be in application of methods of mathematic statistics, allowing taking into account the whole totality of given factors.

Шелест З.М. –

кандидат біологічних наук,

Житомирський державний технологічний університет,

м. Житомир

Особливості накопичення ^{137}Cs рослинами, які є основою раціону козулі європейської в лісових екосистемах Центрального Полісся України

В лісах Центрального Полісся України козуля європейська належить до основних мисливських видів. В умовах радіоактивного забруднення в м'язах цих тварини накопичується значна кількість радіонуклідів [1]. Встановлено, що в осінній період накопичення ^{137}Cs в організмі тварин зростає в декілька разів. Це зумовлюється особливостями радіоактивного забруднення раціону даного виду копитних [2, 3, 4]. Кормова зона козулі європейської досягає висоти 1,5 м, тому в раціон даного виду диких промислових копитних входять рослини, які в лісових екосистемах створюють ярус підросту, чагарників та чагарничків живого нагрунтового покриття. В лісах Центрального Полісся до складу кормової бази козулі входить близько 44 видів судинних рослин [5, 6]. Серед рослин ярусу підросту листяних порід до основних кормових видів відносяться осика та дуб звичайний. Такі представники родини розових, як ожина несійська та малина, беруть участь у створенні чагарникового ярусу лісових екосистем даної зони. Перший вид складає основу кормової бази козулі в Центральному Поліссі, а другий – інтенсивно поїдається в осінній період, коли відмічено збільшення рівня радіоактивного забруднення організму тварин. Представники вересовитих є домінантами та співдомінантами чагарничкового ярусу. Чорниця відноситься до основних кормових видів. Верес звичайний також відіграє значну роль в формуванні чагарничкового ярусу в суборових та сугрудкових едатопах. Це осінньо-зимово-весняний корм, його вклад в кормову базу козулі досить істотний. Крім того, відомо, що дані види порядку вересовитих є накопичувачами ^{137}Cs , тому їх споживання повинно вплинути на динаміку радіоактивного забруднення організму козулі.

Для з'ясування можливого впливу сезонних особливостей накопичення радіонукліду в компонентах раціону козулі на осіннє підвищення депонування ^{137}Cs в організмі тварин на двох дослідних ділянках з переважанням, відповідно, суборових та сугрудкових лісорослинних умов були проведені дослідження динаміки міграції радіоізоотопу з ґрунту в основні кормові види. Відбір зразків фітомаси кормових видів проводився в межах кормової зони козулі (до висоти 1,5 м). Пагони деревних видів відбиралися товщиною не більше 5 мм, олістяні чи безлісті, в залежності від пори року. Фітомаса чагарничків відбиралася на площі 1 м². Відбір зразків ґрунту і фітомаси виконувався за методиками, наведеними в офіційних документах [7, 8]. Підготовка проб до вимірювання питомої активності ^{137}Cs та принципи її вимірювання описані в роботі [9]. Похибка вимірювання складала від 5,1% до 8,5%. Для характеристики особливостей надходження ^{137}Cs в корми використовувався коефіцієнт накопичення (КН), розрахований як відношення питомої активності фітомаси до питомої активності ґрунту ([Бк/кг сух.реч.] / [Бк/кг сух.реч.]). Результати визначення коефіцієнтів накопичення ^{137}Cs в фітомасі основних кормових видів наведено в таблиці.

Порівняння середніх значень КН для досліджуваних видів підросту вказує на те, що даний показник в умовах сугрудків статистично достовірно нижчий, ніж в умовах суборів. В умовах суборів КН ^{137}Cs фітомасою дуба виявився на 25% вищий, ніж аналогічний показник для осики. Для сугрудків різниця складала 37%. Різниця між КН у рослин різних видів статистично достовірна на 5% рівні значимості. Таким чином, порівняння особливостей радіоактивного забруднення фітомаси молодих рослин основних листяних порід в лісових екосистемах Центрального Полісся свідчить про те, що найбільший рівень накопичення радіонукліду властивий підросту дуба звичайного. Не залежно від виду КН ^{137}Cs в фітомасі підросту зменшуються зі збільшенням трофності ґрунту.

Порівняння динаміки КН для підросту осики і дуба, в залежності від періоду вегетації, свідчить про неоднорідний характер цього процесу. Для фітомаси досліджуваних видів максимальні значення даного показника в умовах суборів припадають на період плодоношення (кінець літа – осінь). В кінці вегетативного періоду значення КН зменшується. В сугрудкових умовах динаміка накопичення у дуба співпадає з такою для суборів. Максимальна величина КН для осики зафіксована в кінці вегетації. Спостереження за зміною КН ^{137}Cs в фітомасі означених видів протягом року дозволяють виявити деякі закономірності процесу накопичення радіонукліду рослинами підросту. Дані показники відзначаються значною варіабельністю в різні періоди спостережень, а їх величина певним чином змінюється в залежності від фізіологічного стану рослин. Дисперсійний аналіз виявив статистично достовірну залежність КН в пагонах дуба від місяця спостережень (для суборів – $F_{\phi}=8,96 > F_{(4; 20; 0,5)}=2,87$, а для сугрудків – $F_{\phi}=6,23 > F_{(7; 31; 0,5)}=2,34$). Характер помісячної динаміки даних показників свідчить про те, що в суборах в вересні, а в сугрудках в серпні спостерігається значне підвищення КН ^{137}Cs в фітомасі дуба. В порівнянні з середньорічним значенням в суборах даний показник зростає на 43%, а в сугрудках – на 54%. Таким чином, проведені дослідження особливостей вмісту ^{137}Cs в пагонах дуба дозволяють зробити висновок про інтенсифікацію накопичення радіонукліду в фітомасі рослин в кінці літа – на початку осені. Аналіз динаміки КН ^{137}Cs для фітомаси осики свідчить про те, що величина даного показника статистично достовірно змінюється в залежності від часу (для суборів $F_{\phi}=12,05 > F_{(4; 18; 0,5)}=2,93$, а для сугрудків –

Таблиця 1

Динаміка коефіцієнтів накопичення ^{137}Cs в фітомасі кормових рослин

Місяці	Свіжі та вологі субори							Свіжі та вологі сугрудки						
	Дуб	Осика	Ожина	Малина	Чорниця	Верес	Дуб	Осика	Ожина	Малина	Чорниця	Верес		
Лютий	0.70±0.08	0.56±0.21	0.65±0.25	3.48±0.59	3.33±0.38	0.85±0.16	1.59±0.20	0.53±0.37	0.71±0.01	0.63±0.23	1.02±0.31	-		
Березень	-	-	-	-	-	-	0.93±0.34	0.74±0.18	0.57±0.12	0.57±0.15	2.16±0.37	5.00±0.93		
Квітень	1.32±0.26	0.44±0.11	0.84±0.07	0.79±0.15	2.06±0.37	-	-	-	-	-	-	-		
Травень	-	-	-	-	-	-	1.24±0.26	0.55±0.06	1.03±0.23	1.11±0.28	0.43±0.07	-		
Червень	1.19±0.25	1.17±0.09	1.01±0.13	1.13±0.33	1.26±0.12	1.87±0.35	-	-	-	-	-	-		
Липень	-	-	-	-	-	-	0.70±0.16	0.44±0.09	2.90±0.59	0.83±0.17	1.08±0.11	1.03±0.34		
Серпень	-	-	-	-	-	-	2.17±0.42	0.35±0.05	0.86±0.18	0.82±0.17	2.52±0.44	3.08±0.31		
Вересень	2.24±0.27	2.08±0.34	1.50±0.29	2.50±0.59	1.04±0.13	2.33±0.96	0.58±0.13	0.36±0.03	0.50±0.07	0.46±0.09	0.40±0.04	4.13±0.77		
Жовтень	0.72±0.10	0.43±0.12	2.22±0.19	0.71±0.08	1.38±0.81	3.48±0.92	0.52±0.03	1.45±0.44	0.60±0.08	0.81±0.18	1.70±0.11	9.76±0.78		
Листопад	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Грудень	-	-	-	-	-	-	0.53±0.10	0.41±0.09	0.15±0.02	0.51±0.06	0.54±0.06	3.39±0.59		
Середнє	1.28±0.10	0.96±0.09	1.30±0.10	1.63±0.16	1.85±0.17	2.21±0.35	1.00±0.08	0.63±0.08	0.93±0.09	0.70±0.06	1.20±0.09	4.23±0.26		

$F_{\phi}=3,16 > F_{(7; 31; 0,5)}=2,34$). В умовах суборів максимальне значення досліджуваного показника відмічалася в вересні і було на 54% вище від середньорічного. В лісових екосистемах з переважанням сугрудків максимальне значення КН спостерігалось в жовтні, перевищення середньорічного показника в даних умовах складало 57%. В результаті досліджень динаміки накопичення ^{137}Cs в фітомасі осики було встановлено, що, незалежно від лісорослинних умов та року спостережень, в осінній період для рослин даного виду має місце підвищення рівня радіоактивного забруднення пагонів.

Пагони підросту дуба та осики посідають чільне місце в осінньому раціоні козулі європейської в лісах Центрального Полісся. На їх долю в середньому за сезон припадає, відповідно, 13 та 28%. З 15 тварин, добутих в вересні – листопаді, наявність неперетравлених залишків пагонів дуба відмічалася в 47% рубців, а осики – в 73%. Інтенсивне споживання даних видів рослин співпадає з статистично достовірним зростанням питомої активності їх фітомаси. Співставлення особливостей складу раціону та характеру динаміки радіоактивного забруднення даних видів основних кормів дозволяє зробити висновок про те, що однією з причин підвищення рівня накопичення ^{137}Cs в організмі тварин в осінній період може бути поїдання козулею в значних кількостях пагонів дуба та осики.

Порівняння середніх значень КН радіонуклідів в фітомасі ожини несійської та малини вказує на те, що в більш багатих умовах сугрудків міграції радіонуклідів з ґрунту в фітомасу рослин зменшується. Перевірка різниці за критерієм Ст'юдента показала, що вона статистично достовірна на 5% рівні значимості. При збільшенні трофності ґрунту КН у ожини несійської зменшується на 28%. У малини вплив вмісту поживних речовин на міграцію радіонуклідів з ґрунту в рослину виявився ще вищим, різниця у величині КН в залежності від типу умов місцезростання складала 57%. Співвідношення між КН у рослин різних видів статистично достовірно залежать від екологічних умов зростання, різниця достовірна за t-критерієм Ст'юдента на 95% довірчому рівні. В лісах свіжих та вологих суборових типів величина КН малини перевищує таку у ожини на 20%. В біогеоценозах свіжих та вологих сугрудків, навпаки, середнє значення КН у ожини несійської перевищує аналогічний показник для малини на 25%. Таким чином, на основі аналізу середніх величин показників, які характеризують накопичення ^{137}Cs досліджуваними видами родини розових, можна зробити висновок, що перехід радіонуклідів з ґрунту в фітомасу рослин залежить від умов місцезростання і носить видоспецифічний характер. Різниця між значеннями КН радіонуклідів в фітомасі ожини несійської, отриманими в різні місяці, також статистично достовірна (відповідно, для суборів $F_{\phi}=9,08 > F_{(4; 21; 0,5)}=2,84$, а для сугрудків – $F_{\phi}=11,13 > F_{(7; 28; 0,5)}=2,36$). Порівняння показників вказує на те, що суттєве зростання рівня накопичення радіонуклідів в суборових умовах відбувається у вересні – жовтні, а в сугрудкових – в липні, тобто на місяць раніше, ніж збільшення питомої активності радіонуклідів в організмі тварин. Потрібно відмітити, що для рослин даного виду характерним є те, що зміна накопичення ^{137}Cs в пагонах проходить поступово, без різких коливань. Величина КН поступово підвищується, по мірі вегетативного розвитку, а під кінець активної вегетації знижується. Середньомісячні значення КН ^{137}Cs в фітомасі малини в умовах суборів, статистично достовірно в квітні та жовтні нижчі, ніж в період з травня по вересень ($F_{\phi}=11,22 > F_{(4; 19; 0,5)}=2,90$). Для умов сугрудків значення коефіцієнтів накопичення, отриманих в травні – серпні, виявилися вищими, ніж в інші місяці, але дана різниця статистично недостовірна.

Ожина несійська посідає чільне місце в живленні козулі в лісах Центрального Полісся. Даний вид відноситься до групи основних кормів, його споживання майже рівномірне протягом року і знаходиться в межах 7–16%. Неперетравлені залишки пагонів ожини несійської були ідентифіковані в 21% проаналізованих рубців тварин. Споживання даного виду корму відмічено у 20% тварин, добутих восени. В осінньому раціоні ожина несійська складає 13%. Виходячи з того, що дана рослина інтенсивно поїдається, можна припустити, що особливості накопичення ^{137}Cs в фітомасі значною мірою впливають на радіоактивне забруднення організму козулі. В осінній період для рослин даного виду відмічене статистично достовірне збільшення накопичення радіоцезію в фітомасі, що співпадає зі зростанням радіоактивного забруднення організму тварин. Малина – типово сезонний корм. Неперетравлені залишки пагонів ідентифікувалися лише у 6% добутих тварин, всі вони були відстріляні восени, коли накопичення радіонуклідів у козулі максимальне. Для фітомаси рослин в цей період характерне поступове зниження питомої активності. Співставлення накопичення ^{137}Cs в фітомасі малини восени з характером поїдання цього виду корму дозволяє припустити, що споживання пагонів даної рослини також може вносити вклад в сезонне збільшення накопичення радіонуклідів в організмі козулі.

Підсумовуючи вищесказане, потрібно відмітити, що включення в раціон козулі в лісах Центрального Полісся представників родини розових, які входять до складу чагарникового ярусу, впливає на сезонну динаміку радіоактивного забруднення організму тварин. Для ожини несійської цей вплив виражається в збільшенні накопичення радіонуклідів в пагонах, яке має місце восени, а для малини – в сезонному характері споживання даного корму.

Середні значеннями КН ^{137}Cs у вереса вищі, ніж у чорниці, незалежно від лісорослинних умов. Різниця між показниками статистично достовірна за t-критерієм Ст'юдента на 5% рівні значимості і становить в суборах – 1,2 раза, а в сугрудках – 3,5 раза. Порівняння КН ^{137}Cs в фітомасі досліджуваних видів в залежності від періоду вегетації свідчить, що для обох видів, незалежно від типу лісорослинних умов, спостерігається збільшення даного показника в кінці літа та восени. Найменше значення КН припадає на кінець весни – початок літа, тобто на період розвитку та інтенсивного росту рослин, формування їх фітомаси. Порівняння середніх КН ^{137}Cs в рослинах порядку вересоцвітних, які утворюють в лісах

досліджуваних типів живе нагрунтове покриття, свідчить про те, що міграція радіонукліду з ґрунту в фітомасу носить видоспецифічний характер. Вміст радіоцезію в фітомасі вересу перевищує таку в фітомасі чорниці, незалежно від типу лісорослинних умов.

Величина КН ^{137}Cs в фітомасі чорниці в лісових екосистемах Центрального Полісся статистично достовірно залежить від сезону (для суборів - $F_{\phi}=5,78 > F_{(4; 19; 0,5)}=2,90$; для сугрудків $F_{\phi}=11,15 > F_{(7; 32; 0,5)}=2,32$). Після закінчення періоду зимового спокою, в квітні-червні спостерігається зростання вмісту радіонукліду в фітомасі в умовах суборів, потім накопичення радіонукліду поступово знижується. Регулярні відбори зразків, проведені на дослідній ділянці з переважанням сугрудкових умов місцезростання, свідчать, що значна концентрація ^{137}Cs в фітомасі чорниці відмічається на початку вегетації в березні, в серпні та під час підготовки рослини до зимового спокою в жовтні. Потім рівень вмісту радіонукліду знижується в 2–3 рази. Після початку активної вегетації значення КН досить високі, незалежно від лісорослинних умов, потім величина даного показника дещо знижується. Наступне збільшення величини КН приурочено до серпня та періоду підготовки рослин до зими. Таким чином, динаміка КН відображає періодичні зміни в інтенсивності міграції та відкладання радіоцезію в фітомасі. Зростання надходження радіонукліду приурочене до фізіологічно активних періодів, коли швидкість процесів мінерального обміну у рослин підвищується. Для зразків фітомаси вересу, відібраних на дослідній ділянці з переважанням сугрудкових умов місцезростання, дисперсійний аналіз показав наявність статистично достовірного зв'язку величини КН від часу (відповідно: $F_{\phi}=7,53$ та $F_{\phi}=17,36 > F_{(5; 21; 0,5)}=2,68$). Як для суборових, так і для сугрудкових умов максимальні значення величини КН ^{137}Cs в фітомасі були зафіксовані в жовтні. Таке збільшення рівня радіоактивного забруднення даного представника родини вересових свідчить про те, що в період запасаючої рослинами поживних речовин в зимуючій фітомасі прискорення метаболічних процесів викликає інтенсифікацію надходження і даного радіонукліду.

Результати досліджень сезонної динаміки міграції ^{137}Cs з ґрунту в фітомасу рослин живого нагрунтового покриття свідчать, що КН радіонукліду відзначаються значною варіабельністю протягом року, яка зумовлюється особливостями розвитку рослин, зміною швидкості метаболічних процесів в залежності від стадії вегетації, дією абіотичних факторів. Дослідженням видам порядку вересовитих властиво підвищення накопичення радіоцезію в кінці періоду активної вегетації. Незважаючи на те, що максимум споживання даних кормових видів козулею в Центральному Поліссі припадає на зиму, збільшення вмісту ^{137}Cs в фітомасі, яке зафіксовано в осінній період, може вплинути на рівень радіоактивного забруднення організму тварин.

Узагальнення результатів дослідження сезонної динаміки накопичення ^{137}Cs в компонентах раціону козулі європейської в лісових екосистемах Центрального Полісся дозволяє зробити висновок, що показники, які характеризують процеси міграції радіонуклідів з ґрунту в фітомасу рослин різних ярусів лісового біоценозу, змінюються в залежності від типу умов місцезростання. Збільшення трофності ґрунту викликає зниження надходження радіоізотопів в рослини підросту, підліску та живого нагрунтового покриття. На основі аналізу зміни КН ^{137}Cs в компоненти раціону в осінній період можна стверджувати, що причини, які викликають значне сезонне збільшення рівня радіоактивного забруднення організму тварин в даній зоні, залежать від багатьох факторів. На нашу думку, чільне місце в цих процесах посідають особливості міграції ^{137}Cs в такі основні компоненти раціону, як осика, дуб, ожина несійська та чорниця. Для перерахованих видів характерне збільшення рівня накопичення радіонуклідів в фітомасі саме в осінній період. Істотний вклад в надходження ^{137}Cs в організм козулі вносить також споживання вересу, який відзначається не тільки збільшенням вмісту ізоотопу в кінці вегетативного періоду, але й загалом значними величинами питомої активності в порівнянні з іншими видами. Незважаючи на відносно високе споживання пагонів малини восени, основне накопичення даного радіонукліду в фітомасі проходить влітку, тому роль цього виду в сезонному максимумі забруднення тварин невисока. Таким чином, причиною збільшення надходження ^{137}Cs в організм козулі європейської восени є підвищення в цей період рівня накопичення радіонукліду в основних кормах (осика, дуб, ожина несійська, чорниця) та включення в раціон таких високоактивних сезонних компонентів (верес).

Література

1. Smith J. T., Beresford N. A. Chernobyl Catastrophe and Consequences. – Chichester, UK, Praxis Publishing. – 2005. P. 267 – 288.
2. Краснов В. П., Шелест З. М., Иркиенко С. П., Курбет Т. В. Сезонная динамика накопления цезия-137 в организме козули европейской и факторы, ее определяющие / Лесная наука на рубеже XXI века / Сб. науч. трудов. – Гомель, 1997. – Вып. 46. – С. 426–429.
3. Краснов В. П., Шелест З. М., Орлов О.О. та інш. Радіоекологія козулі європейської в Центральному Поліссі України. – Житомир, Волинь, 1998. – 127 с.
4. Шелест З. М. Оценка радиоактивного загрязнения рациона козули европейской // Проблемы радиоэкологии леса. Лес. Чернобыль. Человек., вып. 61. – Гомель, 2004. – С. 271 – 275.
5. Шелест З. М. Сезонные особенности состава рациона козули европейской в лесах Центрального Полесья Украины / Проблемы экологии лесов и лесопользования в Полесье Украины / Науч. труды Полесской АЛНИС. – Житомир. – 1996. – Вып. 4. – С. 62–68.

6. Шелест З. М., Орлов О.О., Краснов В.П., Ірклієнко С.П. Особливості структури та складу зимового раціону козулі європейської у Центральному Поліссі // Вісник Київського Національного університету імені Тараса Шевченка. Біологія. – 2000. – Вип. 31. – с. 48–50.
7. Временная инструкция по обследованию лесов и лесной продукции, загрязненных радионуклидами. Утверждена Минлесхозом Украины 13.08.1991. – К., 1992. – 10 с.
8. Інструкція по проведенню радіометричного контролю продукції лісгосподарських підприємств. Затверджено Мінлісгоспом України 19.08.1991. – К., 1991. – 19 с.
9. Рекомендация. Государственная система обеспечения единства измерений. Активность радионуклидов в объемных образцах. Методика выполнения измерений на гамма-спектрометре МИ 2143-91. Утверждена 28.12.1990. – М.: "ВНИИФТРИ", 1991. – 12 с.

Шелест З. М.

Особенности накопления ^{137}Cs растениями, являющимися основой рациона козули европейской в лесных экосистемах Центрального Полесья Украины

Житомирский государственный технологический университет, г. Житомир

Приведены результаты исследования особенностей накопления ^{137}Cs в фитомассе основных компонентов рациона козули европейской. Показана связь между накоплением радионуклида в растениях и поступлением его в организм животных.

Shelest Z. M.

Peculiarities of ^{137}Cs accumulation by the main diet plants of roe deer in forest ecosystems of Central Polissya of Ukraine.

Zhytomyr state technological university, Zhytomyr

Results of research of features of accumulation ^{137}Cs by the phytomass of the base diet components of roe deer have been elucidated. Connection between accumulation radionuclide in plants and incorporation it in the organism of animals has been showed.

Зарубіна Н.Є. —
кандидат біологічних наук,
Інститут ядерних досліджень НАН України;
Гудзенко В.В. —
кандидат геолого-мінералогічних наук,
Інститут геологічних наук НАН України

Радіонукліди в грибах Київської області після аварії на Чорнобильській АЕС

Проблема накопичення радіонуклідів грибами є однією з найважливіших завдяки тому, що вони (з середини 90-х років й донині) є максимальними концентраторами довгоіснуючого біологічно небезпечного ^{137}Cs у лісових екосистемах на території Київської області.

Гриби здатні накопичувати та накопичували практично всі радіонукліди чорнобильського викиду, які реєструються методами гамма-спектрометрії. В травні-вересні 1986 р. в грибах на території Київської обл. реєструвалися ^{137}Cs , ^{134}Cs , ^{103}Ru , ^{106}Ru , ^{144}Ce , ^{141}Ce , ^{95}Zr , ^{95}Nb , ^{131}I , ^{140}Ba , ^{140}La , причому йод, барій та лантан були присутніми в пробах тільки до липня (рис. 1).

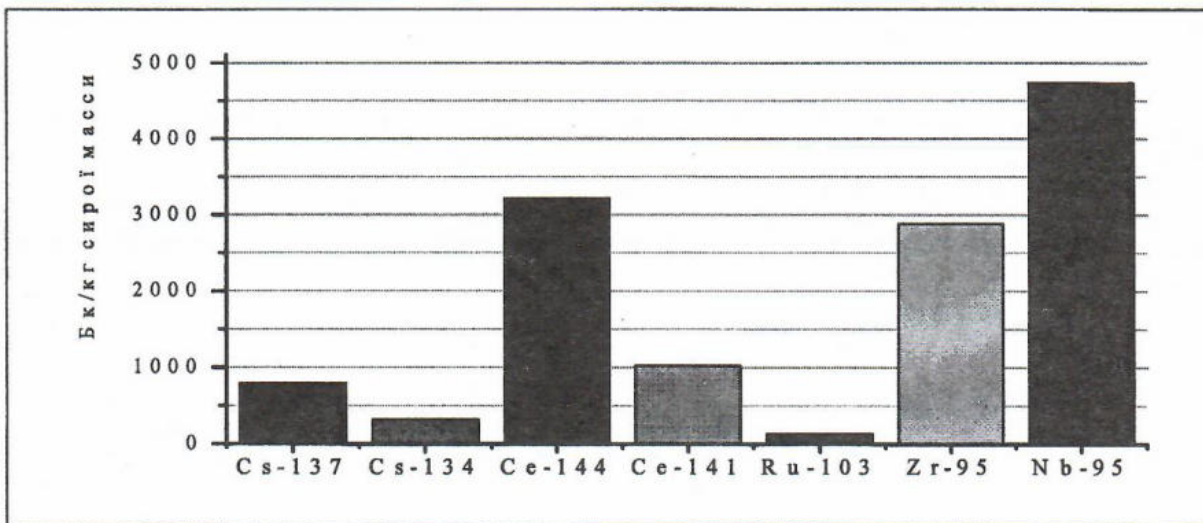


Рис. 1. Вміст аварійних радіонуклідів у моховику трищинуватому (*Xerocomus chrysenteron* (Bull.: St-Am.) Quel) у липні 1986 р. на полігоні «Дитятки» — 30-км зона ЧАЕС

У зв'язку з коротким періодом напіврозпаду більшості аварійних радіонуклідів, відсотковий внесок ^{137}Cs та ^{134}Cs у сумарну активність грибів поступово зростає — до 30 % у вересні 1986 р. З 1987 — 1988 р. до 100 % у активність штучних радіонуклідів у грибах різних видів вносять два ізотопи цезію. ^{134}Cs останній раз був зареєстрований у грибах 30-км зони відчуження у 2000 р.

Проведені дослідження дозволили встановити, що при умовах відбору проб грибів одномоментно на одному полігоні, питома активність ^{137}Cs у різних видах може відрізнитися на три порядки (в середньому у 100 разів).

Основним фактором, який впливає на рівні вмісту ^{137}Cs , є належність грибів до певної екологічної групи, тобто симбіотрофів, сапротрофів чи ксилотрофів, а для грибів-симбіотрофів ще й глибина локалізації міцелію у ґрунті. В залежності від цих факторів закономірності акумуляції ^{137}Cs грибами різних видів відрізняються.

Для представників екологічної групи сапротрофів та ксилотрофів (дошовики різних видів (*Lycoperdon* sp.), опеньок осінній справжній (*Armillariella mellea* (Vahl: Fr.) P. Karst.), зонтик строкатий (*Macrolepiota procera* (Scop.: Fr.) Sing.), печериця лісова (*Agaricus silvaticus* Schaeff.: Secr.), печіночниця звичайна (*Fistulina hepatica* Schaeff.: Fr.), глива звичайна (*Pleurotus ostreatus* (Jacq.: Fr.) Kumm.) та ін.) у процесі накопичення ^{137}Cs спостерігався один етап — зменшення рівнів питомої цього радіонукліду, починаючи з перших років після аварії до сьогоднішнього часу (рис. 2).

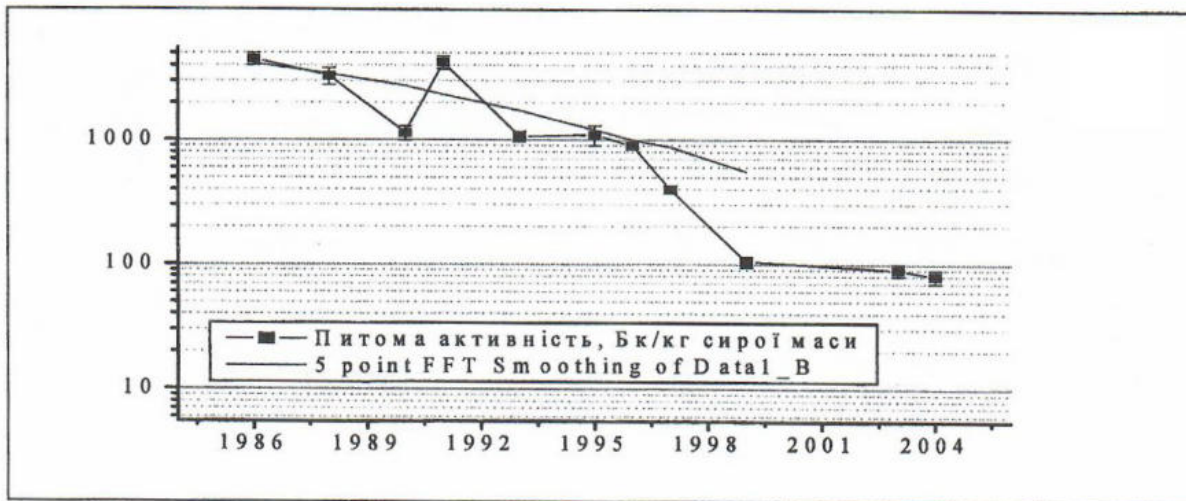


Рис. 2. Динаміка вмісту ^{137}Cs в опеньку осінньому справжньому на полігоні "Дитятки" (логіфічна шкала)

Ці види грибів є найменш забрудненими ^{137}Cs на всій території досліджень (рис. 3).

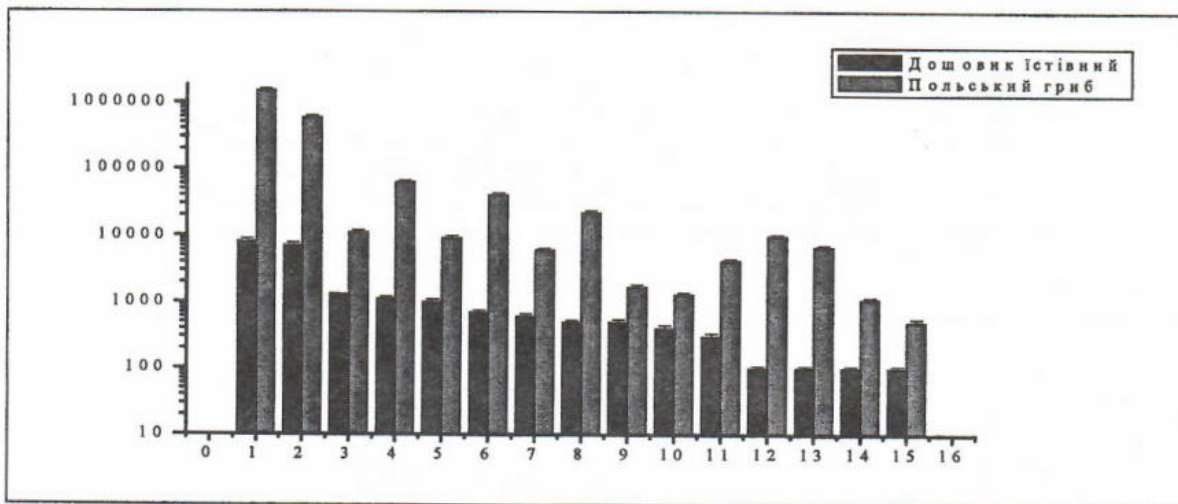


Рис. 3. Вміст ^{137}Cs в дошовику їстивному та польському грибі у 2003 р. на полігонах: 1 – "Янів", 2 – "Чистоголівка", 3 – "Лелів", 4 – "р. Сахан", 5 – "Ново-Шепеличі", 6 – "Іванівка", 7 – "Сухолуччя", 8 – "Опачичі", 9 – "Черевач", 10 – "Славутич", 11 – "Паришів", 12 – "Купувате", 13 – "Дитятки", 14 – "Ровжі", 15 – "Стайки" (Бк/кг сирої маси, логарифмічна шкала)

Для грибів-симбіотрофів, основна частина міцелію яких локалізована у верхньому п'яти-сантиметровому прошарку ґрунту (маслюк звичайний (*Suillus luteus* (L.: Fr.) S.F.Gray), польський гриб (*Xerocomus badius* (Fr.) Kuhn. ex Gilb.), моховик тріщинуватий (*Xerocomus chrysenteron* (Bull.: St-Am.) Quel), рижок-вовнянка (*Lactarius torminosus* (Schaeff.: Fr.) S.F.Gray), рижик смачний (*Lactarius deliciosus* (L.: Fr.) Fr.), хрящ-молочник оливково-чорний (*Lactarius turpis* (Weinm.) Fr.), сиріжка ароматна (*Russula xerampelina* var. *erythropus* Pelt.), зеленушка (*Tricholoma flavovirens* (Pers.: Fr.) Lund.) та ін.), накопичення ^{137}Cs проходило в два етапи. Починаючи з 1986 р. і до середини 90-х років (1995–1998 рр.), відмічалось зростання питомої активності ^{137}Cs в них – перший етап. Імовірно, що цей процес пов'язано з поступовим виходом цього радіонукліду з паливних часточок та зростанням його доступності для біоти. У цей період різниця питомої активності "брудної" і порівняно "чистої" зон становить від 1 порядку до 3000 разів. Наприклад, у 1997 р. на полігоні "Янів" (10-км зона навколо ЧАЕС) вміст ^{137}Cs у польському грибі дорівнював 2000000 Бк/кг, на полігоні "Дитятки" – 14000 Бк/кг, на полігоні "Стайки" (Київська обл., 150 км на південний схід від ЧАЕС) – 700 Бк/кг сирої маси. З середини 90-х років накопичення ^{137}Cs грибами поступово зменшується – другий етап (рис. 4). Цей етап пов'язано з біологічним "старінням" радіонукліду, тобто з необмінним його закріпленням у ґрунті.

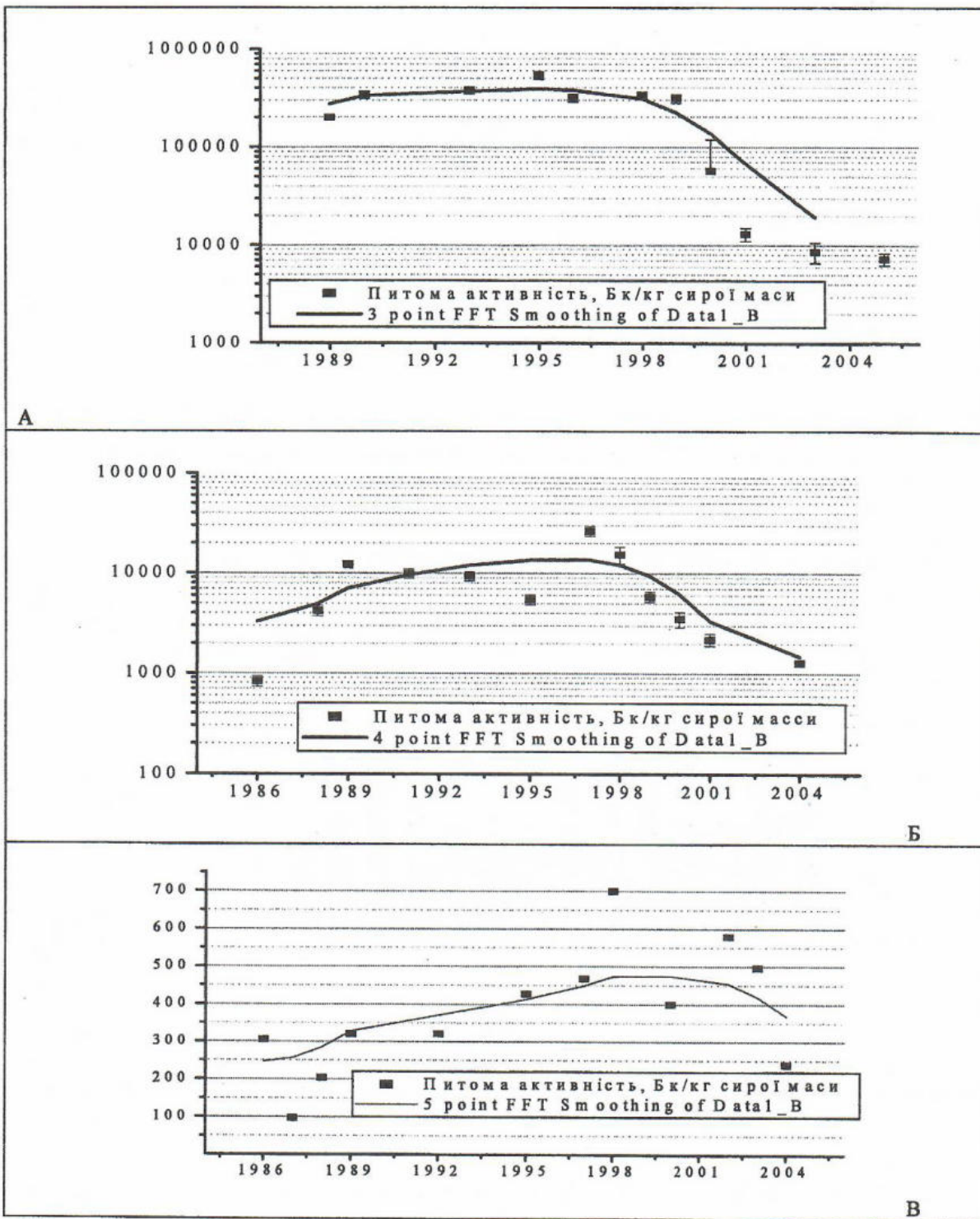


Рис. 4. Динаміка вмісту ^{137}Cs у польському грибі на полігоні "Ново-Шепеличі" – 10-км зона навколо ЧАЕС (А), "Дитятки" (Б) (логарифмічна шкала), "Стайки" (В)

Для грибів-симбіотрофів, основна частина міцелію яких локалізована у ґрунті на глибині > 5 см (білий гриб (*Boletus edulis* Bull.: Fr.)), відмічено ще третій етап у накопиченні ^{137}Cs . Починаючи з 2000 р., в них відбувається зростання вмісту цього радіонукліду порівняно з попередніми роками (рис. 5).

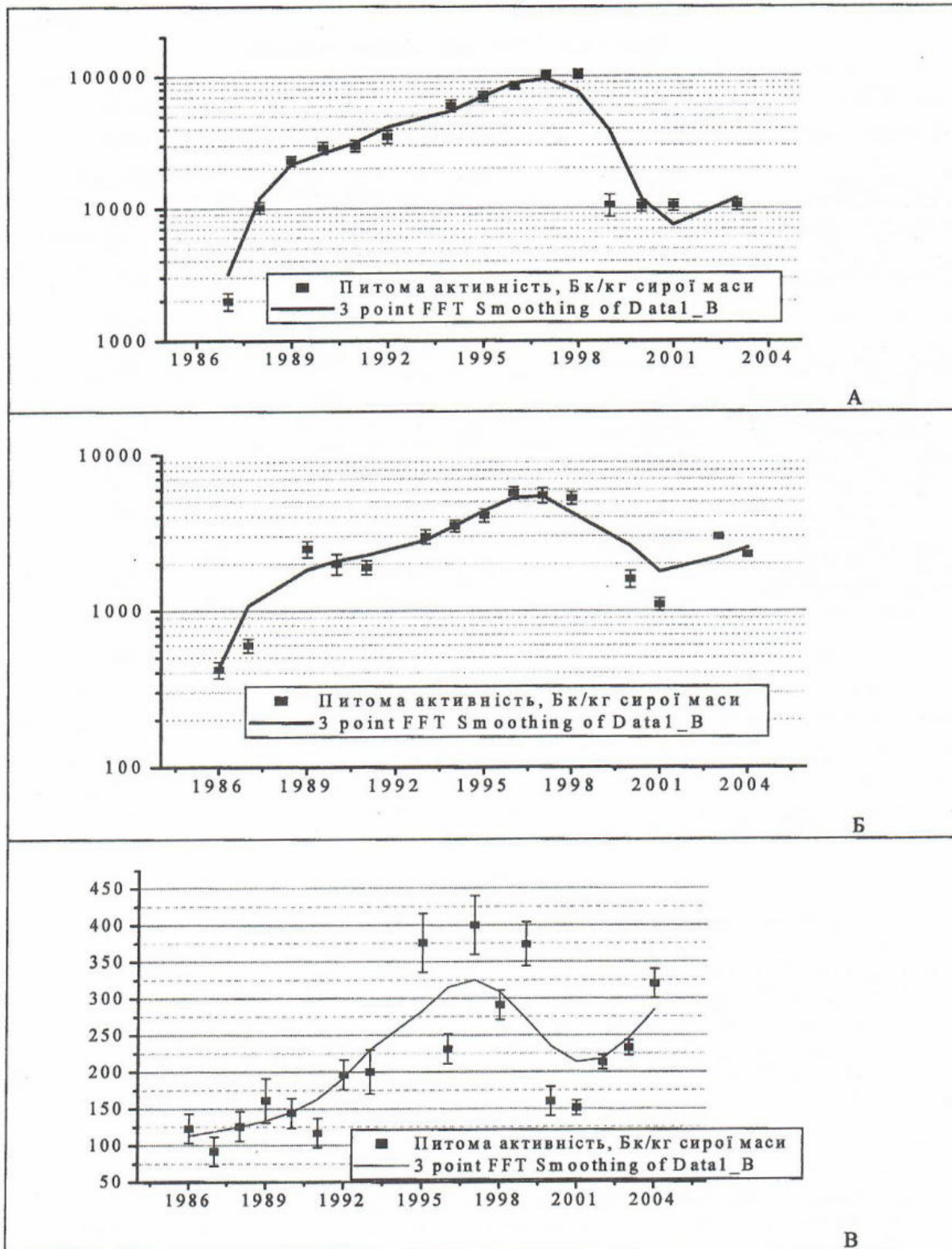


Рис. 5. Динаміка вмісту ^{137}Cs у білому грибі на полігоні "Ново-Шепеличі" (А), "Дитятки" (Б) (логарифмічна шкала), "Стайки" (В)

Подальше зростання рівнів питомої активності ^{137}Cs у білих грибах може привести до того, що саме білий гриб у наступні роки буде видом-концентратом цього радіонукліду у лісових екосистемах на територіях, забруднених внаслідок аварії на ЧАЕС.

Протягом досліджень гриби різних видів на території 30-км зони відчуження та Київської обл. накопичували ^{90}Sr в значно менших (до 3-х порядків) кількостях, ніж ^{137}Cs (табл.). У наступні роки існує імовірність зростання рівнів питомої активності ^{90}Sr в грибах різних видів.

Вміст ^{137}Cs і ^{90}Sr в грибах, Бк/кг сухої маси

Вид	Полігон	Рік	^{137}Cs	^{90}Sr
Свинуха тонка*	«Буряківка» (30-км зона ЧАЭС, 12 км на захід від станції)	1996	3200000	4300
Свинуха тонка*	«Дитятки»	1996	29200–311600	1500–480
Хрящ-молочник оливково-чорний*	«Дитятки»	1996	78000	750
Білий гриб	«Дитятки»	1996	54000	300
Польський гриб*	«Дитятки»	1996	1700000	800
Свинуха тонка*	«Копачі» (30-км зона ЧАЭС, 2 км на південь від станції)	1996	3000000	1000
Сироїжка ароматна*	«Копачі»	1996	350000	1900
Моховик тріщинуватий*	«Дитятки»	1997	3900	550
Свинуха тонка*	«Дитятки»	1997	302000	1400
Сироїжки різних видів*	«Дитятки»	1997	43550–60800	700–180
Білий гриб*	«Дитятки»	1997	45000	200
Білий гриб	«Дитятки»	1998	88500	110
Свинуха тонка	«Дитятки»	1998	68000	150
Польський гриб	«Дитятки»	1998	320000	100
Моховик тріщинуватий	«Копачі»	1998	2420000	100
Білий гриб	«Ново-Шепеличі»	1999	170000	200
Свинуха тонка	«Конча-Заспа» (Київська обл., 130 км на південь від станції)	2004	26000	100
Маслюк звичайний	«Іванків» (Київська обл., 50 км на південь від станції)	2004	700	200
Зеленушка (<i>Tricholoma flavovirens</i> (Pers.: Fr.) Lund.)	«Іванків»	2004	11500	300

* – дані «ЧОНТЦМД»

Висновки

В результаті проведених досліджень було встановлено, що:

- гриби більшості видів на території Київської обл. є максимальними концентраторами ^{137}Cs у лісових екосистемах, ^{90}Sr накопичується ними в значно менших кількостях;
- на акумуляцію ^{137}Cs грибами, які відібрані на одному полігоні, впливають:
 - 1 – належність до певної екологічної групи;
 - 2 – глибина локалізації міцелію в ґрунті;
- в грибах з глибокою локалізацією міцелію відмічено зростання рівнів питомої активності ^{137}Cs , починаючи з 2000 р.

Зарубина Н.Е., Гудзенко В.В.

Радионукліди в грибах Київської області після аварії на Чорнобильській АЕС

Институт ядерных исследований НАН Украины, Институт геологических наук НАН Украины

Гриби являються максимальними накопителями ^{137}Cs в лісових екосистемах Київської обл. Закономерності накоплення ^{137}Cs зависять от приналежности грибов к определенной экологической группе и глубины локализации основной части мицелия каждого вида в почве. В зависимости от этих видовых особенностей было выделено одно-, двух- и трехэтапное накопление ^{137}Cs грибами, начиная с 1986 г. по настоящее время (2005 г.).

Zarubina N.E., Gudzenko V.V.

Radionuclides in mushrooms of the Kiev region after accident on Chernobyl NPP

Institute for nuclear researches of NAS of Ukraine, Institute of geological sciences of NAS of Ukraine

The mushrooms are the maximal accumulators of ^{137}Cs in forest ecosystems of Kiev region. The regularities of ^{137}Cs accumulation depend on belonging of mushrooms to the certain ecological group and depth of localization of the main part of mycelium of each species in the soil. It was found one-two- and three – stage accumulation of ^{137}Cs by mushrooms depending on species peculiarities, from 2000 till nowadays (2005).

Борисова В.В. –
кандидат сільськогосподарських наук,
Фатєєв В.В. –
науковий співробітник,
Дудік Н.В. –
молодший науковий співробітник,
Український науково-дослідний інститут
лісового господарства та агролісомеліорації ім.
Г.М. Висоцького,
м. Харків, Україна

Лісокультурна справа на Поліссі України

Наука про лісові культури як самостійна й одна з головних для лісівників вивчає й розробляє теорію і практику штучного поновлення лісу та лісорозведення. Вона охоплює такі галузі, як лісове насінництво, лісові розсадники (вирощування лісового садивного матеріалу) та лісові культури (штучне поновлення лісу, лісорозведення, введення в культури цінних деревних рослин).

Лісові культури передбачають не тільки лісовідновлення на ділянках, що вийшли з-під лісу, а й лісорозведення на територіях, які раніш під лісом ніколи не були (чи були дуже давно) і ґрунти яких втратили властивості, притаманні лісові. Лісорозведення проводиться на не придатних для сільського господарства землях та при залісненні заболочених земель та рекультиватії.

Історія лісовирощування – це шлях тривалих пошуків і чисельних невдач, перевірка на практиці різних ідей та агротехнічних заходів. За період з 1920 по 1941 роки лісові культури в Україні щорічно закладали на площі не менше 60 тис. га. Вся територія України була ареною Другої світової війни, при цьому в значній мірі постраждали й ліси. У післявоєнні часи з розвитком лісового господарства й особливо лісокультурного виробництва в країні створювалися науково-дослідні інститути з розгалуженою мережею дослідних станцій. Саме на цей період припадає відкриття Поліської агролісомеліоративної дослідної станції, науковці якої вирішували в перші роки після утворення проблеми створення лісових культур. Однією з дуже важливих передумов успішного вирішення найактуальнішої у післявоєнні роки проблеми лісовідновлення і лісорозведення була раціоналізація технології, оптимізація порідного складу і нарощування об'ємів вирощування садивного матеріалу в розсадниках. З цією метою в 1957–1959 рр. проводились роботи за темою “Вирощування нових порід у посівах і посадках” (керівник теми – к.с.-г.н. В.І. Добровольський, виконавці на станції – к.с.-г.н. М.М. Грисюк, к.с.-г.н. П.Ф. Коноз, к.с.-г.н. М.В. Юр).

Дослідження стосувались, з однієї сторони, швидкоростучих порід – деяких видів тополь, верб, вільхи чорної для створення відповідних господарств, з другої – інтродукованих порід (бархат амурський, біота східна, дуб червоний, модрина даурська, сосна Веймутова, тополі тощо) для введення в дослідні посадки. Випробування показали, що серед тополь, за швидкістю росту сіянців, перше місце займає тополя біла, за нею ідуть чорна та канадська. Успіх вирощування сіянців тополь залежить від своєчасності збору плодів, висівання їх у розсаднику (1–2 дні після збору), вірного вибору ділянок за родочістю ґрунту. Відмічалось, що більш економічно здійснювати посів плодами й суцвіттями з укриванням грядок безрезовим гілляччям. Спостереження за ростом сіянців дозволили розробити стандарти на сіянці верб і вільхи чорної, яких до того не було. У відповідності зі стандартом сіянці були розділені на сорти за висотою і товщиною кореневої шийки. Що стосується інтродуцентів, виявилось, що в умовах Полісся вирощування таких порід, як айва японська, вишня піщана, черемха пізня, клен сріблястий, горіх сірий не має істотних перешкод. Для інших – модрини даурської, обліпихи – рекомендували розробити особливу агротехніку. Констатовалось також, що з тих видів тополь, які досліджувались, найбільш перспективними можуть бути пахуча та волосистоплідна, в сухих умовах – лавролиста, в зеленому господарстві – тополі китайська, пірамідальна.

Необхідним також було узагальнення лісокультурного досвіду як з метою подальшої розробки теорії лісокультурної справи (порівняння в конкретних лісорослинних умовах чистих та мішаних культур, вивчення взаємодії деревних порід в культурах тощо), так і для оцінки типів культур, що були раніше створені, для уточнення та покращення діючих на той час рекомендацій. Все це робило раціональним постановку теми - “Способи створення лісових культур з швидкорослих та господарсько-цінних порід” (керівник теми – д.с.-г.н. Д.Д. Лавриненко, виконавці на станції – к.с.-г.н. М.М. Грисюк, к.с.-г.н. М.В. Юр, В.В. Стопкань, Є.Г. Поляков, Г.Г. Волинець). Протягом проробки теми на станції вивчали такі питання

– Узагальнення лісокультурного досвіду УРСР. Досліди проводили в культурах, створених у 1952–1953 рр. Були досліджені чисті соснові, сосново-березові, сосново-дубові культури, соснові культури з домішкою сосни Банкса та інших порід (ялина, клен, берест), а також соснові культури з чагарниками (жовта акація та аморфа).

– Створення лісових культур на староорних землях Полісся. Вивчалися різні способи підготовки ґрунту перед садінням (суцільний та частковий обробіток, частковий обробіток борознами та смугами), різна глибина оранки, а також доцільність внесення різних видів компосту або торфу.

– Створення дослідно-виробничих культур з швидкорослих порід. Науковці вивчали продуктивність різних видів тополь (головним чином – канадської, чорної та білої) в різних лісорослинних умовах, а також вплив агротехніки створення тополевих культур на їх ріст і продуктивність.

Основним підсумком проведених у 1957–1960 рр. робіт є узагальнення досвіду створення тополевих культур на Україні, і на базі цього – розробка рекомендацій зі створення тополевих культур.

В подальшому всі напрямки роботи з попередньої тематики знайшли своє продовження в окремих тематиках. Так, внаслідок широкого розповсюдження масового всихання соснових культур, створених на піщаних землях, які досить довгий час знаходились під сільськогосподарським користуванням, пророблялася тема “Створення лісових культур на староорних землях Полісся УРСР”, керівник д.с.-г.н. Д.Д.Лавриненко, виконавці – с.н.с. В.В.Стопкань, с.н.с. Є.Г.Поляков, к.с.-г.н. М.В.Юр, м.н.с. Г.Г.Волинець. Враховуючи актуальність проблеми підвищення біологічної стійкості соснових культур на староорних землях, основна увага була приділена розробці рекомендацій з підвищення стійкості і продуктивності соснових культур на староорних землях Полісся шляхом внесення добрив та спеціальної (меліоративної) підготовки ґрунту. В Чернобильському, Іванківському лісгоспах Київської області, та Лугинському лісгоспі Житомирської області Поліською АЛДС за планом та методикою УкрНДЛГА були закладені дослідні з внесення торфу і компосту по глибокій оранці при створенні соснових культур на староорних площах. Проведені дослідження показали безсумнівну ефективність внесення органічних добрив і органіко-мінеральних підживлень в основі культури на виораних піщаних ґрунтах (в А₂) при неглибокій оранці. В той же час при глибокій оранці ефективність внесення добрив була невеликою. Відповідні рекомендації були передані виробництву, що дозволило майже повністю запобігти всиханню соснових культур на староорних землях з причини нестатку поживних речовин.

В початковий період роботи станції у лісгоспах значна частина зрубів, згарищ та інших категорій невикритих лісом площ не відновлювалась, тому залучення цих площ у господарський оборот шляхом створення лісових культур стало однією з найважливіших проблем лісового господарства. У ході її вирішення вивчались особливості й розроблялись рекомендації по залісенню різних категорій лісокультурного фонду. Були розпочаті спеціальні дослідження з агротехніки залісення верещатників згідно з темою “Розробка питань залісення верещатників у умовах Полісся” (керівник – д.с.-г.н. Д.Д.Лавриненко, виконавець на станції – к.с.-г.н. М.Н.Зражевський)

Як правило, природне поновлення у верескових борах призводило до утворення низькопродуктивних деревостанів, а звичайні способи основного обробітку ґрунту плужними борознами і площадками не забезпечували високої приживлюваності та задовільного росту культур. При вивченні ґрунтів у дослідних культурах в цих умовах встановлено, що в умовах помірного розвитку верещатника відбувається дуже енергійний ґрунтоутворюючий процес. Вміст поглинутих основ збільшується за вегетаційний період більше ніж у два-три рази одночасно із збільшенням рухомості органічних речовин. Залежно від способу обробітку ґрунту інтенсивність цього процесу істотно змінюється. Після обробітку плугом похований вереск, перегниваючи, спричиняє бурхливий спалах мінералізації органічних речовин і, не дивлячись на підвищену кислотність, за достатності аерації, сприяє енергійному процесу накопичення рухомого азоту, особливо нітритних форм, що свідчить про високу позитивну якість верескового перегною. При обробітку ґрунту площадками висаджені сіянці позбуваються конкурентів за вологу та елементи живлення. Однак, видалення вереску призводить до мікрокліматичних змін, які погіршують умови приживлення й росту сіянців. При частковому обробітку ґрунту із-за нестійкості та низької родючості підзолистого шару ґрунту традиційний спосіб садіння у дно плужної борозни недоречний. Крім того, він призводить до засипання чи замивання сіянців піском, а на низинних ділянках – до їх вимокання. Таким чином, найсприятливіші умови підвищення родючості ґрунту верещатників створюються шляхом суцільної оранки з повним оборотом скиби. До кінця літа похований вереск практично повністю перегниває, скиба зникається з підшоною борозни й утворюється гумусово-перегнійний прошарок з високою потенційною родючістю.

В Україні, як один з напрямків підвищення продуктивності лісів, отримало широке розповсюдження створення на значних площах насаджень із швидкорослих порід, переважно тополь. Поліській АЛДС було поставлене завдання щодо з’ясування можливостей культивування тополь у зоні її діяльності (тема “Агротехніка створення тополевих насаджень”, керівник – д.с.-г.н. Д.Д.Лавриненко, виконавці на станції – к.с.-г.н. М.М.Грисюк, с.н.с. Є.Г.Поляков, к.с.-г.н. М.В.Юр, к.с.-г.н. Г.І.Редько; 1959–1963 рр.). В розрізі розробки окремих питань агротехніки створення тополевих насаджень вивчили ріст тополь в різних типах лісу, узагальнили досвід створення тополевих культур тощо. Були виконані роботи щодо:

- створення тополевих насаджень при масивному лісорозведенні;
- створення тополевих полезахисних смуг;
- створення тополевих насаджень на еродованих землях;
- вегетативне розмноження тополь;
- сорто випробування тополь.

В Овручському лісгоспасі під керівництвом Поліської АЛДС культури з випробування окремих видів тополь та змішання їх з чагарниками створювались в 1957–1959 роках. В 1957 році дослідні культури були закладені в 15 кв. Ігнатпольського лісництва в гамі лісорослинних умов В₂-В_{2.3}-В₃ з 12 варіантів площею кожного варіанту 0,5 га. Дослідні культури показали, що в суборах нема підстав розраховувати на

задовольняючи виробництво швидкість росту і продуктивність як канадської, так і бальзамічної тополі, які в даних умовах (B_2 – B_3) ростуть приблизно однаково.

З цією ж метою – для обґрунтування можливості організації господарств із насаджень швидкоростучих порід, паралельно із створенням дослідних культур, досліджувались продуктивність і сортиментна структура насаджень швидкоростучих порід: тополь, вільхи чорної, осики, берези природного і штучного походження. Результати цих досліджень стали підтвердженням того, що в умовах суборів чисті насадження тополі канадської – малопродуктивні, досягаючи в умовах B_2 в 14–16-річному віці висоти 5,2–5,7 м, середнього приросту – 2 м³/га в рік, в умовах B_3 – відповідно – 19,5 м і 8,7 м³/га. Задовільну продуктивність ця порода має у вологому сугрудку: в 20–25-річному віці середня висота складає тут 16,3–18,5 м, запас – 243–288 м³/га. Високопродуктивною вона стає в умовах D_3 і D_4 , де в 25-річному віці середня висота деревостану досягає 21,4 м, запас – 410 м³/га. Природні насадження білої і чорної (осокір) тополь високопродуктивними виявились також лише в умовах C_3 і D_3 .

Важливою особливістю насаджень осики виявилась їхня велика густота і наявність значної кількості сухостійних дерев, що зменшувало їх потенційну продуктивність. Кращі насадження в умовах вологих суборів мали запас 268–385 м³/га. В деревостанах, старших 35 років, середній запас і приріст деревини осики починали зменшуватись. Природних насаджень берези та її культур із середнім приростом 10 м³/га в рік і більше під час обстеження знайдено не було, а тому був зроблений висновок про те, що підстав для використання берези при створенні лісосировинної бази із швидкоростучих порід нема.

У чорновільхових насадженнях, представлених переважно порослевими природними деревостанами, продуктивність підвищується із збільшенням трофності й вологості ґрунтів, причому найбільші запаси деревини відмічені на ділянках з проточною водою. Результати досліджень показали, що вже у 30–40-річному віці чорновільхові насадження в сприятливих умовах місцезростання можуть накопичувати до 250–400 м³/га деревини, а в оптимальних – до 500 м³/га. Середній приріст у вільшаниках становив в умовах D_5 – 10,2–13,2 м³/га; $D_{4.5}$ – 10,3; D_4 – 6,26–11,16; D_3 – 10,3; $CD_{4.5}$ – 9,3–9,6; CD_4 – 8,4–10,1; C_5 – 5,2–6,72; C_4 – 6,7–8,24; C_3 – 3,0–4,9 м³/га в рік. Були визначені віки кількісної й технічної стиглості й вік головної рубки тополевих, осикових, березових і чорновільхових насаджень. На підставі отриманих результатів досліджень були складені й впроваджені у виробництво “Рекомендації по типах культур і агротехніці створення тополевих насаджень на Україні” (1963) щодо організації господарств із насаджень швидкоростучих порід.

Створення раціональних за складом та агротехніці лісових культур є одним з ефективних способів підвищення продуктивності лісу. Тому увага науковців була спрямована на розробку теоретичних основ створення високопродуктивних культур з господарсько-цінних порід, а саме – на всебічній оцінці чистих та мішаних культур, на вивченні взаємодії деревних порід в мішаних культурах, а також на вдосконаленні агротехніки створення культур у відповідності до збільшених можливостей механізації лісокультурних робіт. У 1961–1965 рр. у розрізі теми “Підвищення продуктивності лісових культур” (керівник – д.с.-г.н. Д.Д.Лавриненко, виконавці по станції – к.с.-г.н. М.В.Юр, Г.Г.Волинець, Є.Г.Поляков) вивчалися питання розробки агротехніки створення лісових культур із застосуванням комплексної механізації в Поліссі. Враховуючи, що в даних умовах у свіжих та вологих типах лісу необов’язкова ретельна суцільна підготовка ґрунту, а можна обмежитися смуговою, особливо при наявності поновлення другорядними породами, необхідно було розробити рекомендації по створенню лісових культур із застосуванням механізації підготовки ґрунту і догляду на нерозкорчованих лісосіках. Результати досліджень знайшли своє відображення у “Рекомендаціях з механізації робіт з підготовки ґрунту та догляду за культурами на нерозкорчованих лісосіках” (1965 р.). На початку 70-х років виникла необхідність розробки наукових основ обробітку ґрунту та перспективних технологій лісовідновлення з комплексною механізацією робіт. Були поставлені дві головні задачі. Перша – розробка нової, більш досконалої технології закультивування зрубів у суборах і судібровах Лісостепу та Полісся, та друга – удосконалення агротехніки культур дуба, з метою скорочення витрат на рубки догляду в молодняках. Виходячи з цього, Поліській АЛДС на 1971–1973 рр. була доручена тема “Розробити наукові основи обробітку ґрунту й перспективну технологію лісовідновлення з комплексною механізацією робіт і лісотехнічні вимоги до ґрунтообробних машин”, (керівник теми – к.с.-г.н. І.М.Головчанський, виконавці по станції – к.с.-г.н. Г.І.Редько, к.с.-г.н. Ф.М.Турчак). В рамках цієї теми виконавці розробили класифікацію зрубів в суборах та сугрудках Полісся України, узагальнили виробничий досвід лісокультурних робіт на зрубках, вивчили типи лісових культур на зрубках в суборах та сугрудках, займались вдосконаленням таких питань, як підготовчі роботи на зрубках, в тому числі і підготовка ґрунту, способи виробництва культур, агротехнічні догляди, технологічні схеми створення культур на зрубках. Запропонована технологія створення лісових культур на зрубках базується на частковій підготовці ґрунту смугами для садіння в основному лише головних лісотвірних порід і використанні природного поновлення листяних порід для формування змішаних за складом та складних за формою насаджень. Розроблені виконавцями теми схеми садіння (висівання) лісу дозволили механізувати всі лісокультурні операції і забезпечити умови для наступних рубок догляду в насадженнях без проведення додаткових робіт.

Зруби, які повинні бути закультивовані, за типами умов місцезростання, наявності та видовому складу природного поновлення були поділені на 12 категорій, кожній з якої відповідають певні типи лісових культур. Головною породою за розробленими типами культур є сосна. Змішування й розміщення кількості садивних місць на 1 га головної і супутньої породи залежить від наявності природного

поновлення. Для кожної категорії зрубу диференційовані технологічні схеми лісовідновлення, центральне місце в яких займає початковий обробіток ґрунту під лісові культури. На площах з наявністю пеньків передбачалося попереднє їх корчування чи пониження. Для виробництва були підготовлені методичні рекомендації щодо технології культивування зрубів у суборах і судібровах Полісся України.

У другій половині 70-х років актуальним питанням лісового господарства було створення плантаційних лісових культур. Плантаційні культури на той час були новим видом штучних насаджень промислового призначення, які передбачали індустріальну технологію прискореного виробництва деревинної сировини з використанням відомих засобів інтенсифікації росту насаджень. Вони відрізняються від звичайних лісових культур такими якісними ознаками:

- цільовою промисловою направленістю лісовирощування на отримання раніш заданих сортиментів;
- скороченим строком вирощування технічно стиглої деревини і однорідністю сортиментної структури кінцевої продукції;
- розміщенням в зоні діяльності крупних підприємств, які будуть переробляти вирощену продукцію.

Для опрацювання цих питань на Поліській АЛДС з 1976 р. виконувалась тема “Розробити комплекс заходів, технологію й рекомендації щодо прискореного вирощування деревини у лісах плантаційного типу поблизу індустріальних центрів – крупних споживачів деревини” (керівник теми – к.с.-г.н. І.М.Головчанський, виконавці – к.с.-г.н. Ф.М.Турчак, н.с. В.Л.Чекарев і к.б.н. Г.Д.Білий). В першу чергу, підбирали перспективні види сосен для плантаційних культур, визначали норми густоти та рівномірності розташування рослин по площі на різних етапах вирощування з урахуванням призначення вирощуваної деревини і при різних рівнях інтенсивності доглядів за культурами. Встановлено, що культури сосни плантаційного типу створюються по високому агрофону. Для створення плантацій використовується високоякісний садивний матеріал як за походженням, так і за зовнішніми ознаками. Особливостями режимів густоти вирощування деревостанів сосни, що забезпечують прискорене отримання пиловнику та балансів, є те, що рубки догляду в них проводяться рідко (3–4 рази за весь цикл лісовирощування), але великої інтенсивності. Для трирічних культур сосни найбільш ефективною виявилась 3-разова культивация й хімдогляд, для дворічних – кращі результати дали три- і чотирикратне прополовання і хімічний догляд. За своєю ефективністю хімдогляд виявився таким же, як і ефект від максимальної кількості прополовань в рядах і міжряддях. Було проведено уточнення видів, кратності протягом вегетативного сезону та тривалості (кількості років) агротехнічних доглядів. Вивчався вплив гербіцидів, мехдоглядів, сумісного внесення добрив і гербіцидів у 10-річні культури сосни різної густоти, вплив машинного транспортування на властивості ґрунту й життєздатність культур. Результати досліджень дали можливість підготувати пропозиції до рекомендацій з агротехнічного догляду в культурах сосни плантаційного типу різного цільового призначення на Поліссі і до рекомендацій з технології вирощування і застосування в культурах крупномірного садивного матеріалу сосни звичайної.

Темою “Розробити регіональні нормативи лісвничих вимог до технологічних процесів і конструювання машин для закладки й режимів вирощування плантаційних культур хвойних порід із скороченням (до 35–40 років) оборотом рубки” (керівник теми – к.с.-г.н. І.М.Головчанський, виконавець по станції – к.с.-г.н. Ф.М.Турчак) були продовжені дослідження з плантаційного лісорозведення у 1981–1985 рр.

Виконавці станції вивчали види, кратність й тривалість агротехнічних доглядів у культурах сосни плантаційного типу, ефективність застосування різних засобів пригнічення живого надґрунтового покриву, особливості застосування мінеральних добрив у молодниках сосни різної густоти, можливості використання існуючих машин і механізмів для умов Полісся.

Було встановлено, що в умовах B_2 і B_3 достатньо в перший рік провести 2–3 механізованих догляди, причому, найбільш ефективними вони виявились при проведенні першого у другій половині квітня, а наступних – у третій декаді червня і в липні. На другий, третій і четвертий рік можна виконувати один-два догляди. В умовах C_2 і C_3 в перший рік потрібно не менше 3–4-х доглядів, в т.ч. і в кінці серпня, на другий рік – 2–3 догляди, на третій і четвертий – по одному. Після вивчення впливу гербіцидів, механізованого догляду, внесення добрив на ріст культур 10-річної сосни виконавці зробили висновок, що в умовах Полісся кращі результати були отримані на варіантах дослідів із застосуванням гербіцидів, дещо гірші – на варіантах мехдогляду + гербіциди + добрива. Застосування механізованого догляду у цих культурах веде до істотного пошкодження кореневих систем сосни уздовж рядів культур.

Проведення 15-ти агротехнічних доглядів протягом п'яти років у більшості випадків, як показали дослідження за темою, забагато, достатня кількість – 10–12. Механізовані догляди у міжряддях культиватором КЛБ-1,7 бажано проводити лише в перші два-три роки у кількості 2–4 рази у рік, надалі ж – припинити, щоб запобігти пошкодженню кореневих систем і рослин.

За додатковим завданням були розроблені проекти державного стандарту “Сіяння деревних та чагарникових порід” (1976 р.), “Саджанці дерев та чагарників” (1980 р.), “Лісові культури. Оцінка якості” (1983 р.).

В 1993 році була розроблена “Програма розвитку лісгосподарського і ліспромислового комплексів України на період до 2015 року”. В ній було відмічено, що наявні ресурси дозволяють щорічно задовольняти потреби за рахунок власної сировини на 25–27%. Тому потреба у ввозі деревини, наприклад, в

1990 році складала 32 млн. м³, а, згідно з прогнозами, в 2015 році вона досягне 40 млн. м³. Дефіцит деревини сказався, в першу чергу, на роботі підприємств з виробництва паперу, меблів тощо. Гостру нестачу деревини відчували гірничорудна та будівельна індустрія. Нестача грошових коштів в умовах загальної кризи перехідного періоду на закупку імпортової деревини обумовило переорієнтування України на власні лісові ресурси. Одним з напрямків розширення лісосировинної бази стало плантаційне лісовирощування. Воно передбачало створення лісових насаджень з швидкорослих порід з коротким оборотом рубки. Все це свідчило про актуальність постановки наукових досліджень по темі “Розробити державну програму створення на основі плантаційного лісокористування сировинної бази для потреб целюлозно-паперової, меблевої, деревообробної та вугільної промисловості” (керівник теми – к.с.-г.н. А.П.Гавриленко, виконавці по станції – к.с.-г.н. В.О.Бузун, к.с.-г.н. Ф.М.Турчак). Завданням виконавців теми був збір і аналіз відомчих зведень щодо головних споживачів деревинної сировини, лісовикористання і про власні ресурси деревини у Рівненській, Волинській і Житомирській областях, обстеження раніш закладених дослідних об’єктів і високопродуктивних насаджень різного порідного складу й віку.

Встановлено, що плантаційне лісовирощування деревинної сировини і експлуатація плантацій повинні здійснюватися на принципах постійного та невиснажливого використання земельних та деревинних ресурсів. Ведення господарства було поділене на два етапи:

- повне засвоєння виділеної земельної площі залісненням за період, рівний віку рубки даної деревної породи, протягом якого виконують лише лісогосподарські роботи; в цей період на тимчасово незайнятих площах, виділених для подальшого заліснення, ведеться сільське господарство;
- щорічна рубка стиглих деревостанів і щорічне садіння дерев на зрубаних ділянках.

Лісівничо-екологічне обґрунтування деревних видів для плантацій на деревину було проведено з урахуванням потреб народного господарства України в певних сортиментах деревної сировини, вимог діючих ГОСТів на них, ґрунтово-кліматичних умов регіонів закладання та їх відповідності біологічним особливостям відповідних порід, стійкості останніх до техногенного забруднення та хвороб. Для Полісся України був рекомендований наступний сортимент порід: сосна звичайна та веймутова, модрина європейська, ялина європейська, дуб червоний, береза повисла, вільха чорна.

В абсолютній більшості країн світу чітко простежується лінія на забезпечення як власних, так і експортних потреб в деревині за рахунок плантаційного лісовирощування. Воно дозволяє, застосовуючи швидкорослі породи, високий рівень агротехніки і технології, різні прийоми інтенсифікації росту та досягнення лісової селекції, за відносно короткий термін отримувати промислові сортименти заданої деревини. Особливо велика потреба в світі на сировину для целюлозно-паперової промисловості, тобто на баланси та пиловник. В умовах України плантаційне лісовирощування можна здійснити, в першу чергу, за рахунок сосни звичайної, ялини європейської, модрина європейської, сибірської, японської та тополі. Відносно сосни звичайної і тополі наукові розробки, що стосуються її плантаційного лісовирощування, були виконані в попередні роки. На порядок денний у 1996–1998 рр. постало питання про використання для зазначених цілей ялини європейської і модрина в найбільш оптимальних для них типах умов місцезростання (тема № 4 “Розробити наукові основи плантаційного вирощування цільових сортиментів деревини хвойних порід (модрина, ялини)”, керівник НДР – к.с.-г.н. А.П.Гавриленко, виконавець по станції – к.с.-г.н. Ф.М.Турчак). Виконавцем було розпочате вивчення впливу густоти і розміщення дерев ялини європейської на якість деревостанів шляхом обстеження високопродуктивних культур. Зокрема, в чистих насадженнях цієї породи віком від 13 до 18 років в Новоград-Волинському ДЛГ було закладено 7 тимчасових пробних площ. Сортиментна структура обстежених ялинових деревостанів показала, що навіть при традиційній системі лісовирощування, у віці 36–37 років основними сортиментами деревини є рудниковий стоек та баланси. При застосуванні ж плантаційної системи лісовирощування їх питома вага може бути значно збільшена, навіть при дещо меншому віці технічної стиглості ялинових деревостанів, ніж зазначений вище.

Складовими інтенсивних методів у рослинництві, згідно з численними літературними джерелами, виступають добрива, меліоранти ґрунту, регулятори росту рослин, полімери, екологічно безпечні гербіциди. Всі вони, за відсутності відповідних наукових розробок та браку коштів, не знайшли у лісокультурному виробництві такого поширення, як у сільському господарстві. Додаткові дослідження в цьому напрямку необхідні при вирощуванні садивного матеріалу деревних порід, які не були охоплені подібними дослідженнями. Корегування системи добрив при вирощуванні садивного матеріалу і лісових культур необхідне при використанні нових форм і видів добрив, асортимент яких доповнюється, а також добрив на основі відходів різних виробництв. Тому дослідження щодо застосування їх при вирощуванні садивного матеріалу і створенні лісових культур, вдосконаленні технології вирощування обумовлює новизну і актуальність наукової теми, що була поставлена на опрацювання у 2002–2005 рр. (тема №17 “Розробити заходи щодо інтенсифікації вирощування садивного матеріалу та створення культур сосни і дуба на зрубках в різних природних зонах України”, керівник – к.с.-г.н. В.М.Михалків, виконавці – к.с.-г.н. Ф.М.Турчак (2002–2003 рр.), с.н.с. О.Г.Дмитренко). Проведено вивчення виробничого досвіду вирощування садивного матеріалу в лісових розсадниках та створення культур сосни на Поліссі України. Встановлено, що асортимент деревно-чагарникових видів на розсадниках залишається надто вузьким, а невеликі за площею розсадники не дозволяють максимально механізувати та автоматизувати технологічні процеси

виросування як у відкритому, так і закритому ґрунті. В зв'язку з відсутністю необхідних машин і механізмів для розсадників, практично всі роботи здійснюються вручну, що відбивається на зростанні собівартості садивного матеріалу. Узагальнення виробничого досвіду зі створення лісових культур на зрубках сосни в Поліссі свідчить, що питання підвищення ефективності лісокультурного виробництва є актуальним. Це особливо видно на прикладі стану культур у віці переведення їх у вкриті лісовою рослинністю землі. В одних випадках у зазначеному віці висота, в інших – густина головної породи є нижчі нормативних, особливо це стосується вимог до культур I класу якості.

Проблема вдосконалення традиційних та розроблення нових технологій створення лісових культур і відпрацювання найбільш ефективних агротехнічних заходів до періоду змикання культур залишається актуальною і надалі, не дивлячись на доволі тривалий досвід лісокультурної діяльності в країні. В цьому зв'язку вивчення новітнього досвіду лісовідновлення в різних природних зонах та ознайомлення з кращими зразками попередніх років має важливе практичне та наукове значення для розв'язання проблеми. Важливим напрямком підвищення якості лісовідновлення як головних, так і основних супутніх порід та вирощування садивного матеріалу є застосування інтенсивних методів прискорення їх росту і розвитку, зокрема добрив, меліорантів ґрунту, регуляторів росту рослин, полімерів тощо. Це дає змогу скоротити період вирощування стандартного садивного матеріалу та збільшити його вихід. Щодо лісових культур, то застосування деяких з них підвищує приживлюваність та подальший ріст рослин в перші роки. Все це сприятиме поліпшенню якості лісових культур на ранніх етапах росту й розвитку. Це і обумовило розробку теми №10 "Вдосконалити сучасні методи лісовідновлення в основних типах рівнинних лісів України з метою вдосконалення їх лісівничо-екологічної та агротехнічної ефективності", керівник – к.с.-г.н. В.В.Борисова, виконавець по Поліському філіалу – с.н.с. О.Г.Дмитренко. Наприкінці опрацювання теми будуть розроблені наступні нормативні документи:

- Рекомендації щодо вирощування садивного матеріалу цінних супутніх порід у відкритому та закритому ґрунтах;
- Рекомендації щодо технології вирощування лісових культур до їх змикання;
- інструкція з проектування, технічного приймання, обліку та оцінки якості лісокультурних об'єктів;
- Проект настанови з лісовідновлення й лісорозведення.

Протягом всього часу існування Поліського філіалу впровадження результатів досліджень проводилось безпосередньо в лісгосподарських підприємствах регіону шляхом створення широкої мережі дослідно-виробничих об'єктів, навчання спеціалістів тощо. З моменту створення станції у Поліссі України збільшилась лісистість, істотно зросла площа земель, вкритих лісовою рослинністю, поліпшились інші показники лісового фонду багато в чому завдяки співдружності науковців станції з лісівниками-виробничниками поліських областей.

Борисова В.В., Фатеев В.В., Дудик Н.В.

Лесокультурное дело на Полесье Украины

Украинский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации им. Г.Н. Выхожого, г. Харьков

Показана история развития лесокulturного дела в Полесском регионе с момента создания Полесской лесной научно-исследовательской станции. В концентрированном виде показаны основные проблемные вопросы, которые решались научными работниками станции в течение этих десятилетий, руководители и исполнители по станции, а также основные документы (наставления, рекомендации и др.), полученные в результате отработки данных вопросов.

Borisova V.V., Fateev V.V., Dudik N.V.

The forest culture work on Polissya of Ukraine

Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G.M.Vysotsky, Kharkiv

Here is shown the history of the forest culture work in Poles region from the moment of its creation of Poles forest research station. In concentrated air do show the basic problems that were solving by research workers of station during these decades. There state the supervisors and goers on the station, also the basic documents (directions, recommendation) received in the result of solution the questions under consideration.

Бузун В.О. –
кандидат сільськогосподарських наук,
Поліський філіал УкрНДЛГА, м.Житомир

Система ведення лісового господарства у сосновій формації лісів Полісся України

У зв'язку з постановою Верховної Ради України від 8 лютого 2006 р., якою затверджена нова редакція Лісового кодексу України, передбачається зміна поділу лісів за групами й категоріями захисності. Залежно від екологічного і соціально-економічного значення та основних виконуваних ними функцій ліси України поділяються на 4 категорії: 1) захисні ліси; 2) рекреаційно-оздоровчі ліси; 3) ліси природоохоронного, наукового, історико-культурного призначення; 4) експлуатаційні ліси. Істотне скорочення числа категорій дозволяє розмежувати й практично здійснювати відповідний режим ведення лісового господарства для кожної з них, конкретизувати й погодити нормативні документи для всього циклу лісогосподарських робіт. В першу чергу, це стосується найбільш вагомих актів щодо спеціального використання лісів і заходів щодо поліпшення якісного їх складу [29], вдосконалення яких повинне бути проведене на основі принципів сталого розвитку, екологізації способів і технологій робіт, цільового спрямування на реалізацію екологічних і соціально-економічних завдань у лісах, залежно від їхнього функціонального призначення.

Виконання певних функцій вимагає системного підходу з одночасною диференціацією ведення лісового господарства в зонально-географічному і його типологічному плані, врахуванням біологічних особливостей лісотвірних деревних порід, необхідності збереження різноманітності лісових фітоценозів тощо. Значна частина цих питань уже вивчена, хоча б частково, але є й не вивчені, що веде до схематичності розробок технології лісокористування, лісовідновлення, заходів по збереженню стійкості й підвищенню продуктивності лісів, чи, навпаки, до надмірної їх деталізації або неузгодженості між собою.

Більшість дослідників [2, 9, 12, 14, 15, 19, 20] вважає, що для практичних цілей системи заходів у лісовому господарстві повинні проводитись за групами типів лісу чи лісорослинних умов. Так, А.Б.Жуков [7] об'єднував типи дубових лісів у групи, однорідні в господарському відношенні. В.Г.Атрохін [2] розподіляв лісогосподарські заходи за трьома групами типів лісу різної продуктивності: високо-, середньо- і низькопродуктивні, з поділом останніх на типи лісу з недостатньою кількістю вологи у ґрунті й надмірним зволоженням. В Україні, як і в інших країнах з високою інтенсивністю ведення лісового господарства, господарські заходи повинні мати вищий рівень диференціації, і тому число груп може збільшитись.

Спроби розробки систем ведення лісового господарства розпочаті вже давно. Історію їх розвитку в Західній Європі, США і Канаді описав Р.Троуп [38], класифікація якого безпосередньо пов'язана з видами і способами головних рубок, що застосовувались на той час. В Росії та Україні такі системи розроблялись (Турський, Рудзький, Орлов та інші) емпірично, без детального врахування умов місцезростання. І лише типологічний напрямок у лісівництві, створений Г.Ф.Морозовим, з часом привів до розробки науково обґрунтованих систем.

Д.І.Товстоліс [36] під системами лісового господарства розумів усю сукупність господарських заходів з рубки й відновлення лісу. Закладаючи досліди в Жорнівській, Бобрицькій і Дзвінківській лісових дачах, він вибрав для порівняння 4 системи:

1. Суцільно-лісосічне господарство з наступним штучним відновленням зрубів, типове для більшості соснових насаджень України;

2. Насіннево-лісосічне з попереднім природним поновленням;

3. Вибірково-лісосічне подеревне господарство – для парків і приміських лісів;

4. Вільне господарство.

П.С.Погребняк [23] розмежовував шість типів лісівничих систем:

1) лісове господарство класичного типу у лісах усіх груп і категорій з суцільно-лісосічною системою рубок і максимальним використанням природного поновлення;

2) інтенсивне господарство класичного типу, що базується на суцільно-лісосічній системі рубок і штучному лісовідновленні;

3) лісове господарство класичного типу, яке ґрунтується на поступово-лісосічній системі рубок і природному поновленні;

4) інтенсивно продуктивне плантаційне лісівництво;

5) меліоративне лісівництво;

6) заповідно-природоохоронне (мисливське господарство, курортні землі, лісові масиви туристичного, санітарно-оздоровчого і загальнокультурного значення).

У Поліссі (за класифікацією УкрНДЛГА [18] – у лісовій лісогосподарській області) України переважає інтенсивне господарство класичного типу на основі суцільно-лісосічних рубок з наступним створенням лісових культур. На невеликих площах ведеться інтенсивне господарство з суцільно-лісосічними рубками і використанням природного поновлення, а також меліоративне лісівництво на осушених землях. Поступово-лісосічна система рубок у рівнинних лісах застосовувалась лише на дослідних

ділянках. Розпочате впровадження заповідно-природоохоронного господарства. Створені невеликі ділянки плантаційних культур.

Сучасний оптимальний варіант системи ведення лісового господарства за принципами, згаданими вище, слід складати зокрема для кожної категорії лісів, виділеної за функціональним значенням, і формації, яку визначає головна порода. Схематично така система зображена на рис. 1, де показані основні підсистеми: рубки лісу, лісовідновлення, формування деревостанів, охорони й захисту лісу та зв'язки між ними. У різні історичні періоди симетричність схеми порушувалась, вона набувала ліво- чи правосторонню асиметрию, залежно від спрямування господарства на природне чи штучне лісовідновлення.

Певні підсистеми, наприклад, рубок головного користування в категорії особливо захисних лісів можуть бути вилучені. Оскільки ж у цих випадках більш значна увага повинна приділятися рубкам, пов'язаним з веденням лісового господарства, рубки лісу залишаються найбільш визначальною стрижневою ланкою систем.

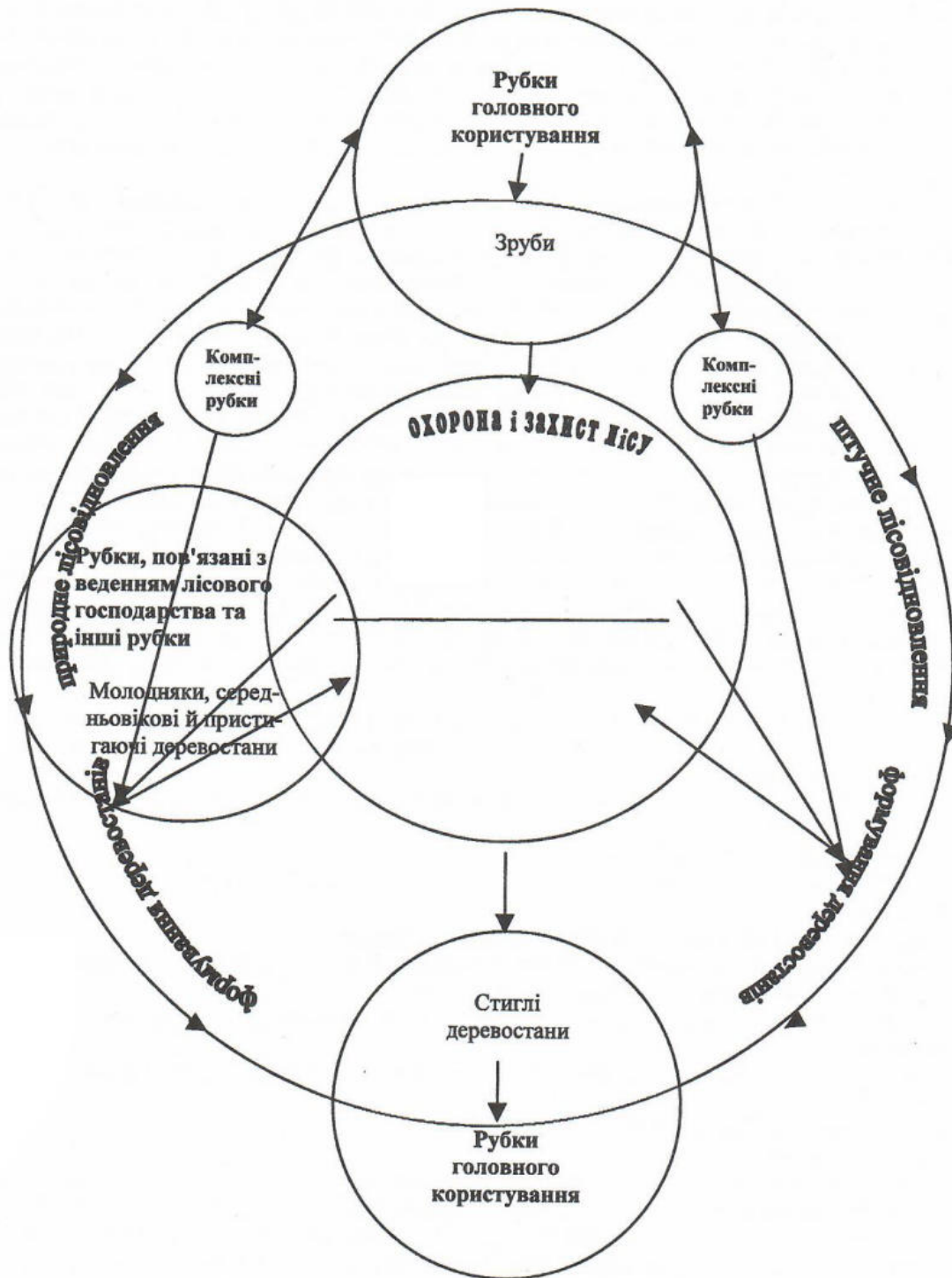


Рис. 1. Узагальнена схема системи лісогосподарських заходів протягом одного циклу вирощування лісу

Спеціалізацію лісгосподарського виробництва Полісся України багато у чому визначає склад лісів за породами. Найбільш розповсюдженою тут є сосна звичайна, насадження якої займають дві третини площі лісового фонду. Зважаючи на дуже широкий діапазон умов місцезростання соснових деревостанів (табл. 1), у сосновій формації лісів способи й технологія головних і проміжних рубок постійно диференціювались і вдосконалювались залежно від загальної спрямованості ведення лісового господарства, динаміки стану насаджень і змін ходу лісовідновлювального процесу внаслідок посилення впливу абіотичних і антропогенних чинників.

Таблиця 1

Розподіл соснових насаджень на Поліссі України за типами умов місцезростання (%%)

Трофотопи	Гігротопи						Всього
	0	1	2	3	4	5-6	
А	0,1	5,1	15,5	3,8	1,5	2,2	28,2
В	–	1,0	34,0	21,7	4,0	1,1	61,8
С	–	–	5,2	4,0	0,3	–	9,5
Д	–	–	0,4	0,1	–	–	0,5
Разом:	0,1	6,1	55,1	29,6	5,8	3,3	100,0

Найважливішими складовими всіх систем ведення лісового господарства здавна вважались способи головних рубок і способи лісовідновлення – природного чи штучного, тісно пов'язані між собою. Залежно від вибраного способу лісовідновлення сформувався і випробувалось багато способів і видів головних рубок, більшість з яких не знайшла застосування на практиці. Способи рубок визначають успішність лісовідновлення і формування наступного покоління лісу. Сучасна екологічна спрямованість лісового господарства України обумовлює вибір способів рубок, які б забезпечували також збереження захисних, водоохоронних, санітарно-гігієнічних, оздоровчих та інших корисних властивостей лісостанів.

Переважна частка складних способів рубок головного користування у соснових лісах розроблена з метою використання процесу природного лісопоновлення. Вся різноманітність головних рубок об'єднується дослідниками [6, 11, 13, 18, 21, 41] у: вибіркові, поступові та суцільні рубки. (рис. 2). Як проміжну групу до них додають комбіновані рубки [33], виділені й у новій редакції Лісового кодексу.

Ще у ХІХ–ХХ ст. у соснових лісах Полісся неодноразово змінювалась концепція лісовідновлення, робились спроби застосування способів рубки, що забезпечували б природне лісопоновлення – вибіркових, поступових, кулісних тощо. Прихильником 2–3-західних поступових рубок був Є.В.Алексєєв [1]. Такі рубки дали позитивні результати в Дубечанському лісництві Київської області. За їх впровадження висловлювався Д.І.Товстоліс [37]. У відповідності з правилами рубок, затвердженими Головлісоохороною у 1939 р., у заборонених смугах рекомендувались 2–3-західні насіннево-лісосічні рубки з вибіркою в перший захід до 50 % запасу перестійних сосняків, якщо під їх наметом нараховувалось не менше 6 тис.шт. підросту на гектар, і 3-західні з вибіркою в перший захід 30 % запасу за відсутності підросту [25].

З 1952 р. у лісах І групи та неексплуатаційних лісах ІІ групи діяли правила рубок [25], у яких основними способами були прийняті вибіркові, групово-вбіркові, насіннево-лісосічні та суцільні-вужколісосічні. Вивчення процесів природного поновлення [1, 5, 10, 17, 22, 24, 31] дало можливість диференціювати способи несучільних рубок з точки зору лісівничої ефективності. Але у ці ж роки змінилась технологія лісосічних робіт, почалось широке застосування на лісозаготівлях бензомоторних пилок і трелювальних тракторів, постала проблема економічної ефективності способів рубок у зв'язку з механізацією виробничих процесів.

Позитивні результати дослідних робіт по несучільних рубках, проведені протягом 1954–1967 рр. Боярським учгоспом УСГА, УкрНДЛГА та його дослідною мережею, дозволили відмежувати сферу їх можливого використання, що й було зафіксовано в діючих на той час Правилах рубок [27, 28].

У 80-і роки зростання дефіциту робітників на лісозаготівлях і в лісовому господарстві привело до необхідності впровадження на лісосічних роботах машин, які повністю замінили б ручну працю – звальювальних, звальювально-трелювальних із безчокерними трелювальними тракторами, гілкорізальними машинами і щелепними лісонавантажувачами. Ці машини (крім ЗПМ ЛП-19 та її модифікацій) дозволяли раціонально виконувати лише суцільні рубки без збереження підросту. Тому в нові Правила рубок головного користування [28] не були вміщені деякі екологічні обмеження, і вони дозволяли лісгосподарським підприємствам майже повністю відмовитись від поступових і вибіркових рубок. Для лісів І групи, на підставі наших досліджень [4], були підготовлені рекомендації по вдосконаленню способів і технології т. зв. "лісовідновних" рубок [3] та формуванню насаджень з підросту [30].

На жаль, навіть в умовах переходу в Україні до ринкової економіки, оцінка способів головних рубок з врахуванням вартості лісовідновлення, скорочення часу вирощування нового покоління лісу [16, 32, 35] не застосовується, хоч сьогодні й вона не може дати повного уявлення про перевагу того чи іншого способу рубок, залишаючи в стороні питання про екологічний ефект [34, 39], про стимулювання впровадження екологічно обґрунтованих технологій.

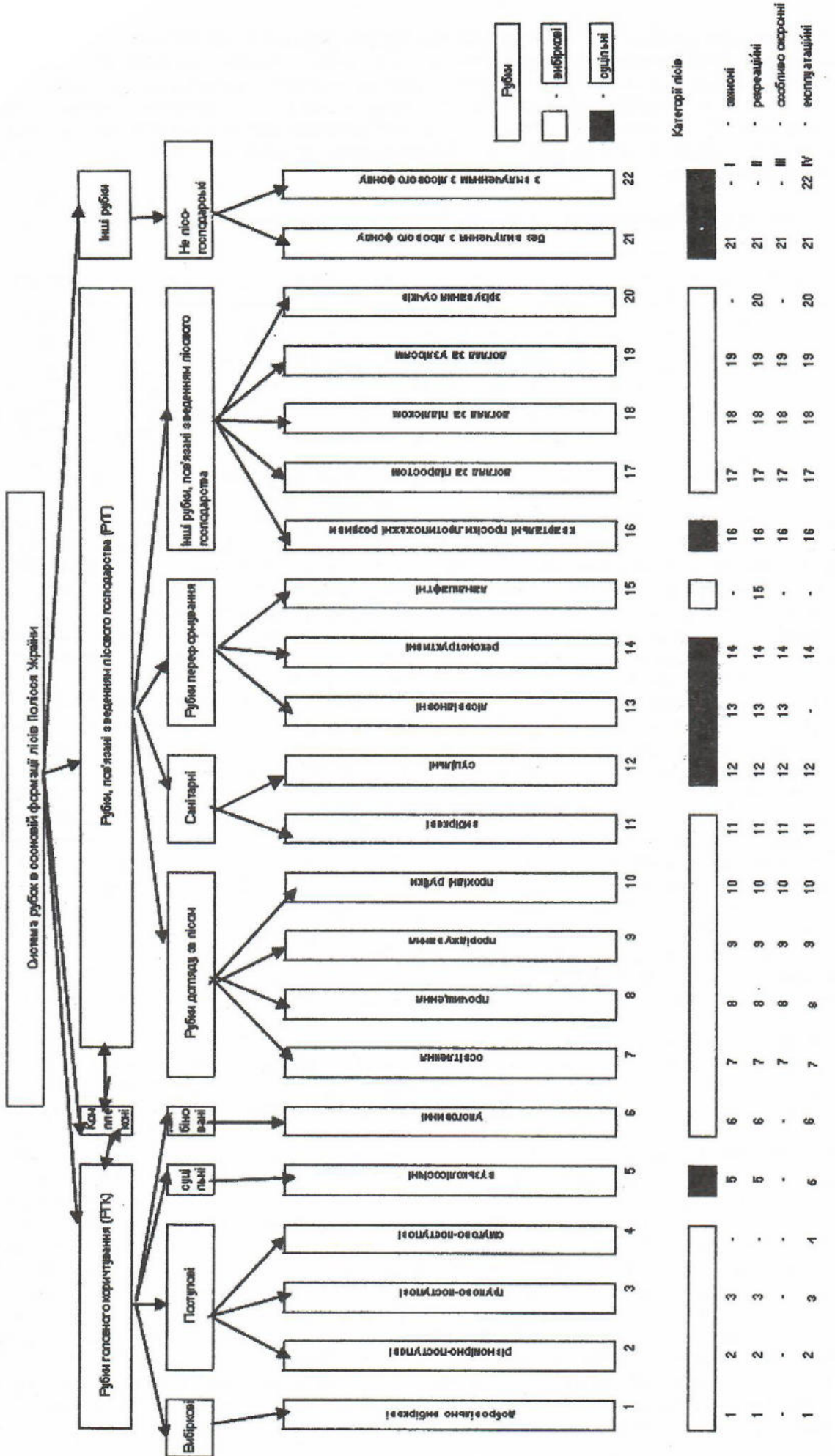


Рис. 2 Система рубок в сосновій формції лісів Полісся України

У зв'язку із сучасною екологізацією лісокористування, у підсистему головних рубок ми включаємо із усього різноманіття вибіркових лише добровільно-вибіркові рубки, які рекомендуємо впроваджувати, в першу чергу, в захисних лісах, у змішаних сосново-листяних різновікових складних деревостанах (судібровні, рідше – суборові умови місцезростання). Інші способи, які мали широке розповсюдження у минулі століття: лісівничо-промислові, підневільно-вибіркові, пошукові різного роду повністю виключаються. Перші заходи добровільно-вибіркової рубки спрямовуються на поліпшення санітарного стану насаджень, породного складу, просторового розподілу, товарної структури деревостанів. У рубку відводяться фаутні й дефектні, а також перестійні дерева, дерева небажаних пород. Зберігаються захисні властивості насаджень, східчаста структура пологів, використовується здатність сосни й дуба до самопоновлення, лісова площа завжди залишається вкритою лісом. У той же час може бути своєчасно використана деревина.

Більш широке розповсюдження в усіх категоріях захисності, крім особливо захисних лісів, пропонується для поступових рубок, із способів яких, залежно від структури й таксаційних показників деревостану, а також успішності процесу попереднього поновлення, слід застосовувати спрощені 2–3-західні рівномірно-поступові чи групово-вибіркові, а в експлуатаційних лісах, де лісозаготівлі повністю механізовані, – смугово-поступові рубки.

Необхідно передбачити у лісах усіх категорій захисності планомірне збільшення частки несучільних рубок, а у насадженнях, де успішним може бути лише штучне лісопоновлення – застосовувати вузьколісосічні суцільні. Цього вимагають і правила допуску сертифікованої лісопродукції України на міжнародні європейські ринки [33].

Комплексні рубки мають проводитись, в основному, як поєднання прохідних рубок з головними, з метою скорочення терміну вирощування нового покоління лісу.

Здавна в Україні розглядалися і перевірялися на практиці переваги й недоліки природного і штучного відновлення лісів. Залежно від застосування того чи іншого способу головної рубки, змінювався напрямок лісовідновлення. У другій половині ХХ століття єдиним способом заліснення зрубів у соснових лісах стало створення суцільних лісових культур. Існуючі правила лісозаготівель передбачали природне лісовідновлення за наявності під наметом лісу певної кількості життєздатного підросту, проте його збереженню приділялось дуже мало уваги, а за правилами техніки безпеки підріст навколо дерев, відведених у рубку, мав вирубуватись до їх звалювання.

У багатьох країнах Західної Європи, де штучне лісовідновлення застосовувалось масово, ще на початку ХХ ст. з'явилися висловлювання про необхідність використання біологічних переваг природного поновлення. До таких переваг, в першу чергу, відносять вищу стійкість природних деревостанів до негативних абіотичних і патологічних чинників середовища, збереження захисних, охоронних, рекреаційних і оздоровчих властивостей лісів.

У 1985 р. на ІХ Світовому лісовому конгресі у Мексиці було проголошено, що у лісовідновленні слід орієнтуватись, в першу чергу, на природне поновлення головних порід, застосовуючи штучне лише тоді, коли їх самопоновлення не гарантує формування відповідних деревостанів. Річ йде не про стихійне відновлення, а про сприяння йому, основане на застосуванні складних способів рубок. Останнім часом цей принцип набуває все більшого значення у зв'язку з переходом багатьох країн, в тому числі й України, на екологічно орієнтоване ведення лісового господарства. Проте практичне здійснення цього принципу в межах певного регіону – в нашому випадку в Поліссі – потребує часу для наукового обґрунтування на підставі вивчення й узагальнення сучасних даних про зміни умов і кількісних показників ходу природного і штучного лісовідновлення деревних порід, опрацювання і виробничої перевірки відповідних нормативів.

Застосування у Поліссі класичної інтенсивної системи ведення лісового господарства, основаної на суцільно-лісосічних рубках і штучному лісовідновленні, привело до збільшення лісистості території, покращення породного складу лісів, зростання запасів і приросту деревини. Відбулася перебудова структури деревостанів за віком, походженням, повнотами. Поряд із позитивними наслідками штучного лісовідновлення проявились і негативні. Послабився процес природного самопоновлення, значно зменшилась частка соснових насаджень з наявністю задовільної кількості соснового підросту, котрий можна було б використати для створення нового покоління лісу. Причиною цього стало вирубування малоповнотних стиглих і перестійних деревостанів, зменшення частки насаджень природного походження. Значні площі у післявоєнний період були зайняті монокультурами сосни зі спрощеною просторовою і породною структурою. У насадженнях різних вікових груп інтенсифікувався процес природного і патогенного відпаду, видалення якого санітарними рубками привело до зменшення запасів стиглих деревостанів порівняно з пристигаючими, а інколи й середньовічними. Незадовільний хід природного поновлення не дозволяє терміново застосувати іншу систему лісогосподарських і лісозаготівельних робіт. Потрібний певний перехідний період, на протязі якого у соснових деревостанах, призначених у головну рубку, необхідне обов'язкове використання наявного підросту і стимулювання процесу природного поновлення. На площах із слабким і незадовільним поновленням слід використати комплексне лісовідновлення, яке передбачає наявність двох компонент: природної і штучної, часто відмінних за породами і віком. У судібрових, наприклад, може формуватись змішане, надалі складне сосново-дубове насадження, у якому основа природної компоненти – підріст дуба 15–25- і старшого віку, супутніх порід –

клена, липи, берези, осики, вільхи тощо, а штучної – 1–2-річні сіянци сосни. Звичайно, сприяти цьому має збільшення питомої ваги складних способів рубок.

Істотні зміни відбувались також і у підсистемі рубок проміжного користування, в першу чергу, рубок, пов'язаних з веденням лісового господарства. Якщо класифікація рубок догляду за лісом, розроблена в кінці ХІХ ст. (прочищення, проріджування та прохідні рубки) і доповнена 1938 р. (освітлення), залишається без змін ще й сьогодні [40], то в загальну систему включені лісовідновні, реконструктивні, ландшафтні рубки, за допомогою яких можна переформувувати насадження, незадовільні за складом, захисними чи рекреаційними властивостями. Більш детально розроблені санітарні та інші види рубок, що дозволило сформувавши єдину, тісно ув'язану підсистему рубок лісу, а потім поєднати її з підсистемами лісовідновлення, охорони й захисту лісу, з одночасною диференціацією, залежно від природно-економічного регіону, для категорій захисності й формацій лісів. Як приклад, така система основних лісгосподарських заходів наводиться для соснової формації експлуатаційних лісів Полісся. У системі, за методикою Р.Г.Киселевського, кожен з виділених автором способів головних рубок і лісгосподарських заходів, його основні варіанти, параметри, види закодовані за цифровими індексами й літерними позначеннями [8]. У відповідній таблиці типи умов місцезростання розташовані, починаючи від найбільш сухих і бідних (A_0-A_1, B_1, A_2) з наростанням родючості лісових ґрунтів (B_3, C_2, C_3), а потім – із зниженням її до найвологіших (C_4, B_4, A_4, A_5B_5).

Аналіз наведеного фрагменту загальної системи лісгосподарських заходів на Поліссі України (додаток А) показує всю її складність і необхідність постійного вдосконалення усіх ланок єдиного процесу лісоексплуатації, лісовідновлення і лісовирощування. Такі ж підсистеми розроблені для категорій захисних і рекреаційних соснових лісів, а також для експлуатаційних, захисних і рекреаційних лісів дубової формації Полісся України. Кожна з цих підсистем має постійно вдосконалюватись, враховуючи ключову роль комплексу рубок лісу і лісовідновлення. Не виключене розмежування систем для лісів природного і штучного походження. Наступним проблемним етапом має стати перехід лісового господарства на водозбірно-ландшафтні принципи і розробка відповідних систем господарювання.

Література

1. Алексеев Е.В. Семено-лесосечные рубки. – Киев: Гослит, 1927. – 180 с.
2. Атрохин В.Г. Биоэкологические основы формирования высокопродуктивных насаждений. – М.: Лес. пром-сть, 1967. – 181 с.
3. Бузун В.А., Орлов А.Н., Приступа Г.К. Рекомендации по совершенствованию способов и технологических процессов ЛВР в равнинных лесах I группы Подолии и Полесья УССР // Рекомендации по совершенствованию лесного хозяйства в лесах гос. значения и на землях колхозов и совхозов Подолии. – Винница: МЛХ УССР, 1990. – С. 54–62.
4. Бузун В.О., Турко В.М. Розробити прогресивні способи і технології рубок головного користування і ЛВР // Звіт УкрНДЛГА по темі 16, Харків, 1995 (рукопис). № держреєстрації 0193U024888. – 192 с.
5. Воробьев Д.В. Типы лесов Европейской части СССР. – Киев: АН УССР, 1953. – 452 с.
6. Горшенин Н.М., Швиденко А.И. Лесоводство. – Львов: Вища школа, 1977. – 304 с.
7. Жуков А.Б. Дубравы УССР и способы их восстановления // Дубравы СССР. Том 1. – М. –Л.: Гослесбумиздат, 1949.
8. Киселевский Р.Г., Федец И.Ф., Бузун В.А. и др. Разработать рекомендации по внедрению региональных систем мероприятий, обеспечивающих использование и воспроизводство лесных ресурсов по хозяйственным группам типов леса различного назначения // Научный отчет по теме 6 (П-14) 0.53.01.02.Н4) – Харьков, УкрНИИЛХА, 1980, № госрегистрации 76063225. Микрофильмирован во ВНИТОЦентре под № Б-897651. – С. 1–113.
9. Лосицкий К.Б. Принцип зональности в лесном хозяйстве СССР // Сб.работ по лесному хозяйству ВНИИЛМ. – М.: Лес. пром-сть, 1971. – С. 85–114.
10. Мегалінський П.Н. Природне відновлення в борах і суборах Центрального Полісся УРСР // Підвищення продуктивності лісів / Наук.праці ліс. фак-тету УСГА. – Київ: Урожай, 1968. – С. 44–57.
11. Мелехов И.С. Лесоводство. – М.: Агропромиздат, 1989. – 304 с.
12. Мелехов И.С. Проблемы современного лесоводства. – М.: Лес.пром-сть, 1969. – 48 с.
13. Мелехов И.С. Рубки главного пользования. – М.: Лес.пром-сть, 1966. – 376 с.
14. Моисеев Н.А. Основы прогнозирования использования и воспроизводства лесных ресурсов. –М.: Лес. пром-сть, 1974. – 224 с.
15. Моисеев Н.А., Комков В.В. Вопросы оптимизации развития и размещения лесного хозяйства // Лесное хозяйство. – 1976. – № 3. – С. 21–26.
16. Моисеев Н.А., Дядицын Г.Н., Волосевич И.Н. Определение экономической эффективности способов рубок и восстановления леса. – М.: Лес. пром-сть, 1967. – 104 с.
17. Новіков О.Л., Мегалінський П.М., Бертуш В.М., Наконечний В.С. Головні і лісовідновні рубки в рівнинних лісах УРСР. – Київ: УАСГА, 1959. – 116 с.
18. Пастернак П.С., Киселевский Р.Г., Федец И.Ф., Медведев Л.А. Лесохозяйственное районирование УССР // Лесоводство и агролесомелиорация. – Киев, 1980. – С. 3–16.

19. Побединский А.В. Лесная типология и применение ее в лесном хозяйстве // Лес. хоз-во. – 1976. – № 10. – С. 25–30.
20. Побединский А.В. Лесная типология – основа проведения лесохозяйственных мероприятий // Лес. хоз-во. – 1973. – № 9. – С. 16–20.
21. Побединский А.В. Рубки главного пользования. – М.: Лес. пром-сть, 1980. – 182 с.
22. Поварніцин В.С., Мякушко В.К. Світлохвойні ліси // Рослинність УРСР. Ліси УРСР. – Київ: Наукова думка, 1971. – С. 18–83.
23. Погребняк П.С. Общее лесоводство. 2-е изд. – М.: Колос, 1968. – 440 с.
24. Погребняк П.С. Основы лесной типологии. – Киев: АН УССР, 1956. – 456 с.
25. Правила лесовосстановительных рубок в лесах первой группы, запретных и защитных полосах вдоль рек, шоссе и железных дорог. – М.: МЛХ СССР, 1952. – 16 с.
26. Правила рубок головного користування в лісах України // Затв. постановою Кабінету Міністрів України від 27 липня 1995 р. № 650. – Київ, МЛГ України, 1995. – 16 с.
27. Правила рубок главного пользования в равнинных лесах Украинской ССР. – Киев: МЛХ УССР, 1968. – 20 с.
28. Правила рубок главного пользования и лесовосстановительных рубок в равнинных лесах Украинской ССР. – Киев: МЛХ УССР, 1980. – 20 с.
29. Правила рубок, пов'язаних з веденням лісового господарства, та інших рубок // Затв. постановою Кабінету Міністрів України від 16 травня 1996 р. № 535. – Київ: МЛГ України, 1996. – 8 с.
30. Рекомендації по формуванню соснових і сосново-дубових насаджень із збереженого підросту. – Київ: Держкомлісгосп України, 1998. – 20 с.
31. Ромашов Н.В. Лесовозобновление в различных типах вырубок сосновых лесов Левобережной Лесостепи и Полесья УССР // Лесоводство и агролесомелиорация. – Вып. 30. – Киев: Урожай, 1972. С. 44–43.
32. Рубцов И.В. Экономическая оценка способов рубок главного пользования. – М.: ОНТИлесхоз, 1968. – 42 с.
33. Свириденко В.Є., Бабич О.Г., Киричок Л.С. Лісівництво. – Київ: Арістей, 2005. – 544 с.
34. Синякевич И.М., Туныця Ю.Ю. Стимулирование эколого-экономической эффективности лесопользования. – Львов: Вища школа, 1985. – 176 с.
35. Столяров Д.П., Декатов Я.Н., Кендыш А.Н., Полякова Г.Н. Лесоводственно-экономические показатели выборочных рубок. – Л.: ЛенНИИИХ, 1980. – 56 с.
36. Товстоліс Д. Досвід вивчення систем лісового господарства // Записки Київського СГІ, ліс. зб. № 1, Т. V. – К., 1930.
37. Товстоліс Д.І. Питання про способи рубки в соснових насадженнях // Записки Київського СГІ. – Київ, 1926. – Т. 1.
38. Троуп Р.С. Лесоводственные системы. – Тифлис: ЗЛТИ, 1931.
39. Туркевич И.В. К оценке некоторых полезных функций лесов // Лесоводство и агролесомелиорация. – Киев: Урожай, 1973. – Вып. 35. – С. 96–98.
40. Настановлення по рубках догляду в лісах УРСР. – Київ: Урожай, 1971. – 76 с.
41. Швиденко А.Й. Лісівництво. – Чернівці: Рута, 2004. – 304 с.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
		04.3	Збирання порубочних залишків у вали для перегнивання (ЗВ)	-	-	-	-	-	-	-	-	ЗВ	ЗВ	ЗВ	ЗВ
		04.4	Рівномірне розкидання подрібнених залишків по площі зрубу (РЗ)	РЗ	-	РЗ	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		04.5	Укладання решток на трелювальні волоки в понижених місцях і ущільнення гусеницями тракторів під час трелювання	-	-	-	-	-	-	-	-	УВ	УВ	УВ	-
05.0	Збереження підросу під час лісозаготівель	05.1	Спрямоване звалювання і трелювання дерев (СЗТ)	-	СЗТ	-	СЗТ	СЗТ	СЗТ	СЗТ	СЗТ	-	-	-	-
		05.2	Розробка лісосік по снігу (РС)	-	РС	-	РС	РС	РС	-	-	-	-	-	РС
		05.3	Оправлення підросу після рубки (ОП)	ОП	ОП	ОП	ОП	ОП	ОП	ОП	ОП	ОП	ОП	ОП	ОП
		05.4	Рівномірно-поступові рубки	-	-	-	-	10	10	-	-	-	-	-	-
		05.41	Період лісовідновлення, років	-	10	-	10	10	10	-	-	-	-	-	-
		05.42	Число заходів	-	2	-	2	2	2	-	-	-	-	-	-
		05.43	Запас, вирубаний в 1-й захід, %	-	30-40	-	30-40	30-40	30-40	-	-	-	-	-	-
06.0	Основні способи наступного лісо-відновлення	06.1	Штучне лісовідновлення (ШВ)	ШВ	ШВ	ШВ	ШВ	ШВ	ШВ	ШВ	ШВ	ШВ	ШВ	ШВ	-
		06.2	Природне лісовідновлення (ПВ)	-	ПВ	-	ПВ	ПВ	ПВ	-	-	-	-	-	ПВ
		06.3	Комплексне лісовідновлення (КВ)	КВ	КВ	КВ	КВ	КВ	КВ	КВ	КВ	КВ	КВ	КВ	-
07.0	Сприяння природному поновленню	07.1	Обробіток ґрунту, підстилки (ОГ)	-	ОГ	-	ОГ	ОГ	ОГ	-	-	-	-	-	-
		07.2	Часткове видалення підліску (ВП)	-	-	-	-	ВП	-	-	-	-	-	-	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
14,0	Протипожежні заходи	14,1	Влаштування протипожежних смуг і догляд за ними (ВР)	ВР	ВР	ВР	ВР	ВР	ВР	ВР	-	-	-	-	-
		14,3	Будівництво і ремонт дорог (БД)	БД	БД	БД	БД	БД	БД	БД	БД	БД	БД	БД	БД
		14,4	Авіаційна охорона лісу (АО)	АО	АО	АО	АО	АО	АО	АО	АО	АО	АО	АО	АО
		14,5	Протипожежна пропаганда (ПП)	ПП	ПП	ПП	ПП	ПП	ПП	ПП	ПП	ПП	ПП	ПП	ПП
15,0	Додаткові заходи щодо підвищення продуктивності лісів	15,1	Покращене насінництво на типологічній основі (ПН)	-	-	-	-	ПН	ПН	ПН	ПН	-	-	-	-
		15,2	Глибокий безвідвальний обробіток ґрунту (ОГ)	ОГ	-	ОГ	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		15,3	Підіймання чорних парів (ЧП)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ЧП	ЧП	-
		15,4	Вапнування ґрунтів (ВГ)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ВГ	ВГ	-
		15,5	Поверхнєве осушення ґрунтів (ПГ)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ПГ	ПГ	-
		15,6	Осушувальна меліорация (ОМ)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ОМ
		15,7	Оптимізація породного складу лісів (ОС)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ОС	ОС	ОС
		15,71	Реконструкція насаджень (РН)	-	-	-	-	-	-	-	-	РН	-	-	-
		15,72	Створення змішаних культур (ЗК)	-	ЗК	ЗК	ЗК	ЗК	ЗК	ЗК	ЗК	ЗК	ЗК	-	-
		15,73	Введення екзотів (ВЕ)	-	-	-	-	-	-	ВЕ	ВЕ	-	-	-	-
		15,74	Введення ґрунтополіпшувачів порід (ГП)	ГП	-	ГП	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		15,8	Внесення мінеральних і місцевих органічних добрив (ВД)	ВД	ВД	ВД	ВД	ВД	ВД	ВД	ВД	-	-	-	-
		15,9	Введення багаторічного люпину в міжкультур для лісових культур (ВЛ)	-	-	-	ВЛ	-	ВЛ	ВЛ	ВЛ	-	-	-	-

Бузун В.А.

Система ведения лесного хозяйства в сосновой формации лесов Полесья Украины

Полесский филиал УкрНИИЛХА, г. Житомир

Приведена обобщенная схема системы ведения лесного хозяйства в Украине на протяжении полного цикла формирования нового поколения леса. Показаны система рубок и, как пример, система ведения лесного хозяйства в сосновой формации эксплуатационных лесов Полесья Украины. Обоснована необходимость дальнейшего совершенствования ведения лесного хозяйства, в перспективе – на водосборно-ландшафтных принципах хозяйствования.

Buzun V.O.

System of carrying out of forestry in pine formation of forests of Polissya of Ukraine

Polis'kiy Branch of UkrSRIFA, Zhytomyr

Generalized scheme of carrying out of forestry during whole circle of forming of new generation of forest has been elucidated for Ukraine. System of cuttings and as example – system of carrying out of forestry in pine formation have been shown for explore forests of Polissya of Ukraine. The necessity of future perfection of carrying out of forestry has been proved, and in perspective – on watershed – landscape principles of forestry.

Волошинова Н.О. –

кандидат сільськогосподарських наук, м. Сарни,
заст. директора з наукових питань
Рівненського природного заповідника

Лазар О.Д. –

молодший науковий співробітник
Поліського філіалу УкрНДДЛГА, м. Рівне

Лісове насінництво на Рівненщині

Прагнучи підвищити продуктивність і якість лісів, лісівники звертають особливу увагу не тільки на своєчасне успішне заліснення всіх лісових земель, якісне проведення рубок догляду, поліпшення лісорослинних умов (за рахунок осушення надмірно зволжених земель в минулому), але і на внесення добрив під лісові насадження і т.д. Однак всі ці заходи дають повний ефект тільки при застосуванні основних принципів лісової селекції і насінництва, де головна увага приділяється спадковим якостям насіння.

Роботи зі створення селекційних об'єктів в регіоні розпочалися ще в 60-х роках з обстеження і відбору кращих екземплярів та природних насаджень в лісах області, на основі яких були створені селекційні об'єкти. Багато висококваліфікованих працівників брали участь при створенні цих об'єктів, адже це дуже трудомістка праця, яка потребує досить тривалого часу і зусиль.

Селекційні об'єкти головних лісоутворюючих порід створені при науково-методичному і практичному керівництві кандидатів сільськогосподарських наук Б.М. Дзядевича, Р.І.Савчука, Н.О.Волошинової та наукового співробітника Поліської АЛНДС П.Д.Гарбузи і молодшого наукового співробітника О.Д.Лазар. Виконанню селекційних робіт активно сприяли колишній начальник Рівненського облупрлісгоспзагу [Ю.Г.Фертюк], колишній генеральний директор об'єднання "Рівнеліс" М.Х.Шершун, начальник Рівненського обласного управління лісового господарства В.П.Грицайчук, доктор сільськогосподарських наук, професор [П.І.Молотков], колишній головний лісничий об'єднання "Рівнеліс" заслужений працівник сільського господарства В.А. Васинюк, головний лісничий Рівненського обласного управління лісового господарства С.В.Івашинюта.

У створенні селекційних об'єктів в минулому брав участь начальник відділу лісового господарства ДЛГО "Рівнеліс" М.В.Ткаченко і тепер начальник відділу лісового господарства Рівненського обласного управління О.П.Нагорняк, колишні старші інженери об'єднання [М.П.Рикун] і Р.А.Босенко, продовжують їхню справу головний спеціаліст з лісовідновлення Л.В.Ковальчук та провідний інженер з лісовідновлення М.В.Прокопчук, колишні директори Костопільського ДЛГ Р.С.Головерса та [Я.С.Романюк] і в теперішній час В.Я.Романюк, колишні головні лісничі Острозького лісгоспзагу [В.Л.Вишневецький], Г.Д.Старунський, Б.С.Зелінський і Костопільського [Р.Ф.Рейтерович]. Активну участь по створенню клонових плантацій сосни звичайної в Костопільському держлісгоспі в минулому проводили колишні інженери лісовідновлення Н.Ф.Халтуріна і Л.Г.Головерса та начальник лісонасінницького комплексу Г.Ф.Соломай, продовжують цю справу інженер лісовідновлення О.Ф.Блонська та начальник лісонасінневого комплексу Г.В.Корейко. Впровадження нових технологій з метою підвищення продуктивності лісу проводиться в Дубнівському держлісгоспі під керівництвом директора підприємства к.с.-г. наук О.О.Юркевича. Безпосередньо беруть участь у закладці об'єктів лісонасінневої бази в Дубнівському ДЛГ головний лісничий В.В.Чеботарьов, інженер лісовідновлення Г.П.Куцевол та майстер лісового розсадника, заслужений працівник сільського господарства Л.П.Кравець. Щеплення дуба і закладка плантацій, в недалекому минулому, проведено висококваліфікованим майстром М.А.Шаповаловим і в теперішній час – В.В.Ніжаловським.

Розвиток лісового насінництва, у тому числі і досліджень у цій галузі – спільна справа науковців і виробників. Тому в лісах України була прийнята організація невеликих селекційно-насінницьких комплексів обласного масштабу.

В 70-х роках з метою поліпшення лісонасінневого господарства у м. Рівне створений опорний пункт Поліської НДС безпосередньо при управлінні лісового господарства. Селекційно-насінницькі роботи зосереджені в Костопільському лісгоспі. Інтенсивно вони провадяться і в інших лісгоспах області. На постійних лісонасінневих плантаціях і у випробних культурах вивчалась формова структура природних популяцій сосни звичайної, опрацьовувались методи відбору і розміщення кращих форм цієї цінної лісоутворюючої породи.

Першим завідувачим Рівненським опорним пунктом став Дзядевич Борис Миколайович (1971–1974 рр.). Спочатку молодший, потім – старший науковий співробітник. У 1960 р. закінчив Українську сільськогосподарську академію за спеціальністю – інженер лісового господарства. У 1972 році захистив дисертацію „Сосново-березові насадження Центрального Полісся УРСР” і отримав науковий ступінь кандидата сільськогосподарських наук.

Головною метою досліджень в 70-х роках було удосконалення насінництва лісових порід на основі впровадження генетико-селекційних методів. В цей період в лісах області інтенсивно проводиться відбір плюсових дерев і вивчення їхніх морфологічних особливостей. Розроблялися методи щеплень сосни та

закладка плантацій, випробних культур. Всі ці дослідження проводились під методичним керівництвом зав. відділом селекції, насінництва та інтродукції УкрНДЛХА доктора сільськогосподарських наук, професора Петра Івановича Молоткова.

В 1974 р. Дзядевичем Б.М. і техніком Панчуком К.Р. створені перші в регіоні випробні культури сосни звичайної, які розташовані в Мостівському лісництві Острозького держлісгоспу на площі 3,3 га. У цих випробних культурах представлено потомство 21 плюсового дерева. Створена клонова плантація першого порядку у Верхівському лісництві Острозького лісгоспу.

Впровадження селекційних методів з серпня 1974 року продовжено Савчуком Р.І. За його дослідженнями розроблені рекомендації по догляду і стимулюванню насінноношення на клонових насінневих плантаціях. Дослідженнями встановлено, що значне підвищення врожаю насіння сосни можна отримати за рахунок внесення мінеральних добрив та боротьби з ентомологічними шкідниками.

Для стимулювання врожайності клонів сосни у суборах рекомендовано застосовувати повне мінеральне добриво у дозах $N_{100-200}P_{100-200}K_{50-100}$ разом з мікроелементами. Добриво потрібно вносити на початку вегетації з обов'язковою заробкою в ґрунт один раз на 3–4 роки.

Савчук Роман Іванович – старший інженер, молодший науковий співробітник. У 1973 р. закінчив Українську сільськогосподарську академію за спеціальністю інженер лісового господарства. Працював на інженерних посадах у „Ліспроєкті” та Рівненському обласному управлінні лісового господарства. На Поліській АЛДС з 1975 по 1985 р. У 1982 році захистив кандидатську дисертацію на тему „Стимулювання насінноношення сосни звичайної на постійних лісонасінневих ділянках і клонових насінневих плантаціях у Західному Поліссі УРСР”. За час роботи на Рівненщині Р.І.Савчуком відібрані лісові генетичні резервати, плюсові дерева дуба і сосни, закладені випробні культури, архівні і клонові насінневі плантації сосни звичайної.

Насіннева база основних лісотвірних порід поповнюється новими об'єктами: відібрані постійні лісонасінневі ділянки, виділені нові лісові генетичні резервати, плюсові насадження, плюсові дерева, створені насінневі плантації першого порядку головних лісоутворюючих порід. Закладені клонові плантації першого порядку сосни звичайної в Костопільському ДЛГ – 56,2 га; Березнівському – 4,1; Заріччянському – 13,0; Сарненському – 3,0. Продовжують справу своїх попередників наукові співробітники. П.Д.Гарбуза (1985-1992рр.), Н.О.Волошинова (1977 – 1999 рр.) і з 2003 р. О.Д.Лазар.

Гарбуза Петро Дмитрович – молодший науковий співробітник. У 1983 р. закінчив Українську сільськогосподарську академію за спеціальністю – інженер лісового господарства. Працював агролісомеліоратором у системі „Укрземпроєкту”. За участю П.Д. Гарбузи створені випробні культури, архівно-маточні та клонові плантації сосни звичайної, відібрані плюсові дерева.

Волошинова Ніна Олексіївна – технік лісового господарства, потім старший технік, інженер, старший інженер, молодший науковий співробітник, науковий співробітник. Закінчила в 1987 р. Львівський лісотехнічний інститут за спеціальністю – інженер лісового господарства. Захистила дисертацію „Селекція дуба на Рівненщині”. За час роботи на станції за її участю створено архівно-маточні, клонові, родинні плантації сосни звичайної, дуба звичайного, модрина; виділено в держлісгоспах лісові генетичні резервати сосни та дуба, плюсові насадження та плюсові дерева; вдосконалено методику фенологічних спостережень, інтенсивності цвітіння клонів, Визначено популяційну та селекційну структуру насаджень і запропоновано найбільш перспективні популяції до сортовипробування. Розроблено метод вирощування щеплених саджанців дуба із закритою кореневою системою.

З метою формування нових насаджень в майбутньому і вивчення показників інтенсивності росту плюсових дерев створюються випробні культури. Найбільше випробних культур сосни звичайної в області знаходиться у Березнівському лісництві Березнівського держлісгоспу (8,68 га), які були створені протягом 1981–1990 рр. під методичним керівництвом та з безпосередньою участю к.-с.г. наук Р.І.Савчука, Н.О.Волошинової та наукового співробітника П.Д.Гарбузи. На території Березнівського лісонасінневого комплексу розташовано 9 ділянок випробних культур.

Випробні культури в 1981–1982 роках були створені Савчуком Р.І. на площі 3,0 га у кв. 47 діл. 2 Березнівського лісництва Березнівського держлісгоспу. Посаджено потомство 25 плюсових дерев сосни звичайної з Соснівського, Рокитнівського, Костопільського і Березнівського держлісгоспів.

Випробні культури у 1985 та 1987 роках закладені у цьому ж кварталі на площі 1,37 га (Волошиновою Н.О.), де представлено потомство 50 плюсових дерев з Острозького, Соснівського, Сарненського, Клесівського ДЛГ.

Випробні культури 1989 року складаються із трьох ділянок загальною площею 2,5 га і 1990 року – 1,81 га. Ці культури створені науковим співробітником П.Д.Гарбузою.

На основі вивчення випробних культур в Березнівському держлісгоспі до кандидатів в еліту зараховані такі плюсові дерева: 19, 20, 31, 33, 45, 54, 74, 77, 85, 118, 123.

Після досліджень на випробних культурах за короткостроковою селекційною оцінкою плюсових дерев є можливість поступового збільшення селекційного ефекту. З цієї метою в регіоні розпочали створювати клонові плантації другого порядку. З 1986 року така плантація – перша в Україні – закладена у Рівненській області на площі 1,5 га з елітних дерев чотирьох областей – Київської, Волинської, Рівненської, Житомирської. Тепер клонові насінневі плантації сосни звичайної другого порядку створено у п'яти лісгоспах області (Сарненський, Заріччянський, Млинівський, Дубенський і Остківський) на площі 28,61 га.

На початку 90-х років дослідження на опорному пункті розширилися. Крім сосни звичайної, велика увага приділялася дуже цінній лісоутворюючій породі – дубу звичайному. Дослідження і закладку об'єктів дуба проведені науковим співробітником Н.О.Волошиновою.

Протягом 1990–1997 років в регіоні закладені архівно-маточна плантація дуба на площі 5,0 га (потомство 62 плюсових дерев області), 5 ділянок випробних культур дуба загальною площею 3,65 га з участю 87 потомств плюсових дерев дуба Рівненщини і 13 – Вінниччини; родинні плантації на площі 10,1 га.

Результати досліджень росту потомств плюсових дерев дуба у випробних культурах показали, що більше половини потомств росте швидше, ніж контроль, а деякі потомства перевищували контрольне потомство на 10,0 – 47,4%.

В 2004 році закладені випробні культури сосни звичайної у Любомирському лісництві Дубнівського держлісгоспу в кв. 50 вид. 17 на площі 0,8 га. Ці культури створювалися на основі існуючих клонових плантацій сосни та випробних культур. У випробних культурах повторно відбирали плюсові дерева та заготовляли з них живці та насіння, з живців створені плантації, а з – насіння випробні культури другого покоління. У випробних культурах 2004 року висаджено потомство плюсових дерев, яке виростили з насіння, взятого з 7 клонів, які розташовані на плантації сосни звичайної 1977 року створення в Базальтівському лісництві Костопільського держлісгоспу, з клонової плантації другого порядку – в Немовицькому лісництві Сарненського ДЛГ та від 17 гібридів сосни звичайної, отриманих лабораторією селекції УкрНДЛГА. Ці випробні культури були закладені під методичним керівництвом та з безпосередньою участю к.с.-г.н Н.О.Волошинової, к.с.-г. наук О.О.Юркевича, інженером Поліського філіалу УкрНДЛГА О.Д.Лазар.

Лазар Олена Дмитрівна – молодший науковий співробітник. У 2002 році закінчила Український лісотехнічний університет (м.Львів) за спеціальністю інженер лісового господарства. У Поліському філіалі працює з 2003 року на посадах – інженер, молодший науковий співробітник.

З 2003 р. на селекційних об'єктах Рівненщини продовжується вивчення ростових, морфологічних і цитологічних особливостей вегетативних і насінневих потомств плюсових дерев сосни звичайної, проводиться інвентаризація селекційних об'єктів, закладені нові випробні культури, на яких у майбутньому буде працювати нове покоління дослідників.

На основі аналізу стану і вивчення селекційних об'єктів, результатів досліджень є можливість покращити стан лісів в майбутньому.

Методи досліджень і селекційні роботи, що виконуються на Рівненщині, – переважно лісівничо-таксаційні. Вони включають відбір генетичних резерватів, плюсових насаджень дерев, їх насіннєве та вегетативне розмноження із створенням постійних лісонасінних ділянок, клонових архівно-маточних та лісонасінних плантацій, випробних культур. Ці насадження мають велике практичне значення для селекції деревних рослин та підвищення продуктивності, стійкості та якісної структури нових лісів. Це стосується, перш за все, створення постійних лісонасінних ділянок та випробування насінних потомств плюсових дерев клонів, які ще не випробувались або випробовуються лише від однієї-двох генерацій і не в достатній кількості варіантів. Не реалізована ще можливість виведення сортів-клонів. На початковій стадії знаходиться робота по сортовипробуванню лісових популяцій. До теперішнього часу не вдалося подолати періодичності плодоношення дуба звичайного.

Одним з перспективних шляхів створення високопродуктивних лісів, а також одержання високих кінцевих результатів використання лісових земель, є широке впровадження інтродукованих видів як доповнення природних, або створення на їх основі штучних насаджень. Для вирішення даних проблем потрібно, в першу чергу, використовувати види (а також їх форми, екотипи та сорти), які пройшли первинне випробування в регіоні і виявились перспективними по одному або кількох господарськоцінних ознаках: техногенній стійкості, продуктивності, якості, довговічності, ранньому і рясному плодоношенню, декоративності тощо. При цьому важливо враховувати походження насіння та посадкового матеріалу. Бажано, щоб були подібними суттєві показники умов природного ареалу зростання виду і регіону його впровадження.

Література:

1. Волошинова Н.О., Юркевич О.О., Лазар О.Д. Селекційні методи підвищення продуктивності лісів на Рівненщині. – Рівне. 2004. – 100 с.
2. Краснов В.П., Бузун В.О. Лісова дослідна справа на Поліссі України. – Житомир: Полісся. 2005. – 198 с.
3. Молотков П.І., Патлай І.М., Давидова Н.І. Насінництво лісових порід. – Київ: Урожай, 1989. – 230 с.

Волошинова Н. А., Лазар Е. Д.

Лесное семеноводство на Ривненщине

Проанализированы основные проблемы и достижения лесного семеноводства на Ривненщине.

Voloshinova N. O., Lazar O. D.

Forest seed-growing in Pivne Region

The main problems and achievements of forest seed-growing was analyzed in Rivne Region.

Гладун Г.Б. –
кандидат сільськогосподарських наук,
Український ордена “Знак Пошани” науково-
дослідний інститут лісового господарства і
агролісомеліорації ім. Г.М.Висоцького

Проблеми лісомеліорації Полісся та основні шляхи їхнього вирішення

Відомо, що на Полісся доводиться 38 % загальної площі лісового фонду України, 37,7 % – вкритої лісом, 37,1 % – загального запасу деревини. Лісовий фонд займає в регіоні 4,1 млн. га. Найвища лісистість у Рівненській області – 36,5 %, Житомирській – 32,6, Волинській – 30,9, найнижча – в Чернігівській – 20,5 і Київській – 26,4 %. У цілому ж лісистість Полісся досягає 27,2 %, що на 5,6 % вище лісистості 1955 р. переважно за рахунок заліснення не вкритих лісом земель і сільськогосподарських невідгод [1].

Враховуючи зазначене, вважається, що Полісся характеризується відносно сприятливими екологічними показниками, за виключенням хіба що радіоактивного забруднення, яке широко відоме своїми катастрофічними наслідками. Проте, це зовсім не так. Зміна історично сформованого співвідношення різних категорій земельних угідь, а також концентрація сільськогосподарських площ, викликали шкідливу дію факторів клімату, яка раніше була досить помірною. Тому за останні десятиріччя значної шкоди завдають посушливі явища та суховії, частішими стали пізні весняні та ранні осінні заморозки, значного розвитку в регіоні набула водна ерозія ґрунтів та особливо дефляція.

Відомо, що найбільшу роль в стані гідротермічного режиму території аграрного призначення відіграє динаміка переміщення повітряних мас. Посилення швидкості вітру до 25 м/с буває один раз в два роки в усіх областях Полісся, за виключенням Київської області, де це явище відбувається один раз в три роки. Повторюваність вітру швидкістю 25 м/с і більше в зоні має місце з вірогідністю 41–50% у кожний рік, а найбільша його частота відзначена протягом перших трьох місяців року і досягає 23%. Максимальна зареєстрована швидкість вітру складає 40 м/с [2].

Вітер з швидкістю до 20 м/с буває в середньому 17 випадків за рік із вірогідністю 60%, а швидкість до 15 м/с складає 22 випадки, що відбуваються щорічно з вірогідністю 100%.

Наслідком високої швидкості вітру є виникнення пилових бур при низькій вологості поверхневого шару ґрунту. Стихійні пилові бурі, які відзначаються великими масштабами бувають в кінці зими і на початку весни. Локальні пилові бурі мають невелику площу розповсюдження і можуть охоплювати 2–3 адміністративні райони. За рік середнє число стихійних пилових бур найбільше в Чернігівській (6) та Київській (4) областях, а в інших воно не перевищує два випадки. В перших двох областях пилові бурі поширені в кінці зими, а в решті областей вони мають місце в квітні і червні.

Суховійні вітри відзначаються високою температурою повітря (більше 25°C) і низькою (вдень до 30%) відносною вологістю. Найбільш стабільними по відношенню до суховійних вітрів є західні області Полісся, де повторюваність їх не перевищує 10%. В Київській і Чернігівській областях повторюваність суховіїв значно більша – 31–40%. За кількістю стихійних суховійних днів за вегетаційний період зона Полісся відзначається дуже низьким показником – 1–2 дні, але завдяки швидкому нагріванню поверхні легких ґрунтів мають місце локальні суховійні вітри поблизу великих відкритих місцевостей [2].

Під впливом зміни циркуляції приземного шару повітря значну загрозу сільськогосподарському виробництву становлять пізні весняні та ранні осінні заморозки. Вони, як відомо, утворюються в нічні або ранкові часи при ясній тихій погоді в результаті інтенсивного радіаційного вихолодження ґрунту і нижніх шарів повітря. Для сільськогосподарських культур велику загрозу становлять заморозки, які бувають після переходу середньодобової температури повітря через 10°C.

На розподіл та інтенсивність заморозків, крім атмосферних процесів, великий вплив мають місцеві умови розміщення аграрних угідь. Серед них слід підкреслити форму рельєфу, розміщення їх біля великих водоймищ і інших теплонасичених об'єктів, а також фізичні властивості ґрунтів. В цьому відношенні орні землі на Поліссі переважно дислоковані в пониженнях частинах рельєфу і тому більш морозозагрозливі за умови притоку і застою холодного повітря. Завдяки наявності в ґрунтовому покриві фракцій легкого механічного складу, фізичні властивості їх сприяють швидкому нагріванню та такому ж охолодженню поверхні ґрунтів, що забезпечує динаміку температурного режиму [3, 4].

Все це зумовлює високу повторюваність пізніх весняних та ранніх осінніх заморозків, які коливаються на заході зони в межах 31–50%, в центральній – 41 і більше, а східній частині – 60% і більше. Загальна тенденція з заморозками така: вони мають місце один раз за 2–3 роки і переважають із них весняні заморозки з вірогідністю 40% [1].

Перелічені негативні природно-кліматичні фактори і процеси були основою щодо організації Поліської агролісомеліоративної дослідної станції у серпні 1956 року і постановки наукових завдань щодо розробки наукових основ охорони сільськогосподарських угідь та підвищення продуктивності лісів Полісся. Вона тимчасово перебувала у селищі Першотравневе Овруцького району Житомирської області.

Проте, є інформація, що у 20-х роках були спроби створити лісові дослідницькі пункти у містах Олевську та Радомишлі. За ініціативою академіка Г.М.Висоцького у 1930р. у Корабельнім лісництві поблизу Житомира засновується Поліська лісова дослідна станція, яка розробляла нові технології лісозаготівель та вела деякі лісівничі дослідження (директор І.М. Кривокобильський) до того часу, коли її функції були передані Центральній ЛДС [1,5].

Свою ж основну науково-дослідну діяльність станція розпочала у 1957 році виконанням поліської тематики колишнього Інституту лісу АН УРСР (після його об'єднання із УкрНДЛГА). Значну частину кадрів, господарське й лабораторне оснащення станція одержала від колишнього Інституту лісу АН УРСР. У цей час всі відділи й лабораторії станції обладнані відповідним майном і приладами, що дозволяло станції розгорнути експериментальну роботу, зокрема – робити необхідні агрохімічні аналізи.

У своїй структурі Поліська АЛДС на той час мала три відділи: лісового господарства й агролісомеліорації, меліорації лісу, лісових культур, а також ґрунтову лабораторію. У штаті станції налічувалось 26 співробітників, у тому числі 10 наукових і 6 науково-технічних працівників. Станція отримала приміщення та житловий фонд [6].

Основною проблематикою, що розроблювалась дослідною станцією, стало підвищення продуктивності лісів Полісся. По цій проблемі станція вивчає питання, пов'язані із осушенням заболочених малопродуктивних насаджень, із введенням у насадження швидкоростучих і нових господарськоцінних порід, зі створення лісових культур і залісення піщаних площ і, нарешті, із веденням раціональних рубок догляду. Вона органічно вписалась у структуру лісових науково-дослідних установ країни [6].

Незважаючи на труднощі організаційного періоду, станція заклала в 1957 році у двох лісництвах Овруцького лісгоспу 11 гектарів тополевих насаджень із метою випробування різних видів тополь у різних лісорослинних умовах (B_2 , B_3 і C_2) при різному розміщенні сіянців на площі й змішуванні із чагарниковим підліском. Станція заклала дослідні по вивченню впливу добрив на ріст тополі на плантаціях і дослідні по вирощуванню сіянців канадської, чорної й білої тополь. У 1957 р. отримано із площі посіву 0,08 га близько 250 тисяч тополевих сіянців. У цей час станція випробовує в культурах і на плантаціях 16 видів тополь, у тому числі запашну, лавролисту, китайську, пірамідальну, волосистоплоду, білу і інші [6].

Станція створила в Овруцькому лісгоспі дендропарк площею 2 га, у якому було висаджено 52 види нових порід. Серед них – хвойні (туя, біота, псевдотсуга, яловець, ялина канадська, модрина, сосна Веймутова й ін.), горіхопліді (горіхи волоський, маньчжурський, сірий і чорний, пекан), а також інші цінні породи – каштан їстівний, дуб болотний, бархат амурський, ірга, айва японська, кизильник блискучий, виноград амурський, текома й інші [6].

Станція заклала на староорних площах Іванківського й Чорнобильського лісгоспів Київської області спеціальні дослідні по створенню соснових культур із застосуванням різної підготовки ґрунту під культури із внесенням добрив (М.В. Юр, Є.Г. Поляков).

Узагальнення виробничого досвіду по залісенню піщаних земель у центральному Поліссі, де поширені ґрунти піщаного механічного складу, проводилось у різних лісорослинних умовах (М.В. Юр). Раціональне використання піщаних земель було на той час важливим народногосподарським завданням, яке було успішно вирішене.

З метою вивчення питань рубань догляду в поліських лісах станцією закладені постійні пробні площі в Іванківському, Овруцькому та Житомирському лісгоспах (Ф.С. Комаров).

У 1957 році були обстежені старі осушувальні системи Українського Полісся й закладені постійні пробні площі в різних типах лісу для постановки стаціонарних гідрологічних досліджень (А. Г. Міхович).

Майже відразу після організації станції були отримані перші важливі результати, що знайшли своє застосування у лісгосподарських підприємствах регіону.

Дослідження, що провів М.В. Юр [7] з узагальнення виробничого досвіду по залісенню піщаних земель дозволили встановити, що у західному та центральному Поліссі піски поширені на площі понад 70%, а в східному – до 60% території. Непридатні для сільськогосподарського користування піски доцільно використовувати під ліси. За генетичною класифікацією в Поліссі найбільше поширені дерново-слабопідзолисті та дерново-середньопідзолисті ґрунти. Із них перші переважно піщані, зрідка супіщані, другі – піщано-легкосуглинкові та супіщані. Загальним висновком його досліджень було: при створенні культур на староорних землях Полісся найефективнішими є глибока оранка (до 50 см) без обертання скиби і внесення низинного торфу в нормі 5 т/га під час оранки на глибину 30-35 см. Внесення добрив при оранці на 50 см малоефективне.

М.В. Юр та Є.Г. Поляков [8] досліджували ріст тополь у дослідно-виробничих культурах у суборах Полісся. У результаті вивчення росту тополі були зроблені висновки про те, що її ріст у перші роки життя у свіжих та вологих суборах Полісся відбувається добре. Тополі канадська та крупнолиста краще росли у свіжих суборах, ніж у вологих. З цих двох видів краще росла, особливо у свіжих умовах, тополя канадська.

В умовах свіжих суборів тополі канадська і крупнолиста у трирічному віці глибше поширюють своє коріння в ґрунт, ніж у вологих умовах. Взагалі ж коріння тополь в цьому віці проникає в ґрунт на 40 см, але 59–98% його знаходиться на глибині 25 см. Загальна насиченість ґрунту міжрядь корінням тополі в свіжих суборах у 2–3 рази більша, ніж у вологих.

Для умов вологого суббору найкращі показники за розмірами надземної частини мали культури тополі білої, створені сіянцями, а також тополі китайська, волохатоплідна та запашна.

Вивчення режиму ґрунтових вод осушених ділянок і дальність дії осушувальних каналів проводив А.Г. Міхович [9], що дозволило встановити досить різкі коливання рівня їхнього залягання не тільки за вегетаційний період, а й протягом кількох років. У роки з великою кількістю опадів ґрунтові води майже все літо знаходились біля поверхні ґрунту, а у посушливі рівень їх дуже знижується. Тому він прийшов до висновку, що перспективним в умовах Полісся є спорудження осушувальних систем із обладнанням для регулювання дренажного впливу осушувальних каналів. На торфовищах із рівним рельєфом загальна дальність дії осушувальних каналів завглибшки 60–80 см досягала приблизно 100 м. Досліди показали, що при створенні нових систем на торфовищах канали треба розміщувати не далі як через 200 м одна від одної. Створення регулюючих обладнань на осушувальних системах дасть можливість збільшувати глибину осушувальних каналів, внаслідок чого вплив їх поширюватиметься далі, а інтервал між каналами збільшиться. Це знизить вартість будівництва осушувальних систем. Ефективність дії осушувальних каналів підвищиться, тому що регулюючі обладнання забезпечать можливість швидкого скинення весняних вод і підтримання їх оптимального рівня протягом вегетаційного періоду.

Певні успіхи у дослідженні гідрологічних режимів земель дозволили поширити їх і інші регіони України. П. Ф. Коноз [10], директор дослідної станції, для забезпечення постійних і сталих врожаїв сільськогосподарських культур вивчав режим вологості ґрунту уздовж зрошувальних каналів на півдні України. Результати визначення запасу вологи в ґрунті уздовж магістрального каналу Каменської зрошувальної системи показали, що вплив фільтрації на зволоження ґрунту убік від каналу незначне й у різний термін вегетаційного періоду позначається майже на ту саму відстань – 8,6–11,5 метра від урізу води в каналі. Отримані матеріали дослідження показали, що зволоження ґрунту під впливом фільтрації води зі зрошувальних каналів позначається на незначну відстань у сторони від каналів: на темно-каштанових ґрунтах, при проходженні каналу у виїмках – усього лише до 5 метрів, у напіввиїмках-напівнасіпах – до 7,5 метра; на звичайних легкосуглинкових чорноземах при проходженні каналу у насипі – на 8–11,5 метра.

Деревні породи у лісосмугах, створених поблизу каналів, де гумусовий горизонт зрізаний на різну глибину, можуть відчувати недолік вологи для свого росту. Тому було рекомендовано, особливо у перші роки, застосовувати зрошення лісонасаджень.

І все ж, не зважаючи на оптимістичну назву стосовно агролісомеліорації, досліджень по зазначеній тематиці проводилось надзвичайно мало [11,12]. Із деякими застереженнями до них можна віднести вирішення проблем заліснення площ піщаних земель, створення культур на староорних землях, що вийшли з-під сільськогосподарського вжитку, створення лісових насаджень вздовж осушувально-зрошувальної системи, обґрунтування водорегулюючих та протиерозійних властивостей лісу в залежності від розмірів і способів рубок, заходів із перетворення водного балансу лісових насаджень на суходолах, способів освоєння осушених земель та деякі інші.

Проблеми екології аграрних і ерозійно небезпечних земель Полісся поступово накопичувались і все більше вимагали термінового вирішення. Адже тільки осушених земель у Поліссі та в західних областях: 3,3 млн га, або близько 30% загальної площі сільгоспугідь. Зокрема, у Рівненській – 41, Львівській – 39, Волинській – 38, Закарпатській – 37, Івано-Франківській – 31, Житомирській – 25%.

У 1984 році майже по всій території України набули широкого розповсюдження пилові бурі. Не минули вони і Полісся. Особливо постраждали землі легкого механічного складу. Тому у 1986 році спільно із РППС АН УРСР були проведені дослідження і підготовлені „Рекомендації по створенню захисних лісових насаджень на осушених землях Українського Полісся” (автори Н.М. Грисюк та Г.Б. Гладун, затверджені Вченою Радою РППС АН УРСР, протокол №17 від 29.12.1986р.).

У них було обґрунтовано принципи розміщення і технології створення 10 категорій лісомеліоративних насаджень, підбір порід і схеми змішування, агротехнічний та лісівничий догляд у захисних лісових насаджених, економічне обґрунтування доцільності створення лісомеліоративних насаджень.

Більш широке охоплення захисним впливом лісомеліоративних насаджень різних категорій земель передбачалось за результатами комплексного вирішення екологічних проблем агроландшафтів Полісся. Тому у 1991 році до складу комплексної програми „Продовольство-95” УААН (проект №15 „Родючість ґрунтів”) була включена наукова тематика з агролісомеліорації „Розробити наукові основи і нормативи полезахисного лісорозведення у Поліссі України” на 1991–95рр. Керівник теми к.с. - г.н. Г.Б.Гладун.

Слід підкреслити, що активну співпрацю удалось налагодити із науковими співробітниками Поліської АЛНДС при виконанні зазначеної теми. Протягом двох вегетаційних сезонів проводилось експедиційне обстеження земель та насаджень у складі: к.с.-г.н. Г.Б.Гладун (керівник експедиції), д.с.-г.н., проф. В.І.Коптев, директор станції к.с.-г.н. Ф.М.Турчак, к.с.-г.н. А.П.Стадник. Завдяки такій співпраці дослідженнями були охоплені Київська, Житомирська, Рівненська та Волинська області.

Розробка принципів полезахисного лісорозведення у Поліссі України було першим етапом в обґрунтуванні комплексу заходів з лісової меліорації зони досліджень [13]. Вже на першому етапі робіт виникла потреба у корегуванні меліоративного впливу полезахисних смуг з іншими видами захисних насаджень, особливо у підвищеній частині регіону.

Відносно рівнинної частини Полісся, питання розміщення, породного складу, структури та полезахисної лісистості були вирішені на основі проведених досліджень, у тому числі і натурних.

Особливості природно-історичних умов, а також значна антропогенна порушеність природних угідь вимагали розробки ефективних заходів запобігання дефляції і ерозії ґрунтів, особливо осушених торфово-болотних. Для переважаючих корінних і меліорованих типів ґрунтів розроблені основні принципи полезахисного лісорозведення.

Ці ж особливості зумовили розробку нетрадиційних форм полезахисних насаджень - куртинні або колкові насадження. Використання таких насаджень, що створюються у западинах, забезпечує не тільки захист угідь, але і виконує сніго- та водорегулюючі функції, що особливо важливо у меженний період.

Але поряд із цим деякі питання із вирощування і ведення господарства у рекомендованих насадженнях залишились поза увагою. Це пояснюється відсутністю належного фінансування досліджень замовником на завершеному етапі робіт, оскільки в економіці держави на той час спостерігалась системна криза.

Вирішення вказаних питань дозволило б найбільш ефективно використовувати меліоративні лісові насадження для захисту орних земель від дії несприятливих факторів клімату.

За результати опрацювання теми були встановлені нормативи полезахисної лісистості в Поліссі України (табл. 1).

Таблиця 1.

Нормативи полезахисної лісистості в Поліссі України [13].

Фізико-географічна провінція Полісся	Переважаючі типи ґрунтів	Рекомендовані головні породи	Розрахункові параметри		Полезахисна лісистість, %
			захисна висота, м	ширина, м	
Волинське Полісся	Торфво-болотні	Вільха чорна	16,5	12,5	3,0
		Тополя канадська	24,4	10,0	2,1
	Дерново-підзолисті	Сосна звичайна	14,7	12,5	3,2
		Береза повисла	17,6	10,0	2,45
		Дуб звичайний	13,5	12,5	3,4
Дуб червоний	14,8	12,5	3,3		
Житомирське Полісся	Торфові і торфво-болотні	Вільха чорна	16,3	12,5	3,1
		Тополя бальзамічна	23,3	10,0	2,1
	Дерново слабко- і середньо-підзолисті	Береза повисла	16,8	10,0	2,4
		Дуб червоний	14,6	12,5	3,25
		Дуб звичайний	13,2	12,5	3,45
		Сосна звичайна	14,2	12,5	3,3
Київське Полісся	Лучно-болотні і торфові	Тополі:			
		– канадська	24,0	10,0	2,1
		– волосистошл.	25,3	10,0	2,1
		– китайська	23,6	10,0	2,1
		– біла	23,8	10,0	2,1
	Дернові середньо-підзолисті	Вільха чорна	16,4	12,5	3,0
		Сосна звичайна	14,4	12,5	3,45
		Дуб червоний	14,7	12,5	3,25
Дуб звичайний	14,0	12,5	3,45		
Чернігівське та Новгород-Сіверське Полісся	Болотні	Тополя канадська	24,3	10,0	2,1
	Дерново-слабо-і середньо-підзолисті	Вільха чорна	16,8	10,0	2,5
		Береза повисла	17,4	10,0	2,45
		Дуб червоний	14,9	12,5	3,3
		Дуб звичайний	14,0	12,5	3,45
Сосна звичайна	14,5	12,5	3,35		

Але чи можна вважати вирішеними екологічні проблеми аграрних ландшафтів та Полісся у цілому? Звичайно ж, ні. Стан довкілля невпинно погіршується насамперед тому, що ефективних природоохоронних заходів не застосовують навіть у найбільш кризових регіонах зони. На сьогодні не до кінця вирішеними є проблеми лісомеліорації осушених земель і попередження їхньої дефляції, особливо із урахуванням прогресуючих глобальних процесів деградації земель та спустелення. За останні десятиріччя площа захисних лісових насаджень у регіоні значно зменшилась через процеси змін форм власності на землю та її розпаювання. Тому до числа пріоритетних напрямків діяльності у забезпеченні сталого розвитку сільського господарства, згідно з рішеннями спеціальної сесії Генеральної Асамблеї ООН (1997 р.), відносяться:

- боротьба зі знелісненням;
- раціональне використання вразливих екосистем – боротьба з опустелюванням і посухою;
- створення компенсуючих ділянок з лісовою рослинністю;
- екологізація землекористування за рахунок нового оптимального планування агроландшафтів.

У вирішенні означеного кола питань одну із провідних ролей відіграють лісові меліорації, оскільки вони відзначаються не тільки комплексним впливом на довкілля, а також мають важливі соціальні та економічні аспекти.

Важливим напрямком у застосуванні захисних лісонасаджень є впровадження у сільське господарство принципів сумісного вирощування дерев або чагарників на орних землях чи пасовищах, що отримало назву лісове землеробство. При цьому, деревні породи рівномірно розподіляються по площі, зайнятій під ріллею чи пасовищем (сінокосом), що створює умови для застосування техніки при догляді за ґрунтом та при проведенні господарських заходів з вирощування лісу. З іншого боку, дерева не затіняють сільськогосподарські культури і, таким чином, суттєво не впливають на зменшення врожайності. Такі принципи розміщення лісових насаджень по площі землекористувань пройшли широке випробування у світі і знайшли позитивну оцінку у землевласників та підтримку у впровадженні від урядів та міжнародних екологічних фондів. Наукові програми з лісового землеробства підтримуються Радою Європи протягом останніх десятиліть.

Виходячи із означеного, до першочергових завдань і пріоритетів лісомеліорації в Поліссі відносяться:

- розробка нового лісомеліоративного районування на основі комплексної – оцінки несприятливих природно-антропогенних явищ;
- захист і збереження земельних ресурсів від виснаження, забруднення і деградації шляхом застосування адаптивних лісомеліоративних комплексів;
- розробка оптимальних екологічних параметрів агроландшафтів, які забезпечують стійкість їх функціонування і підвищення біокліматичного потенціалу (БКП).
- поступове створення за допомогою систем захисних лісових насаджень умов для відновлення у ландшафтах функцій саморегулювання і самопоновлення, здатності реалізації додаткових можливостей БКП;
- стабілізація водно-ресурсного потенціалу басейнів основних річок у системах захисних лісових насаджень та покращання якості питної води.
- перехід захисного лісорозведення на селекційно-генетичні основи створення нових насаджень;
- розробка програми інтродукції лісомеліоративних насаджень для більш широкого використання у них інтродукованих порід;
- розробка ефективних систем захисних лісових насаджень для сільськогосподарських земель, які вилучаються із господарського користування з причини їх деградації.

Посилюються й інші негативні явища, насамперед – ерозія ґрунтів, особливо на Словечансько-Овруцькому кряжі. Останніми десятиліттями протиерозійна тематика тут закрыта, насадження та гідротехнічні споруди не підтримуються у належному для їх ефективної роботи стані. Але ж капітальні витрати тут, навіть у радянських карбованцях, складали мільйони і мільйони. В основному сучасні дослідження стосуються лісівничої тематики [14] та не охоплюють принципи ведення господарства у лісах, що виконують переважно протиерозійні функції, їхньої реконструкції та поновлення без втрати ними ґрунтовоохоронних функцій, проблем лісозахисту та інших.

Недостатньо інтенсивно ведуться дослідження щодо забезпечення охорони та збереження біологічного різноманіття у Поліссі. Вважаючи на унікальність флори лісових ценозів, мало приділяється уваги сталому розвитку поліських ландшафтів, збалансуванню екологічних та соціальних наслідків у лісокористуванні тощо.

Але все ж наукові дослідження і практика лісогосподарського виробництва у Поліссі України свідчать про швидко прогресуюче загострення проблем збереження навколишнього середовища і забезпечення народного господарства деревною сировиною. Розвиток промисловості, господарське освоєння території способами, які не вирізняються екологізацією та не забезпечують охорону природи, післядія катастрофи на Чорнобильській АЕС, створили передумови системної екологічної кризи.

Останнім часом незаперечною необхідністю стала екологічна й соціальна спрямованість ведення лісового господарства. Випереджаючими темпами зростають потреби на багатогранні захисні й охоронні корисності лісу, прогнозується постійний ріст попиту на деревину місцевої заготівлі. Максимальне задоволення цих потреб може бути досягнуте тільки за умови вирощування екологічно стійких деревостанів, що потребує подальшого поглиблення вивчення особливостей лісів регіону, організації і ведення лісового господарства на зонально-типологічних засадах [1].

Для Полісся України слід визначити оптимальні господарсько доцільні структури насаджень, диференційовані в залежності від їхнього функціонального призначення, а стосовно до них – уточнити регіональні системи лісогосподарських заходів, що мають систематизувати й погодити способи й технологію лісовідновлення і лісовирощування, рубок, охорони і захисту лісу, а також враховувати істотне погіршення природного середовища й, особливо, радіаційну забрудненість лісових територій.

За допомогою лісових біогеоценозів різного цільового призначення, як найбільш екологічно збалансованих типів угідь, вже у відносно не далекому майбутньому вдасться істотно зрушити нестабільну динамічну рівновагу екологічних параметрів у Поліссі у бік їх покращання. І у цьому процесі одне із чільних місць належить лісовим меліораціям.

Література:

1. Краснов В.П., Бузун В.О. Лісова дослідна справа на Поліссі України // Житомир: «Полісся», 2005. – 200 с.
2. Стихийные метеорологические явления на Украине и в Молдавии. Климатическое пособие – Л.: Гидрометеоздат, 1991. – 224 с.
3. Довідник з агролісомеліорації / За ред. П.С.Пастернака, вид. 2. – К.: Урожай, 1988. – 286 с.
4. Гладун Г.Б., Телешек Ю.К. Агроекологічний моніторинг земельного фонду Полісся України // "Статистичний моніторинг екологічного стану району, галузі", 16–17 грудня 1997 р. // Тез. доп. наук. практ. семінару. Житомир, НДІ статистики Держкомстату України, Київ, 1997. – С. 66–67.
5. Краснов В.П., Бузун В. О., Турчак Ф.М. Поліська АЛНДС: історичні аспекти становлення, напрямки наукових досліджень (1956— 1996 рр.) // Проблеми екології лісів і лісокористування на Поліссі України. – Житомир, 1996. – Вип. 3. – С. 10–14.
6. Лесная и агролесомелиоративная наука на Украине за 40 лет Советской власти // Бюллетень научно-технической информации, № 5, Харьков, 1958. – 134 с.
7. Юр М.В. Узагальнення виробничого досвіду по залісенню піщаних земель в центральному Поліссі УРСР // Питання підвищення продуктивності лісів Полісся УРСР // Наукові праці Поліської АЛДС, випуск 1. – С. 53–63.
8. Юр М.В., Поляков Є.Г. До питання про агротехніку створення соснових культур на староорних землях Полісся // Питання підвищення продуктивності лісів Полісся УРСР // Наукові праці Поліської АЛДС, випуск 1. – С. 63–69.
9. Міхович А.Г. Режим ґрунтових вод осушених ділянок і дальність дії осушувальних каналів // Питання підвищення продуктивності лісів Полісся УРСР // Наукові праці Поліської АЛДС, випуск 1. – С. 39–48.
10. Коноз П. Ф. Режим вологості ґрунту вздовж оросительних каналів на юге УССР // Бюллетень научно-технической информации, №№ 3–4, ХАРЬКОВ, 1957. – С. 46–51.
11. Гладун Г.Б. Полезащитное лесоразведение в Полесье Украины // Экологические проблемы аграрного производства // Симпозиум: Биологические и горно-технические проблемы рекультивации нарушенных земель и повышение их продуктивности / Мат. межрегиональной научно-практ. конф. – Днепропетровск, 1992. – С. 172
12. Гладун Г.Б., Коптев В.І., Іваненко П.І. Стан і перспективи розвитку полезахисного лісорозведення в Поліссі України // Вісник аграрної науки. – К.: Аграрна наука, 1994. – № 9. – С. 98–104.
13. Разработаны научные основы и нормативы полезащитного лесоразведения в Полесье Украины. Рук. Гладун Г.Б. Отчет заключительный. – Харьков, 1995 г. – 37 с. № Госрегистрации 01930014796. Микрофильмирован УкрНТИ №0296002149.
14. Гойчук А.Ф. Гордієнко М.І. Гордієнко Н.М. і ін. Формування високопродуктивних насаджень сосни звичайної Овруцько-Словечанського кряжа. К.: ІАЕ УААН, 2003. – 169 с.

Гладун Г.Б.

Проблеми лесомелиорации Полесья и основные пути их решения

Український орден "Знак Почета" науково-дослідницький інститут лісного господарства і агролесомеліорації ім. Г.Н.Висоцького

Изложены история, современные проблемы лесных мелiorаций Полесья Украины и возможные пути решения их при помощи комплексных лесных мелiorаций с учетом принципов устойчивого развития. Намечены конкретные пути их реализации.

Gladun G. B.

The problems of forest amelioration of Polissya and basic ways of their solution

Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G.N. Vysotsky

History, modern problems of forest land-reclamations of Poliss'ya of Ukraine and the possible ways of its solution were elucidated by complex of forest land-reclamations taking into account principles of sustainable development. Set concrete the way of their realization.

Бузун В.О. –
кандидат сільськогосподарських наук,
Поліський філіал УкрНДШГА, м. Житомир
Шкудор В.Д. –
директор Сарненського держлісгосту, м. Сарни

Перспективи природного лісовідновлення в лісах Західного Полісся України

Перехід від нерегульованих вибіркових до суцільних рубок в середині ХІХ ст. привів до необхідності визначення найбільш економічно вигідного шляху лісовідновлення зрубів. У Західному Поліссі України на той час почалося перше впорядкування лісів. Насадження окремих дач, головним чином, казенних, поділялись на господарські частини, для них обчислювались розрахункові лісосіки, рекомендувались відповідні способи і технологія лісокористування і лісовідновлення. Так, у Скулинсько-Билинській дачі Ковельського лісництва, вперше впорядкованої у 1873 р., за планом господарства передбачалось природне відновлення насаджень. В сосново-дубових деревостанах велись суцільні рубки лісосіками шириною 20–30, у м'яколистяних – до 40 сажнів. Лісосіки нарізались з півночі на південь черезсмугово наскрізно через увесь квартал чи виділ. Залишені між ними куліси призначались у рубку наступного року, інколи через 1–2 роки. На зрубках залишали 40–60 шт. насінників сосни на 1 десятині. Проте, не дивлячись на рясне плодоношення сосни, повсюдно, як правило, спостерігалась загибель самосіву, що викликало необхідність переходу в дачі до створення на зрубках лісових культур. У значному за площею лісовому масиві між річками Турією і Стоходом, де знаходилась Волошецька збірна казенна лісова дача Ковельського лісництва, лісосіки відводились шириною 30 сажнів. Між ними залишалась 9-саженна смуга, а на десятині – 60 насінників сосни. Ці заходи сприяння природному поновленню позитивного результату теж не дали, переважно внаслідок конкуренції суцільного надземного трав'яного покриву, спочатку із широколистяних видів, а потім – злаків [24].

Незадовільне природне лісопоновлення головної лісоутворюючої породи Західного Полісся – сосни після суцільних рубок, не дивлячись на заходи сприяння, привели до висновку про кращу ефективність штучного відновлення зрубів. На рубежі ХІХ і ХХ століть швидкому впровадженню останнього сприяло стягнення з лісокористувачів так званої “лісокультурної застави”. Якщо до введення її у казенних лісах штучно заліснявалось лише 1–2 % площі зрубів, то у 1902 р. – вже 35 і в 1913 р. – 96 % [5].

У роки І світової та громадянської війн лісовідновлення у Західному Поліссі було залишене на самоплив, ліси стали об'єктом безладних рубок. Приватні лісовласники масово спродували ліси на зруб. Зникали великі їх масиви. В державних лісах Волинського воєводства зросла площа незаліснених лісових земель – з 9410 га у 1925 р. до 11911 га у 1938 р. [31].

Така ж тенденція спостерігалась й в інших регіонах Полісся. Багато дослідників і, в першу чергу, лісотипологів [6, 13–16, 18, 20, 21, 35, 36] провели вивчення можливостей самопоновлення основних лісотвірних порід в різних лісорослинних умовах. Узагальнення результатів цих праць свідчить про те, що у найбільш розповсюджених у Західному Поліссі простих і складних суборах (Волинська обл. – 77,6 %, Рівненська обл. – 75,1 % вкритої лісом площі) значна частка зрубів чи зріджених деревостанів була забезпечена задовільним природним поновленням. За даними П.М.Мегалінського [15], у свіжих і вологих суборах природне поновлення успішніше відбувалося під наметом насаджень, де кількість підросту досягала від 20 до 40 тис.шт. на 1 га, тоді як суцільні зруби швидко заростали представниками злаків. Питома вага насаджень, де переважала сосна, із задовільним природним поновленням досягала 69 %, а з участю сосни – 6 % вкритих лісом площ. Загальна кількість підросту в умовах В₂ становила в середньому 28,5 тис.шт. на 1 га, в т.ч. сосни – 27,0 тис.шт. на 1 га. В умовах В₃ задовільне поновлення з перевагою сосни спостерігалось на 67 % площі, з участю сосни – ще 4 %, кількість підросту становила 25,4–28,3 тис.шт. на 1 га, в т.ч. сосни – 11,4–13,3 тис.шт., дуба – 1,8–5,8, берези – 3,3–8,6, вільхи – 2,5–7,0 тис.шт. на 1 га. На зрубках в умовах В₂ нараховували від 21,7 до 70,3 тис.шт. підросту, в т.ч. сосни – 16,8–36,8 тис.шт. на 1 га.

У складних суборах природне відновлення під наметом насаджень було сталішим, ніж у простих. У складі підросту частка листяних була більшою, нерідко зустрічалась значна кількість дуба, який тут є головною породою нарівні з сосною. При двох головних породах і достатньо високій стійкості природного поновлення дуба у свіжих і вологих сугрудах рекомендувалось замість культур використовувати попереднє природне поновлення, застосовуючи як суцільні, так і інші способи рубок.

У правилах рубок головного користування 1939, 1950, 1952 рр. і надалі серйозна увага приділялась застосуванню поступових насіннево-лісосічних, групово-вбіркових і вбіркових рубок, проте на Поліссі, фактично, якщо не зважати на невеликі за площею дослідні і дослідно-виробничі ділянки, проводились лише суцільні рубки.

У 50–60-х рр. ХХ ст. повну перевагу в лісах Полісся здобуло штучне лісовідновлення. Незалежно від наявності на зрубках підросту й самосіву цільових порід, створювались лісові культури. Вольове планування приводило інколи до таких парадоксальних випадків, коли на зрубках, пустирях чи згаріщах наявний підріст знищувався, а в борозни чи смуги висаджувалось до 10000 і більше сіянців на 1 га. Характерною рисою

лісового фонду стало швидке зменшення частки природних деревостанів, поступове спрощення їх просторової структури та природного складу. Ці зміни стали предметом тривалого різнобічного обговорення щодо переваг і недоліків природного і штучного лісовідновлення [7, 10, 12, 19, 29,]. Особлива увага приділялась показнику продуктивності штучних і природних лісів. Більшість дослідників спочатку вважала, що лісові культури створюються з кращого посадкового матеріалу, який рівномірно розташовується на площі, а надалі формується в деревостан в умовах регульованого агротехнічного і лісівничого догляду, тоді як самопоновлення відбувається нерівномірно, групами, протягом досить довгого періоду, догляд за підростом не завжди регулярний, що створює конкуренцію трав'яної рослинності і другорядних порід. За даними А.М.Бородіна [3], шляхом створення культур продуктивність лісів можна збільшити на 5–25 %. М.І.Прокоп'єв [22] наводить дані про те, що запас штучних соснових молодняків на 25–35 % вище, ніж природний, В.В.Успенський [34] – на 15–25 %.

Більш тривалі дослідження виявили, що надалі відбувається вирівнювання темпів росту і нарощування запасів [28]. Так, запаси 65–70-річних сосняків різних способів лісовідновлення мало відрізняються [29], а в природних деревостанах цього віку вище частка виходу більших за розмірами і цінніших сортиментів. А.В.Победінський [19] й інші дослідники вважають, що використання попереднього поновлення і збереження його під час суцільної рубки, а також супутнього – в ході поступової скорочує термін вирощування нового деревостану на 20–30 років, порівнюючи з штучним лісовідновленням, що збільшує продуктивність лісів на 10–20 %. Відмічають [29] більш високу стійкість (по переходу дерев у відпад) деревостанів природного походження. Неоднозначність висновків свідчить про невикористання повного переходу до штучного чи збереження тільки природного лісовідновлення [3, 32].

В багатьох країнах Західної Європи (Швейцарія, Австрія, Франція, окремі землі Німеччини) ще на початку ХХ ст. з'явилися висловлювання [17, 30, 33] про застосування на противагу “ялиноманії” лозунга “назад до природи” [7]. До переваг такого шляху в першу чергу автори відносять вищу стійкість природних деревостанів до негативних абіотичних і патологічних чинників середовища.

Ще 1985 р. ІХ Світовий лісовий конгрес у Мексиці проголосив, що у лісовідновленні слід орієнтуватись, в першу чергу, на природне поновлення головних порід, застосовуючи штучне лише тоді, коли їх самопоновлення не гарантує формування відповідних деревостанів [8]. Останнім часом цей принцип набуває все більшого значення у зв'язку з переходом багатьох країн на екологічно орієнтоване ведення лісового господарства. Саме тому протягом останніх років у лісах Західного Полісся проведено вивчення стану природного поновлення. За оцінку його успішності взята шкала УкрНДЛГА (табл. 1).

Таблиця 1

Оцінка успішності природного поновлення

Категорія успішності поновлення	Кількість життєздатного підросту, тис. шт. на 1 га			
	1-річний	2–3-річний	4–8-річний	9–15-річний
Добре	> 50	> 12	> 6	>4
Задовільне	26-50	7-12	3-6	2-4
Недостатнє	15-25	3-6	1-3	0,5-1,9
Погане	< 15	< 3	< 1	< 0,5
Коефіцієнт переводу в 4–8-річний підріст	0,2	0,7	1,0	1,5

Першою передумовою успішності природного поновлення є наявність урожаю насіння. За нашими спостереженнями, в насадженнях держлісгоспів, які знаходяться в Західному Поліссі України – Дубровицького, Городоцького, Любомльського, Маневицького, Ратнівського, Сарненського та інших – насінневі роки сосни повторюються через два-чотири роки. Певна кількість шишок утворюється і в роки, проміжні між насінневими. Отже, успішність попереднього природного поновлення сосни тут, як і в інших регіонах Українського Полісся, надалі в основному залежить від умов проростання насіння і подальшого росту і розвитку самосіву й підросту [25].

Обстеження соснових насаджень, вік яких не перевищував 40–50 років, у цих же держлісгоспах свідчить, що перші шишки з'являються в молодняках уже у віці від 16 до 22 років, проте значної кількості підросту сосни як в молодих, так і в середньовікових насадженнях не знайдено, крім поодиноких сходів та груп самосіву 1–3-річного віку у вікнах чи на узліссях, найчастіше – недалеко від стін стиглих деревостанів. Деревний ярус насаджень цього віку, практично завжди штучного походження, високоповнотний, із досить рівномірним розподілом дерев по площі, вирає конкуренцію за вологу й поживні речовини ґрунту. На значній частині поверхня ґрунту суцільно покрита мохами, решта площі – вкрита підстилкою з хвої, гілочок, шишок тощо. Корінці сходів сосни не в змозі досягти мінерального шару ґрунту і сходи гинуть влітку, коли підстилка пересихає. Слід відмітити, що окремі дослідники раніш [20], вивчаючи поновлення сосни в зеленомошникових сосняках, дійшли протилежного висновку про те, що наявність мохового покриву і лісової підстилки сприяє доброму відновленню, а їх знищення різко знижує кількість і життєздатність підросту сосни. Об'єктом

дослідження у цьому випадку були природні середньовікові соснові деревостани, які сьогодні фактично майже не зустрічаються. На той час вони характеризувались груповим розташуванням дерев, а моховий покрив і суха лісова підстилка мали проективне вкриття не більше 0,4–0,5, що не перешкоджало появі сходів і куртинного підросту.

Виходячи з кількісної оцінки природного поновлення, за даними лісовпорядкування, в окремих лісництвах згаданих держлісгоспів проведений аналіз забезпеченості самосівом і підростом площі під наметом природних пристигаючих і стиглих материнських насаджень у найбільш розповсюджених типах умов місцезростання (табл. 2).

Таблиця 2

Загальна успішність природного поновлення в окремих лісництвах Західного Полісся

Лісництво	ТУМ	Успішність поновлення, %			
		добре	задовільне	недостатнє	погане
Остківське	B ₃	7,3	24,6	8,7	59,4
	C ₂	–	43,7	10,1	46,2
	C ₃	17,8	20,2	2,5	59,5
	Разом	12,2	21,4	7,3	59,1
Бережницьке	B ₂	–	49,9	19,3	30,8
	B ₃	–	62,9	–	31,3
	C ₃	3,2	43,4	16,3	37,1
	Разом	2,3	47,1	16,7	33,9
Висоцьке	B ₂	20,0	20,0	–	60,0
	B ₃	4,5	6,8	2,4	86,3
	C ₃	15,7	17,6	–	66,7
	Разом	4,8	11,7	2,3	81,2
Більське	B ₂	10,1	64,0	14,8	11,1
	B ₃	2,4	36,0	35,1	26,5
	Разом	3,1	38,9	33,8	24,2
Кричильське	B ₂	11,1	55,6	33,3	–
	B ₃	3,7	31,2	44,9	20,2
	B ₄	17,3	47,1	24,5	11,1
	Разом	14,8	47,7	34,2	3,3
Страшівське	B ₂	14,9	20,8	23,1	41,2
	B ₃	6,1	22,8	31,6	39,5
	Разом	10,5	21,8	27,3	40,4

Отримані відносні показники підтверджують висновки про те, що у кількісному відношенні природне поновлення деревних порід у Західному Поліссі України останнім часом значно ослаблене. Добра успішність поновлення спостерігається у Бережницькому, Висоцькому, Більському лісництвах лише на 2,3–4,8 % площі пристигаючих і стиглих деревостанів, в Остківському, Кричильському, Страшівському – дещо більше (10,5–14,8 %). Задовільне поновлення у цих лісництвах зазначене на 11,7–47,7 % площі таких деревостанів, недостатнє – відповідно, на 2,3–34,2 %, погане – 3,3–81,2 % площі.

Слід, однак, зазначити, що наведені вище дані перебільшують можливості використання наявного підросту для створення високопродуктивного наступного покоління лісу, головною породою якого має бути сосна. Аналіз участі різних порід у складі підросту показує, що перевага сосни (5 і більше одиниць за складом) спостерігається лише на 1,8–42,4 % площі, участь сосни (1–4,9 одиниць за складом) – від 0 до 12,3 %. Набагато вища участь дубового підросту – від 7,3 до 87,7 %, яка зростає, після включення площі з перевагою дуба і участю сосни, до 12,8–90,1 %. В окремих лісництвах (Остківське) на значній площі під наметом материнського деревостану домінує підріст граба або м'яколистяних (береза, осика, вільха) порід.

Остаточний розрахунок успішності природного поновлення сосни (табл.3), що враховує як загальну успішність природного поновлення, так і розподіл підросту і самосіву за породами, свідчить про те, що найважливіша для економіки Західного Полісся деревна порода, яка утворює тут найбільш стійкі й продуктивні деревостани – сосна звичайна – має в цьому регіоні незначні перспективи щодо відновлення природним шляхом. В цілому, у пристигаючих, стиглих і перестійних насадженнях лише 1,1 % площі забезпечено добрим і 4,1 % – задовільним підростом і самосівом цієї породи. Крім того, на 0,5 % площі таких насаджень добрий підріст сосни зустрічається як частка загального, задовільний – на 2,1 %. Таким

чином, загальна максимальна питома вага площі згаданої категорії деревостанів, де існує реальна можливість суцільного чи часткового відновлення сосни природним шляхом, не перевищує 7,8 %. Якщо ж мати на увазі, що в процесі лісозаготівель значна частина підросту гине, а на ділянках, де підріст сосни становить незначну частку загального, він надалі пригнічується іншими породами, відповідний показник може бути ще нижчим.

Таблиця 3

Успішність природного поновлення сосни, %

Лісництво	ТУМ	Перевага сосни				Участь сосни			
		добре	задовільне	недостатнє	погане	добре	задовільне	недостатнє	погане
Оstkівське	C ₂	–	3,1	0,7	3,3	–	1,6	0,4	1,7
	C ₃	–	–	–	–	0,7	0,8	0,1	2,4
	Разом	0,2	0,4	0,1	1,1	0,4	0,7	0,2	2,1
Бережницьке	B ₃	–	24,2	–	12,0	–	–	–	–
	C ₃	–	–	–	–	0,7	9,8	3,7	8,4
	Разом	0,3	5,4	1,9	3,9	0,3	5,4	1,9	3,9
Висоцьке	B ₃	2,0	3,1	1,1	39,2	–	–	–	–
	C ₃	6,3	7,0	–	26,7	–	–	–	–
	Разом	1,9	4,6	0,9	31,6	–	–	–	–
Більське	B ₂	2,4	15,0	3,5	2,6	–	–	–	–
	B ₃	0,2	3,3	3,2	2,4	0,1	1,2	1,2	0,9
	Разом	0,4	4,8	4,2	3,0	0,1	1,0	0,9	0,6
Кричильське	B ₂	1,2	6,2	3,7	–	–	–	–	–
	B ₃	0,1	0,9	1,3	0,6	0,3	2,8	4,1	1,8
	B ₄	–	–	–	–	–	–	–	–
Разом	Разом	0,5	1,8	1,3	0,1	1,1	3,5	2,5	0,2
	A ₂	–	5,4	31,4	63,2	–	–	–	–
	B ₂	7,4	10,4	11,5	20,6	7,4	10,4	11,5	20,6
Страшівське	B ₃	1,5	5,5	7,6	9,5	–	–	–	–
	Разом	3,5	7,4	12,1	19,4	1,0	2,1	3,5	5,6
	A ₂	–	5,4	1,4	3,2	–	–	–	–
Разом	B ₂	2,2	6,3	3,7	4,6	1,5	2,1	2,3	4,1
	B ₃	0,6	6,2	2,2	10,6	0,1	0,7	0,9	0,4
	C ₂	–	3,1	0,7	3,3	–	0,6	0,4	1,7
	C ₃	0,1	0,3	–	1,9	0,5	0,5	1,3	3,6
	Всього	1,1	4,1	3,4	9,8	0,5	2,1	1,5	2,1

Звичайно, як загальна успішність природного поновлення, так і успішність поновлення окремих порід, в тому числі й сосни, залежать від умов місцезростання і таксаційних показників материнських насаджень, в першу чергу, їхнього віку й повноти. Найкращі умови для поновлення сосни – в умовах суборів, особливо свіжих (12,1 % загальної площі), гірші – в сугрудках і борах. Певна залежність успішності природного поновлення ($r=0,49$) простежується для різних за віком насаджень в діапазоні від 61 до 160 років. Найбільш забезпечені підростом стиглі насадження IX–X класів віку, в меншій мірі – пристигаючі й перестійні. Так, в Оstkівському лісництві забезпеченість площі підростом під наметом насаджень становить в пристигаючих деревостанах VII–VIII класів віку – 39,4, стиглих IX–X класів віку – 46,9, перестійних XI і старших класів віку – 40,0 %. У Бережницькому лісництві відповідні показники – 65,5; 75,0; 66,7 %, у Висоцькому – 12,4; 40,0; 37,5 %. Отже репродуктивна здатність деревостанів досягає максимуму у віці стиглості, надалі ж починає поступово знижуватись.

Досить висока залежність ($r=0,68$) зазначена щодо зв'язку успішності поновлення під наметом насаджень і повноти останніх. Із збільшенням повноти, як правило, кількість підросту зменшується. Так, у Оstkівському лісництві в малоповнотних (0,3–0,5) деревостанах забезпеченість площі підростом становила

54,8 %, у деревостанах з повнотою 0,6-0,7 – 40,0 %, з повнотою 0,8 і вище – 23,7 %. У Бережницькому лісництві в малоповнотних деревостанах цей показник досягав 65,8 %, в деревостанах з повнотою 0,6-0,7 – 65,3 %, у Висоцькому – відповідно 26,9 і 8,2 %, у Більському – 25,0 і 9,1 %, Кричильському – 59,7 і 48,5 %.

Ці залежності підтверджують необхідність витримувати позиції відведення соснових насаджень у головну рубку у віці стиглості, не чекаючи зниження їх репродуктивної здатності, причому, в першу чергу, малоповнотних (0,3-0,5) деревостанів, що може дозволити, хоч й у вузьких межах, використати для лісовідновлення зрубів природне поновлення у насадженнях з наявністю підросту сосни й інших цінних порід. У малоповнотних насадженнях, які втрачають природоохоронні властивості, ця можливість може бути використана раніш, у пристигаючих деревостанах, за рахунок відведення останніх у лісовідновну рубку.

Одночасно слід зазначити, що вирубування малоповнотних деревостанів, як і збільшення питомої ваги штучних насаджень, зменшують можливості створення чергового покоління лісу природним шляхом.

Заходи щодо збереження підросту господарськоцінних порід та формування насаджень із збереженого підросту проводились раніш лише на дослідних ділянках, хоч необхідність цих заходів зазначалась у всіх нормативних документах, які регламентували лісозаготівельні та лісокультурні роботи.

Розподіл підросту за породами, висотою, віком і життєздатністю вивчався на пробних площах [35]. За отриманими даними можна узагальнити просторовий характер цього розподілу. У табл. 4 і 5 наведені відповідні дані для умов свіжого субору.

Таблиця 4

Характеристика підросту під наметом природних деревостанів в умовах В₂, тис.шт. на 1 га

№№ ПП	Порода	Розподіл підросту за групами висот						В т.ч. нежиттєздатний	Забезпеченість площі підростом, %
		до 20 см	21-100см	101-200см	201-300см	> 300 см	разом		
17	Сосна	0,25	0,05	0,05	0,50	–	0,85	0,05	18,0
	Дуб	0,10	0,20	0,15	–	0,10	0,55	–	16,0
	Береза	–	–	0,05	–	0,05	0,10	–	4,0
	Всього:	0,35	0,25	0,25	0,50	0,15	1,50	0,05	32,0
44	Сосна	1,75	1,30	0,20	0,10	0,15	3,50	0,10	48,0
	Дуб	0,35	0,25	0,15	0,25	–	1,00	–	32,0
	Береза	0,05	0,10	–	–	–	0,15	–	6,0
	Осіка	–	0,25	–	–	–	0,25	–	6,0
	Всього:	2,15	1,90	0,35	0,35	0,15	4,90	0,10	74,0
47	Дуб	0,35	0,45	0,40	0,40	–	1,60	–	42,0
	Береза	0,15	0,25	0,15	–	–	0,55	–	14,0
	Осіка	0,10	0,30	0,25	–	–	0,65	–	14,0
	Всього:	0,60	1,00	0,80	0,40	–	2,80	–	54,0
48	Сосна	7,10	2,20	0,05	–	–	9,35	0,60	54,0
	Дуб	0,45	0,05	0,50	–	–	1,00	–	16,0
	Береза	0,25	0,15	0,10	–	–	0,50	–	8,0
	Всього:	7,80	2,40	0,65	–	–	10,85	0,60	70,0
52	Сосна	4,50	2,20	–	–	–	6,70	0,45	32,0
	Дуб	0,40	0,70	0,20	–	–	1,30	–	28,0
	Береза	2,70	2,85	0,40	–	–	5,95	–	44,0
	Осіка	3,00	0,45	–	–	–	3,45	0,60	20,0
	Верб	0,05	0,10	–	–	–	0,15	–	4,0
Разом:	10,65	6,30	0,60	–	–	17,55	1,05	68,0	

Нерівномірна структура підросту сосни за віком знаходить відображення у його розподілі за висотами. Найбільшу частку становить група висоти до 20 см, куди відноситься 1-, рідше 2-8-річний підріст. До груп висоти 21-100 і 101-200 см відноситься 3-15-річний підріст, 201-300 см – 6-20-річний, а висоту понад 300 см має найменш представлений підріст 23 років. Найбільш вразливими до несприятливих чинників середовища є сходи і 1-2-річний підріст, кількість яких протягом року і в перші роки існування зменшується дуже швидкими темпами. Тому для прогнозування можливості часткового чи повноцінного природного лісовідновлення лісокультурних площ сходи і 1-, інколи й 2-річний підріст можна виключати з обліку. У той же час частина підросту старшого віку нежиттєздатна або представлена сумнівними (прийнято, що половина їх – нежиттєздатна) особинами.

На інтенсивність природного поновлення впливає походження материнського насадження. На пробних площах, закладених у природних стиглих і перестійних соснових насадженнях в умовах В₂ (ПП №№ 17, 44, 47, 48, 52), загальна кількість підросту вар'ює в широких межах – від 1,5 до 17 тис.шт. на 1 га, в т.ч. сосни – до 9,35 тис.шт. на 1 га.

Таблиця 5

Характеристика підросту під наметом штучних деревостанів в умовах В₂, тис.шт. на 1 га

№№ ПП	Порода	Розподіл підросту за групами висот						В т.ч. нежиттєздатний	Забезпеченість площі підростом, %
		до 20 см	21-100см	101-200см	201-300см	> 300 см	разом		
40	Сосна	-	0,10	0,05	-	-	0,15	0,05	6,0
	Дуб	0,45	0,50	0,40	0,50	0,20	2,05	0,35	40,0
	Береза	0,15	0,20	0,10	-	0,05	0,50	-	6,0
	Осіка	0,15	0,20	0,05	-	-	0,40	-	10,0
	Всього:	0,75	1,00	0,60	0,50	0,25	3,10	0,40	54,0
41	Дуб	0,70	0,40	0,40	0,05	0,05	1,60	0,25	30,0
42	Дуб	0,70	0,05	0,10	-	-	0,85	0,35	16,0
	Береза	0,05	0,10	0,10	0,20	-	0,45	0,05	4,0
	Осіка	0,05	-	0,15	-	-	0,20	-	6,0
	Всього:	0,80	0,15	0,35	0,20	-	1,50	0,40	22,0
43	Дуб	-	0,10	0,15	-	0,05	0,30	-	12,0
	Береза	0,10	0,25	0,05	0,05	-	0,45	0,05	14,0
	Всього:	0,10	0,35	0,20	0,05	0,05	0,75	0,05	24,0
45	Сосна	-	0,20	0,05	0,10	-	0,35	-	6,0
	Дуб	0,55	0,20	-	-	0,05	0,80	0,35	24,0
	Осіка	-	0,30	-	-	-	0,30	-	6,0
	Всього:	0,55	0,70	0,05	0,10	0,05	1,45	0,35	30,0
46	Дуб	-	0,05	0,30	-	-	0,35	-	10,0
	Береза	0,05	0,10	-	0,05	-	0,20	-	18,0
	Всього:	0,05	0,15	0,30	0,05	-	0,55	-	26,0
49	Дуб	0,85	0,50	0,65	1,35	0,90	4,25	0,65	42,0
	Липа	-	-	0,30	-	-	0,30	-	4,0
	Осіка	-	-	0,05	-	-	0,05	-	2,0
	Всього:	0,85	0,50	1,00	1,35	0,90	4,60	0,65	48,0
50	Дуб	-	0,12	0,25	0,13	0,50	1,00	0,30	31,0
	Береза	-	0,13	0,06	0,06	0,25	0,50	-	19,0
	Всього:	-	0,25	0,31	0,19	0,75	1,50	0,30	50,0

За даними пробних площ можна зробити висновок про те, що в свіжому субору після досягання деревостану під його наметом починає формуватись наступне покоління лісу переважно з домінуванням сосни, на частині площ (ПП № 47) – з повною зміною сосни на дуб. Поступово формується другий ярус з дуба й інших листяних порід. Частка останніх (берези, осики) залежить від інтенсивності проведених рубок догляду.

Інший хід формування спостерігається для штучних деревостанів. Домінування сосни тут передбачене повсюдно, оскільки в умовах В₂ витримується схема створення лісових культур 8С2Б (рідше – 9С1Б, 9С1Д тощо). Надалі своєчасний догляд з вирубок самосіву м'яколистяних порід і зріджуванням рядів берези веде до зростання частки сосни до 9, інколи до 10 одиниць за складом. Забезпечується створення деревостанів з перевагою сосни. В той же час процес природного поновлення сосни в штучних деревостанах, як правило, з часу створення культур до 65-річного віку практично затухає (ПП №№ 40, 41, 42, 43, 45, 46, 49, 50). Лише в деяких насадженнях (ПП №№ 40, 45) зустрічаються куртини підросту сосни на галявинах чи узліссях. Збереження цього підросту, кількість якого становить 0,15–0,35 тис. шт. на 1 га (табл. 5), звичайно, не може забезпечити відновлення природного ходу розвитку сосняків і поновлення їх попередньої стійкості.

У штучних сосняках свіжого субору на пробних площах характерною рисою є наявність підросту дуба (від 0,30 до 4,25 тис. шт. на 1 га), що дозволяє поступово створити в бідних підтипах листяний

підлісок із участю дуба, а в багатих – другий ярус із дуба та інших листяних порід. Свої особливості має хід природного поновлення під наметом стиглих і перестійних сосняків у найбільш поширених у Західному Поліссі умовах вологого субору. На пробних площах (ПП №№ 16, 22–25) загальна кількість підросту зазначена у межах 1,20–4,60 тис.шт. на 1 га, в т.ч. сосни – до 2,05 тис.шт. на 1 га (табл. 6), що в три-чотири рази менше, ніж в умовах В₂.

Таблиця 6

Характеристика підросту під наметом природних деревостанів в умовах В₃, тис.шт. на 1 га

№№ ПП	Порода	Розподіл підросту за групами висот						В т.ч. нежиттєздатний	Забезпеченість площі підростом, %
		до 20 см	21-100см	101-200см	201-300см	> 300 см	разом		
16	Сосна	1,20	0,50	0,30	0,05	–	2,05	0,10	30,0
	Дуб	0,25	0,05	0,10	–	0,15	0,55	–	16,0
	Береза	0,25	0,15	–	0,05	0,20	0,65	–	12,0
	Всього:	1,70	0,70	0,40	0,10	0,35	3,25	0,10	46,0
22	Сосна	–	0,05	–	–	–	0,05	–	2,0
	Дуб	0,05	0,15	0,10	0,05	0,05	0,40	–	14,0
	Береза	0,30	0,35	0,15	0,20	0,15	1,15	–	26,0
	Всього:	0,35	0,55	0,25	0,25	0,20	1,60	–	31,0
23	Сосна	0,20	0,30	–	–	–	0,50	–	12,0
	Береза	0,15	0,20	0,20	0,10	0,05	0,70	–	14,0
	Всього:	0,35	0,50	0,20	0,10	0,05	1,20	–	26,0
24	Дуб	0,15	0,10	–	0,05	0,20	0,50	0,05	10,0
	Береза	0,55	1,10	0,55	0,20	0,65	3,05	0,25	38,0
	Осика	–	0,20	–	–	0,85	1,05	–	4,0
	Всього:	0,70	1,40	0,55	0,25	1,70	4,60	0,30	44,0
25	Сосна	–	0,05	–	–	–	0,05	–	2,0
	Дуб	0,15	0,35	0,10	0,05	0,10	0,75	–	16,0
	Береза	0,10	0,20	0,25	0,20	0,05	0,80	–	16,0
	Всього:	0,25	0,60	0,35	0,25	0,15	1,60	–	32,0

Отже, відповідно зростає період накопичення кількості підросту, необхідного для забезпечення ним площі, а надалі – різновіковість деревостанів. В цілому ж, зважаючи на необхідність збереження генетичного різноманіття головних порід – сосни і дуба, доцільність використання підросту і проведення лісгосподарських заходів по догляду за ним в умовах В₂ і В₃, сумніву не викликає.

На пробних площах (ПП №№ 21, 35), закладених у вологому суборі в штучних деревостанах сосни V–VI класів віку, підріст, розташований куртинами в прогалинах чи на узліссях, за кількістю не перевищує 0,1 тис.шт. на 1 га.

Усі насадження сосни, під наметом яких кількість підросту перевищує 1 тис.шт. на 1 гектар, мають повноту не більше 0,7. Нерівномірність розташування материнських дерев є причиною куртинного розміщення і різної забезпеченості підростом окремих ділянок (зустрічаємість підросту сосни на пробних площах – від 0% на ПП №№ 41–43 та ін. до 54% на ПП № 48) унаслідок неоднакового затінення та кореневої конкуренції. Останньою, мабуть, у значній мірі пояснюється згадана вище майже повна відсутність поновлення сосни у середньовікових штучних насадженнях повнотою 0,7–0,8. Враховуючи, що освітленість поверхні ґрунту в таких деревостанах відносно рівномірна, у збіднених умовах фактор кореневої конкуренції виступає на перший план.

Тривалість періоду, який потрібен для накопичення достатньої кількості підросту сосни під наметом материнських насаджень, визначалась шляхом підрахунку річних кілець на 25 соснових пеньках закультивованих зрубів 2–3-річної давності. На пробній площі № 28 діапазон кількості річних кілець становив 69–126, на пробній площі № 32 – 87–130. Отже, для формування соснового насадження природним шляхом у цих деревостанах було потрібно 43 і 57 років. Процес може уповільнитись (а інколи й прискоритись – лісові пожежі, бурелом тощо) внаслідок неконтрольованої зміни кліматичних, біотичних чи антропогенних чинників, і тривалість фази попереднього поновлення сосни в цьому випадку істотно зміниться.

Якщо до віку призначення материнського насадження в рубку головного користування під його наметом накопичується певна кількість благонадійного підросту, постає питання про збереження

останнього на лісосіці під час лісозаготівель від знищення і механічних пошкоджень, а на зрубі – також від наслідків різкої зміни мікроклімату та конкуренції трав'яного покриву. Дослідження показали, що ця мета може бути досягнута шляхом спрощеної двох- чи трьохприйомної поступової рубки [32] з обов'язковим застосуванням вузькосмугової технології лісосічних робіт, яка виключає безсистемне звалювання дерев і трелювання деревини. В умовах, коли соснові насадження виконують важливі захисні функції, чинник безперервного виконання ними цих функцій може компенсувати ускладнення і подорожчання процесу лісозаготівель, на що вчені звертали увагу здавна.

У свіжих суборах природне поновлення на зрубках досить інтенсивне (табл. 7) і залежить від типу вирубки [27]. Найкращі умови для поновлення створюються на вузьких зрубках, де кунічник відсутній і розвивається різнотравний покрив. Найгірші – на зрубках кунічничкового типу. В культурах 2–4-річного віку на 1 га нараховується від 2140 до 4040 шт. підросту, з них сосни – 279–1200 шт., дуба – 169–1380 шт., причому, кількість 2–5-річного підросту головних порід висотою до 1 м помітно зменшується під негативним впливом трав'яного, особливо кунічничкового, покриву і заглушення швидкоростучою березою. Загальна забезпеченість площі зрубів життєздатними саджанцями і самосівом (чи збереженим підростом) досягає у 2-річних культурах 90 % і більше, у 3–4-річних – зменшується до 84–89 %. Частка самосіву і підросту головних порід за цим показником становить у 2-річних культурах 15–20 %, у 3–4-річних – 10–15%. З огляду на необхідність доповнення культур у перші роки їх життя, а також збереження генетичного потенціалу сосни і дуба, ця кількість самосіву і підросту в умовах свіжого субору заслуговує уваги в процесі формування молодняків.

Після переведення лісових культур у вкриту лісом площу і відповідних рубок догляду, під їх наметом природне поновлення відбувається лише на незадернілих прогалинах чи на узліссях (ПП №№ 40–43, 45, 46, 49, 50), тому головну увагу збереженню і використанню самосіву і підросту на зрубках слід приділити в рік рубки і в наступне 10-річчя, найбільш небезпечні спочатку з огляду на механічне втручання в лісовий ценоз, потім – на негативні зміни мікроклімату на зрубі, і надалі – конкуренцію трав'яного покриву і швидкоростучих деревних та чагарникових порід.

Таблиця 7

Характеристика природного поновлення на закультивованих зрубках у свіжих суборах, шт. на 1 га

№№ ПП	Вік зрубу, років	Порода	Розподіл самосіву за групами висоти, см					Забезпеченість площі, %	
			до 20	21-100	101-200	понад 200	разом	підріст	підріст + саджанці
53	2	Сосна	340	720	60	80	1200	14,0	52,0
		Дуб	220	470	620	70	1380	12,0	49,0
		Береза	270	70	160	140	640	28,0	28,0
		Разом:	830	1260	840	290	3220	42,0	94,0
54	2	Сосна	240	450	250	40	980	10,0	72,0
		Дуб	20	80	60	–	160	6,0	16,0
		Береза	140	220	260	140	760	12,0	12,0
		Вільха	40	100	100	–	240	4,0	4,0
Разом:	440	850	670	180	2140	26,0	90,0		
51	3	Сосна	60	160	80	130	430	6,0	74,0
		Дуб	40	120	160	20	340	6,0	6,0
		Береза	610	380	240	190	1420	16,0	24,0
		Вільха	–	–	60	–	60	2,0	2,0
Разом:	710	660	540	340	2250	22,0	95,0		
52	3	Сосна	60	140	180	140	520	10,0	64,0
		Береза	360	840	720	1180	3100	38,0	38,0
		Дуб	20	160	200	40	420	6,0	26,0
		Разом:	440	1140	1100	1360	4040	38,0	89,0
56	4	Сосна	–	120	70	80	270	4,0	62,0
		Дуб	40	210	360	80	690	10,0	10,0
		Береза	140	370	980	370	1860	22,0	32,0
		Вільха	–	–	40	–	40	2,0	2,0
Разом:	180	700	1450	530	2860	24,0	84,0		

На пробних площах, закладених на зрубках в умовах вологого субору (№№ 32, 36, 39, 55), значно більш помітна фрагментація поверхні ґрунту, інтенсивніше відновлення трав'яного покриву і ярусу підліску. Самосів сосни з'являється тут в перший рік після рубки у вигляді смуг на волоках та інших зрушених ділянках ґрунту і підстилки, але вже в наступні роки його кількість зменшується до мінімуму. Збережений під час рубки підріст дуба, за обліком, на 50–60 % фаутиний (ПП № 3), а тому вимагає негайного догляду з посадкою на пеньок фаутичних особин. На 3–5-й рік після головної рубки створені культури сосни зазнають пригнічення другорядних швидкоростучих порід (берези, осики, вільхи). Кількість самосіву берези може досягати 24 тис. шт. на 1 га (ПП № 6). Відносно процесу зміни сосни дубом давно відомо [16, 17, 21, 30, 33], що внаслідок суцільних рубок насадження з перевагою сосни на великих площах перетворені в дубняки з домішкою берези. Нерегульований процес зміни сосни дубом призвів до формування недовговічних малопродуктивних насаджень порослевого дуба і чагарникового підліску, часто пошкоджених надмірним випасом худоби. В той же час, в порушених умовах місцезростання проявилась гостра необхідність заміни хвойних деревостанів на листяні (зони впливу промислових викидів в атмосферу хімічних підприємств, осередки кореневої губки, осушені, радіаційно забруднені землі). Зріс дефіцит деревини дуба. Тому рекомендувалось [4] використати для цієї мети природний процес зміни порід, зберігаючи у відповідних місцях суборевий екотип дуба. Як показало обстеження ділянок лісовідновних рубок останнього десятиріччя в Сарненському і Дубенському держлісгоспах [9], в цих лісгосподарських підприємствах головною спрямованістю таких рубок і є збереження дубового підросту, який у малоповнотних насадженнях починає утворювати другий ярус. Найчастіше такий ярус формується в соснових насадженнях. За таксаційними канонами, виділяти його як ярус не рекомендується, тому що висота дуба тут менша половини висоти сосни, а запас – менше 20 % запасу сосни. Все ж, враховуючи високе народногосподарське значення дуба, з лісівничих міркувань таке обмеження дійсне не завжди, що, відповідно, викликає необхідність зміни способу лісовідновлення, технології лісозаготівель.

У вологих гігروتпах суборів і судібров найчастіше зустрічається підріст граба, берези, осики, вільхи чорної, які надалі можуть утворити змішаний похідний деревостан з різною участю перелічених порід.

Інтенсифікація процесу зміни сосни дубом на Поліссі України підтверджується даними наявності підросту під наметом стиглих насаджень, повнота яких не перевищує 0,5, у кв. №№ 1–50 Кричильського лісництва Сарненського держлісгоспу. Проведений нами облік у лісорослинних умовах суборів (В₂, В₃, В₄) під наметом соснових насаджень, в основному чистих, інколи з участю берези чи дуба, з домішкою вільхи й осики показав, що тут формується (уже в середньовікових чи пристигаючих деревостанах) життєздатний підріст чистого дуба (чи з участю берези) у кількості від 2 до 8 тис. шт. на 1 га. Береза переважає лише в двох насадженнях із 36 обстежених. Лише в одному насадженні наявна сосна, в одному – граб. В умовах С₃ і С₄ під наметом перестійних дубових насаджень утворився ярус грабового молодняку, тобто відбувається зміна дуба на граба.

Оскільки найбільш продуктивною лісотвірною породою в суборах і судібровах залишається сосна, важливим завданням лісовідновних рубок стає спрямування природного ходу зміни порід у напрямку формування найбільш раціонального складу нового покоління лісу з максимально можливим використанням природного поновлення цінних порід, у нашому випадку – дуба.

До тих пір, поки практично єдиним шляхом лісовідновлення на зрубках є лісові культури, проблема попередження небажаної зміни порід вирішується досить просто, шляхом підбору деревних видів для заліснення зрубів та вирубок другорядних небажаних – за попереднім аналізом наявного складу.

Наведені дані свідчать, що дослідження процесу природного поновлення, проведені в середині ХХ ст. і раніш, у найбільш розповсюджених ектопах, давали більш позитивні результати. На той час у лісовому фонді значно вищу частку становили зріджені деревостани з наявністю куртин різновікового підросту. Надалі такі насадження були вирубані з обов'язковим створенням на зрубках лісових культур, під наметом яких самосів майже не з'являвся. Відбулось зниження здатності ценозів головних порід до самопоновлення, зменшення питомої ваги пристигаючих і стиглих насаджень з наявністю підросту, частки природних молодняків і середньовікових деревостанів.

Зважаючи на те, що одним із важливих чинників розробки концепції реформування системи ведення лісового господарства в Україні є перехід на європейські стандарти лісовідновлення і лісорозведення, які орієнтовані на природні можливості відтворення лісів, і, в той же час, враховуючи малу інтенсивність цього процесу у Західному Поліссі України, негайна відмова від штучного лісовідновлення тут недоцільна. Необхідний поступовий перехід до комплексного шляху лісовідновлення з максимально можливим використанням природного процесу поновлення цільових порід.

У більшості країн помірного кліматичного поясу ключовою проблемою для вибору систем ведення лісового господарства стає пошук причин зниження стійкості лісів і шляхів попередження цього процесу [11, 23, 26]. Дослідники вважають, що стійкість лісостанів слід визначати з обов'язковим врахуванням успішності відновного процесу [2, 23]. Забезпеченість насаджень підростом використовується як основний критерій для визначення втрати захисних властивостей лісового середовища [2]. Все це говорить про необхідність заміни традиційних методів господарювання в лісах Західного Полісся України, розробки екологічно спрямованої раціональної комплексної регіональної системи і нормативів ведення лісового господарства, які б враховували на типологічній основі у лісах різного господарського призначення переваги й недоліки природного і штучного лісовідновлення і лісорозведення, не допускаючи одностороннього підходу.

Література

1. Алексеев Е.В. Типы Украинского леса. Правобережье. – Киев, 1928. – 126 с.
2. Блистів В.І., Шпарик Ю.С., Соблівський Р.Я., Щербак І.С. Щодо формули параметральної оцінки для визначення стійкості насаджень // Ліс, наука, суспільство: Матеріали міжнарод. ювілейної конференції 30–31.03. 2005 р., м. Харків. – Харків: УкрНДЛГА, 2005. – С. 59–60.
3. Бородин А.М. Культуры ели в повышении производительности лесов. – М., 1972. – 142 с.
4. Бузун В.О., Мазепа В.Г., Приступа Г.К. Шляхи формування молодняків дуба у порушених умовах місцезростання Полісся України // Лісівництво і агролісомеліорація. – Київ: Урожай, 1991. – Вип. 82. – С. 18–22.
5. Вакулук П.Г., Самоплавський В.І. Лісовідновлення та лісорозведення в рівнинних районах України. – Фастів: Поліфаст., 1998. – 508 с.
6. Воробьев Д.В. Типы леса Европейской части СССР. – К.: АН УССР, 1953. – С. 171–178.
7. Жуков А.Б. Естественные или искусственные леса. // Известия АН СССР. Серия биологическая. – 1962. – № 4. – С. 614–620.
8. Зверев А.И. Лесные ресурсы – для всестороннего развития общества // Лес. хоз-во. – 1985. – № 12. – С. 3–7.
9. Ірклієнко С.П., Юркевич О.О., Бузун В.О. З досвіду збереження підросту дуба // Лісовий і мисливський журнал. – 2001. – №№ 4-5. – С. 22–23.
10. Калиниченко Н.П., Писаренко А.И., Смирнов Н.А. Лесовосстановление на вырубках. – М.: Экология, 1991. – 384 с.
11. Кульмичев В.В. Оценка антропогенного воздействия на лесные экосистемы // Лесоведение. – 1985. – № 6. – С. 3–11.
12. Лазарев Ю.А., Пентелькин С.К. Опыт лесоводственно-экономической оценки способов возобновления // Экспресс-информация. – Вып. 11. – М., 1985. – С. 1–12.
13. Мегалінський П.М. Природне поновлення сосни // Результати наукових досліджень по лісових культурах у Боярському дослідному лісгоспі, т. 1. – Київ: УАСГН, 1960. – С. 79–85.
14. Мегалинский П.А. Естественное возобновление и повышение продуктивности насаждений // Пути повышения продуктивности лесов. – К.: Урожай, 1965. – С. 40–45.
15. Мегалінський П.Н. Природне відновлення в борах і суборах Центрального Полісся УРСР // Підвищення продуктивності лісів / Наук. праці лісогосп. факт. типу УСХА. – Київ, 1968. – С. 44–57.
16. Морозов Г.Ф. Учение о лесе. – М.: Л., 1928. – 368 с.
17. Нестеров В.О. Общее лесоводство. – М.-Л.: Гослесбуиздат, 1951. – 656 с.
18. Пастернак П.С., Ромашов Н.В. Возобновление леса // Науч. труды ВАСХНИЛ. – М.: Колос. 1975. – С. 214–232.
19. Побединский А.В. Сравнительная оценка естественных и искусственных лесов // Лес. хоз-во. – 1976. – № 12. – С. 22–27.
20. Поварніцин В.О. Ліси Українського Полісся. – К.: АН УРСР, 1959. – 208 с.
21. Погребняк П.С. Основы лесной типологии. – К.: АН УССР, 1956. – 456 с.
22. Прокопьев М.Н. Культуры сосны в таежной зоне. М., 1981. – 135 с.
23. Пугачевский А.В. Проблемы устойчивости лесов Беларуси на рубеже XXI века // Лесная наука на рубеже XXI века / Сб. науч. трудов Ин. леса НАНБ – Гомель, 1997. – Вып. 46 – С. 352–354.
24. Редько Г.И., Бузун В.А., Редько Н.Г. Очерки по истории лесокультурного дела в Украине. – Житомир: Полісся, 2005. – 528 с.
25. Рибак В.О., Гордієнко М.І., Маурер В.М., Гринченко В.В. та ін. – Досвід лісокультурної справи Боярської ЛДС НАУ. – Київ: ПП/ППВН, 2005. – 522 с.
26. Рожков А.А., Козак В.Т. Устойчивость лесов. – М.: Агропромиздат, 1989. – 239 с.
27. Ромашов Н.В. Лесовосстановление в различных типах вырубках сосновых лесов Левобережной Лесостепи и Полесья Украинской ССР. // Лесоводство и агролесомелиорация. – Киев: Урожай, 1972. – Вып. 30. – С. 44–48.
28. Рубцов В.И. Культуры сосны в Лесостепи. – М., 1964. – 286 с.
29. Тимофеев В.П. Закономерности формирования сосновых насаждений естественного и искусственного происхождения. // Лес. хоз-во, 1965. – № 8. – С. 5–12.
30. Ткаченко В.Е. Общее лесоводство. – М.-Л.: Гослесбуиздат, 1955., 600 с.
31. Ткачук В.І. Проблеми вирощування сосни звичайної на Правобережному Поліссі України. – Житомир: Волинь, 2004. – 464 с.
32. Турко В.М. Особливості природного поновлення, збереження підросту в процесі рубок і формування соснових молодників у суборах Українського Полісся: Автореф. дисертації... канд. с.-г.н. – Харків: УкрНДЛГА, 1995. – 24 с.
33. Турский М.К. Лесоводство. – М.-Л.: Госиздат, 1929. – 87 с.
34. Успенский В.В. Организация хозяйства в сосняках искусственного и естественного происхождения // Лес. хоз-во, 1982. – № 1. – С. 52–54.

35. Шмідт В.Е. Поновлення в лісах Українського лівобережного Полісся // Праці з лісової дослідної справи на Україні: Окремий відбиток. – Вип. X. – Харків, 1928. – 60 с.
36. Шустов Б. Соснові насадження України, їхня продуктивність і народногосподарське значення // Лісовод України. – 1926. – № 1. – С. 41–55.

Бузун В.А.¹, Шкудор В.Д.²

Перспективи естественного лесовозобновления в лесах Западного Полесья Украины

1. Полесский филиал УкрНИИЛХА, г. Житомир.

2. Сарненский гослесхоз, г. Сарны.

В статье анализируются тенденции использования процесса естественного возобновления сосны и других лесообразующих пород в Западном Полесье Украины, переход в регионе на принципы искусственного лесовозобновления. Приводятся данные об ослаблении самовозобновления сосны под пологом материнских насаждений.

С экологических позиций обосновывается необходимость использования подроста и самосева главных и сопутствующих древесных пород, независимо от обеспеченности ими площадей лесокультурного фонда. Рекомендуется комплексное лесовозобновление вырубок за счет сохранения подроста и регулирования ввода недостающих пород путем частичных культур

Buzun V.O., Shkudor V.D.

Perspectives of natural reforestation in forests of Western Polissya of Ukraine

Tendencies of use of process of natural reforestation of pine and another tree species in Polissya are analyzed in the paper, transfer on principles of artificial reforestation is also discussed. Data about weakening of self-renewal of pine under tree canopy of mother – stands are elucidated.

The necessity of use of under-growth and self-seedlings of main and another tree species is grown from the ecological point of view, independently from its providing of squares of forest cultures fund. Complex reforestation of clear-cutting is recommended as a result of preservation of intaking of deficiented tree species by the way of partial cultures.

Гулик І.Т. –
 науковий співробітник,
 Поліський філіал УкрНДІЛГА, м. Житомир
 Шадура М.В. –
 начальник управління мисливського
 господарства,
 Державний комітет лісового господарства
 України

Кормове значення сукцесій на зрубках і згарищах для козулі європейської у лісах Західного Полісся

Як відомо, різні типи мисливських угідь мають різні кормові та захисні умови для проживання диких ратичних тварин, у тому числі для найбільш розповсюдженого на Україні виду – козулі європейської (*Capreolus capreolus* L.). Тому оцінка середовища, особливо кормових якостей лісових мисливських угідь, має надзвичайно велике значення при інтенсивному веденні мисливського господарства на цей вид. Важливим фактором впливу на кормопродуктивність лісових угідь для лісових мисливських видів ратичних виступає лісогосподарська діяльність людини. Суцільнолісосічні рубки, які проводяться на великих площах, а також лісові пожежі істотно впливають на умови проживання тварин. Під дією цих факторів можуть різко змінюватись кормові і захисні умови лісових мисливських угідь у сторону їх покращення чи погіршення. Тому інтереси сучасного лісового господарства повинні гармонійно узгоджуватись з інтересами мисливського господарства, а основою стабілізації вітчизняного мисливства повинне стати комплексне вирішення проблем лісового і мисливського господарств. У даний час недостатньо вивчено вплив лісогосподарської діяльності на продуктивність зимових пасовищ копитних тварин і не розроблені способи збільшення їхньої кормової ємності. У зоні інтенсивного лісового господарства ці питання є дуже актуальними.

Вітчизняні та зарубіжні дослідники, які вивчали різні типи мисливських угідь для козулі європейської, схилиються до того, що сприятливими для проживання цього виду є території, з певним співвідношенням луків, чагарників і лісу [6]. Проте козуля уникає суцільних масивів лісу і часто надає перевагу відкритим ділянкам у лісах [1]. На Україні виділяють навіть екотип польової козулі [13]. У Литві найбільш багаті козулею молодняки з дубом, ясенем та невеликою домішкою ялини [8]. Інші дослідники [11, 7] вважають, що найкращі пасовища для козулі – молодняки листяних порід, що з'являються найчастіше на вирубках стиглих лісів. Вони вказують на те, що природний запас кормів козулі на зрубі 2–3 року існування збільшується в 5–9 разів у порівнянні з корінними насадженнями. Найвища продуктивність – 3,8–4,6 тонни пагонів (мається на увазі повітряносуха маса) із розрахунку на 100 гектарів – досягається на п'ятому році заростання зрубу. Деякі автори вважають, що козулі охоче тримаються старих згарищ [2]. Але більшість дослідників однастайні в тому, що зруби різко змінюють умови проживання тварин [3, 9].

Дослідження зрубів та згарищ, з точки зору їх кормової цінності для козулі європейської у лісах Західного Полісся України, проводилось на базі п'яти господарств, з яких два розташовані у Рівненській області (Дубровицький та Дубнівський держлісгоспи Рівненського обласного управління лісового господарства) та три – у Волинській (Цуманський та Колківський держлісгоспи Волинського обласного управління лісового господарства і Шацький природний національний парк), що дозволило охопити широкий спектр природно-кліматичних та лісівничих умов регіону. Пробні площі закладались розмірами 10х10м за загальноприйнятими лісотаксаційними методами [4]. Тип умов місцезростання визначався за лісотипологічною класифікацією Алексеева-Погребняка [10]. За особистими спостереженнями та даними різних авторів [5, 11, 14] кормова зона козулі враховувалась до 1,2 м над поверхнею ґрунту.

Оцінюючи кормову базу козулі, враховувались не лише загальний запас кормів, їхній склад і якість, але й їхня доступність. Останнє особливо важливо, тому що, якщо насиченість пасовищ кормовими рослинами занадто мала, то енергетичні витрати звірів на їхній пошук і добування не будуть виправдані. У теплий період року їжу козулі знаходять, як правило, у достатній кількості в більшості стацій своєї ділянки мешкання. Узимку ж запас кормів може бути різко обмежений, у результаті чого він швидко виснажується в перші ж місяці. Часто, особливо в другій половині зими, корми стають недоступними тваринам через глибокий сніг або надмірне його ущільнення й утворення крижаної кірки. Тому саме стан зимової кормової бази визначає, як розміщення диких тварин по території регіону, так і можливість подальшого росту їхнього поголів'я в даній місцевості.

З цією метою у сезон зими 2003–2004 рр. в угіддях підприємств-стаціонарів у різних кормових стаціях козулі проведено троплення (стежкування по сніговому покриву) 12 особин козулі європейської. Паралельно проводився маршрутний облік тварин по зимових екскрементах. Це дало змогу встановити середню фактичну щільність козулі у різних типах кормових угідь. У результаті проведених робіт стало можливим визначення основних зимових кормових стацій козулі європейської, за пріоритетністю їх відвідування тваринами. Досліджувані угіддя були об'єднані у окремі групи і розбиті на якісні категорії (табл. 1).

Якісний розподіл зимових кормових стацій козулі за категоріями

Тип кормових угідь	Облікова щільність козулі, ос/1000га	Черговість використання угідь козулею	Категорія
Самозаростаючі зруби листяних порід 3–7 років	19,5	1	1
Лісові культури та розріджені молодняки листяних порід 2–8 років з переважанням дуба, осики, ясена, граба	17,0	1	1
Розріджені вербняки до 15 років	9,2	2	1
Освітлені сосново-листяні насадження до 20 років, з підростом дуба, осики, верб, підліском крушини, горобини та багатим покривом з вересу або чорниці	6,4	3	2
Стигли та перестійні розріджені змішані ліси з дубом, грабом, ясенем, кленом, з багатим підростом листяних порід, підліском з верб, бруслини	4,7	3	2
Озимі злакові сільськогосподарські культури	2,0	3	3
Негусті змішані молодняки з підліском, з галявинами й прогалинами	0,8	4	3
Всі насадження без підліску, з переважанням у підрості сосни, ялини і берези	0,2	5	4
Усі типи лісів без підросту (крім ялинового) і підліску, бідний покрив переважно мохового типу; у середньому і молодому віці висока зімкнутість	–	–	5

Результати досліджень показують, що після випадання снігу тварини, у першу чергу, концентруються у найбільш кормних місцях, а саме: на заростаючих вирубках та у листяних молодняках, з переважанням у складі дуба, осики, граба та ясена. Перелічені породи, а також деякі інші забезпечують козуль основними зимовими кормами. Такі ділянки віднесені нами до першої кормової категорії.

За попередніми даними можна зробити висновок про те, що заростаючі зруби та лісові культури першого класу віку з переважанням у їхньому складі листяних порід можна вважати одними з найкращих зимових кормових стацій козулі європейської у регіоні досліджень.

Зруби утворюються після рубки стиглого лісу, суцільних санітарних рубок, а також після видалення деревної рослинності з метою переведення покритої лісом території в іншу категорію площ. Дбаючи про відтворення нового насадження головної породи на зрубній ділянці, створюють лісові культури або здійснюють заходи сприяння природному лісовідновленню (розпушення ґрунту, залишення насіннєвих дерев, збереження при рубанні підросту головних порід). Значний вплив на середовище проживання козулі європейської здійснюють суцільні рубки. Подібні зміни середовища відбуваються після повальних пожеж на колишніх лісових площах.

Природний і закономірний процес в розвитку рослинного покриву на зрубках і згарищах має велике значення в кормовому балансі цих угідь для козулі європейської.

Умови природного заліснення зрубів та згарищ приваблюють лісівників здавна. Заростання цих площ трав'яною рослинністю з точки зору лісового господарства розглядається лише як перешкода відтворенню бажаної деревної рослинності. Для мисливського господарства трав'яна рослинність має також і позитивне значення – вона створює особливий тип угідь. У малосніжні зими такі типи угідь іноді мають надзвичайно велике кормове значення для козулі європейської та окремих видів інших диких ратичних.

У послідовному самозаростанні зрубів і згарищ, де не проводилось штучне лісовідновлення, можна виділити різні стадії, які відрізняються між собою різною біологічною продуктивністю. Дослідженнями встановлено, що на свіжих зрубках, як правило, переважає трав'яниста рослинність та мохи. Тіневитривалі види рослин поступово протягом 2-х–3-х років витісняються видами відкритих лісових біотопів. У деяких випадках на таких ділянках зберігаються осередки підліска, підроста, які підвищують цінність в цілому малопродуктивної стадії. При відсутності задерніння ґрунту, зруби з часом заростають деревно-чагарниковою рослинністю, яка дає найбільший запас кормової фітомаси на 5-й – 7-й рік після рубання (залежно від переважаючої породи).

Оцінка кормопродуктивності сукцесій різного віку показує, що на стадії жердняку продуктивність таких ділянок різко зменшується. Цей період у залежності від пануючої породи може наступити вже на 10-й – 12-й рік після рубання, коли нижні гілки крони кормових деревець виходять за межі кормового поля козулі (1,2 м).

За результатами досліджень, у різних типах умов місцезростання процес заростання зрубів трав'яною рослинністю відбувається по-різному. Так, наприклад, на зрубках бідних сухих і свіжих умов місцезростання – в сухому та свіжому борі (A₁, A₂) природне лісовідновлення проходить дуже повільно, а часто взагалі не відбувається. На ділянках часто з'являються злаки (*Poa sp. L.*) та осоки (*Carex sp. L.*), які займають панівне положення й не мають кормового значення для козулі в холодний період року. Найчастіше на зрубках через 5–6 років поступово утворюється суцільний покрив з куничника наземного (*Calamagrostis epigeois (L.) Roth.*), який не відноситься до кормових рослин козулі у зоні досліджень. Такий покрив можна зруйнувати лише глибокою оранкою з вичісуванням коренів цієї рослини протягом кількох років.

У вологому борі (A₃) та сирому борі (A₄) на зрубках частково спостерігається природне поновлення сосни та інших порід. Серед чагарничків зустрічається верес звичайний (*Calluna vulgaris L.*). Цей тип умов

місцезростання в регіоні може мати кращі захисні властивості для козулі, у порівнянні з попереднім типом. В сфагнових борах на зрубках зміни мохового та трав'яного покриття майже не відбувається. Спостерігається часткове відтворення сосни, яке приурочене до купин, старих пнів та інших мікропідвищень рельєфу.

Зруби після головного користування у типі (A₅) характеризуються процесами заболочування. Такі ділянки інколи по купинах заселяють представники роду верб (*Salix* L.), берез (*Betula* L.), зрідка зустрічається осика (*Populus tremula* L.). Ці види можуть слугувати кормом для козулі у зимовий період року. На місцях зрубів у мокрих борах (A₅) інколи формується чагарниковий ярус з участю багна звичайного (*Ledum palustre* L.) та буяків (*Vaccinium uliginosum* L.). Серед дерев на зрубках часто зустрічається береза пухнаста (*Betula pubescens* L.), участь якої в молодому насадженні може складати до 30%.

На площах, пройдених пожежею у свіжому суборі (B₂), на місці колишніх сосняків-зеленомошників інколи утворюються зарослі іван-чаю (*Chamaerion* (Rafin.)). В літній період іван-чай може давати значні запаси кормової фітомаси для різних видів диких ратичних тварин, проте, в умовах Західного Полісся він повністю відмирає вже у середині серпня і не має кормового значення для козулі у критичні періоди року. При частковому збереженні на зрубі підросту і підліску, цей ярус переважно складається з сосни (*Pinus sylvestris* L.), горобини звичайної (*Sorbus aucuparia* L.), крушини ламкої (*Frangula alnus* L.), бруслини бородавчастої (*Euonymus europaea* L.), інколи – з домішкою бузини червоної (*Sambucus racemosa* L.). Ці види можуть давати значні запаси кормової фітомаси взимку.

Після суцільних рубок лісу в умовах B₃ на нерозкорчованих зрубках інколи розростається злакова рослинність, бідна в кормовому відношенні, серед якої панує біловус стиснутий (*Nardus stricta* L.). Збереження під час рубань частини підросту і підліску значно покращує кормове значення цих типів угідь взимку.

Після рубок соснових насаджень типу брусничних у вологих суборах (B₃) на зрубках часто виникають осередки вересу звичайного (*Calluna vulgaris* L.), з вкрапленням чорниці (*Vaccinium myrtillus* L.) і бруслиці (*Rhodococcum vitis-idaea* L. Avtor.). На оголених ділянках ґрунту звичайна ожика волосиста (*Lusula pilosa* L. Willd.). При відсутності насінників сосни можуть утворитись суцільні вересові пустоші. В безсніжні зими таким ділянкам відводиться значна кормова роль, адже верес (*Calluna vulgaris* L.) добре поїдається взимку козулею. Проблемою відтворення шпилькових порід є задерніння зрубів. Найменше це явище спостерігалось в сосняках брусничних. При хороших умовах самовідтворення лісу на таких зрубках серед супутніх сосні порід зустрічаються береза пухнаста (*Betula pubescens* L.) та горобина звичайна (*Sorbus aucuparia* L.). Цей тип умов місцезростання характеризується кращими, ніж у попередньому типі умовами природного поновлення сосни звичайної, при близькому розташуванні стіни плодоносного лісу. Порослеве відновлення дуба звичайного та берези повислої також проходить краще. На зрубках сосняків у трав'яному покриві, як правило, переважає біловус стиснутий (*Nardus stricta* L.). Порівняльний аналіз проведених досліджень на свіжих зрубках і зрубках минулих років показує, що для кращого самовідтворення лісу і майбутнього підвищення бонітету угідь по козулі в даних умовах краще застосовувати вузьколісосічні суцільні рубання з безпосереднім примиканням лісосік. Можна рекомендувати залишати насінники головної породи на захищених від вітровалу ділянках.

Серед сукцесій зрубів у сирому суборі (B₄) на заболочених ділянках лісу переважають березняки з переважанням у складі берези пухнастої (*Betula pubescens* L.) та домішкою сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) і осичники з домішкою вільхи чорної (*Alnus glutinosa* L.). Серед підросту окремими особинами зустрічається дуб звичайний (*Quercus robur* L.). Такі підліскові породи більш сухих типів, як горобина звичайна, бруслини в насадженнях майже не зустрічаються. Серед інших деревець, які є кормовими для козулі, у молодих насадженнях на зрубках трапляються: ліщина звичайна (*Corylus avellana* L.), крушина ламка (*Frangula alnus* L.) та верба козяча (*Salix caprea* L.). Після проведення суцільнолісосічних рубань у деяких типах лісу відбувається інтенсивне заболочування. З часом ґрунт розболочується та повертається в попередній стан вологості. Трав'янисті рослинні формації таких зрубів часто представлені щучником дернистим (*Deschampsia caespitosa* (L.) Beauv.) та ситником скупченим (*Juncus conglomerates* L.). Щучником дернистим площі заростають на 5-й рік після суцільних зрубів, де не відбулося лісовідновлення.

На зрубках у мокрому суборі (B₅) часто спостерігається процес заболочування. При заростанні таких ділянок лісом частіше всього утворюються густі березняки, рідше – вербняки з переважанням верби попелястої (*Salix cinerea* L.), інколи – вільшаники. Трав'яний покрив, як правило, представлений пухирчасто-осоковими, струнко-осоковими рослинними формаціями.

В складних суборах (C₂) на зрубках добре розвивається чагарниковий покрив, цінний в кормовому відношенні. До його складу входять: ліщина звичайна (*Corylus avellana* L.), бруслини бородавчаста (*Euonymus europaea* L.) та європейська (*Euonymus verrucosa* Scop.), свидина кров'яна (*Swida sanguinea* (L.) Opis.), клен татарський (*Acer tataricum* L.), які разом з підростом основних порід (дуба звичайного, осики, клена гостролистого) мають важливе кормове значення в зимовому раціоні живлення козулі. Інколи, в результаті зміни порід на зрубках утворюються тимчасові похідні форми насаджень: березняки та осичники. З точки зору лісомисливського господарства на таких ділянках доцільно вирощувати мішані та складні сосново-дубово-листяні деревостани з рівною участю сосни і дуба.

Значно складніше проходить заліснення задернілих земель. Трав'янисті рослинні формації представлені переважно польовицею виноградниковою (*Agrostis vinealis* Schreb.) та польовицею тонкою (*A. tenuis* Sibth.). Ці рослини не мають кормового значення для козулі у холодний період року, проте споживаються тваринами протягом вегетаційного періоду. Для знищення задерніння, ці площі можна

використовувати під тимчасові кормові ремізи для козулі з посівом після оранки сільськогосподарських культур та залишенням їх без збору врожаю на зиму.

Зруби вологого складного субору (C_3), де лісовідновлення за якихось причин не пройшло, з часом заростають осоками – волосистою (*Carex pilosa* Scop.) та ранньою (*C. praecox* Schreb.), зірочником ланцетним (*Stellaria holostea* L.), а також окремими видами бур'янів, наприклад, жовтим осотом польовим (*Sonchus arvensis* L.). З кормових чагарників поодинокі зустрічається верба козяча (*Salix caprea* L.), крушина ламка (*Frangula alnus* L.) та калина звичайна (*Viburnum opulus* L.).

Поява і розвиток на зрубках деревних порід визначається перш за все біологічними та екологічними властивостями рослин, потім – рельєфом і типом умов місцезростання. Якщо задерніння зрубу у типі умов C_3 не відбулось – то на площі, як правило, утворюються березняки та осичники з домішкою дуба звичайного та крушини. При хороших умовах листяні породи – береза, осика, дуб – відтворюються як вегетативним, так і насіннєвим шляхом. Достатньо мати на 1 га зрубаної площі 4–5 дерев або свіжих пнів осики, щоб протягом 3 років ця площа була покрита кореневими паростками цієї породи.

Сирий сугрудок (C_4) займає проміжне положення між суходільними типами лісу та вільховими болотами. Відновлення лісу на зрубках сосняків проходить за участю сосни звичайної низької продуктивності з домішкою берези пухнастої та осики. У змішаних складних насадженнях підріст представлений переважно дубом звичайним та вільхою чорною. Клен гостролистий (*Acer platanoides* L.) та липа серцелиста (*Tilia cordata* L.) зустрічаються рідко та по своєму зросту не виходять за межі підліску. Також в підліску зустрічаються калина звичайна (*Viburnum opulus* L.), ліщина звичайна (*Corylus avellana* L.), крушина ламка (*Frangula alnus* L.) та верба попеляста (*Salix cinerea* L.), які є кормовими для козулі. Похідними насадженнями цього типу є вільхові, осикові, березові насадження, а також дубові насадження з вільхою чорною.

Трав'яні формації на зрубках сосняків у сирих сугрудках (C_4) були представлені ситником скупченим (*Juncus conglomerates* L.) та деякими видами роду осок (*Carex* sp.).

Аналіз проективного покриття території різними видами трав показує, що зруби мокрих сугрудків (C_5) на місці бувших вільшаників заростають кропивою дводомною (*Urtica dioica* L.), жовтим осотом польовим (*Sonchus arvensis* L.) та хвощем болотним (*Equisetum palustre* L.). Серед дерев та чагарників на зрубках зустрічаються: представники роду верб (*Salix* L.) та черемха звичайна (*Padus avium* Mill.), які є кормовими для козулі видами, а також, мало вживана козулею порода – вільха чорна (*Alnus glutinosa* L.). Такі ділянки зрубів відрізняються хорошими захисними умовами для козулі європейської.

Сухі дібровні типи умов місцезростання (D_0 , D_1) рідко зустрічаються у регіоні досліджень і тому не аналізувались на предмет природного поновлення на зрубках.

Після суцільно лісосічних рубок дубового лісу та змішаних насаджень на зрубках у типі D_2 зустрічаються бузина чорна (*Sambucus nigra* L.), клен татарський (*Acer tataricum* L.) та ліщина звичайна (*Corylus avellana* L.). На суцільних зрубках інколи зустрічається багато самосіву ясена звичайного (*Fraxinus excelsior* L.), клена гостролистого (*Acer platanoides* L.), в'яза гладкого (*Ulmus laevis* Pall.). Такі сукцесії на зрубках мають велике кормове значення для козулі у холодний період року.

Найбільш ефективними у використанні природного поновлення дуба звичайного є вузьколісосічні рубки головного користування лісу, при доповненні природного поновлення шпиговкою жолудів дуба на нерозкорчованих зрубках.

На зрубках у вологій діброві (D_3), на відміну від попереднього типу, спостерігається зменшення участі в сукцесії ясена звичайного (*Fraxinus excelsior* L.). Якщо поряд зі зрубом є стіна стиглого дубового лісу, то в молодому насадженні може переважати дуб звичайний пізньої форми. З підліскових порід, крім чагарників попереднього типу зустрічається крушина ламка. Похідними типами насаджень, які утворюються на зрубках можуть бути – осикові, березові, вербові. Природне поновлення порівняно з попереднім типом умов місцезростання проходить краще.

В умовах сирі діброви (D_4) утворені на зрубках похідні насадження можуть бути представлені: осичниками, березняками, вільшаниками, заростями верб. Незалежно від складу, значну участь у насадженнях можуть брати береза пухнаста (*Betula pubescens* L.) та осика (*Populus tremula* L.). В підліску – ліщина звичайна (*Corylus avellana* L.), бруслини бородавчаста та європейська (*Euonymus* sp.), свидина кров'яна (*Swida sanguinea* L.), крушина ламка (*Frangula alnus* L.), клен татарський (*Acer tataricum* L.) та бузина чорна (*Sambucus nigra* L.). Інколи на зрубках природне поновлення йде з переважанням вільхи чорної (*Alnus glutinosa* L.). Трав'яний покрив представлений переважно гравілатом міським (*Geum urbanum* L.), гравілатом річковим (*Geum rivale* L.), ситником скупченим (*Juncus conglomerates* L.), щучником дернистим (*Deschampsia caespitosa* (L.) Beauv.) та вербозіллям лучним (*Lysimachia nummularia* L.) Гемікриптофітні форми цих трав козуля споживає навіть у зимовий період, дістаючи з-під снігу.

У сукцесіях на зрубках у мокрих дібрових (D_5) панує вільха чорна (*Alnus glutinosa* L.). Серед інших порід, які мають кормове значення для козулі, зустрічаються: осика (*Populus tremula* L.), черемха звичайна (*Padus avium* Mill.), чорна бузина (*Sambucus nigra* L.) та верба вушката (*Salix aurita* L.).

Після суцільних рубок в чорновільшаниках, особливо з проточним зволоженням у типі D_5 на зрубках серед трав, типовий гадючник звичайний (*Filipendula vulgaris* Moenh.), а з застійним – підмаренник (*Galium palustre* L.). Інколи з'являються зарослі папороті роду *Driopteris* sp.

Запаси кормової фітомаси для козулі на окремих зрубках і згарищах у різних лісорослинних умовах визначались влітку та у безсніжні зими (табл. 2).

Таблиця 2

Запаси фітомаси дерев, чагарників та трав на окремих зрубках і згарищах у різних лісорослинних умовах влітку та у зимі без снігу

№ ПП	Тип ділянки	Склад вирубаного насадження	Вік зрубу чи згарища, років	ТУМ	Дерева і чагарники			Трави		Всього запас фітомаси – червень, грудень, г/100м ²
					Основні види кормових порід	Загальна кількість кормових деревець	Запас фітомаси – червень, грудень, г/100м ²	Основні види трав	Запас фітомаси – червень, грудень, г/100м ²	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
43	зруб	10С	4	A ₂	береза бородавчата	6	612 268	куничник наземний	12850	13462 268
51	зруб	9С1Б	5	A ₃	сосна звичайна	14	2876 2360	верес звичайний	23140 16880	26016 19240
14	зруб	10С	4	A ₅	береза пухнаста, верба попельаста	21	1410 520	буяхи звичайні	316 44	1726 564
26	згарище	6С4Б	5	B ₂	–	–	–	іван-чай	24760	24750
18	зруб	10С	6	B ₂	крушина звичайна, горобина звичайна	412	15030 4750	–	–	15030 2313
32	зруб	8С2Д+Б	7	B ₂	береза бородавчата, крушина звичайна, дуб звичайний	132	3950 1580	–	–	3950 1580
34	зруб	6С4Д	3	B ₃	крушина звичайна, береза бородавчата	478	5633 2086	–	–	5633 2086
7	згарище	10С	9	B ₃	сосна звичайна	12	950 730	верес звичайний, чорниця, бруслиця	27400 20950	28350 21680
49	зруб	10С	6	B ₃	береза пухнаста, горобина звичайна	24	615 195	біловус стиснутий	7920	8535 195
46	зруб	8С1Д1Б	10	B ₄	береза пухнаста, сосна звичайна, крушина звичайна	182	4310 2380	–	–	4310 2380
29	зруб	8С2Б	7	B ₄	береза пухнаста, верба козяча	17	445 165	ситник скугчений, щучник дернистий	2720 440	3165 605

Продовження таблиці 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
53	згаріще	10С	4	С ₂	-	-	-	ПОЛЬОВИЦЯ ВИНОГРАДНИКОВА	1850	1850
44	зруб	10С	3	С ₂	свидина кров'яна, ліщина звичайна, граб	335	10550 3720	-	-	10550 3720
37	зруб	6Д4С+Г	9	С ₂	ліщина звичайна, береза бородавчаста, сосна звичайна	221	5670 2680	зірочник ланцетний	6560	12230 2680
5	зруб	6Б4С	5	С ₃	крушина звичайна, береза бородавчаста	243	8540 3060	-	-	8540 3060
41	зруб	10Ос	7	С ₄	осика, береза бородавчаста, граб	341	19355 4963	ситник скупчений	1200 250	20555 5213
23	зруб	10Вл ч.	12	С ₅	верба попеляста, вільха чорна	21	678 234	осоки	19720	20398 234
58	зруб	10Д	4	Д ₃	крушина звичайна, береза бородавчаста, дуб звичайний	126	3850 940	-	-	3850 940
11	зруб	8Д2Б	6	Д ₃	дуб звичайний, ліщина звичайна, клен тагарський	239	8857 1452	-	-	8857 1452

Аналіз запасів на одиницю площі кормової фітомаси деревно-гіллячкових кормів на зрубках і згарищах у різні періоди року показує, що найменша різниця між літніми та зимовими (у зими без снігу) запасами деревно-чагарникової кормової фітомаси спостерігалась на зрубках, де основною кормовою породою була сосна звичайна (див. табл. 2). Кратність перевищення запасів її фітомаси у літній період у порівнянні з такою у безсніжні зими на зрубках коливалась у межах від 1,2 до 1,8 (пробні площі 51, 7, 46).

Найбільша кратність перевищення літньої фітомаси деревно-чагарникових кормів у порівнянні з зимовою (4,1–6,1) спостерігалась на зрубках в умовах вологих дібров (Д₃) на зрубках після вирубувань дубових лісів (пробні площі 58, 11).

На інших типах зрубів та на окремих згарищах, де відбувався процес природного лісовідновлення, за рахунок листяних порід (з переважанням берез, крушини, горобини, верби) така кратність коливалась у межах 2,1 – 3,8 разів.

Дослідженнями на постійних пробних площах встановлено, що у безсніжні зими стабільними запасами кормової фітомаси трав та чагарників відрізняються зруби та згарища на місці бувших сосняків, де у надземному покриві переважають верес звичайний, брусниця та чорниця (пробні площі 51, 7), а також зруби та згарища на місці бувших березняків та осичників, де у надземному трав'яному покриві переважають ситник скупчений та щучник дернистий (пробні площі 29, 41). Проте, якщо у безсніжні зими запаси кормової фітомаси вічнозелених чагарників (вересу, брусниці) на зрубках і згарищах зменшуються у порівнянні з літніми лише в 1,3–1,4 рази, то запаси гемікриптофітних трав (ситника скупченого, щучника дернистого) знижуються у 4,8–6,2 раза.

Незважаючи на те, що на зрубках у окремих типах молодих сосняків у безсніжні зими можуть утримуватись значні запаси кормової фітомаси сосни звичайної, берез та вересу, цінність таких ділянок низька, через погане споживання козулею вказаних кормових видів (низький ступінь пошкодження та низька частка споживання козулею впродовж року). Найкращими зимовими пасовищами козуль слід вважати змішані за складом листяні молодняки 5–8 років.

Завдяки літньому буянню трав (злаків, осок) і відмиранню їхньої фітомаси наприкінці періоду вегетації на деяких типах зрубів та згарищ, сезонна різниця загальних запасів кормової фітомаси козулі на одиницю площі може досягати кількох десятків разів (пробні площі 43, 49, 23).

Незалежно від типів умов місцезростання та насаджень, які зустрічаються в регіоні досліджень, важливе значення має збереження порубкових решток після проведення осінньо-зимових суцільних санітарних рубок та рубок головного користування, особливо у листяних типах насаджень. Ці залишки бажано розкладати у невеликі купи, або валки у місцях зимової концентрації диких копитних тварин і залишати до весни для зимової підгодівлі дендрофагів, до яких у регіоні досліджень відноситься і козуля європейська. Цей захід зможе значно покращити кормову привабливість угідь для козулі і в бідних (малокормних) типах угідь, наприклад, у чистих середньовікових соняках, які часто зовсім позбавлені підроста та підліска.

Аналіз природного формування молодняків на зрубках у зоні досліджень показує, що особливо сприятливі для козулі кормові і захисні умови створюються при застосуванні вузьколісосічних головних рубань лісу. На таких зрубках ліс поновлюється поступово, що забезпечує постійний конвеєр гілкового корму протягом тривалого часу (не менш, як 10–15 років від початку рубок). За рахунок різниці у віці зрубів протягом тривалого часу зберігається мозаїчність угідь, формуються різновікові, різні за будовою, породним складом деревостани. Аналіз матеріалів досліджень показує, що оптимальною для козулі є ширина зрубів – 50 м. Це збільшує протяжність узлісь і дозволяє тваринам використовувати площу заростаючих зрубів. По мірі заростання зрубів, змикання молодняків екологічна ситуація для рослиноїдних видів погіршується.

Дослідженнями встановлено, що серед широкого спектру сукцесій на зрубках у різних умовах місцезростань, найкращими зимовими пасовищами козуль слід вважати змішані за складом листяні молодняки. Такі насадження виникають найчастіше після рубань змішаних та листяних лісів і відрізняються найбільшою концентрацією легкодоступного і поживного гілкового корму та кормової фітомаси трав. В цілому при проведенні оцінки кормової ємності угідь для козуль слід враховувати, що найактивніше листяні молодняки на зрубках можуть використовуватись тваринами до 7–8-річного віку.

Як лісові угіддя – зруби мають також різну продуктивність. В результаті проведених досліджень встановлено, що запас кормової фітомаси на вирубці другого-третього року може збільшитись майже у вісім разів у порівнянні з корінними насадженнями. Найвищі кормові запаси спостерігаються на п'ятому – сьомому роках заростання зрубу. Подібні результати дають і несцільні рубання, проведені з метою поліпшення умов освітленості під наметом лісу. Достатній запас повноцінних зимових кормів козулі знаходять і в інших звичайних для них стаціях – на узліссях лісів, у заростях чагарників. У порівнянні зі зрубками, у стиглих насадженнях умови існування для козуль узимку набагато гірші. У всіх випадках можна стверджувати, що збереження підроста і підліску при рубаннях значно підвищує бонітет такої території для козулі.

Суцільні рубки головного користування не бажано проводити у період масового розмноження фауни. В інші періоди на тваринний світ вони істотно не впливають, зокрема тому, що площі, на яких проводяться, переважно, невеликі. При встановленні термінів проведення рубок головного користування слід

враховувати наявність осики, верби, інших кормових порід у складі підлягаючих вирубуванню насаджень, планувати рубання на зимовий період, передбачати використання лісосічних відходів для підгодівлі козулі.

У сосново-листяних насадженнях, де стан підстилки і верхніх шарів ґрунту не завжди сприяє укоріненню сходів дерев, виникає необхідність активних заходів сприяння природному лісовідновленню, які передбачають механічний вплив на підстилку, ґрунт, трав'яний покрив. Для мінералізації верхніх шарів ґрунту через два-три роки після прохідної рубки проводиться видалення підстилки до оголення мінерального горизонту. У сухих борах, де надмірна мінералізація поверхні ґрунту може привести до його пересихання, лишайниковий покрив слід видаляти переривистими вузькими смугами довжиною до 0,7 м, шириною – не більше 0,2 м, віддаленими одна від одної не менше ніж на 1 м. У вологих борах і суборах мінералізація ґрунту може проводитись широкими смугами через всю ділянку, захоплюючи вогневища, які залишились після спалювання порубочних залишків. У сухих борах застосовуються граблі, в інших лісорослинних умовах – плуги і ґрунтоздирачі всяких типів. Мінералізацію доцільно проводити в рік урожаю насіння сосни не нижче слабкого; кращий сезон – осінь, перед масовим вильотом насіння. Якщо в складі підросту переважає дуб, розглядається можливість і доцільність формування сосново-дубового насадження з частковими культурами сосни. Якщо поверхня ґрунту частково задерніла, її мінералізують смугами в місцях відсутності підросту.

На зрубках сосняків в сухих гіротопах лишайниковий покрив і підстилку рекомендуємо розпушувати до мінерального шару дискретними смугами шириною до 0,2 м і з відстанню між їхніми центрами не менше 1 м, в свіжих гіротопах – широкими безперервними смугами. Такий захід доцільний лише за наявності джерела насіння – стіни плодоносного лісу або при поєднанні мінералізації ґрунту з підсівом насіння бажаних порід.

Література

1. Бондаренко В. Д., Фурдичко О. І. Узлісся. – Львів. – 1993. 64 с.
2. Бобринский Н. А., Кузнецов Б. А., Кузякин А. П. Определитель млекопитающих СССР. – М.: Просвещение, Изд. 2-е, 1965. – С. 210–211.
3. Бурдуков Г., Козлов В. Оценка угодий, преобразованных рубками // Охота и охотничье хозяйство. – 1979. – № 5. – С. 20–21.
4. ГОСТ-70. Площади пробные лесостроительные. Методика закладки. – М.: Госстандарт, 1970. – 12 с.
5. Европейская и сибирская козули. Систематика, экология, поведение, рациональное использование и охрана / Под ред. В. Е. Соколова. М.: Наука, 1992. – 399 с.
6. Жизнь животных / Под ред. В. Е. Соколова. – М.: Просвещение, 1989. – Т. 7. С. 427–429.
7. Козловский А. А. Лесные охотничьи угодья. – М.: Лесн. пром-сть. – 1971. – 160 с.
8. Падайга В. И. Леса и козули // «Охота и охотничье хозяйство», № 11. – Москва: «Колос», 1964. – С. 15–17.
9. Падайга В. И. Сплошные рубки и кормовые ресурсы дичи // Лесное хозяйство. – 1977. – № 3. – С. 79–82.
10. Погребняк П. С. Основы лесной типологии. – Киев: Изд. АН УССР, 1959. – 456 с.
11. Тимофеева Е. Косуля в лесостепных дубравах // Охота и охотничье хозяйство. – 1964. – № 5. – С. 28–30.
12. Тимофеева Е. К. Косуля. – Л.: Изд. ЛГУ, 1985. – 224 с.
13. Фадеев Е. Косуля европейской части СССР // Охота и охотничье хозяйство. – 1981. – № 5. – С. 18–20.
14. Drozd A., Osiecki A. Intake and digestibility of natural feeds by roe-deer // Acta Theriologica. – 1973. – 18. P. 81–91.

Гулик І.Т., Шадур М.В.

Кормовое значение сукцессий на вырубках и гарях для козули европейской в лесах Западного Полесья

Полесский филиал Украинского научно-исследовательского института лесного хозяйства и агролесомелиорации им. Г.М. Высоцкого

Описаны особенности формирования сукцессий на вырубках и гарях с точки зрения их кормового значения для козули европейской в лесах Западного Полесья.

Gulik I.T., Shadura M. V.

Fodder significance of successions on clear cuttings and burnings for roe-deer European in forests of Western Polissya

Ukrainian Scientific Research Institute of Forestry and Agro-Forest Amelioration Named After G.M. Vysotsky, Polissky Branch

The peculiarities of formation of successions on clear cuttings and burnings are described from the point of view of their fodder significance for roe-deer European in forests of Western Polissya.

Распопіна С.П. –
кандидат сільськогосподарських наук,
Український науково-дослідний інститут
лісового господарства та агролісомеліорації
ім. Г.М. Висоцького, м. Харків

Становлення лісового ґрунтознавства та вклад дослідників ґрунтів Поліського регіону у його розвиток

Відтоді, коли людина почала активно займатися сільськогосподарською обробкою земель, у неї з'явився особливий інтерес до визначення та підвищення якості ґрунтів, і завдяки своєму величезному практичному досвіду землероба, що передавався із покоління в покоління, вона навчилася робити це досить вміло. Так, серед чималого природного різноманіття земель, за їх певними ознаками: колір та механічний склад ґрунтів (піски, глини), потужність гумусового горизонту та місцеположення ділянки, селянин міг відрізнити більш родючі ґрунти від менш родючих. Однак, при цьому основною ознакою якості земель слугував все ж таки склад природної рослинності. Так, наприклад, російські народні назви: бор, субір, сурамень, рамень, до речі, що й зараз є загальноживаними лісівничими термінами, свідчать не тільки про різний склад лісових насаджень, а й про відмінності продуктивності земель.

Вагомий та оригінальний вклад у розвиток науки про ґрунт зробив у XVIII ст. видатний руський вчений Михайло Васильович Ломоносов. У своєму трактаті „О слоях земли” (1763 р.), де обговорюється широке коло природознавчих проблем, у т.ч. – ґрунтоутворення, Ломоносов запроваджує у науковий обіг термін „чернозем” (перегной) і так визначає його утворення: „Его происхождение не минеральное, а из двух протчих царств природы, из животного и растительного, всяк признает” (цит. за И.А. Крупенниковим) [1, с. 104]. Далі, розмірковуючи про лісові ґрунти, він зазначає, що накопичення „чернозему” у листопадних лісах відбувається активніше за хвойні, які „на зиму листа не роняют”. У цьому ж трактаті вчений висловлює оригінальну ідею походження ґрунтів – це „не превозданная материя, а особливе геобіологічне тіло, що утворилося „долготю времени”, завдяки впливу вивітрювання та живих організмів на гірські породи, навіть якщо вони являли собою „каменные голые горы”.

Таке трактування ґрунтів М.В. Ломоносова дуже нагадує докучаєвське визначення ґрунтів, про що у своїх лекціях „О почвоведении” Василь Васильович Докучаєв зазначає: „Ломоносов давно уже изложил в своих сочинениях ту теорию, за защиту которой я получил докторскую степень, и изложил, надо признаться, шире и более обобщающим образом” [2, с. 280]. Зрозуміло, що цей вислів видатного ґрунтознавця багато в чому перебільшений, однак він свідчить про велику повагу до Ломоносова – „человека из народной среды”, як вченого, що глибоко та досконало ввібрав найцінніший досвід народу. В.В. Докучаєв з повагою сприймав народну мудрість, вказував на недопустимість нехтування нею та завзято закликав до широкого й різнобічного її використання, оскільки «народ хорошо умеет подмечать некоторые закономерности и всегда знает, как лучше использовать естественные силы природы» [2].

Саме з ім'ям видатного вченого-натураліста В.В. Докучаєва пов'язано утворення сучасного ґрунтознавства, як окремої, самостійної гілки природознавства, а днем його утворення визнається 10 грудня 1883 р., коли у Петербурзькому університеті відбувся блискучий захист докторської дисертації В.В. Докучаєва „Русский чернозем”. Історичність та революційність цієї праці для розвитку ґрунтознавства, як незалежної науки, утвердила концептуальна ідея Докучаєва про те, що ґрунт – є особливим природним утворенням і потребує специфічних методів вивчення. Тут же було надано визначення ґрунту, що стало класичним „особый характер почвы” полягає у тому, що ґрунти є „... результатом чрезвычайно сложного взаимодействия местного климата, растительных и животных организмов, состава и строения материнских горных пород, рельефа местности, наконец, возраста страны” [2].

Вважається, що співзасновником ґрунтознавства поруч з В.В. Докучаєвим є його сучасник, видатний ґрунтознавець, агроном, мікробіолог, геоботанік – Павло Андрійович Костичев, який одним із перших показав необхідність сполученого вивчення ґрунтів і рослинності. По багатьох ключових питаннях ґрунтоутворення обидва вчені були однодумцями, однак при цьому інколи їх погляди розходились. Так, наприклад, П.А. Костичев необґрунтовано заперечував роль клімату в утворенні ґрунтів, проте, подібні дискусійні моменти тільки сприяли розвитку та збагаченню науки.

Сучасне лісове ґрунтознавство так само, як і ґрунтознавство загалом, нерозривно пов'язано з ім'ям Докучаєва, і це пояснюється не тільки його численними трудами з дослідження лісових ґрунтів – підзолів і сірих лісових (до речі, теорія Докучаєва споконвічного, самостійного походження сірих лісових ґрунтів, хоча й оцінювалась досить критично, однак й до сьогоднішнього часу залишається однією з найімовірніших), а також з його ініціативою утворення „Особой экспедиции Лесного департамента по испытанию и учету различных способов и приемов лесного и водного хозяйства в степях России” (1892 р.), яку він й очолював. Експедиція повинна була вивчити та вирішити дуже складну проблему повсюдних недородів, що на той момент зачепила навіть чорноземні степи – основну житницю Росії.

Науково-експериментальні роботи експедиції широко розгорнулись на трьох новостворених дослідних ділянках, розташованих на водорозділах річок: Волга – Дон (Кам'яностепова ділянка), Дон –

Сіверський Донець (Старобельська), Сіверський Донець – Дніпро (Великоанадольська). Ці ділянки у 1899 р. були реорганізовані у дослідні лісництва. Дослідження мали широкомасштабну, комплексну направленість – вивчали ґрунтово-геологічні, гідрологічні, кліматичні умови у контексті з характером розвитку рослинності (як деревної, так і трав'янистої). Експедицією був проведений величезний комплекс гідротехнічних, пользахисних робіт, а також робіт із заліснення.

Видатні дослідження та досягнення докучаєвської експедиції мали та мають величезне історичне та науково-практичне значення для сільського, лісового та водного господарства. Досить змістовно характер і результати цієї експедиції висвітлені у монографії О.С. Мігунової „Лесоводство и почвоведение (исторические очерки)” [3].

Слід також відмітити ще один важливий аспект вкладу В.В. Докучаєва у розвиток лісового ґрунтознавства – видатне сузір'я великих вчених, що були його послідовниками та учнями: М.М. Сибірцев, В.Р. Вільямс, Г.М. Висоцький, В.І. Вернадський, К.К. Гедройц, К.Д. Глинка, П.А. Земятченський, А.М. Краснов, П.С. Косовіч, Ф.Ю. Левінсон-Лесінг, Г.Ф. Морозов, С.С. Неуструєв, П.В. Отоцький, Л.І. Прасолов, Б.Б. Полинов, О.М. Сабанін, В.Н. Сукачев, Г.І. Танфільєв, А.Р. Ферхмін і багато інших.

В.В. Докучаєв неодноразово наголошував на тісній взаємозв'язки між живою та неживою природою, між лісовими насадженнями та ґрунтами, що передбачає їх обов'язкове сполучене вивчення. Такий принцип досліджень отримав високу оцінку видатного російського лісівника Георгія Федоровича Морозова: „Докучаевская постановка почвоведения особенно близка и ценна для лесовода” та ще „...я не представляю себе жизнь без основ докучаевской школы в воззрениях ее на природу. Природа сомкнулась для меня в единое целое, которое познать можно только стоя на исследовании тех фактов, взаимодействие которых дает этот великий синтез окружающей нас природы...” [4].

Займаючись проблемою класифікації лісових насаджень, що на той період значною мірою базувалася на бонітеті, Г.Ф. Морозов значну увагу приділяє ґрунтовим дослідженням і зазначає, що „...с изменением почвенно-грунтовых условий закономерно изменяется и состав, и форма и рост насаждений, и их семенная производительность...и пр. и пр.” [5, с. 847] і далі робить висновок про те, що „...для обеспечения полноты представления о насаждениях необходимо в основу классификации насаждений положить природные признаки... т.е однородные условия местопроизрастания”, які й забезпечують „биологическую однородность насаждения” [5, с. 870]. Ідеї Морозова також значно вплинули на подальший розвиток лісового ґрунтознавства.

Морозовський лісотипологічний напрям досліджень (і, відповідно, його невід'ємна складова – дослідження лісових ґрунтів) знайшов свій відбиток у роботах А.А. Крюденера, Е.В. Алексеева, Г.М. Висоцького, П.С. Погребняка, Д.В. Воробйова, П.П. Кожевникова та отримав наступне продовження у створенні класифікаційної схеми типів лісорослинних умов і типів лісу – едафічної сітки Алексеева-Погребняка (1929 р.). У її основу й покладені властивості едатопу (умов ґрунту та підґрунтя): багатство (трофотоп) та вологість (гігротоп), кількісна зміна яких спричиняє закономірні зміни складу рослинності. Таким чином, едафічна сітка демонструє закон єдності організмів та середовища.

Величезний вклад у розвиток лісового ґрунтознавства зробив Георгій Миколайович Висоцький, що є безперечним авторитетом різних наукових галузей: географії, ґрунтознавства, геоботаніки, лісівництва, степового лісорозведення, лісомеліорації, гідрології, гідрогеології, кліматології, агрономії, зоології. Труди Г.М. Висоцького збагатили географію низкою значних відкриттів, а разом із трудами Г.Ф. Морозова – склали епоху у розвитку лісознавства. У галузі ґрунтознавства Г.М. Висоцький зробив ряд важливих узагальнень, насамперед з питань водного режиму ґрунтів, значення яких важко переоцінити. Було визначено, що тип водного режиму (за Висоцьким – пермацидний, імпермацидний, ексудаційний, водозастійний) обумовлюється прямим впливом на ґрунти клімату та рельєфу, що й віддзеркалюється утворенням їх певних підтипів. Також були досліджені процеси глеєутворення, формування псевдофібрів; позначені основні типи водно-сольового профілю степових та лісових ґрунтів; визначено важливу роль природи підґрунтя, що значною мірою визначає властивості ґрунтів тощо.

Г.М. Висоцький був одним із засновників першого в світі друкованого органу нової науки про ґрунти – журналу «Почвоведение» (1899 р.), а також у різні роки – керівником кафедри ґрунтознавства Київського (1913 р.) та Таврійського університетів (1919 р.). Його заслуги щодо вивчення ґрунтознавства були оцінені на світовому рівні, і на ґрунтовому з'їзді 1927 року Г.М. Висоцький визнається одним із фундаторів ґрунтознавства, а у 1930 р., на Міжнародному конгресі ґрунтознавців у Москві, його обирають почесним президентом секції лісового ґрунтознавства.

Г.М. Висоцький, серед багатьох вихованців, соратників та однодумців В.В. Докучаєва, найбільш послідовно та систематично впроваджував і творчо розвивав основну ідею Докучаєва відносно єдності живої та неживої природи. Цю ідею було покладено також і в основу його підходу до вивчення ґрунтів – як життєвого середовища рослин, тобто у їх органічній єдності з рослинністю. Слід зазначити, що саме така методологічна концепція є найбільш правильною, життєздатною та провідною у галузі досліджень з природознавства загалом та лісового ґрунтознавства зокрема.

З ім'ям Г.М. Висоцького пов'язано утворення в Харкові Українського науково-дослідного інституту лісового господарства та агролісомеліорації (УкрНДЛПГА) (1929–1930 рр.) та ґрунтової лабораторії при даному інституті (1931 р.), роботу якої він безпосередньо координував. А з 1965 р. інститут став носити ім'я Г.М. Висоцького. Дослідження лабораторії періоду її становлення пов'язані з найважливішими

практичними питаннями лісової меліорації та ґрунтознавства – залісненням Нижньодніпровських пісків і мінерального живлення лісових порід.

Загалом же Висоцький так уявляв діяльність науково-дослідних установ та зокрема УкрНДІЛГА: *„Девиз работ научно-исследовательской организации – не чистая наука сама по себе, не узко специальные задания без теоретических основ, а и то и другое вместе, параллельно. Выполнение практических заданий – это хлеб, питающий опытное дело, но без теоретических оснований получаемые данные повисают в воздухе без возможности широких обобщений и широкого использования, без возможности предвидения”* [6].

УкрНДІЛГА активно утворював і розвивав свою науково-дослідну мережу у всіх природних зонах України. Так, на Житомирщині у 1930 році була організована Поліська лісова дослідна станція (згодом – Поліська агролісомеліоративна дослідна станція (АЛДС), а ще пізніше – Поліська філія УкрНДІЛГА), остаточно становлення якої відбулося у 1956 році. І відразу ж на станції став опрацьовуватись ґрунтовий напрям досліджень. Це було цілком логічним, оскільки ядро її наукового колективу складав „київський десант” – науковці та аспіранти професора ґрунтознавства, академіка – Петра Степановича Погребняка – учня Г.М. Висоцького. До речі, наукова кар’єра П.С. Погребняка як лісового ґрунтознавця, пов’язана з його участю у роботі лісотипологічної дослідницької партії Всеукраїнського управління лісами на Поліссі та Подолії (1926–1932 рр.), а одна з перших публікацій вченого присвячена питанням продуктивності ґрунтів Поліського регіону „Лесорастительные условия Украинского левобережного Полесья”. Зазначимо, що лісорослинна оцінка ґрунтів проводиться без застосування фізико-хімічних методів, тобто лише на основі польових досліджень.

Кандидатська дисертація П.С. Погребняка також була виконана за матеріалами досліджень лісів Полісся та мала назву „Генезис Полесских боров”.

Автор єдиної класифікаційної схеми лісів („едафічної сітки”), засновник української лісотипологічної школи, яка ініціювала розвиток лісотипологічних ідей у багатьох республіках колишнього СРСР і країн зарубіжжя, академік АН УРСР, професор загального лісівництва та ґрунтознавства П.С. Погребняк разом із професором ґрунтознавства М.П. Ремезовим видає книгу „Лесное почвоведение” (1965 р.), що згодом стає одним із найпопулярніших підручників ґрунтознавства для лісових вузів та технікумів. „Почва как среда развития леса” – так озаглавлений один із перших розділів книги. Саме ця теза стає лейтмотивом усієї роботи і безліч різнобічних актуальних питань лісового ґрунтознавства (трофність ґрунтів та її оцінка, властивості та класифікація лісових підстилок, кругообіг речовин у лісових екосистемах, зміна лісорослинних властивостей ґрунтів унаслідок антропогенного впливу (рубки догляду та головного користування, пожежі, випас худоби), підготовка ґрунтів для вирощування садивного матеріалу та лісових культур тощо) розглядаються у невід’ємних, органічних взаємозв’язках ґрунтів з рослинністю.

Учні П.С. Погребняка були гідними послідовниками ідей свого вчителя і на Поліській АЛДС в рамках науково-дослідної роботи УкрНДІЛГА, на принципах порівняльної екології, широко розгорнули ґрунтові дослідження. Перш за все це відноситься до Зражевського Михайла Ничипоровича, який за дуже короткий строк (1956–1959 рр.) налагодив чітку, продуктивну роботу лабораторії лісового ґрунтознавства, підготував технічних і наукових фахівців – ґрунтознавців, а також захистив кандидатську дисертацію з питань впливу бузинового підліску на родючість ґрунтів.

У 50-х роках минулого сторіччя на станції закладаються гідробалансові стаціонари, де спільно з гідрологами та лісотипологами ґрунтознавці активно проводять комплексні лісотипологічні дослідження, а також вивчають питання біологічного кругообігу речовин у системі “ліс – ґрунт – атмосфера”.

Під керівництвом завідувача лабораторії ґрунтознавства УкрНДІЛГА, к.с.-г.н. І.І. Смольянинова у різних типах лісу Поліського регіону проводиться широкомасштабне вивчення лісорослинних властивостей ґрунтів. Особлива увага приділяється одному з важливіших елементів лісових екосистем, основному постачальнику органічної речовини у ґрунти – лісовому опаду та підстилкам. У різних типах лісу встановлюються кількісні характеристики фракційного складу опаду та підстилок, особливості їх накопичення та темпи трансформації протягом року; визначається хімічний склад лісового опаду.

У цей період на Поліській станції широко використовуються та впроваджуються оригінальні, сучасні методи ґрунтових досліджень – лізіметричні, що дозволяють проаналізувати значну мінливість якісно-кількісного складу ґрунтових розчинів, а також біологічні та біохімічні, за допомогою яких визначаються надійні критерії тропності лісових ґрунтів – біологічна та інверталітична активності.

Слід відмітити, що ці дослідження були надзвичайно трудомісткими. Накопичений за цей період величезний польовий та експериментальний матеріал дозволяє вченим узагальнити результати та визначити структуру азотного фонду ґрунтів Полісся, а також величини використання та відчуження азоту та зольних елементів (фосфору, калію, кальцію, магнію), тобто позначити шляхи біологічного кругообігу основних елементів живлення у всіх основних типах лісу Полісся – від борових до дібровних.

Найважливішим же підсумком цього етапу наукових робіт стало обґрунтування зв’язків біологічного кругообігу речовин із типом лісорослинних умов.

Становлення науково-дослідної роботи Поліської станції супроводжувалось становленням її основного багатства – кваліфікованого наукового потенціалу. За результатами різнопланових ґрунтових досліджень – Рябухою Є.В. (1964 р.) та Поляковою О.Ю. (1967 р.) – були підготовлені та захищені кандидатські дисертації. Ці жінки-ґрунтознавці на Поліській АЛДС, особливо це стосується Євгенії Василівни Рябухи, успішно опрацьовували увесь обсяг досить трудомістких ґрунтознавчих досліджень.

В подальшому (1960–1985 рр.) напрям наукових робіт з лісового ґрунтознавства став ще більш різноманітним. У різних лісорослинних умовах Полісся вивчали питання підвищення продуктивності лісових ґрунтів шляхом їх хімічної меліорації; визначались комплексні системи мінеральних добрив, технологічні схеми їх внесення а також ефективність засвоєння лісовими культурами діючої речовини добрив; розроблялись методи зонального бонітування лісових земель і кількісної оцінки умов місцезростання тощо.

Проведені дослідження дозволили диференційовано підійти до застосування мінеральних добрив у лісах Полісся. Так, з одного боку, було встановлено позитивну реакцію низькоповнотних соснових насаджень на внесення добрив, приріст яких за висотою збільшився на 31–42 %, з іншого – доведено недоцільність удобрення високобонітетних соснових деревостанів та осушених торфовищ.

Наукові роботи, пов'язані з ефективністю засвоєння діючої речовини туків лісостанами Поліського регіону, дозволили отримати оригінальні теоретичні наробітки відносно шляхів трансформації та міграції різних форм мінеральних добрив у дерново-підзолистих ґрунтах, що залежать від погодно-кліматичних факторів та умов місцезростання. Ці наробітки щодо раціонального, екологічно-безпечного для довкілля (зокрема для ґрунтових вод) використання мінеральних добрив знайшли своє відображення у регіональних рекомендаціях із застосування комплексної системи мінеральних та органо-мінеральних добрив у розсадниках і на лісокультурних площах Українського Полісся (П.С. Пастернак, І.І. Смольянинов, В.М. Угаров, Ю.Є. Малюга, В.А. Мостепанюк), а також у кандидатській дисертації В. А. Мостепанюка, що була успішно захищена у 1986 р.

З 1990 року ґрунтовий напрям досліджень на Поліській станції, через брак фахівців із лісового ґрунтознавства та у зв'язку зі складною економічною ситуацією в Україні, що загалом призвела до деякого занепаду науки, більше не опрацьовувався.

Слід зазначити, що Полісся, як основний лісовий регіон України завжди приваблював до себе чисельних дослідників, оскільки тут відкриваються невичерпні можливості для пізнання природи лісу. Для багатьох лісових ґрунтознавців УкрНДЛГА Поліські стаціонари стали полігонами різнопланових наукових експериментів. Тут, впродовж тривалого часу, В. М. Угаровим, співробітником лабораторії лісового ґрунтознавства та мікробіології, проводилось комплексне, екосистемне вивчення едафічних умов Центрального Полісся. Досліджувались не тільки ґрунти, а й лісовий опад, підстилки, фітомаса лісових насаджень із застосуванням найсучаснішого (на той період) методу емісійного спектрального аналізу. При цьому, вперше був визначений мікроелементний склад (загалом 10 мікроелементів) тканин основних лісоутворювачів Центрального Полісся. Результати досліджень знайшли свій відбиток у чисельних наукових публікаціях та дисертаційній роботі В.М. Угарова. Вони дозволяють проводити оцінку лісорослинних властивостей ґрунтів за показниками ґрунтового живлення. Цей оригінальний метод оцінки ґрунтової родючості був названий „фітотрофним” і на його основі запропоновано методичні рекомендації з кількісної оцінки ефективної родючості ґрунтів та бонітування ґрунтів [7].

Останнім часом В.М. Угаров активно займається питаннями лісокультурного виробництва і на теперішній час є визнаним фахівцем в Україні з розробок і впровадження інтенсивних технологій вирощування садивного матеріалу та лісових культур.

На стаціонарних об'єктах Поліської станції також проводились дуже цікаві та важливі дослідження з ґрунтової мікробіології. У найголовніших лісорослинних умовах Іліонідою Іванівною Самоїловою вивчалась активність мікрофлори, що трансформує азотутримуючі речовини, мінеральні й органічні сполуки фосфору та клітковину, а також загальний мікробіологічний потенціал ґрунтів різних лісорослинних умов [8]. Встановлені надзвичайно значимі практичні та теоретичні висновки відносно ефективності хімічних меліорацій в умовах Полісся. Так, внесення мінеральних добрив і вапна призводить до істотних змін мікробіологічного режиму ґрунтів, що мають як позитивний, так і негативний характер і залежать від трофності місцезростань.

З 1962 року ґрунтознавча науково-дослідна тематика, що опрацьовувалась на Поліській станції, координувалась відомим вченим у галузі лісового ґрунтознавства - Іваном Івановичем Смольяниновим. Він активно виступав та одним із перших ініціював створення ґрунтово-хімічних лабораторій у системі лісового господарства.

Роботи І.І. Смольянинова з теоретичних і практичних питань кругообігу речовин у лісових екосистемах були визнані як в Україні, так і далеко за її межами. Причому, значна частина досліджень вченого була проведена саме на стаціонарах Поліської станції у тісному творчому союзі з її співробітниками. І.І. Смольяниновим був узагальнений чисельний експериментальний матеріал, що дозволило вченому розкрити усю сутність процесу кругообігу шляхом детального аналізу усіх ланок кругообігу речовин: від первинного руйнування органічних залишків, до результуючої ланки – споживання, тобто живлення рослин.

І.І. Смольянинов за річними циклами локальних кругообігів речовин охарактеризував найголовніші типи лісорослинних умов рівнинної частини України, а також запропонував кількісні оцінки потреби та вимогливості головних лісоутворюючих порід до елементів ґрунтового живлення (на основі коефіцієнтів біологічного поглинення та біологічної вибірковості). Роботи І.І. Смольянинова, доктора с.-г. наук з кругообігу речовин стали вагомим поштовхом для розгортання за цим напрямом численних досліджень. Він також плідно проводив педагогічну діяльність і виховав одинадцять кандидатів наук.

Іван Іванович Смольянинов уже не працює в інституті, але він залишив своїм колегам величезне багатство – цілу бібліотеку наукової літератури з найрізноманітніших питань ґрунтознавства, лісознавства, лісорозведення, лісових меліорацій, статистичних методів досліджень; зібрання творів найвідоміших вітчизняних та закордонних вчених-класиків; періодичні фахові видання за багато років тощо. Його людяність, щира, безкорисна, реальна допомога відома не за чутками багатьом нашим співробітникам.

І, звичайно, говорячи про лісове ґрунтознавство, неможливо не згадати неординарну особистість нашої колеги, автора багатьох монографій з лісового ґрунтознавства та суміжних із ним наук, доктора с.-г. наук – Олени Сергіївни Мігунової. Слід сказати про те, що лісове ґрунтознавство як науку О.С. Мігунова, класичний ґрунтознавець за фахом, розглядає у тісній, нерозривній єдності двох природознавчих наук – лісівництва та ґрунтознавства. Історію розвитку цих наук у їх гармонічній взаємодії вона у найменших деталях викладає у книзі „Лесоводство и почвоведение (исторические очерки)”. Слід сказати про те, що О.С. Мігунова у своїх роботах постійно звертається до робіт класиків, історичних матеріалів і закликає до цього всіх науковців, оскільки вивчення історії науки є найкоротшим шляхом до пізнання істини та дає можливість досліднику уникнути багатьох помилок і тупикових ідей.

Працюючи тривалий час разом із лісівниками української екологічної школи та глибоко перейнявшись лісотипологічними ідеями – хоча за словами О.С. Мігунової, їй як вихованцю Московського Державного Університету – цитаделі генетичного ґрунтознавства, це було зробити дуже не просто (для цього прийшлося багато в чому змінити свої погляди), – вона всю свою наукову діяльність присвятила їх творчому розвитку та активній популяризації у всесвітньо відомих періодичних виданнях і монографіях.

О.С. Мігунова високо оцінює та широко застосовує у своїх дослідженнях розроблений лісотипологами фітоіндикаційний метод, що за складом та продуктивністю всіх ярусів лісової рослинності, дозволяє надавати досить точні висновки про рівень родючості місцезростань. При цьому, виходячи з первинності абіотичних факторів по відношенню до живих організмів, вона логічно зазначає, що даний метод не викриває дійсних причини різного рівня родючості, а тому не дає можливості його врегулювання.

Екосистемний підхід до вивчення лісорослинних умов дозволив О.С. Мігунової охарактеризувати комплекс факторів, що їх формує – рельєф, ґрунти, ґрунтоутворюючі та підстилаючі породи, ґрунтові води. І далі, на цій основі, застосовуючи дані таксаційних показників та фізико-хімічного аналізу ґрунтів та підґрунтя, зібрані на 1,5 тис. пробних площах (із них – 100 закладено в умовах Українського Полісся), зробити висновок про те, що класифікаційна схема лісів – едафічна сітка, насамперед відбиває різноманітність складу та будови поверхневих відкладень у межах територій, подібних за кліматичними умовами. При цьому, багатство – трофність ґрунтів – залежить від мінералогічного складу ґрунтоутворюючих порід і зростає із обважінням їх механічного складу, а вологозабезпеченість – від перерозподілу рельєфом вологи, механічного складу поверхневих відкладень та рівня ґрунтових вод.

О.С. Мігунова також приходить до висновку, що серед елементів мінерального живлення найбільший вплив на продуктивність рослин, насамперед, мають фосфор та калій, що частіше за інші елементи лімітують ґрунтову родючість.

Таким чином, аналіз величезної кількості даних, отриманих унаслідок поєднаного вивчення лісів і ґрунтів, дозволяє О.С. Мігунової розвинути лісотипологічні ідеї та запропонувати класифікацію лісових місцезростань Українського Полісся, що являє собою доповнений якісно-кількісними показниками ґрунтоутворюючих порід, ґрунтових вод та елементами рельєфу, варіант едафічної сітки [9]. Отже, абсциса трофності, проградуєвана за вмістом фосфору, калію, а також за механічним складом ґрунтоутворюючих порід, а ордината гігротопів – за рівнем ґрунтових вод і геоморфологічною будовою ландшафту. За цим варіантом едафічної сітки можна прослідкувати зміну генетичних типів ґрунтів Полісся – від сухих слабопідзолистих ґрунтів і далі до ґрунтів різного ступеню оглеєності аж до торфовищ, пов'язану із відмінностями їх водного режиму, спричиненими перерозподілом рельєфом вологи. У свою чергу, зміна едафічних умов супроводжується закономірною зміною складу та продуктивності лісостанів, що також відображено у кількісних характеристиках.

Отже, О.С. Мігунова, на прикладі розробленої нею поєднаної класифікації лісів і лісових місцезростань Українського Полісся (та інших регіонів), показала подальшу направленість розвитку лісотипологічних ідей – перехід від якісних до якісно-кількісних характеристик типів лісорослинних умов, чим окреслила перспективний напрям досліджень лісового ґрунтознавства – розробка якісно-кількісної системи ґрунтових показників, що визначає певний склад та продуктивність лісостанів.

Завершуючи дуже стисле описання творчого внеску Олени Сергіївни Мігунової у розвиток лісового ґрунтознавства та лісової типології, слід зазначити, що, приділяючи значну увагу класичним ідеям, традиціям лісівництва та ґрунтознавства, її роботи у цих галузях наук також цілком можна віднести до рангу класичних, а ім'я О.С. Мігунової поставити поруч зі світовими іменами відомих природознавців.

На даний час перед лісівниками Полісся, утім як і всієї України, стоїть багато питань, що потребують вирішення – збільшення площі лісів, збереження біологічного різноманіття, підвищення продуктивності лісів та їх стійкості до несприятливих умов довкілля, розвиток мережі моніторингу, інвентаризація лісів, невиснажливе лісокористування тощо. Специфічною проблемою регіону є освоєння раніш осушених земель, що знов заболочуються. Розв'язання цих проблем у Поліському регіоні ускладнюється ще й наслідками Чорнобильської катастрофи. Вирішуючи ці проблеми, треба пам'ятати, що основним засобом виробництва є і завжди буде залишатися земля. І від того, наскільки ми вміло та раціонально можемо

оцінювати, користуватися та зберігати найголовнішу якість землі – її ґрунтову родючість, й буде залежати і ефективність вирішення покладених на лісову галузь задач, і загалом – стан та майбутнє лісів.

ґрунтознавчий напрям досліджень Поліської станції має глибоке історичне коріння та пов'язаний з іменами багатьох видатних вчених, тому сподіваємося, що науковці Поліського філіалу УкрНДЛГА в подальшому будуть активно розвивати цей напрям і стануть гідними послідовниками існуючих традицій лісового ґрунтознавства.

Література

1. Крупенников И.А. История почвоведения (от времени его зарождения до наших дней). – М.: Наука, 1981. – 328 с.
2. В.В. Докучаев. Сочинения т.VII. – М.: Изд-во АН СССР, 1953. – 504 с.
3. Мигунова Е.С. Лесоводство и почвоведение (исторические очерки). – М.: Экология, 1994. – 246 с.
4. Морозов Г.Ф. Письмо по поводу избрания в почетные члены Почвенного комитета // Русский почвовед. 1916. № 1–4. – С. 1–3.
5. Морозов Г.Ф. Типы и бонитеты // Лесной журнал. 1912, вып. 6–7. – С. 843–872.
6. А.О. Скородумов. Научно-организационная деятельность Г.Н. Высоцкого. Ботанический журнал, № 1, 1951, 108 с.
7. Смольянинов И.И., Угаров В.Н. Методические рекомендации по количественной оценке эффективного плодородия почв, почвенной бонитировке на основе показателей почвенного питания растений (фитотрофный метод). – Харьков, 1974. – 36 с.
8. Самойлова И.И. Характер воздействий удобрений на микробиологический режим лесных почв в насаждениях различных типов лесорастительных условий // Лесоводство и агролесомелиорация. – К.: Урожай, 1979, вып. 54. – С. 39–49.
9. Е.С. Мигунова. Леса и лесные земли (количественная оценка взаимосвязей). – М.: Экология, 1993. – 364 с.

Распопина С.П.

Становление лесного почвоведения и вклад исследователей почв Полесского региона в его развитие.

Украинский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации им. Г.Н.Высоцкого, г. Харьков

Кратко изложена история развития лесного почвоведения в целом и организация почвенных исследований на Полесском филиале УкрНИИЛХА. Освещены характер исследований лесных почв Украинского Полесья, их основные результаты, а также вклад ученых-исследователей почв Полесья в развитие лесного почвоведения.

Raspopina S.P.

The history of forest soil science and contribution of soil scientists to its development in Polissya Region

Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G.M.Vysotsky, Kharkiv

The overall history of forest soil science and organisation of soil research at Polissya branch of URIFFM is reviewed concisely. Main directions and the results of forest soil research in Ukrainian Polissya as well as contribution of researchers of Polissya soils to the overall development of forest soil science are described.

В. Л. Мешкова –
доктор сільськогосподарських наук,
 Український науково-дослідний інститут
 лісового господарства та агролісомеліорації
 ім. Г. М. Висоцького, м. Харків

Лісова ентомологія в Україні: історія, здобутки й завдання

Вирощування лісів неможливо без їх захисту. Для багатьох лісівників поняття «лісова ентомологія» асоціюється з лісозахистом, і навіть ще вужче – з обприскуванням насаджень.

Насправді, лісозахист – це виробничо-технічна область знань, що може розвиватися лише на базі досліджень видового складу, біології, екології деревних порід, комах, збудників хвороб із урахуванням кліматичних і лісорослинних умов, структури насаджень, антропогенних впливів (у тому числі лісогосподарської діяльності) та взаємодії цих і багатьох інших чинників.

Критеріями оптимізації технологічних параметрів штучно створених насаджень є переважно їх темпи росту і продуктивність (для лісових смуг – висота, для насінних плантацій – урожайність). При цьому вважається, що якщо насадження добре росте, то воно і є життєздатнішим. Часто воно так і є, але певні поєднання технологічних параметрів впливають на життєздатність рослин через зміни мікрокліматичних показників, а ті своєю чергою – на темпи й терміни розмерзання і прогрівання ґрунту й різних частин дерев, на темпи розвитку й життєздатність комах-фітофагів і ентомофагів, сапрофітних мікроорганізмів і збудників хвороб. Тому ми виявляємо непередбачені наслідки лісогосподарської діяльності і доходимо висновку, що розробку будь-яких заходів із захисту лісу слід починати з дослідження причин розмножень тих чи інших шкідливих організмів.

Одним із нечисленних чинників впливу на стан лісів, який можливо кількісно обліковувати та певною мірою регулювати, є комахи. Лісових комах вивчає лісова ентомологія. Шкідливі комахи становлять лише малу частку від усіх лісових комах і при обприскуванні лісу інсектицидами ми завдаємо незворотної шкоди лісовій екосистемі.

Серед лісових комах декілька десятків видів можуть пошкоджувати дерева, і сотні видів, живлення яких дуже мало відбивається на стані і продуктивності насаджень. Деякі фітофаги живляться на трав'янистій рослинності. Інші лісові комахи розкладають екскременти і трупи тварин, мертву деревину, що сприяє надходженню елементів мінерального живлення у ґрунт. У лісі живуть комахи-запилювачі, комахи-хижаки і паразити, які уражують теплокровних тварин і комах-фітофагів. Понад 200 видів комах, що живуть у лісі, є червонокнижними. Діяльність усіх лісових комах відбивається на циклі вуглецю, який є нині предметом уваги вчених світу. Таким чином, лісова ентомологія, насамперед, приділяє увагу комахам-шкідникам лісу, але всі лісові комахи є предметом її дослідження.

Саме спостереження за лісовими комахами були покладені в основу перших теорій динаміки популяцій, тому що масові розмноження комах здавна реєструвалися в багатьох країнах. Людям, далеким від ентомології, здається, що про масових шкідників лісу відомо все, адже все написано в підручниках! Але на це можна відповісти: адже є підручники з лісівництва, лісової таксації, лісової дендрології, лісової типології, то хіба це значить, що все відомо з цих дисциплін! Навіть шкільні підручники з фізики чи біології періодично поновлюються з урахуванням набутих знань.

Перші підручники з ентомології, написані німецькими авторами [89], виявилися непридатними в умовах степових лісів. При створенні підручників автори зазвичай розглядали приклади з регіонів, де вони проводили дослідження, враховували певні лісорослинні умови й погоду в роки досліджень. У підручниках, написаних авторськими колективами, матеріал не зводиться за порівнянням одних об'єктів у різних регіонах: розділ про короїдів, наприклад, пише спеціаліст із С.-Петербурга, а про хрущів – із Воронезької області [68, 85].

Прогностичні таблиці, що пов'язують чисельність шкідників і міру пошкодження дерев, є або наслідком усереднення даних, одержаних на великій території від Литви до Камчатки [64], або результатом досліджень в одному лісгоспі. Ці дані, а також визначення маси листя і таксаційних показників, необхідні для обчислення критичної щільності комах, мають урахувувати регіональні й локальні особливості насаджень.

У наявній довідковій літературі з лісової ентомології містяться описи біології комах, запозичені в іншорегіонних авторів, зокрема, К. Ешериха (Німеччина) [89], М. М. Римського-Корсакова (північ Росії) [75], О. І. Воронцова (центральні області Росії) [13]. Підручник М. М. Падія [69] містить також дані, одержані у центральних областях України, але не враховує регіональні особливості географічних популяцій шкідників у межах України, їх взаємодії з кормовими породами. Такі дослідження відсутні, хоча є дуже важливими для вирішення практичних питань вирощування стійких насаджень і лісозахисту.

Після підручника й визначника лісових комах, складених М. М. Падієм [67, 69], довідника з лісозахисту, складеного авторським колективом УкрНДЛГА і виданого у 1988 році [81], та книги Л. Г. Апостолова [3] з лісової ентомології опубліковано лише дві книги – «Массовые хвое- и листогрызущие вредители леса» (С. Г. Гамаюнова та ін., 1999 [37]) та «Історія і географія масових розмножень комах-хвоєлистогризів» (В. Л. Мешкова, 2002 [55]). У той же час у Польщі щорічно видаються

підручники, довідники, атласи комах і хвороб лісу. В Угорщині публікується цикл кишенькових книжок для любителів-ентомологів і практиків лісознавства, присвячених мінерам, ксилофагам та іншим екологічним групам комах. У багатьох країнах Європи щорічно публікуються зведення про поширення шкідників і хвороб лісу з картографічними матеріалами і аналізом метеорологічних показників [56].

Так само як ліс, за словами Г. Ф. Морозова, є явищем географічним, лісових комах слід розглядати як компонент певного лісового угруповання в конкретних умовах господарювання [13]. Навіть якщо ми знаємо уразливі стадії шкідника, терміни їх настання й дати проходження відрізняються, залежно від року, географічного регіону і лісорослинних умов. Прийшов час аналітичного підходу до зведення даних, одержаних у різних регіонах і насадженнях.

Перші публікації з лісової ентомології в Україні відомі з початку ХХ віку [11], а організовані роботи розпочалися з відкриттям Дарницької дослідної станції та Київської лісової дослідної станції [25]. Дослідження З. С. Голов'янка [17] були проведені в регіонах із інтенсивним веденням лісового господарства, активним створенням лісових культур на зрубках часів громадянської війни, а пізніше – на пісках Нижньодніпров'я. Роботи базувалися на вивченні екології окремих видів небезпечних комах і були спрямовані на надання рекомендацій для ведення лісового господарства. З довоєнних часів відомі роботи Д. Ф. Руднева, проведені спочатку на Дарницькій дослідній станції, а потім – у лісовому секторі Українського інституту захисту рослин [76–78]. З відомих учених того покоління слід назвати А. Г. Іллінського [29, 31, 32], який розробив класифікацію типів відмирання і заселення шкідниками соснових стовбурів [31] і під редакцією якого (разом із І. В. Тропіним) створено вже після його переїзду у ВНДЛІМ «настільну книгу лісознавця» – «Надзор, учет и прогноз массовых размножений хвое- и листогрызущих насекомых» [64]. Практики користуються нею вже понад 40 років, хоча в ній, як і в будь-якій праці, є певні недоліки, невірні уявлення й відомості, які нині уточнено. Серед них – уявлення про можливість прогнозування виходу з діпаузи звичайного соснового пильщика на основі даних про перетворення еонімф у пронімфи, про можливість використання сум температур для прогнозування всіх стадій комах, певні особливості біології окремих видів комах тощо.

Одночасно з українською школою лісової ентомології розвивалася лєнінградська [75], дослідження якої на півночі були більшою мірою екологічними, тоді як на півдні (на об'єктах дослідної мережі ВІЗР) на перший план виходила розробка заходів із захисту насаджень, особливо створюваних у степу і на пісках [82]. Проте результати досліджень, проведених в Калмикії чи у Воронезькій області, не можна автоматично переносити на регіони з подібними, на перший погляд, умовами на півдні та сході України.

Слід зауважити, що в довоєнні роки кожний дослідник (яких було мало) мав до десяти помічників технічного персоналу. У викопуванні ям для обліку хрущів брали участь декілька копальників і декілька розбиральників, а науковець безпосередньо визначав видову належність комах, уже розкладених по окремих посудинах, і робив аналіз одержаних даних.

Звідти й результати, які дивують при читанні статей тієї пори тих, хто сам здобував первинні дані, наприклад, проводив аналіз модельних дерев на заселеність стовбуровими шкідниками. Як можна за три роки зробити одному повний ентомологічний аналіз декількох сотень модельних дерев! Адже коли навіть відрізки стовбура привозять у лабораторію, на аналіз одного дерева витрачається не менше тижня!

Лісових комах у фауністичному й екологічному аспектах вивчали й вивчають в Україні вчені університетів, природничих музеїв, ботанічних садів, Інституту зоології [4, 5, 7, 14, 22–24, 26–28, 30, 33, 35, 36, 70–73, 86–88]. В аспекті лісознавства досліджень було значно менше.

Так, стовбурових шкідників і хрущів на Сході і на Півдні країни досліджував З. С. Голов'яно [17], стовбурових і хвоегризів – А. Г. Іллінський [29, 32]. На Нижньому Придніпров'ї працювали З. О. Складарова, І. М. Тарасенко [79], понині працює С. В. Назаренко [65], які уточнили видовий склад і деякі особливості розвитку стовбурових шкідників у регіоні. Пагонов'юнам присвячено роботи В. Д. Бедного [6] та І. М. Тарасенка [83].

Питання стійкості насаджень до шкідливих комах [77, 78] і поширення великого дубового вусача в довоєнні роки досліджував Д. Ф. Руднев [76]. Комах-листогризів і шкідників коріння вивчав Й. Т. Покозій [72, 73], непарного шовкопряда в Криму – В. Ю. Пархоменко. Дубову ксифідрію в Київській області вивчав А. Є. Червоний [86, 87], вузькотілу златку – С. В. Зверезомб-Зубовський [25]. У Волинському Поліссі дослідженню стовбурових шкідників сосни присвячено роботи В. В. Козака [34], у Київському Поліссі – І. В. Гурандо [73], у Західному Поліссі – Н. І. Осипенко [66].

Короїда типографа вивчали у Карпатах у зв'язку з вітровалами [10, 16], а останнім часом – у зв'язку з випробуванням феромонних пасток [90]. Стовбурових шкідників дуба на Сході України у 70-ті роки минулого сторіччя досліджував О. І. Мезенцев [38, 39].

В УкрНДЛІГА дослідження з лісової ентомології проводилися з перших днів його існування. Червиццю пахучу вивчав В. Л. Циопкало, короїдів – М. С. Грезе. Зазначені автори розробили також рецепти гусеничного клею для обліку соснового шовкопряда, брали участь у випробуваннях ДДТ і гексахлорану проти хрущів та комах-хвоєлистогризів. У 1957 році розроблено "Рекомендації щодо боротьби з личинками хрущів на культурах сосни", "Порадник щодо боротьби з шкідниками ясеневих насаджень", "Інструктивні вказівки зі збереження ентомофагів при проведенні винищувальних заходів" (О. Г. Тремль, М. О. Анфінніков) [45, 52]. Ентомофауну лісових смуг вивчали Б. А. Вайнштейн [9] і А. Г. Тремль, біологію червиці в'їдливої (1954) та соснового підкорового клопа (1958–1960) – М. О. Анфінніков [45].

Лісовими ентомологами було досліджено біологію шкідників тополь [84], соснових пильщиків [1, 22], зеленої дубової листокрутки [7, 74], шкідників дуба [63], шкідників селекційних об'єктів [12], фундука і ліщини [18], непарного шовкопряда [26, 33, 40, 46, 88].

У 1970-ті роки лабораторія прогнозів відділу захисту лісу УкрНДЛГА, що налічував тоді понад 20 осіб, аналізувала зразки гілок, гнізд, лялечок, яйцекладок, проводила експедиційні обстеження насаджень, складала прогнози масового розмноження основних комах-хвоєлистогризів для всієї України (Й. Д. Авраменко, М. І. Прокопенко). Було розроблено "Методичні рекомендації щодо нагляду, обліку, прогнозування та боротьби з монашкою" (1982), "Методичні рекомендації щодо обліку чисельності та прогнозування дубового похідного шовкопряда в лісах УРСР" (1982), "Порадник щодо обліку, нагляду, прогнозування чисельності та стану популяцій комах-листогризів" (1990).

З початку 80-х років роботу з аналізу зразків, прийняття рішень про проведення лісозахисних заходів, а пізніше – проведення обробки насаджень було передано підприємствам (спочатку – міжбласним станціям) лісозахисту, які було створено в Харкові, Цюрупинську, Білій Церкві, Вінниці, Львові та Алушті [45].

У 1970–1990 рр. УкрНДЛГА проводив випробування різних препаративних форм інсектицидів і апаратури для обприскування разом із іншими інститутами – ВДІЛМ, БелНДЛГ, ВДІГІНТОКС, ВДІПАНГ, АЗНДІРГ. Крім хімічних інсектицидів, досліджували бактеріальні й вірусні препарати, зокрема дію та післядію вірусного препарату Вірін-ЕНШ на популяцію непарного шовкопряда [40–42], визначено оптимальні поєднання вірусних і бактеріальних препаратів [43–44], досліджено тривалість збереження ентомопатогенних мікроорганізмів у компонентах лісових екосистем, вплив на ентомофагів [15, 40, 41].

Було розроблено «Інструкцію щодо технології авіаційно-хімічного захисту лісу», рекомендації щодо комплексного захисту дібров від пошкодження комахами та всихання, щодо боротьби проти листокруток, «Методичні вказівки щодо державного випробування хімічних інсектицидів, мікробіологічних препаратів та фунгіцидів проти шкідників і хвороб лісу» (1996), «Тимчасову інструкцію застосування аерозольної технології для захисту лісу від хвоє-листогризучих шкідників з використанням генераторів регульованої дисперсності ГАРД-МН» (1997), «Методику оцінки ефективності виробничого застосування вірусних інсектицидів» (1998) – (дві останні – разом із об'єднанням «Укрлісозахист»).

Разом із об'єднанням «Укрлісозахист» визначено умови реактивації діапаузи рудого соснового пильщика (на стадії яйця), соснового шовкопряда (на стадії гусениці), звичайного соснового пильщика (на стадії еонімфи) та одержання личинок у терміни, які відрізняються від природних [60]. Установлено оптимальні температуру та фотоперіод для лабораторного утримання рудого та звичайного соснових пильщиків, соснової совки і соснового шовкопряда, для останнього встановлено також оптимальну щільність утримання у різних віках. Розроблено технологію виробництва вірусних препаратів Вірін-ЗСП і Вірін-РСІ. Визначено вік личинок і концентрацію поліедрів при їх зараженні, термін і температуру утримання на обробленій вірусом хвої, за яких у найкоротші терміни можна одержати найбільшу кількість вірусного матеріалу для виробництва препаратів [20, 54]. Виявлено механізми дії вірусного препарату залежно від фази спалаху масового розмноження рудого соснового пильщика [59].

Обґрунтування доцільності застосування пестицидів для захисту лісу було частково вирішено в «Методиці визначення збитків, яких завдають листогризучі шкідники деревостанам дуба у лісостепових і степових умовах місцезростання України» (М. І. Прокопенко), «Попередній методиці аналізу багаторічних даних спостережень за дефоліацією та станом лісів» (В. Л. Мешкова), моделях річного та багаторічного прогнозів шкодочинності комах-листогризів (О. В. Дунаєв) [21]. Проте ці методики ще потребують удосконалення.

Із появою ефективних пестицидів і розвитком авіації основним напрямом досліджень із лісозахисту стала розробка технології випробування пестицидів, і з тих пір на лісову ентомологію почали дивитися зневажливо: «якщо є порошок, навіть там щось визначати та вивчати». Роботи з випробування інсектицидів проводилися здебільшого під час розвитку весняних шкідників, і весь період з квітня до червня, коли можна провести найбільш плідні дослідження біології комах, витрачався на технічні роботи, розбивку пікетів, установлення облікових площадок, очікування сприятливої погоди для обприскування тощо.

З 1986 року розпочато дослідження методів обліку та прогнозування масових розмножень комах-хвоєлистогризів. Побудовано оптимізовані плани обліку комах на різних стадіях (В. Л. Мешкова), таблиці для прогнозування пошкодження насаджень залежно від чисельності комах-хвоєлистогризів з урахуванням походження, бонітету та віку насаджень (В. Л. Мешкова, С. В. Влащенко, Й. Д. Авраменко). Випробувано феромонні пастки для нагляду та контролю шкідників лісу (С. Г. Гамаюнова, Л. В. Новак) [45, 46].

Поширення персональних комп'ютерів на початку 90-х років сприяло розвитку інформаційних технологій у лісозахисті. Створена в УкрНДЛГА інформаційно-пошукова система «Лісозахист» випередила час і не була сприйнята виробничниками, але дала змогу аналізувати накопичений матеріал. За минулі роки суттєво змінилося програмне забезпечення, і переробляти програми, створені для DOS, нині не має сенсу. Накопичену інформацію використано для аналізу та з'ясування основних питань лісозахисту: які види комах, де, коли, за яких умов утворюють спалахи масового розмноження; чому частота, інтенсивність і тривалість спалахів відрізняються залежно від регіону, а у межах насадження – від лісорослинних умов і структури насаджень [53–55]. З використанням ГІС-технологій побудовано зони загрози шкідників на

макро- та мікрорегіональному рівнях, розраховано їх зміни з урахуванням можливих глобальних змін клімату, розроблено методику використання космічних знімків для оцінки поширення пошкодження лісів [8, 91, 92].

Проаналізовано зв'язок масових розмножень комах-хвоелистогризів з індексом Вольфа, частоту їх у різні періоди 11-річного циклу сонячної активності (СА), збіг з роками різних змін СА, формами циркуляції атмосфери. Доведено опосередкований вплив СА на значення метеорологічних показників у критичні періоди окремих видів комах-хвоелистогризів [51].

Розроблено фенологічну теорію, яка пов'язує відмінності в частоті, інтенсивності та тривалості масових розмножень комах-хвоелистогризів у різних географічних і екологічних популяціях з відмінностями співвідношення термінів і темпів прогрівання повітря і ґрунту в різних регіонах, лісорослинних умовах і залежно від структури насаджень, що впливає на співвідношення темпів розвитку фітофагів і кормових рослин, ентомофагів і фітофагів [55].

Запропоновано класифікацію комах-хвоелистогризів за типами сезонного розвитку. Це дало змогу по-різному підходити до сезонного прогнозування залежно від того, на якій стадії даний вид зимує та діапаузує [48, 55].

На базі багаторічних досліджень проведено зонування території України за ймовірністю масових розмножень хвоєгризів і листогризів, дано бальну оцінку принадності насаджень за комплексом лісорослинних умов для 10 основних видів комах-хвоелистогризів і методику її використання для визначення меж і площ потенційних осередків за матеріалами лісовпорядкування [47, 50]. Розраховано залежності розвитку окремих стадій цих видів від кліматичних умов, складено фенологічні календарі, запропоновано методику і схему визначення термінів захисту лісу від цих комах [48, 55]. Запропоновано схему стратегічного, тактичного й оперативного прогнозування масових розмножень і відповідні методики [57].

Визначенню ролі окремих еколого-біологічних чинників у стійкості соснових культур до пошкодження комахами присвячено дослідження ентомологів лабораторії захисту лісу УкрНДЛГА на початку ХХІ століття. Виявлено списки комах, що пошкоджують коріння, пагони, хвою, на різних етапах життя соснових культур і залежність пошкоджуваності рослин від лісорослинних умов, агротехніки створення та вирощування садивного матеріалу і лісових культур, лісгосподарських заходів (В. Л. Мешкова, С. Г. Гамаюнова, Л. В. Новак, Д. В. Стовбуненко). Особливу увагу приділено розробці заходів із захисту культур сосни від хрущів (В. Л. Мешкова, Д. В. Стовбуненко) [54, 58].

В літературі найбільше уваги приділяється стовбуровим шкідникам хвойних порід, зокрема ялини і сосни [10, 19, 29, 34, 79, 90]. Стовбурових шкідників листяних порід вивчали значно менше [25, 38, 86], що певною мірою пов'язане з менш трудомісткими розтинанням і окорюванням сосни порівняно з дубом, а також із тим, що у регіонах із переважанням листяних порід помітнішими є наслідки дії комах-листогризів.

Стовбурові комахи спричиняють фізіологічну (ослаблюють живі дерева) або технічну (руйнують деревину мертвих дерев і лісоматеріалів) шкоду, рівень якої визначається станом насаджень, видовим складом і чисельністю комах. Роль комах цієї групи в Україні тривалий час була малопомітною, а в останні роки посилилась, у зв'язку з дією природних чинників і лісгосподарської діяльності. Тому в УкрНДЛГА з 2005 року розпочалися дослідження впливу лісгосподарської діяльності на поширення осередків стовбурових шкідників [62].

Лісгосподарська діяльність впливає на поширення і шкодочинність стовбурових комах як негативно (є сприятливою для стану лісу), так і позитивно (є сприятливою для шкідників лісу). З одного боку, лісгосподарські заходи із захисту лісу включають вибіркові й суцільні санітарні рубки, викладання ловильних дерев із наступним окорюванням або обприскуванням інсектицидами (що давно вже не робиться), корчування, пониження й окорювання пнів. При проведенні цих заходів у вірно визначені терміни і при вірній діагностиці дерев для відведення в рубку може бути досягнута певна ефективність [85].

З іншого боку, будь-які заходи, внаслідок яких насадження ослаблюються (підсочування дерев, інтенсивне зріджування, прорубування протипожежних розривів; суцільні рубки), внаслідок яких на ділянках, пройдених цими заходами, або на межі з ними (з суцільними зрубамі) змінюється мікроклімат, сприяють збільшенню бази для розмноження стовбурових шкідників і для їх додаткового живлення. При останньому стовбурові шкідники ослаблюють дерева, які стають сприйнятливішими до заселення ними. Зміни світлового й теплового режимів обумовлюють також зміни співвідношення між темпами росту крони і коренів, що часто призводить до ослаблення дерев. Очікуваний позитивний вплив лісгосподарських заходів на насадження зводиться нанівець за їх невчасного проведення, без урахування наслідків для окремих компонентів екосистеми, зокрема стовбурових шкідників.

Установлені терміни рубок, терміни і способи очищення лісосік не враховують регіональних особливостей сезонного розвитку стовбурових комах і темпів висихання порубочних залишків при різних способах зберігання. Так, безглуздом є штрафування лісівників за залишення в лісі порубочних залишків, які вже не є небезпечними з точки зору заселення стовбуровими шкідниками, а навпаки, є місцем розмноження корисної фауни і джерелом мінеральних і органічних речовин для виростання нового покоління лісу. Тому важливим є встановлення термінів проведення лісгосподарських і санітарних заходів, найбільш небезпечних з точки зору поширення стовбурових шкідників, а також термінів, протягом

яких деревні залишки і пеньки можуть бути місцями розмноження фізіологічних шкідників у різних регіонах і лісорослинних умовах.

Таким чином, для зменшення негативного впливу лісогосподарських заходів на поширення осередків стовбурових шкідників слід з'ясувати такі аспекти:

- яким чином екологічні зміни, що відбуваються внаслідок проведення лісогосподарських заходів, можуть впливати на поширеність і шкодочинність господарсько-важливих видів стовбурових шкідників;
- якою мірою ксилофаги в різних географічних і екологічних популяціях можуть прискорити погіршення стану та відмирання дерев? (фізіологічна шкода);
- якою мірою заселення дерев ксилофагами впливає на якість деревини? (технічна шкода);
- яким чином можна діагностувати заселення дерев стовбуровими шкідниками і, якщо процес ослаблення незворотний, вчасно отримати високосортову деревину;
- якими лісогосподарськими заходами можна обмежити поширення стовбурових шкідників у лісових насадженнях?

Особливої уваги варті дослідження з захисту плодів і насіння деревних порід від пошкодження комахами, розробка заходів із захисту селекційних об'єктів. Насінні плантації спеціально утримують розрідженими з метою сприяння кращому запиленню та дозріванню насіння. Проте найбільш освітлені плантації найбільшою мірою уражаються комахами, серед яких не тільки шкідники плодів і насіння, але й листя (хвої) та стовбурів. Тому плодів на таких плантаціях зав'язується багато, а зібрати їх вдається іноді менше, ніж у лісі. Вчасний захист насінних плантацій є дуже важливим, тому що після відкладання яєць шкідниками у зав'язь ніякі обробки вже не можуть зменшити завдану шкоду. У зв'язку з розтягнутим льотом шкідників насіння, обприскування плантацій необхідно повторювати не менше двох разів, що ніяк не можуть усвідомити виробничники.

В Україні шкідників генеративних органів листяних інтродуцентів досліджувала Р. І. Земкова [27], шкідників соснових селекційних об'єктів – С. В. Влащенко, але ще потребують уточнення особливості сезонного розвитку окремих видів комах у географічних і екологічних популяціях, вразливості окремих клонів, визначення ефективності сучасних препаратів. Підготував в УкрНДІЛГА і у 2004 році захистив дисертацію щодо біологічних основ захисту фундука і ліщини від комах мешканець Йорданії Омар Аль-Бадарат, який порівняв сезонний розвиток ліщинового довгоносика у різних регіонах (від Мордовії до Йорданії) і на різних сортах фундука [2]. Подібний підхід слід запровадити при вивченні шкідників плодів і насіння дуба, сосни, модрина та інших деревних порід.

Захисні насадження, зокрема, полезахисні смуги, знаходяться в незадовільному стані на більшій частині України. Їх роль у захисті полів і садів доведено неодноразово. Проте цю роль насадження можуть відігравати лише за підтримання їх певної висоти та щільності, які значною мірою визначаються станом дерев. У лісових смугах розвиваються лісові комахи, а також зимують і іноді проходять додаткове живлення польові комахи. У 30–50-ті роки минулого сторіччя навіть ставили під сумнів питання, чи не є меншим позитивний вплив полезахисних смуг на мікроклімат на полях і врожаї, ніж негативний унаслідок накопичення у смугах і біля них (у тому числі для зимівлі) шкідників сільськогосподарських культур. Фактично останнім і було присвячено більшість проведених досліджень. В Україні з 50-х років минулого сторіччя дендрофільній ентомофауні лісових смуг уваги не приділяли, за винятком суто фауністичних досліджень [3, 4, 73], випробувань вірусного препарату Вірін-ЕНШ проти непарного шовкопряда [42]. У той же час відновлення функцій полезахисних насаджень вимагатиме проведення певних лісогосподарських заходів з урахуванням можливого негативного чи позитивного впливу на поширення дендрофільних комах.

Взаємодія комах і збудників хвороб лісу досліджена в Україні дуже мало, хоча це має велике значення при оцінюванні стану насаджень і призначенні захисних заходів. Окремої уваги потребують дослідження комах-індикаторів ослаблення дерев унаслідок розвитку хвороб, комах-переносників збудників хвороб і конкурентні відносини комах і збудників хвороб при заселенні дерев. Перший напрям охоплює дослідження комах і ентомокомплексів у насадженнях, ослаблених будь-якими чинниками, зокрема, техногенним забрудненням (І. М. Соколова), кореневою губкою (О. В. Кучерявенко) [50]. Другу частину експериментально в Україні досліджував А. Є. Червоний на прикладі дубової ксифідрії *Xiphydria longicollis* Geoffr. (Hymenoptera, Xiphydriidae) [86]. Третій аспект висвітлено А. І. Мезенцевим при вивченні заселення дуба стовбуровими шкідниками та опеньком [38].

Дослідження з лісової ентомології мають значення також при здійсненні програм моніторингу лісів. Так, моніторинг I рівня включає оцінку причин пошкодження крон і груп причин пошкоджень. Мета моніторингу II рівня – знайти зв'язки між інтенсивністю чинника пошкодження і рівнем пошкодження, тобто причинно-наслідкові механізми. Зазвичай, оцінку пошкодження крон на ділянках моніторингу проводять одночасно з обліком стану крон (у липні-серпні). Проте діагностика хвороб або комах передбачає зрізання дерев або їх частин, зняття кори, що заборонено здійснювати на точках моніторингу. Для дерев, що ростуть на точках моніторингу, можливо реєструвати лише видимі симптоми та ознаки, а частини дерев брати для аналізу лише поза межами ділянок. У багатьох випадках потрібне додаткове відвідування точок моніторингу для виявлення причин пошкоджень.

Для зменшення помилок у діагностиці потрібно відповісти на питання: які симптоми та ознаки видимі; які види комах можуть бути причинами пошкоджень; коли і як підтвердити встановлений діагноз?

Через відмінності в географічних і кліматичних параметрах, складі порід і шкідливих організмів, для кожного регіону доцільно переглянути симптоми, ознаки і дати додаткового обліку. Для умов України нами було встановлено такі показники для комах-хвоелистогризів і основних стовбурових шкідників [61].

Аналіз викладеного вище матеріалу свідчить, що географічний і екологічний аспекти при вивченні лісових комах набувають великого значення. Проведення досліджень у цьому напрямі дасть змогу вирішити важливі практичні і фундаментальні питання, зокрема, пов'язані з прогнозуванням наслідків глобальних змін клімату і розробкою заходів щодо їх пом'якшення. Незалежно від того, чим викликано глобальне потепління, яка тривалість цього процесу, людство і, зокрема, лісова галузь, мають бути готові і вчасно вжити певних заходів. Поширення, розвиток, розмноження, життєздатність пойкилотермних організмів (у тому числі, рослин і комах) залежать від кліматичних умов прямо й опосередковано через співвідношення ходу температури повітря та ґрунту, темпи росту й розвитку, взаємодію в системах фітофаг-корм, хижак-жертва, властивості корму та місць перебування тощо [55].

Доведено, що для кожного виду комах криві залежності темпів розвитку окремих стадій від температури є подібними в різних популяціях, проте за несприятливих умов (низька якість корму, його нестача) розвиток уповільнюється. За глобальних змін клімату зміняться дати початку та закінчення сезонів вегетації, співвідношення темпів наростання навесні температури повітря і ґрунту [49]. Тому за прогнозованими темпами сезонного ходу температури та залежністю від неї сезонного розвитку комах можна з певною точністю прогнозувати зміни їх поширення і рівня чисельності в різних географічних регіонах.

За змін клімату в окремих видів комах можуть збільшитися кількість генерацій, виникнути додаткові періоди діапаузування (для переживання надто сухих або жарких умов), змінитися перелік пошкоджуваних порід, шкодочинність фітофагів і взаємодії з ентомофагами. Все це можна розрахувати за наявними даними, відомими закономірностями, аналізом аналогів (регіонів, де нинішні кліматичні умови подібні до таких, що прогноуються для територій, які аналізуються) [53, 55].

При цьому мають враховуватися біологічні особливості видів. Так, є види комах, в яких, залежно від погодних умов (тобто – у даному році або в даному регіоні), можуть розвиватися одне чи два-три покоління (або додатково сестринські покоління) за вегетаційний період (це – звичайний сосновий пильщик, деякі короїди). Інші види залежно від таких же змін умов можуть проходити повний цикл розвитку протягом 1–2 (златки) або 3–5 (травневі хрущі) років. Ці види можуть відреагувати на зміни клімату змінами кількості поколінь, що вплине на рівень загрози насадженням. Деякі види за всіх умов у межах ареалу розвиваються лише в одному поколінні. Це, наприклад, зелена дубова листокрутка та зимовий п'ядун. Інші види у природі розвиваються в одному поколінні, але в лабораторних умовах за штучної зміни умов утримання можуть давати два і більше поколінь (непарний шовкопряд). Такі дані стосовно сезонного розвитку окремих видів у різних географічних і екологічних популяціях мають бути систематизовані.

На сезонний розвиток комах впливають як температура, так і фотоперіод, який визначається розташуванням Землі стосовно Сонця, що змінюється протягом року, а також – географічною широтою. Ці показники залишаються постійними за змін клімату. Реакцію різних видів комах на можливі кліматичні зміни можна виявити лише в дослідях, коли декілька поколінь комах на рік у лабораторних умовах вирощують лише завдяки зміні температури чи вологості утримання [20, 60].

Виявлення потенційно небезпечних видів комах, вплив яких може посилитися за змін клімату, має не тільки наукове, а й практичне значення, тому що дасть змогу визначити перелік і черговість здійснення заходів щодо захисту лісу.

Таким чином, аналіз досліджень із лісової ентомології в Україні свідчить про необхідність подальшого їх розвитку в багатьох напрямках з урахуванням особливостей природних умов регіонів і насаджень. Це стосується системи обліку чисельності комах усіх екологічних груп (термінів, місця, симптомів і ознак) і шкодочинності (там, де більша маса листя, потрібно більше особин, щоб його суттєво пошкодити).

Перелік препаратів, дозволених для застосування у захисті лісу, залишається дуже малим, незважаючи на багаторічні випробування, проведені вченими. Зокрема, не внесено в нього базудин, діазинон і дамаск, застосування яких призводить до зменшення пошкоджуваності коріння соснонок личинками хрущів у лісових культурах [58]. Ці препарати зберігаються у ґрунті до 4 місяців, і в районах, де вегетаційний період триває довше, їх необхідно вносити додатково.

Застосування феромонів і атрактантів для обліку чисельності лісових комах, а репелентів – для їх відлякування знаходиться на дуже низькому рівні, що пов'язане з відсутністю вітчизняного виробника цих речовин і незацікавленістю зарубіжних виробників у реєстрації та розмитненні їх продукції в Україні. Нині зареєстровано і дозволено для застосування в Україні лише феромони короїда-типографа [80].

З мікробіологічних пестицидів в Україні зареєстровано для захисту лісу лише 3 вірусні препарати – проти непарного шовкопряда, рудого і звичайного соснових пильщиків. Бактеріальні препарати, що виробляються для захисту сільськогосподарських рослин, у лісі не застосовують у зв'язку з відсутністю їх у «Списку дозволених ...» [80]. За часів СРСР такі препарати (лепідодид, гомелін, дендробацилін, бітоксидацилін та інші) виявилися дуже ефективними щодо комах-хвоелистогризів. Грибні пестициди на основі *Beauveria bassiana* Bals.-Vuill. також не застосовуються в лісовому господарстві України, хоча активні штами і технологія наробки препаратів розроблені в Інституті захисту рослин, а відомості щодо

ефективного їх використання одержані в Росії та в країнах Європи. Ефективність цих препаратів суттєво залежить від вологості доквілля, тому їх недоцільно застосовувати в сухих умовах (наприклад, для захисту від личинок хрущів на піщаних землях Сходу України або на Нижньодніпров'ї), проте вони можуть бути перспективними при внесенні восени в лісову підстилку з метою знищення комах, які в ній зимують (соснового підкорового клопа, гусениць соснового шовкопряда тощо) [54].

Не кожне дослідження відразу дає прикладні результати, але здобутки лісової ентомології слід ураховувати при створенні нормативних документів із ведення лісового господарства. При впровадженні будь-яких технологій і методик має бути проведена експертиза для з'ясування можливих наслідків для поширення шкідливих організмів. Так, матеріали лісовпорядкування мають доповнюватися показниками принадності насаджень для тих або інших шкідливих комах із урахуванням зонування України за ймовірністю виникнення спалахів масового розмноження і бальної оцінки лісорослинних умов [47].

Матеріали порівняльного аналізу життєвих циклів окремих географічних популяцій комах мають бути використані не тільки для уточнення термінів їх обліку, здійснення захисних і профілактичних заходів, а і термінів вивезення деревини, оптимальних розмірів лісосік і способів їх очищення.

Без сумніву, мають бути підготовлені та опубліковані нові довідники, атласи, підручники й посібники з лісової ентомології, в яких будуть ураховані особливості географічних і екологічних популяцій лісових комах, сучасна номенклатура та уявлення про їх роль у лісових екосистемах.

При складанні зазначених посібників важливе місце посідає визначення переліку видів, які потребують висвітлення. Так, є види, які колись вважали небезпечними, а нині втратили господарське значення, зокрема, великий дубовий вусач. Інших видів, наприклад жука-олена, помилково вважали шкідливими, тоді як імаго живиться соком дерев, що витікає з ран, а личинки – лише мертвою деревиною. Види третьої групи є небезпечними в окремих регіонах і зовсім не завдають шкоди в інших – так деякі ксилофаги на півдні можуть ослаблювати дерева при додатковому живленні нарівні з хвоегризами.

З розширенням міжнародної торгівлі та інших зв'язків поширився список видів, які ще не внесені до списків карантинних шкідників, але вже описані дослідниками: каштановий мінер *Cameraria ohridella* Deschka & Dimic (Lepidoptera: Gracillariidae), який уже поширився у Львові і навіть зустрічається в Києві; дубовий клоп-мережниця *Corythucha arcuata* (Say) (Heteroptera: Tingidae); акацієві мінери *Parectopa robinella* та *Phyllonoricter robinella* (Lepidoptera: Gracillariidae), що завдають шкоди в Кіровоградській і Херсонській областях.

Окремої уваги варті шкідники порід-інтродуцентів, до яких ці рослини не пристосувалися на батьківщині. Також набуває особливого значення характеристика видів, які поширені в Україні і можуть бути небезпечними у країнах, куди вони потрапляють разом із деревиною, або змінити в тих умовах особливості сезонного розвитку та поведінки. Вивчати треба також комах-переносників збудників хвороб деревних порід.

Висновки

Предметом лісової ентомології є лісові комахи, з яких шкідники складають невелику частку. Основою прикладних досліджень із лісової ентомології має бути дослідження особливостей географічних і екологічних популяцій комах, зокрема, їх сезонного розвитку. Це дасть змогу зрозуміти роль окремих видів у лісових екосистемах, вдосконалити методи обліку та прогнозування змін чисельності небезпечних для лісу видів, внести зміни до нормативних документів із ведення лісового господарства з урахуванням можливих позитивного й негативного впливів лісгосподарських заходів на поширення і шкодочинність комах.

Література

1. Авраменко И. Д. Хвоегрызущие вредители Казанско-Вешенского песчаного массива и меры борьбы с ними: Автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.09 /ХСХИ. – Харьков, 1960. – 17 с.
2. Аль-Бадарат Омар, Мешкова В. Л., Слюсарчук В. Є. Сезонний розвиток плодів різних сортів фундука й ліщини та їх пошкодження ліщинним довгоносиком *Curculio nucum* L. // Лісівництво і агролісомеліорація. – Вип. 104. – Харків, 2003. – 199–206.
3. Апостолов Л. Г. Вредная энтомофауна лесных биогеоценозов Центрального Приднепровья. – Киев: Вища школа, 1981. – 231 с.
4. Барсов В. А. Биоэкология и питание златогузки в условиях Юго-Востока Украины: Автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.09 / ДГУ. – Днепропетровск, 1973. – 19 с.
5. Бартевев А. Ф. Жуки-усачи Крымского полуострова: Автореф. дис. ... к. б. н./03.00.09: ЗИН АН СССР. – Ленинград, 1989 – 22 с.
6. Бедный В. Д. Побеговьюны в Придонецких борах и меры борьбы с ними: Автореф. дис. ... к. б. н.: 03.00.09 / УСХА.– Киев, 1965. – 18 с.
7. Блажиевская А. П. Биологические особенности и динамика численности зеленой дубовой листовертки в лесах Северо-Востока Украины: Автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.09 / УСХА. – К., 1971. – 21 с.

8. Богомолов В. В., Костяшкін С. І., Мешкова В. Л., Полупан А. В. Методичні засади використання ГС-технологій для дослідження просторової динаміки комах-дефоліаторів // Лісівництво і агролісомеліорація. – 2000. – Вип. 98 – Харків: РВП "Оригінал", 2000. – С. 36–43.
9. Вайнштейн Б. А. Грызущие вредители листьев дуба в полезацинных насаждениях юга УССР: Автореф. дис. ... к.б.н.: 03.00.09 / ХСХИ. – Х., 1949. – 16 с.
10. Васечко Г. Н. Взаимодействие короедов с кормовыми деревьями // Итоги науки и техники. Энтомология. – М.: ВИНТИ, 1981. – Т. 5. – С. 3–139.
11. Васильев И. В. О насекомых, вредивших сосне в Харьковской губернии в 1900 г. – Труды Русского Энтотомол. Об-ва. – 1902. – Т. 35. – С. 3–15.
12. Влащенко С. В. Вредители плантационных культур и семенных плантаций сосны обыкновенной и меры борьбы с ними в северной части Украины: Автореф. дис. ... к.б.н.: 03.00.09 /ВЛТИ. – Воронеж, 1985. – 20 с.
13. Воронцов А. И. Биологические основы защиты леса. М.: Высшая школа, 1963. – 183 с.
15. Гайченя П. А., Серіков О. Я., Фасулаті К. К. Ствбурні шкідники лісу (атлас-визначник). – К.: Урожай, 1970. – 162 с.
16. Гамаюнова С. Г. Влияние бактериальных препаратов на зеленую дубовую листовёртку и ее паразитов: Автореф. дис. ... к.б.н.: 03.00.09 /ВЛТИ. – Воронеж, 1987. – 23 с.
17. Гириц А. А. Основы биологической борьбы с короедом-типографом (*Ips typographus* L., Coleoptera, Iridae). – Львов, 1975. – 154 с.
18. Головянко З. С. К вопросу о лесохозяйственных мерах борьбы с майскими хрущами. – Киев, 1914. – 8 с.
19. Горбунов А. Ф. Вредители фундука и лещины и меры борьбы с ними на Украине: Автореф. дис. ... к.б.н.: 03.00.09 / ХНАУ. – Х., 1979. – 20 с.
20. Гурандо И. В. Некоторые проблемы экологии *Blastophagus minor* Hartig (Coleoptera Iridae) в условиях Киевского Полесья // Вестник зоологии. – 1973. – № 5. – С. 88–89.
21. Давиденко Е. В., Мешкова В. Л. Биологические основы выращивания хвоегрызущих насекомых для производства вирусных препаратов // Фитосанитарное оздоровление экосистем: Материалы II Всероссийского съезда по защите растений (5–10 декабря 2005 г.). – С. – Пб., 2005. – Т. II. – С. 33–35.
22. Дунаев О. В. Листогрызучі лускокрилі комахи – шкідники дуба в нагірних дібровах Харківської області (екологія, прогноз, шкодоцинність): Автореф. дис. ... к.с.-г.н.: 03.00.09 / ХНАУ. – Х., 2001. – 16 с.
23. Завада Н. М. Сосновые пилильщики (Tenthredinidae: Diprionini) в лесах Украинского Полесья и борьба с ними: Автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.09 / УСХА. – Киев, 1979. – 20 с.
24. Загайкевич И. К. Таксономия и экология усачей. – Киев: Наукова думка, 1991. – 180 с.
25. Загайкевич І. К. Матеріали до вивчення фауни короїдів Західних областей України // 36. праць Зоол. музею АН УРСР. – 1957. – № 28. – С. 57–70.
26. Зверезомб-Зубовский Е. В. *Agrilus hastulifer* Ratz. Образ жизни и борьба с ней // Науч тр. Киевской ЛОС. – СПб, 1913. – С. 13–19.
27. Зелинская Л. М. Непарный шелкопряд и дубовая листовертка в лесах Нижнего Приднепровья: Автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.09 / Ин-т зоологии. – Киев, 1964. – 19 с.
28. Земкова Р. И. Вредители генеративных органов листовенных интродуцентов. – К.: Наукова думка, 1980. – 200 с.
29. Зерова М. Д., Котенко А. Г., Серегина Л. Я., Толканец В. И. Энтомофаги зеленой дубовой листовертки и непарного шелкопряда юго-запада европейской части СССР. – Киев: Наук. думка, 1989. – 200 с.
30. Ильинский А. И. Закономерности размножения малого соснового лубоеда и теоретическое обоснование мер борьбы с ним в лесу // Труды по лесн. опыт. делу Украины. – 1928. – Вып. 9. – С. 33–94.
31. Івашов А. В. Консортивні зв'язки зеленої дубової листовійки (*Tortrix viridana* L.): теоретичні і прикладні аспекти: Автореф. дис. ... доктора біол. наук 03.00.16 / ДНУ. – Дніпропетровськ, 2001. – 36 с.
32. Іллінський А. Г. До питання про типи відмирання і заселення шкідниками соснових ствбурів у лісах України // Сер. наук. вид. Укр. зон. НДІ ліс. госп і ліс пром. – Харків, 1931. – Вип. 1. – С. 5–31.
33. Іллінський А. Г. Прядка соснова (*Dendrolimus pini* L.), її життя й заходи боротьби з нею в лісах. – Київ, 1928. – 40 с.
34. Киреева И. М. Экология и физиология непарного шелкопряда. – К.: Наукова думка, 1983. – 127 с.
35. Козак В. Т. Короеды хвойных пород Волынского Полесья, их энтомофаги и меры борьбы с ними: Автореф. дис. ... к.б.н./ 08098: УСХА. – Киев, 1972. – 22 с.).
36. Кришталь О. П. Комахи – шкідники сільськогосподарських рослин в умовах Лісостепу та Полісся України. – Київ: Київський університет, 1959. – 359 с.
37. Лозинский В. А. Главнейшие вредители дуба из отряда чешуекрылых (Lepidoptera) в лесах УССР и меры борьбы с ними: Автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.09 / Ин-т зоологии АН УССР. – Киев, 1958. – 21 с.
38. Массовые хвое- и листогрызущие вредители леса / Гамаюнова С. Г., Новак Л. В., Войтенко Ю. В., Харченко А. Е. – Харьков, 1999. – 172 с.
39. Мезенцев А. И. Вредители стволов и ветвей, их значение и борьба с ними в очагах усыхания в Восточной части лесостепной зоны УССР: Дис. ... к.б.н. / 03.00.09: ХСХИ. – Х., 1980. – 185 с.

40. Мезенцев А. И. Видовой состав стволовых вредителей дуба в Скрипаевском учебно-опытном и Даниловском опытном лесхозах Харьковской области / Тр. Харьк. с.-х. ин-та. – 1979. – Т. 259. – С. 26–29.
41. Мешкова В. Л. Воздействие вирусного препарата ВИРИН-ЭНШ на популяцию непарного шелкопряда в Нижнем Приднепровье: Автореф. дисс. ... канд. биол. наук /03.00.09–энтомология: ВИЗР. – Л., 1980. – 16 с.
42. Мешкова В. Л. Использование патогенов как агентов биологической борьбы с вредными насекомыми // Обзорная информация. – М.: ЦБНТИ ГЛХ СССР, 1986. – Вып. 3. – 36 с.
43. Мешкова В. Л. Методические рекомендации по применению вирусного препарата ВИРИН-ЭНШ против непарного шелкопряда в лесных насаждениях и защитных лесополосах (приняты участниками Харьковской областной научно-технической конференции (26.03.82 г.). – Харьков: правление НТО СХ, 1982. – 5 с.
44. Мешкова В. Л. Оптимизация совместного применения ВИРИНА-ЭНШ и гомелина против непарного шелкопряда // Лесоводство и агролесомелиорация. – К: Урожай, 1988. – В. 76. – С. 44–48.
45. Мешкова В. Л. Оптимизация совместного применения микробиологических препаратов и ядохимикатов против вредителей леса // Экспресс-информация. – М.: ЦБНТИ ГЛХ СССР, 1985. – Вып.11. – С. 11–19.
46. Мешкова В. Л. Роль Харьковских ученых в развитии лесной энтомологии // Изв. Харьк. энтомол. общества. – Харьков, 1998. – Т. VI. – Вып. 2. – С. 175–180.
47. Мешкова В. Л. Современное состояние исследований вспышек хвоелистогрызущих насекомых в Украине // Энтомологія в Україні: Праці V з'їзду українського ентомологічного товариства (7–11 вересня 1998 р., м. Харків). – Вестник зоологии. – 1998. – Окремий додаток № 9. – С. 102–104.
48. Мешкова В. Л. Бальна оцінка придатності ділянок насаджень для комах-хвоелистогризів // Лісівництво і агролісомеліорація. – Вип. 104 – Харків, 2003. – С. 182–190.
49. Мешкова В. Л. Визначення термінів обприскування насаджень інсектицидами проти комах-хвоелистогризів // Лісівництво і агролісомеліорація. – Вип. 103 – Харків, 2002. – С. 64–68.
50. Мешкова В. Л. Вплив глобальних змін клімату на поширення осередків масового розмноження комах-хвоелистогризів // Проблеми екології лісів і лісокористування на Поліссі України. – Вип. 5 (11). – Житомир: Волинь, 2005. – С. 62–65.
51. Мешкова В. Л. Географія осередків масового розмноження комах-хвоелистогризів // Загальна і прикладна ентомологія в Україні: Тези наукової конф., присвяченої пам'яті члена-кореспондента НАН України, д.б.н., проф. В. Г. Доліна (Львів, 15–19 серпня 2005 р.) – Львів, 2005. – С. 146–148.
52. Мешкова В. Л. Докази непрямого впливу сонячної активності на динаміку популяцій комах-хвоелистогризів // Вісник ХНАУ (Серія «ентомологія та фітопатологія»). – Харків, 2004. – № 5. – С. 67–74.
53. Мешкова В. Л. Дослідження УкрНДЛЛГА з лісозахисту за 75 років // Ліс, наука, суспільство: матеріали міжнародної ювілейної наукової конференції, присвяченої 75-річчю із дня заснування УкрНДЛЛГА (30–31 березня 2005 р., м. Харків). – Харків: 2005. – С. 37–38.
54. Мешкова В. Л. Екологічні основи прогнозування масових розмножень основних видів комах-хвоелистогризів лісових насаджень України: Автореф. дис. ... д.с.-г.н.: 16.00.10/НАУ–Київ, 2003. – 43 с.
55. Мешкова В. Л. Захист лісу від шкідливих комах – здобутки та завдання // Інтегрований захист рослин на початку ХХІ століття: Матеріали міжнародної науково-практичної конференції (Інститут захисту рослин УААН, 1–5 листопада 2004 р.). – Київ, 2004. – С. 76–85.
56. Мешкова В. Л. Історія і географія масових розмножень комах-хвоелистогризів. – Харків: Майдан, 2002. – 244 с.
57. Мешкова В. Лісозахист – важлива складова лісознавства // Науковий вісник НАУ. – Київ: НАУ, 1997. – Вип.83. – Захист лісу. – 2005. – С. 19–24.
58. Мешкова В. Л. Прогнозування масових розмножень комах-хвоелистогризів // Лісівництво і агролісомеліорація. Вип. 105 – Харків, 2004. – С. 233–241.
59. Мешкова В. Л. Хрущі – шкідники лісових культур // Лісовий і мисливський журнал. – 2004. – № 3. – С. 22–23.
60. Мешкова В. Л., Давиденко К. В. Динаміка популяцій рудого соснового пильщика після застосування вірусного препарату на різних фазах спалаху // Лісівництво і агролісомеліорація. – 2000. – Вип. 98 – Харків: РВП "Оригінал", 2000. – С. 106–109.
61. Мешкова В. Л., Давиденко К. В. Реактивація діапаузи за лабораторного утримання комах-хвоегривів // Загальна і прикладна ентомологія в Україні: Тези наукової конф., присвяченої пам'яті члена-кореспондента НАН України, д.б.н., проф. В. Г. Доліна (Львів, 15–19 серпня 2005 р.) – Львів, 2005. – С. 148–150.
62. Мешкова В. Л., Мешкова Т. С., Соколова І. М., Чернявська О. М. Терміни діагностики пошкодження дерев комахами у програмі моніторингу стану лісів // Загальна і прикладна ентомологія в Україні: Тези наукової конф., присвяченої пам'яті члена-кореспондента НАН України, д.б.н., проф. В. Г. Доліна (Львів, 15–19 серпня 2005 р.) – Львів, 2005. – С. 150–152.

63. Мешкова В. Л., Новак Л. В., Чернявська О. М. Поширення стовбурових шкідників у порубочних залишках на дубових зрубках // Ліс, наука, суспільство: матеріали міжнародної ювілейної наукової конференції, присвяченої 75-річчю із дня заснування УкрНДЛІГА (30–31 березня 2005 р., м. Харків). – Харків: 2005. – С. 48.
64. Миняйло В. Г. Чешуекрылые лесостепных дубрав Левобережной Украины: Автореф. дис. ... к.б.н.: 03.00.09 / ВЛТИ. – Воронеж, 1986. – 23 с.
65. Надзор, учет и прогноз массовых размножений хвое- и листогрызущих насекомых в лесах СССР / Ильинский А. И., Тропин И. В. – ред. – М.: Лесн. пром-сть, 1965. – 525 с.
66. Назаренко С. В. Ентомошкідники сосновых насаждений Нижньодніпровських пісків //Известия Харьковского энтомологического общества. – 2000. – Т. VIII, вып. 2. – С. 117–121.
67. Осипенко Н. И. О стволовых вредителях хвойных пород в Западном Полесье УССР // Вопросы защиты леса: Науч. тр. – Вып. 50. – М.: МЛТИ, 1974. – С. 113–118.
68. Падий Н. Н. Краткий определитель вредителей леса.– М.: Лесн. пром-сть., 1979. – 240 с.
69. Падий Н. Н., Руднев Д. Ф., Рывкин Б. В., и др. Лесная энтомология. – М.: Лесн. пром-сть, 1965. – 359 с.
70. Падий М. М. Лісова ентомологія – К.: УСГА, 1993. – С. 287–288.
71. Погорляк И. М. Короеды Украинских Карпат: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М., 1968. – 20 с.
72. Погорляк Й. М. Короїди та біологічні основи регулювання їх шкідливої діяльності в Карпатах. – Ужгород: Карпати, 1994. – 130 с.
73. Покозий И. Т. Важнейшие листогрызущие и почвообитающие вредители дуба в Приднепровской части Украины и борьба с ними: Автореф. дис. ... д.б.н.: 03.00.09 / ХСХИ.– Х., 1965.– 39 с.
74. Покозий И. Т. Вредители молодого дуба лесных полос восточной части Харьковской области: Автореф. дис. ... к.с.-х.н.: 03.00.09 / ХСХИ.– Х., 1953.– 17 с.
75. Прокопенко Н. И. Дубовая зеленая листовертка (*Tortrix viridana* L.) в насаждениях Харьковской и Ворошиловградской областей в 1961–1971 годах и мероприятия по борьбе с нею: Автореф. дис. ... к.б.н.: 03.00.09 / ХСХИ.– Х., 1975.– 17 с.
76. Римский-Корсаков М. Н., Гусев В. И., Шиперович В. Я., Полубояринов И. И. Лесная энтомология. – М.-Л.: Гослесбумиздат, 1949. – 507 с.
77. Руднев Д. Ф. Большой дубовой усач в лесах Советского Союза. – К.: АН УССР, 1957. – 212 с.
78. Руднев Д. Ф. Влияние физиологического состояния растений на массовое размножение вредителей леса // Зоол. журн. – 1962. – Т. 11, вып. 3. – С. 313–329.
79. Руднев Д. Ф. Роль порослевого возобновления и некоторых других антропогенных факторов в размножении вредителей леса на Украине //Зоол. журн. – 1959. – Т.38. – №2. – С. 196–207.
80. СклярOVA З. А., Тарасенко И. М. К характеристике очагов стволовых вредителей в сосновых культурах на Нижнеднепровских песках // Лесоводство и агролесомелиарация. – К.: Урожай, 1973. – Вып. 34. – С. 70–75.
81. Список пестицидів та агрохімікатів, дозволених до використання в Україні. Інсектициди та акарициди // Карантин і захист рослин. – 2006.– № 2–3.– 80 с.
82. Справочник по защите леса от вредителей и болезней / Г. А. Тимченко, И. Д. Авраменко, Н. М. Завада и др. – К.: Урожай, 1988. – 224 с.
83. Старк В. Н. Вредители стволов и ветвей // Вредители и болезни полезащитных лесных насаждений /под ред. В. Н. Старка. – М.–Л.: Гос. изд-во сельскохоз. лит-ры, 1951. – С. 91–142.
84. Тарасенко И. М. Вредители молодых сосновых насаждений и борьба с ними в условиях северо-восточной части Харьковской области: Автореф. дис. ... к.с.-х.н.: 03.00.09 / ХСХИ. – Х., 1954. – 20 с.
85. Тимченко Г. А. Энтомофауна тополей Восточной Украины и обоснование мероприятий по борьбе с главнейшими вредными видами: Автореф. дис. ... к.б.н.: 03.00.09 / ХСХИ. – Х., 1965. – 21 с.
86. Храпцов Н. Н., Падий Н. Н. Стволовые вредители леса и борьба с ними. – М.: Лесн. пром-сть, 1965. – 160 с.
87. Червонный А. Е. Особенности биологии и экологии дубовой ксифидрии в Правобережной лесостепи и южной части Полесья Украины и обоснование мер бббы с ней: Автореф. дис. ... к.б.н. /06.01.11: УСХА. – К., 1991. – 24 с.
88. Червонный А. Е., Падий Н. Н. Главнейшие стволовые вредители дуба в Правобережной Лесостепи и южной части Полесья УССР // Лесовосстановление и защитное лесоразведение: Сб. науч. тр. УСХА. – К, 1990. – С. 127–130.
89. Чугунин Я. В. Очаговая цикличность массовых размножений непарного шелкопряда // Зоологический журнал, 1949. – Т. 28, вып. 5. – С. 431–438.
90. Escherich K. Forstinsekten Mitteleuropas. (Лісові комахи Центральної Європи) II Band. – Berlin: Paul Parey, 1923. – 663 р.
91. Grodzki W., McManus M., Knizek M., Meshkova V., Mihalciuc V., Novotny J., Turcani M., Slobodyan Y. Occurrence of spruce bark beetles in forest stands at different levels of air pollution stress // Environmental Pollution. – 2004. – Volume 130, Issue 1. – P. 73–83.
92. Meshkova V. Global climate changes impact on foliage browsing insects distribution & dynamics // Climate change – Forest Ecosystems & Landscape/ ed. Priwitzer T. et al. Proceedings from the internat. scient. conf. held on 19-22 Oct. 2005 in Zvolen. 2005. – P. 38–40.

93. *Meshkova V., Bogomolov V., Kochneva T.* GIS-technologies in forestry of Ukraine and their use in forest protection // GIS and databases in the forest protection in Central Europe / ed. W. Grodzki. – Warszawa: Forest Research Institute, 2005. – P. 89–93.

В. Л. Мешкова

Лесная энтомология в Украине: история, достижения и задачи

Украинский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации имени

Г. М. Высоцкого, Харьков.

Рассмотрены основные направления исследований по лесной энтомологии в Украине. Показана необходимость изучения особенностей географических и экологических популяций насекомых, в частности, сезонного развития особей. Это позволит понять роль отдельных видов в лесных экосистемах, усовершенствовать методы учета и прогнозирования изменений численности опасных для леса видов, внести изменения в нормативные документы по ведению лесного хозяйства с учетом возможного положительного и отрицательного влияния лесохозяйственных мероприятий на распространение и вредоносность насекомых.

V. L. Meshkova

Forest entomology in Ukraine: history, progress and tasks

Ukrainian Research Institute of Forestry & Forest Melioration named after G. M. Vysotsky, Kharkiv

The main directions of researches on forest entomology in Ukraine are examined. The necessity for study the peculiarities of geographical and ecological populations of insects, especially seasonal development of specimen have been proved. It will allow understanding the role of different species in forest ecosystems, improving methods for assessment and prediction of hazardous forest pests, making alterations to normative documents on forest management, taking into account possible positive and negative influence of forest management measures on pests' expansion and hazard.

Внесок науковців Поліської ЛНДС у вирішенні лісопатологічних проблем Полісся

Вклад у вирішення проблем захисту лісів на Поліській ЛНДС був відомий не тільки на теренах колишнього СРСР, а і в світових масштабах. У період з 1965 по 1992 рр. в лабораторії фізіології деревних рослин під керівництвом к.с.-г. наук Ладейщикова О.І. проводились масштабні дослідження з проблеми кореневих гнилей сосни, збудником яких є трутовий гриб базидіоміцет коренева губка (*Heterobasidion apposum* (Fr.) Breff.). Впродовж багатьох років ці дослідження координувались Всесоюзним науково-дослідним інститутом лісівництва і механізації (м. Москва). Проте, в кінці 80-х та початку 90-х років дослідження з цієї проблеми, зважаючи на значний вклад українських дослідників у вирішенні багатьох її аспектів, координувались УкрНДДЛГА.

Проблема кореневої губки до сьогоднішніх днів залишається актуальною для всіх країн світу з інтенсивним веденням лісового господарства, незважаючи на значні та різнобічні наукові дослідження. Багато аспектів проблеми було вирішено під час проробки тем, пов'язаних з особливостями стійкості соснових насаджень до кореневої губки, що проводились в УкрНДДЛГА. В ті часи, коли основною причиною масового поширення хвороби в світі вважався грибок-патоген коренева губка, в УкрНДДЛГА в основу досліджень з проблеми були поставлені основні насадження, схильні до ураження, та фактори, що впливають на відношення між рослиною-господарем та патогеном.

Більшість об'єктів досліджень зосереджувались на Поліссі, зокрема, в Житомирській та Чернігівській областях, і тому основний тягар польових досліджень несли виконавці Поліської ЛНДС, зокрема к.б.н., с.н.с. Белий Г.Д. та к.б.н., с.н.с. Черних О.Г.

Георгій Дмитрович Белий за науковою спеціальністю "фізіологія рослин" захистив у 1966 р. кандидатську дисертацію "Біологічне обґрунтування рубок догляду в молодих культурах дуба Лівобережного Лісостепу УРСР" [1] і як спеціаліст з лісівництва і фізіології проводив дослідження з впливу способів регулювання густоти деревостану та добрив на потенційну стійкість сосни до кореневої губки, займався сумісно з д.б.н. Алексеевим І.О. розробкою заходів профілактики хвороб і регулярно, щоп'ять років, проводив повний облік деревостанів на всіх стаціонарних об'єктах. Завдячуючи йому, динаміка стану насаджень під впливом тих чи інших заходів лягла в основу як "Основных положений по защите сосны, ели и пихты от корневой губки", 1991 р. [2], так і "Настанов по захисту соснових насаджень від кореневої губки" 2001 р. [3], які вийшли вже після передчасної смерті Георгія Дмитровича. Георгій Дмитрович за період своєї наукової діяльності опублікував 45 наукових праць. Визнанням вкладу Георгія Дмитровича у вирішення проблеми кореневої губки є посилання на чотири його роботи у зведенні наукових праць, що проводились по проблемі у світі за останні 50 років [4].

Черних Олександра Григорівна за науковою спеціальністю "лісова фітопатологія" захистила кандидатську дисертацію "Порівняльні дослідження стійких і уражених кореневою губкою соснових дерев" у 1965 р [5]. У цій роботі вперше були визначені анатомо-фізіологічні особливості стіжок до кореневої губки дерев сосни, зокрема, відзначалася більша товщина стінок пізніх трахеїд та більша кількість смоляних ходів в їх деревині порівняно з нестійкими до хвороби деревами. В цій роботі Олександра Григорівна одна з перших звернула увагу на внутрішньовидову мінливість гриба коренева губка та наявність штамів гриба, що не схрещуються між собою і в чистій культурі утворюють бар'єр. Пізніше роботами фінських вчених було доведено наявність двох інтерстерильних груп кореневої губки, що не схрещуються між собою. Результатом проведених досліджень з випробування хімічних засобів захисту насаджень від кореневої губки, що проводились Олександрою Григорівною, був винахід "Способу захисту хвойних культур від кореневої губки" (№1272534 від 22.07.1986 р.), авторське свідоцтво на який було видано Державним Комітетом СРСР у справах винахідництва і відкриттів.

Олександра Григорівна опублікувала близько 70 наукових праць, чотири з яких цитовані в останньому світовому зведенні наукових досліджень стосовно кореневої губки [4]. Варто також відмітити, що всі нормативні документи із захисту, боротьби та профілактики хвойних насаджень від кореневої губки на теренах колишнього СРСР та України вийшли за участі Олександри Григорівни [6; 7; 2; 3].

Одним з найважливіших досягнень виконавців Поліської ЛНДС були дослідження з вивчення впливу регулювання густоти деревостану на потенційну стійкість насаджень до кореневої губки. Дослідження проводились в 20-річних культурах сосни, створених з різною густиною посадки, від 20 тис. шт./га до 2,5 тис. шт./га та в 20-річних культурах сосни з густиною посадки 12 тис. шт./га, в яких у восьмирічному віці були проведені освітлення різної інтенсивності (48% і 61%). Результати досліджень засвідчили, що ранне і сильне зрідження позитивно впливає на потенційну стійкість соснових насаджень, а зменшення густоти посадки з одного боку сприяє зростанню синтезу речовин, що стимулюють ріст гриба, а з іншого – ведуть до збільшення синтезу речовин, що мають відношення до захисних функцій сосни (продукти смолоносної

системи, фенольні речовини). Робота була високо оцінена на 6-й Міжнародній конференції, присвяченій проблемі корневих гнилей деревних порід, що відбулася в Австралії у 1983 р. під егідою IUFRO [8], і видана двома мовами, англійською та російською.

На сучасному етапі спеціальні дослідження щодо проблеми кореневої губки в УкрНДЛГА не проводяться, хоча проблема не втратила своєї актуальності. Пошук методів захисту хвойних від цієї хвороби проводиться практично в усіх країнах світу, де створюються плантації цих порід. В даний час набувають найбільшого поширення випробування біологічних методів захисту від кореневої губки, суть яких полягає в заселенні після рубок догляду ґнів, які є воротами інфекції, грибами-антагоністами, зменшуючи тим самим базу живлення кореневої губки. Деякі з цих грибів, зокрема, рекомендована іншими дослідниками *Trichoderma*, випробовувались з метою захисту соснових насаджень виконавцями Поліської ЛНДС, проте позитивних результатів досягнуто не було, оскільки цей пліснявий грибок і коренева губка займають різні екологічні ніші і, незважаючи на антагонізм триходерми щодо кореневої губки в лабораторних умовах, в природі конкурентами бути не можуть.

Проблема кореневої губки в УкрНДЛГА вивчається в плані загальних патологічних процесів в лісах України, серед яких займає чи не найперше місце. В даний час в зв'язку із зростанням обсягів заліснення земель, що вийшли з-під сільськогосподарського користування, профілактика корневих гнилей є першочерговим завданням для лісозахисту. В зв'язку з актуальністю цієї проблеми для Полісся, дослідження з корневих гнилей в Поліському філіалі УкрНДЛГА, починаючи з 2004 року, проводяться в рамках теми № 4 "Вивчити закономірності виникнення та поширення патологічних процесів у лісах України, розробити систему лісопатологічного моніторингу та рекомендації з підвищення стійкості лісових насаджень", зокрема, в 2005 р. тут проведено вивчення впливу екологічних особливостей прогалини осередка всихання на стан насаджень, отримані обнадійливі результати.

В останнє десятиріччя на Поліссі особливо загострилась проблема всихання сосни від опенька осіннього, який також є збудником корневих гнилей. На відміну від кореневої губки, опеньок осінній найбільшої шкоди завдає молодим, до 5–15 років культурам сосни, які створені на зрубках змішаних насаджень. Проте в окремі періоди спостерігається масовий відпад як сосни, так і дуба в насадженнях старших вікових груп. На сучасному етапі опеньок осінній розглядається як родина, яка включає декілька видів [9]. У всьому світі виділено близько 40 видів, що належать до комплексу *Armillaria*, причому 7 з них зустрічаються в Європі. У сусідній Білорусі виявлено 5 видів грибів цього роду: *Armillaria borealis*, *A. ostouae* [*A. obscura*]; *A. cepistipes*; *A. gallica* [*A. bulbosa*] і *A. lutea*. Збудником корневих гнилей в культурах сосни тут визначено *A. ostouae*, а *A. borealis* є в основному збудником корневих та заболонних гнилей листяних порід в дібровах. Інші види слабопатогенні [10]. В Україні проблема гнилей, збудником яких є опеньок осінній, практично не вивчалася. В зв'язку з активізацією патогенних процесів у насадженнях держлісгоспів Житомирського ОУЛГ, збудником яких є, вірогідно, опеньок осінній, вперше на Україні науковцями Поліського філіалу УкрНДЛГА будуть проводитись дослідження з вирішення цієї проблеми та розроблятимуться заходи щодо захисту насаджень в рамках госпрозрахункової теми.

Враховуючи величезний досвід, накопичений науковцями Поліської ЛНДС з вивчення проблеми корневих гнилей та комплекс лісопатологічних проблем Полісся, вважаємо доцільним організацію лабораторії захисту лісу в Поліському філіалі УкрНДЛГА.

Література

1. Белый Г.Д. Биологическое обоснование рубок ухода в молодых культурах дуб Левобережной Лесостепи УССР : Автореф. дис. канд. биол. наук. – Харьков, 1966. – 21 с.
2. Ладейщикова Е.И., Белый Г.Д., Черных А.Г. Основные положения по защите сосны, ели и пихты от корневой губки. – Харьков, 1991. – 23 с.
3. Ладейщикова О.І., Усцький І.М., Черних О.Г. та ін. Настанова із захисту соснових насаджень від кореневої губки. – Харків, 2001. – 27 с.
4. Woodward S., Stenlid J. *Heterobasidion annosum*. Biology, Ecology, Impact and Control. – Cambridge, 1998. – 589 p.
5. Черных А.Г. Сравнительные исследования устойчивых и поражаемых корневой губкой сосновых деревьев: Автореф. дис. канд. биол. наук. – Киев, 1965. – 16 с.
6. Инструкция по борьбе с корневой губкой сосны, ели и пихты в лесах СССР. Под ред. Крангауз Р.А. – М., 1979. – 17 с.
7. Ладейщикова Е.И., Черных А.Г., Пастернак Г.М. Рекомендации по способам профилактики массового поражения культур сосны корневой губкой. – Харьков, 1988. – 13 с.
8. Ladeishchikova E.I., Pasternak G.M., Belyi G.D. et al. The influence of density regulation on the potential resistance of pine stands to *Fomitopsis annosa* (fr.) Karst // Proc 6th Int. Conf. On Root and Butt Rots of Forest Trees. 25–31 Aug. 1983, Australia. – Melbourne: CSIRO, 1984. – P. 416–428.
9. Shaw C.G., Kile G. *Armillaria* Root Disease // USDA Forest Service, Handbook. – Washington, 1991. – 691 p.
10. Звягинцев В.Б. Распространенность, вредоносность грибов комплекса *Armillaria* в лесах Беларуси и обоснование лесозащитных мероприятий : Автореф. дис. канд. биол. наук. – Минская обл., п. Прилуки, 2003. – 20 с.

Усцкий И. М.

Вклад учёных Полесской АЛОС в решение лесопатологических проблем Полесья

В статье рассмотрен вклад учёных Полесской АЛОС в решение лесопатологических проблем Полесья.

Ustskiy I. M.

Contribution of scientists of Polesskaya ALOS in solution of forest-pathologic problems of Polissya

Contribution of scientists of Polesskaya ALOS in solution of forest-pathologic problems of Polessye was analyzed.

Струтинський О. В. –
 молодший науковий співробітник,
 Поліський філіал УкрНДУПА,
 м. Житомир

Особливості екології прогалин в осередках кореневої губки в лісах Житомирської області

Ґрунтові умови на староорних землях вивчали З. С. Голов'яно і П. С. Погребняк [2, 4]. На їх думку, проблема лісових культур на староорних землях полягає загалом у тому, що ґрунтові умови останніх дуже сильно відрізняються від умов на типових лісових землях. П. С. Погребняк вважав, що основною причиною погіршення санітарного стану лісових культур є втрата ґрунтом глибинної архітекtonіки (ризосфери), зменшення його родючості і збільшення твердості після тривалої оранки. Тому на староорних землях дерева утворюють поверхневу кореневу систему, яка має обмежений доступ до ґрунтової вологи і не може втримати стовбур при сильному вітрі та інших фізичних навантаженнях. У таких умовах дерева ослаблюються і часто стають жертвою нападу різноманітних шкідників і хвороб. В результаті цього відбувається розладнання цих насаджень, і часто вони підлягають суцільній санітарній рубці.

Агрокліматичні умови на незаліснених землях і землях під лісовим покривом досить істотно відрізняються. Зімкнутий ліс затримує більшу частину сонячної радіації, відокремлює атмосферні повітряні маси від повітря, що знаходиться під кронами дерев, створюючи свою особливу лісову кліматичну обстановку. Температура ґрунту у лісі влітку прохолодніша, ніж на відкритій місцевості, а зимою – навпаки. В 1893 р. Г. М. Висоцький показував, що у лісі набагато менше поверхневий стік опадів, ніж на полі (на рівній поверхні ґрунту у лісі воно відсутнє), а втрати вологи при випаровуванні менші. Це пояснюється тим, що у лісі менша сонячна активність і сила вітру, наявна лісова підстилка, яка прикриває ґрунт, водопроникність і пухкість ґрунту більша. Але лісові насадження витрачають ґрунтову вологу на транспірацію, і наприкінці літа вологість ґрунту в лісі набагато нижча, ніж на полі [1, 3, 5].

Метою дослідження було вивчення екологічних особливостей прогалин кореневої губки у лісах Житомирської області. Дослідження проводились у кінці серпня – у вересні 2005 року за такою методикою:

- 1) об'єктом вивчення були монокультури сосни, що уражена кореневою губкою;
- 2) у культурах сосни звичайної, уражених кореневою губкою, були відібрані три сформовані прогалини різні за площею (прогалини за площею розподіляються на 3 категорії: початкові – діаметр прогалини менший за середню висоту насадження, середні – діаметр прогалини близький до середньої висоти насадження, розвинуті – діаметр прогалини перевищує висоту насадження);
- 3) навколо знайдених прогалин кореневої губки були закладені пробні площі, які включають прогалину за її периметром і доходять до здорової за зовнішніми ознаками частини лісу;
- 4) на пробних площах усі дерева були пронумеровані і нанесені на схему, а також обліковані за санітарним станом і таксаційними показниками;
- 5) за периметром прогалин за сторонами світу були закріплені напрямки для спостережень (пн, пд, сх, зх, пн-зх, пн-сх, пд-зх, пд-сх);
- 6) у кожному з цих напрямків, починаючи від краю прогалини (точка 1), на відстані 2 м (точка 2), 5 м (точка 3), 10 м (точка 4), 20 м (точка 5) опівдні проводились заміри температури поверхні стовбурів у чотирьох напрямках світу (пн, пд, сх, зх), температури ґрунту на поверхні (0 см), на глибині 5–10 см, 10–20 см, 20–30 см, та інтенсивності освітленості насадження у кожній точці вимірювання, крім того, температури ґрунту на різній глибині та інтенсивність освітленості вимірювалися в центрі прогалини;
- 7) для вивчення водного режиму ґрунту на пробних площах, починаючи з міжосередкового простору по лінії, що пересікає прогалину до міжосередкового простору на протилежній стороні прогалини, через кожні 5 метрів були відібрані зразки ґрунту з кожного 10-сантиметрового шару до глибини 1 м, для визначення вмісту вологи ваговим методом за формулою 2.2 [1]:

$$V = \frac{(P_1 - P_2) \cdot 100}{P_2}, \quad (1),$$

де V – вологість ґрунту в процентах, P_1 – маса вологого зразка ґрунту, P_2 – маса зразка ґрунту після висушування.

Насадження – монокультури сосни віком 42–43 роки. На всіх пробних площах ґрунт дерново-слабопідзолистий, суцільний. Тип умов місцезростання – свіжі субори. Створені механізованою посадкою 1,5×0,5 м на староорних землях, підготовка ґрунту тракторна, суцільна.

Пробна площа 1тво віднесена до середньої категорії розвитку прогалини кореневої губки (діаметр прогалини 26×17 м). На ній була наявна невелика кількість підросту сосни висотою 0,5–1 м.

Пробна площа 2тво відноситься до розвинутої категорії розвитку прогалини (діаметр прогалини 50×36 м). Наявна невелика кількість підросту сосни висотою 1–1,5 м, берези висотою 2–2,5 м, малина, ожина; на більшій половині площі прогалини спостерігається задерніння.

Пробна площа 3тво віднесена до початкової категорії розвитку прогалини кореневої губки (діаметр прогалини 19×13 м). В центрі прогалини наявний підріст сосни висотою 0,5–1 м, берези висотою 1,5–2 м, моховий покрив.

Пробні площі були закладені у Білківському лісництві Радомишльського ДЛМГ: у виділі 9 кварталу 67 (площа виділу – 14,5 га) – ПП 1тво і ПП 2тво та у виділі 11 кварталу 68 (площа виділу – 20 га) – ПП 3тво.

Як уже було сказано вище, на пробних площах був проведений суцільний облік дерев (визначена висота, діаметр і санітарний стан кожного дерева), виміряна температура стовбурів дерев і ґрунту, визначена інтенсивність освітленості і вологість ґрунту. Середні значення таксаційних показників приведені у таблиці 1, а санітарний стан – у таблиці 2.

Таблиця 1

Середні значення таксаційних показників

ПП 1тво		ПП 2тво		ПП 3тво	
Середній діаметр, см	Середня висота, м	Середній діаметр, см	Середня висота, м	Середній діаметр, см	Середня висота, м
16,55	17,3	10,85	15,77	16,57	16,33

Таблиця 2

Санітарний стан дерев на ПП 1тво, 2тво, 3тво

ПП 1тво			ПП 2тво			ПП 3тво					
Категорія сан. стану	Кількість дерев		I _c	Категорія сан. стану	Кількість дерев		I _c	Категорія сан. стану	Кількість дерев		I _c
	шт.	%			шт.	%			шт.	%	
1	20	12,9		1	36	12,8		1	11	15,5	
2	68	43,9		2	100	35,6		2	35	49,3	
3	43	27,7		3	89	31,7		3	15	21,1	
4	1	0,6		4	6	2,1		4	2	2,8	
5	4	2,6		5	5	1,8		5	2	2,8	
6	19	12,3		6	45	16,0		6	6	8,5	
Сума	155	100	2,73	Сума	281	100	2,92	Сума	71	100	2,54

Вимірювання інтенсивності освітленості і температури проводилось у кінці серпня при температурі повітря 22–24°C. Загальна закономірність в освітленості насадження різних напрямків від центру прогалини та різних точок від краю прогалини спостерігається, що можна побачити на приведених нижче діаграмах (ПП 1тво – рис. 1, 2; ПП 2тво – рис. 3, 4; ПП 3тво – рис. 5, 6). Різна відстань від краю прогалини на рисунках вказана рядами 1, 2, 3, 4, 5.

Середні показники освітленості різних точок суттєво не відрізняються між собою (рис. 1), крім точок 1 і 5, це пояснюється більшою затіненістю у точці 5. На пробній площі 1тво максимально освітленою частиною прогалини була північна і північно-західна, що чітко видно на рисунку 2. Враховуючи похибку, середні показники освітленості насадження північного і північно-західного напрямків практично не відрізняються між собою, але вони досить істотно відрізняються від всіх інших, адже північний і північно-західний край прогалини більше всього підлягає дії сонячної радіації.

Аналіз даних таблиці 3 демонструє, що середня інтенсивність освітленості в північно-західному напрямку була найвищою (40300±10575 тис. Lx), в північному – дещо менша, а найменша – в південному напрямку (4620±565 тис. Lx). За даними восьми вимірів варіювання інтенсивності освітленості було максимальним у північно-східному напрямку (115,6%), а мінімальним – в північному (26,6%). Відповідно, величина відносної похибки визначення освітленості дорівнює 51,7% та 11,9%, що вказує на невисоку точність досліджу.

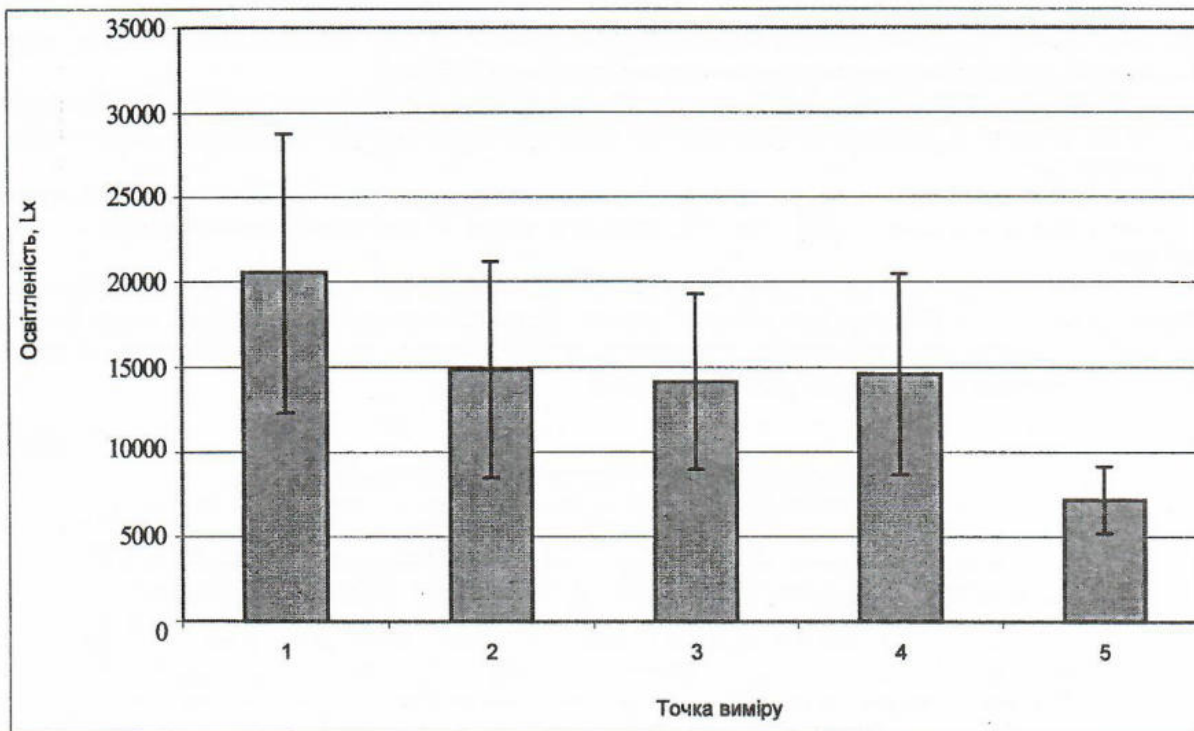


Рис. 1. Середні показники освітленості насаджень на різній відстані від краю прогалини на ПП 1тво

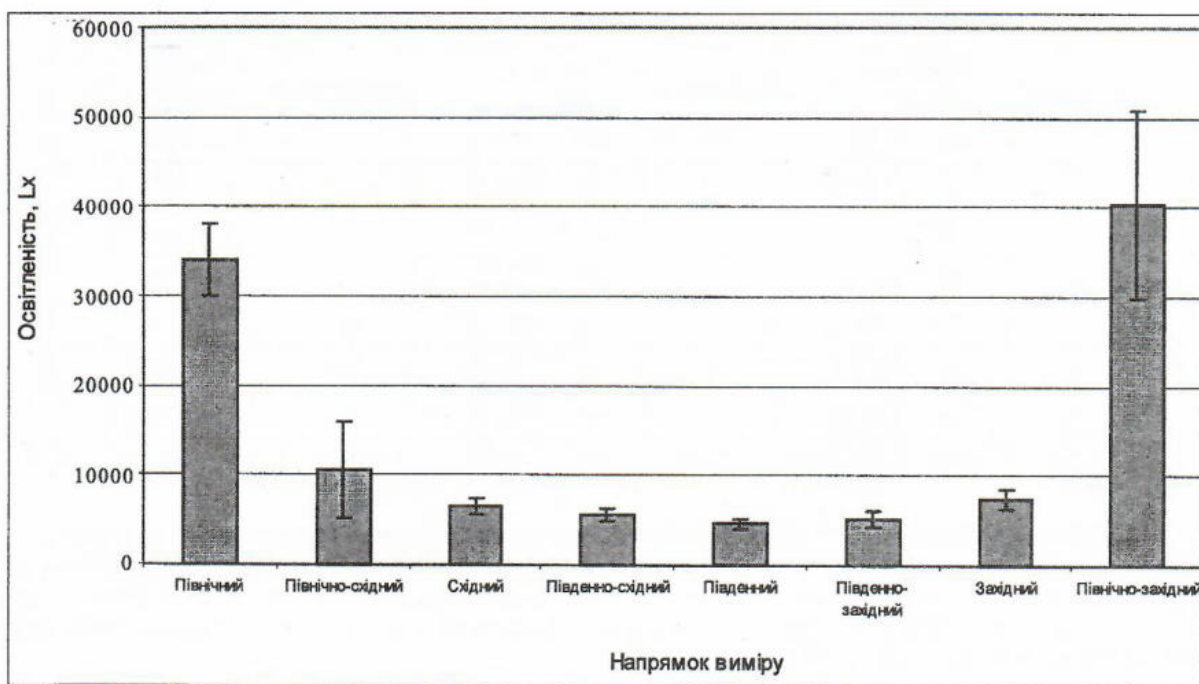


Рис. 2. Середні показники освітленості насаджень різних напрямків від центру прогалини на ПП 1тво

На ПП 2тво, так як і на ПП 1тво, освітленість у перших чотирьох точках не відрізняється між собою, але освітленість на 5-ій точці відрізняється від освітленості у 1–3-ї точках (рис. 3). На рисунку 4 видно, що освітленість північного напрямку і північно-західного істотно відрізняється від освітленості всіх інших напрямків, які в свою чергу між собою не мають великої різниці в середніх показниках освітленості.

Дані таблиці 4 демонструють, що в північно-західному напрямку середня інтенсивність освітленості була найвищою (42900 ± 9664 Lx), на другому місці стоїть північний напрямок, а найнижчий показник освітленості був у південно-східному напрямку (2880 ± 73 Lx). Варіювання освітленості максимальним було в північно-західному напрямку (50,4%), а мінімальним – в південно-східному (5,7%). Відносна похибка – 22,5% та 2,5%, відповідно.

Статистичні показники освітленості насадження різних напрямків на ПП 1тво

Напрямок	Статистичні показники			
	M±m, Lx	δ, Lx	V, %	P, %
Північний	34000±4049	90553	26,6	11,91
Північно-східний	10440±5398	12070	115,6	51,70
Східний	6500±961	21505	33,1	14,79
Південно-східний	5580±704	15754	28,2	12,62
Південний	4620±565	12637	27,3	12,23
Південно-західний	5160±973	2177	42,2	18,87
Західний	7380±1021	22851	30,9	13,84
Північно-західний	40300±10575	23647	58,6	26,24

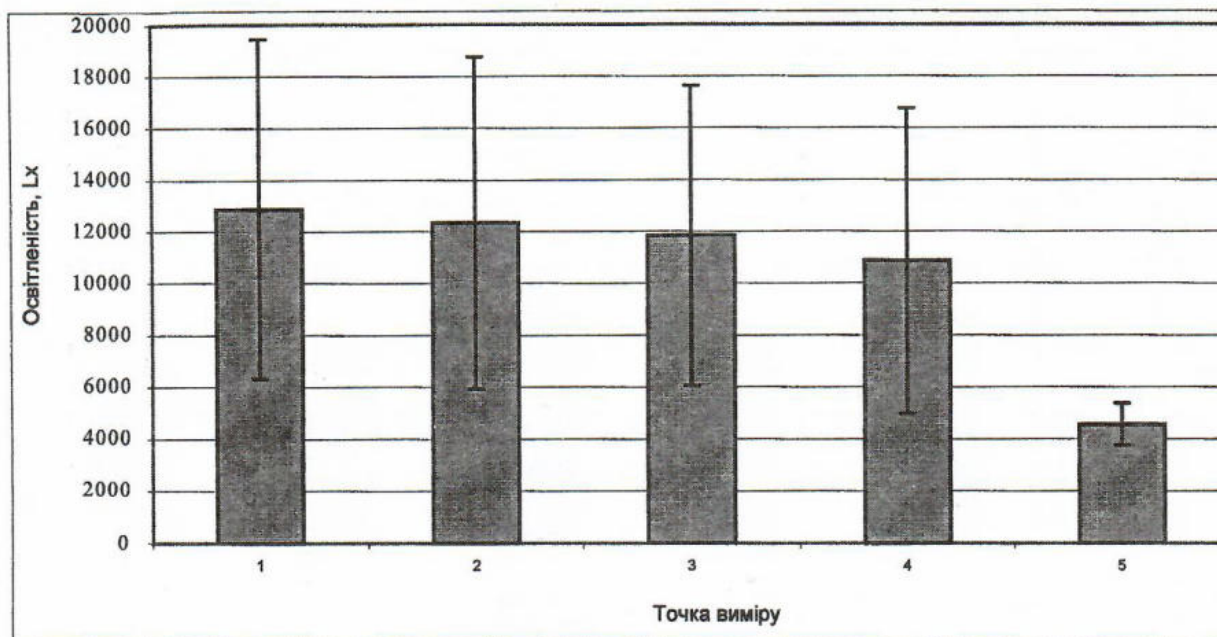


Рис. 3. Середні показники освітленості насадження на різній відстані від краю прогалини на ПП 2тво

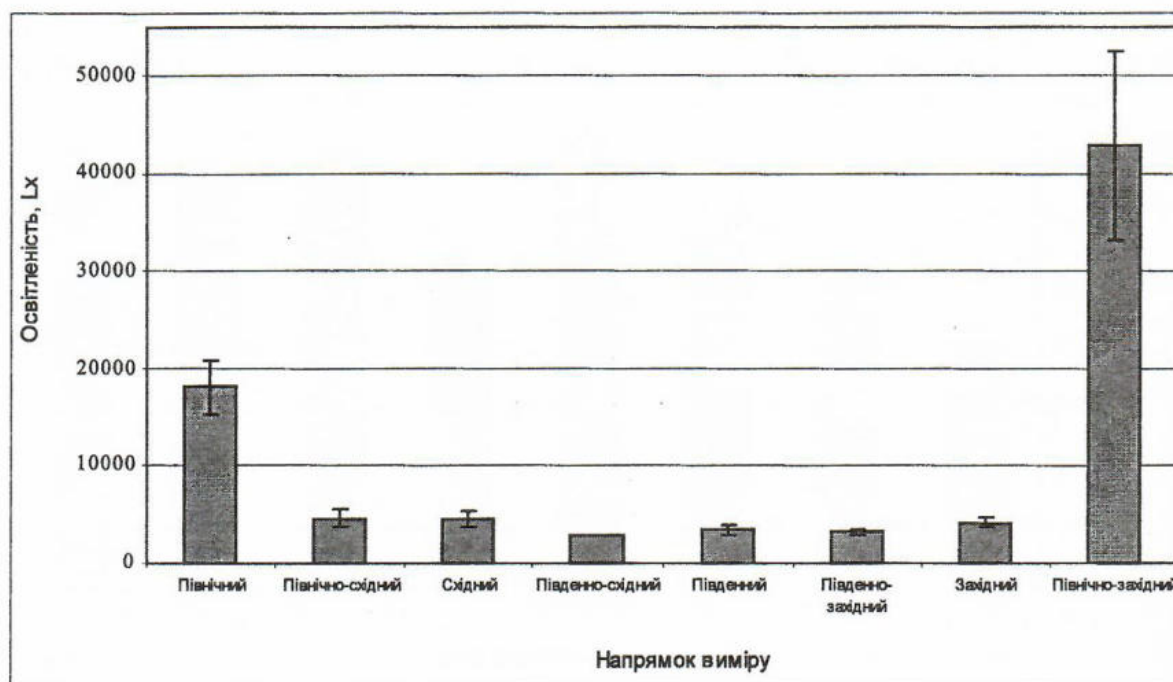


Рис. 4. Середні показники освітленості насадження різних напрямків від центру прогалини на ПП 2тво

Статистичні показники освітленості насадження різних напрямків на ПП 2тво

Напрямок	Статистичні показники			
	M±m, Lx	\bar{x} , Lx	V, %	P, %
Північний	18100±2778	62289	34,4	15,39
Північно-східний	4620±851	19044	41,2	18,43
Східний	4560±755	16890	37	16,56
Південно-східний	2880±73	16431	5,7	2,55
Південний	3480±507	11344	32,6	14,57
Південно-західний	3240±347	77653	23,9	10,71
Західний	4200±510	1142	27,2	12,16
Північно-західний	42900±9664	21611	50,4	22,53

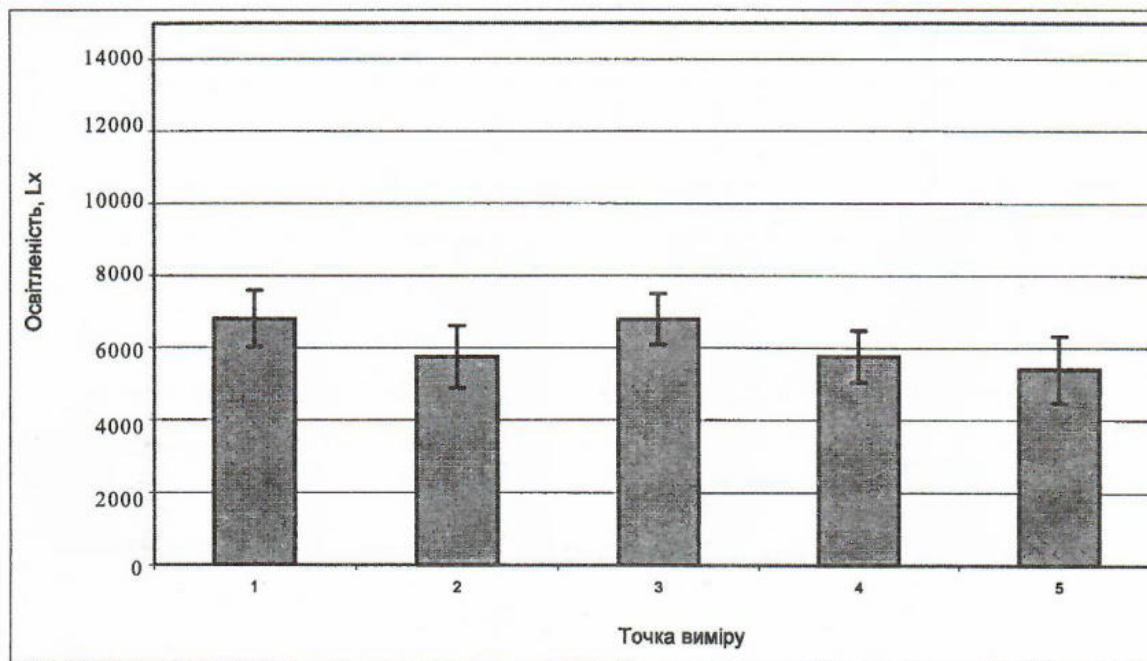


Рис. 5. Середні показники освітленості насадження на різній відстані від краю прогалини на ПП 3тво

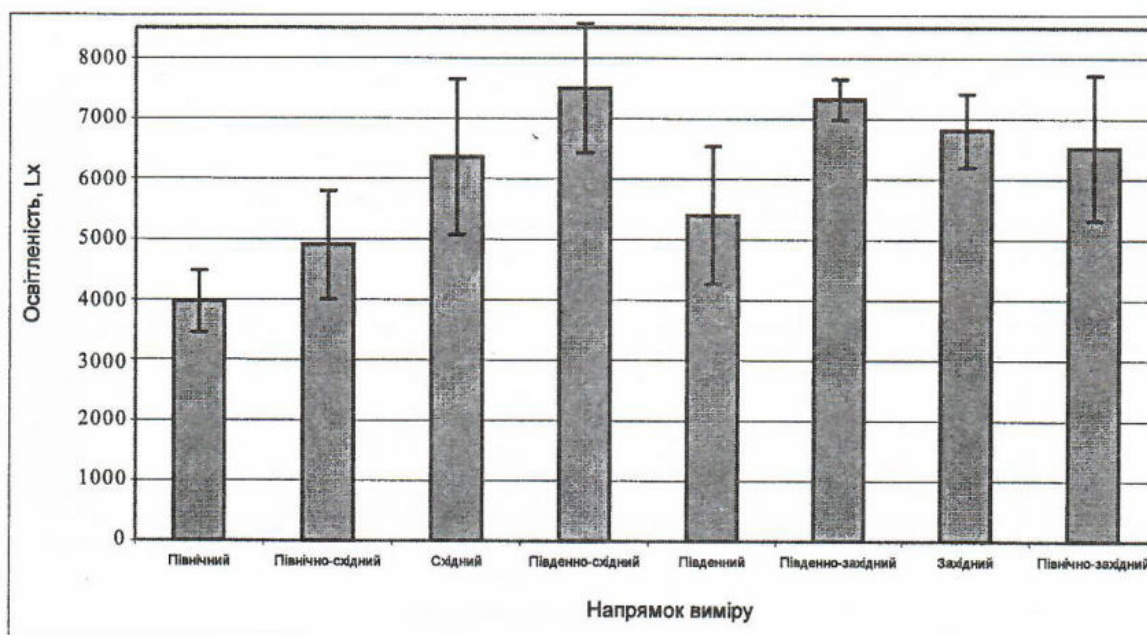


Рис. 6. Середні показники освітленості насадження різних напрямків від центру прогалини на ПП 3тво

На рисунку 5 чітко видно, що на ПП 3тво істотної різниці між середніми показниками освітленості насаджень у різних точках від краю прогалини немає. Освітленість різних напрямків від центру прогалини на ПП 3тво відрізняється від освітленості на двох попередніх пробах (рис. 6), що може пояснюватись впливом мінливої хмарності та дією інших прогалин, що оточують пробну площу, на освітленість міжосередкового простору. Освітленість південно-східного, південно-західного, західного та північно-західного напрямків набагато більша, порівняно з освітленістю північного напрямку.

Таблиця 5

Статистичні показники освітленості насаджень різних напрямків на ПП 3тво

Напрямок	Статистичні показники			
	M±m, тис. Lx	δ, Lx	V, %	P, %
Північний	3960±514	1150	29,04	12,99
Північно-східний	4900±900	2012	41,07	18,37
Східний	6360±1283	2876	45,2	20,22
Південно-східний	7500±1072	2397	31,9	14,29
Південний	5400±1133	2534	46,9	20,99
Південно-західний	7320±339	759	10,4	4,64
Західний	6800±604	1350	19,8	8,88
Північно-західний	6520±1198	2680	41,1	18,38

Дані таблиці 5 демонструють, що максимальний показник середньої інтенсивності освітленості був у південно-східному напрямку (7500±1072 Lx), а мінімальний – в північному (3960±514 Lx). Варіювання освітленості максимальним було у південному напрямку – 46,9% та відповідно відносна похибка – 20,9%, а мінімальні показники були в південно-західному напрямку – 10,4% та 4,6% відповідно.

Нижче представлені результати статистичної обробки даних, отриманих при вимірюванні температури на поверхні стовбурів дерев.

На рисунку 7 рядами 1, 2, 3, 4, 5 показані середні температури дерев у кожній точці вимірювання в різних напрямках від центру прогалини. У північно-західному напрямку найвища середня температура дерев була на краю прогалини (в точці 1) і вона істотно відрізняється від середньої температури в 5-й точці, яка є найнижчою. У північному напрямку температура 1 і 5 точки не відрізняється, але вони відрізняються від інших точок цього напрямку. Найнижча температура була в південному і південно-східному напрямках, а найвища – в північно-західному.

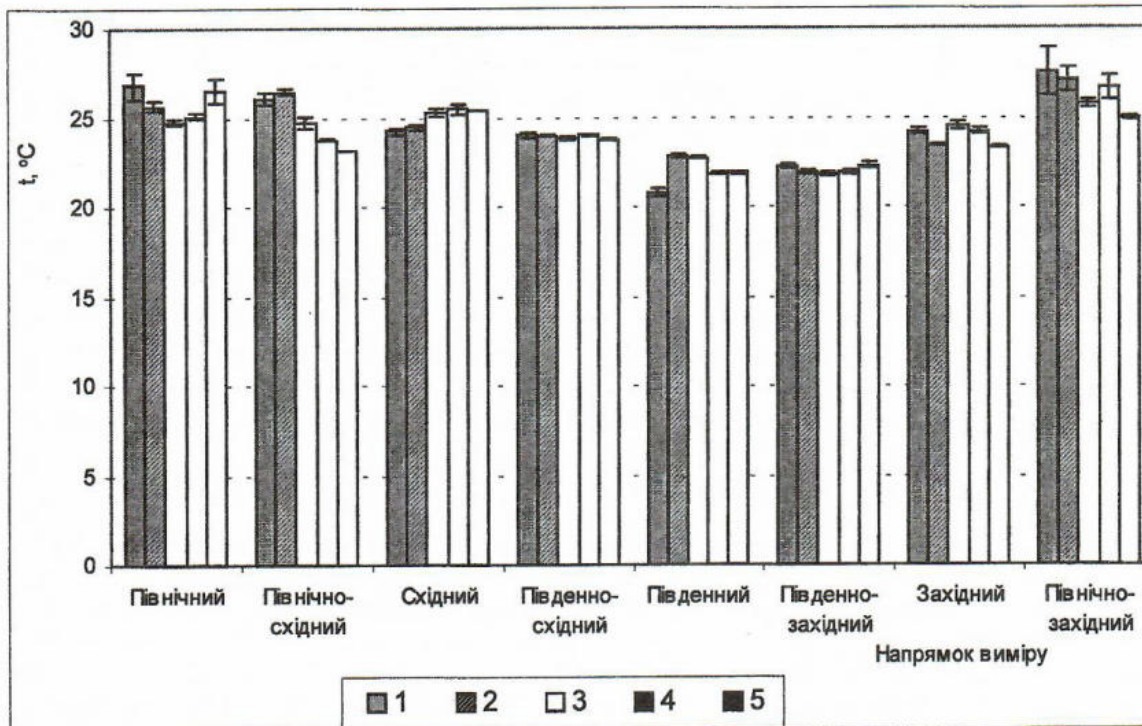


Рис. 7. Середні показники температури стовбурів дерев в різних напрямках від центру прогалини на різній відстані від краю прогалини на ПП 3тво

Статистичні показники температури стовбурів дерев на ПП Ітво

Напрямок	Точка виміру	Статистичні показники			
		$M \pm m, ^\circ C$	δ	V, %	P, %
Північний	1	26,8±0,77	1,55	5,7	2,8
	2	25,65±0,28	0,57	2,2	1,1
	3	24,75±0,17	0,34	1,3	0,6
	4	25,1±0,13	0,25	1,0	0,5
	5	26,55±0,67	1,35	5,0	2,5
Північно-східний	1	26,05±0,35	0,70	2,7	1,3
	2	26,45±0,19	0,37	1,4	0,7
	3	24,7±0,31	0,62	2,5	1,2
	4	23,75±0,09	0,19	0,8	0,4
	5	23,2±0	0	0	0
Східний	1	24,25±0,17	0,34	1,4	0,7
	2	24,45±0,21	0,41	1,6	0,8
	3	25,3±0,21	0,41	1,6	0,8
	4	25,45±0,26	0,52	2,1	1,0
	5	25,4±0	0	0	0
Південно-східний	1	24±0,2	0,40	1,6	0,8
	2	23,95±0,05	0,10	0,4	0,2
	3	23,8±0,08	0,16	0,6	0,3
	4	24±0,08	0,16	0,6	0,3
	5	23,75±0,09	0,19	0,8	0,4
Південний	1	20,75±0,22	0,44	2,1	1,0
	2	22,8±0,14	0,28	1,2	0,6
	3	22,75±0,05	0,10	0,4	0,2
	4	21,85±0,09	0,19	0,8	0,4
	5	21,9±0,05	0,11	0,5	0,2
Південно-західний	1	22,25±0,09	0,19	0,8	0,4
	2	21,95±0,12	0,25	1,1	0,5
	3	21,8±0,08	0,16	0,7	0,3
	4	21,95±0,12	0,25	1,2	0,5
	5	22,3±0,17	0,34	1,6	0,7
Західний	1	24,2±0,14	0,28	1,2	0,5
	2	23,4±0,08	0,16	0,7	0,3
	3	24,5±0,25	0,50	2,1	1,1
	4	24,2±0,18	0,36	1,5	0,7
	5	23,3±0,05	0,11	0,5	0,2
Північно-західний	1	27,55±1,36	2,71	9,9	4,9
	2	27,05±0,67	1,34	5,0	2,4
	3	25,7±0,23	0,47	1,9	0,9
	4	26,65±0,66	1,33	5,0	2,4
	5	24,95±0,15	0,30	1,2	0,6

Аналіз даних таблиці 6 демонструє, що найвища середня температура дерева була на 1-й точці північно-західного напрямку ($27,5 \pm 1,36$ °C), а мінімальною – на 1-й точці південного ($20,7 \pm 0,22$ °C). Варіювання середньої температури стовбура найбільшим було у північно-західному напрямку на 1-й точці (9,87 %), а найменшим – на 5-ти точках північно-східного і східного напрямків (0%). Взагалі, величини варіювання і відносної похибки вимірювання температури стовбурів на ПП Ітво свідчать про високу точність дослідів. За результатами дисперсійного аналізу даних середньої температури стовбурів була побудована матриця достовірності відмінностей між цими показниками (табл. 7), яка показує, що найбільше відрізняється середня температура дерев в південно-східному і південно-західному напрямках ($F_{\text{ф}}=285,2 >> F_{0,95}(1;5)=5,32$), $P=0,00001$. Найменша різниця між температурою південно-східного і західного напрямків ($F_{\text{ф}}=0,007 << F_{0,95}(1;5)=5,32$), $P=0,937$.

Таблиця 7

Достовірність відмінності між середніми показниками температури стовбурів дерев різних напрямків за даними дисперсійного аналізу на ППІ 1тво

	Північний	Північно-східний	Східний	Південно-східний	Південний	Південно-західний	Західний	Північно-західний
Північний		1,59	2,85	21,67	47,36	82,42	15,84	0,98
Північно-східний	1,59		0,04	2,16	14,79	18,99	1,81	3,89
Східний	2,85	0,04		16,73	42,63	113,83	8,96	6,96
Південно-східний	21,67	2,16	16,73		25,05	285,2	0,007	27,62
Південний	47,36	14,79	42,63	25,05		0,01	18,49	53,08
Південно-західний	82,42	18,99	113,83	285,2	0,01		52,47	81,82
Західний	15,84	1,81	8,96	0,007	18,49	52,47		21,82
Північно-західний	0,98	3,89	6,96	27,62	53,08	81,82	21,82	

$$F_{\text{теор.}}(0,95; 1; 5)=5,32$$

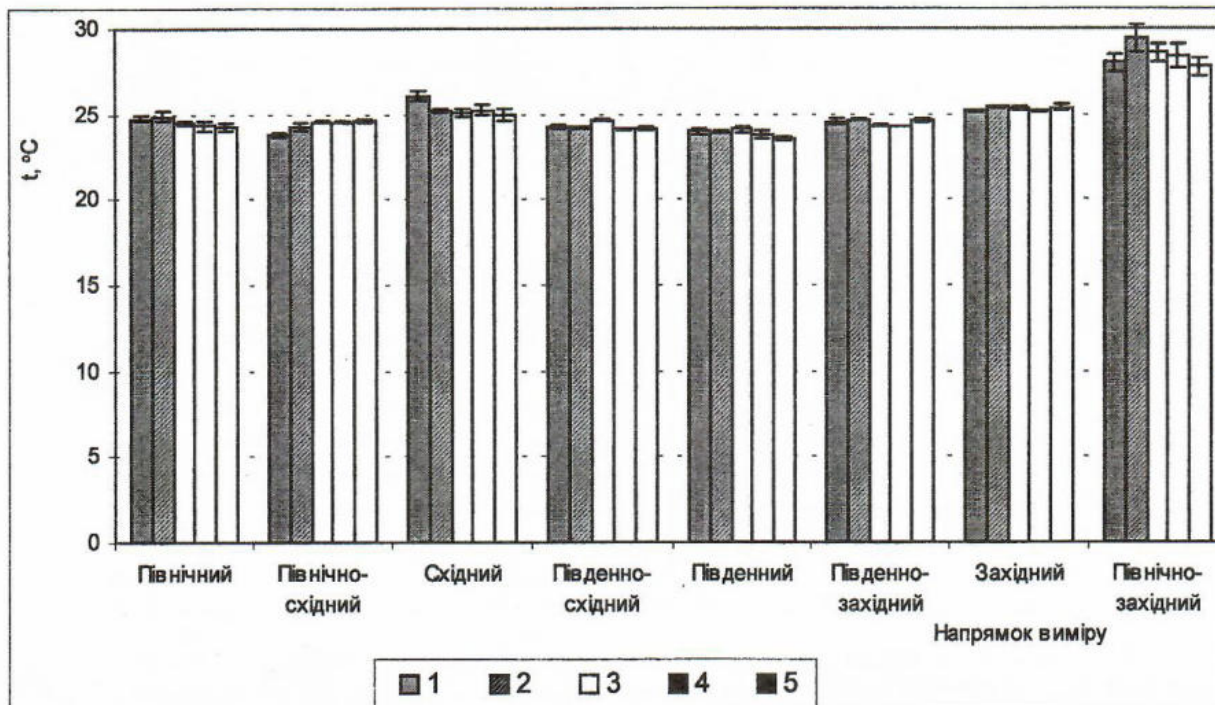


Рис. 8. Середні показники температури стовбурів дерев в різних напрямках від центру прогалини на різній відстані від краю прогалини на ППІ 2тво

На рисунку 8 видно, що найвища середня температура стовбурів на ППІ 2тво була в північно-західному напрямку, а серед дерев цього напрямку найбільша температура була у дерева в точці 2, а найменша – в точці 5. Між показниками середньої температури дерев інших напрямків суттєвої різниці не було, крім східного напрямку, в якому температура в 1-й точці істотно відрізняється від інших точок цього напрямку.

Дані таблиці 8 вказують на те, що найбільша середня температура була на точці 2 північно-західного напрямку ($29,4 \pm 0,80$ °C), а найменша – на 5-й точці південного напрямку ($23,5 \pm 0,09$ °C). Показники варіювання температури та відносної похибки вимірювання свідчать про високу точність дослідів.

Таблиця 8

Статистичні показники температури стовбурів дерев на ПП 2тво

Напрямок	Точка виміру	Статистичні показники			
		$M \pm m$, °C	δ	V, %	P, %
Північний	1	$24,7 \pm 0,17$	0,34	1,3	0,7
	2	$24,9 \pm 0,31$	0,62	2,4	1,2
	3	$24,5 \pm 0,10$	0,20	0,8	0,4
	4	$24,3 \pm 0,27$	0,55	2,2	1,1
	5	$24,2 \pm 0,26$	0,52	2,1	1,0
Північно-східний	1	$23,7 \pm 0,08$	0,17	0,7	0,3
	2	$24,2 \pm 0,20$	0,41	1,7	0,8
	3	$24,5 \pm 0,08$	0,17	0,7	0,3
	4	$24,5 \pm 0,05$	0,11	0,4	0,2
	5	$24,6 \pm 0,10$	0,20	0,8	0,4
Східний	1	$26,1 \pm 0,26$	0,52	2,0	1,0
	2	$25,2 \pm 0,08$	0,16	0,6	0,3
	3	$25,1 \pm 0,26$	0,52	2,1	1,0
	4	$25,2 \pm 0,29$	0,59	2,3	1,1
	5	$24,9 \pm 0,31$	0,61	2,4	1,2
Південно-східний	1	$24,2 \pm 0,09$	0,19	0,7	0,3
	2	$24,2 \pm 0,06$	0,12	0,5	0,2
	3	$24,6 \pm 0,09$	0,19	0,7	0,3
	4	$24,1 \pm 0,05$	0,11	0,4	0,2
	5	$24,15 \pm 0,09$	0,19	0,7	0,3
Південний	1	$24 \pm 0,16$	0,32	1,3	0,6
	2	$23,9 \pm 0,05$	0,10	0,4	0,2
	3	$24,1 \pm 0,17$	0,34	1,4	0,7
	4	$23,8 \pm 0,21$	0,43	1,8	0,9
	5	$23,5 \pm 0,09$	0,19	0,8	0,4
Південно-західний	1	$24,5 \pm 0,18$	0,37	1,5	0,7
	2	$24,6 \pm 0,05$	0,10	0,4	0,2
	3	$24,3 \pm 0,10$	0,20	0,8	0,4
	4	$24,2 \pm 0,05$	0,10	0,4	0,2
	5	$24,6 \pm 0,08$	0,16	0,6	0,3
Західний	1	$25,1 \pm 0,09$	0,19	0,7	0,3
	2	$25,4 \pm 0,08$	0,16	0,6	0,3
	3	$25,3 \pm 0,13$	0,2	1,0	0,5
	4	$25,1 \pm 0,05$	0,1	0,3	0,1
	5	$25,3 \pm 0,21$	0,4	1,6	0,8
Північно-західний	1	$27,9 \pm 0,56$	1,1	4,0	2,0
	2	$29,4 \pm 0,80$	1,6	5,4	2,7
	3	$28,5 \pm 0,51$	1,0	3,5	1,7
	4	$28,3 \pm 0,66$	1,3	4,6	2,3
	5	$27,7 \pm 0,53$	1,0	3,8	1,9

В таблиці 9 приведена достовірність відмінностей між показниками середньої температури стовбурів, яка показує, що найбільше відрізняється середня температура дерев у південному і північно-західному напрямках ($F_f = 222,92 >> F_{0,95}(1;5) = 5,32$), $P = 0,0000004$. Найменша різниця між температурою східного і західного напрямків ($F_f = 0,022 << F_{0,95}(1;5) = 5,32$), $P = 0,885$.

На ПП 3тво середні температури стовбурів дерев істотно не відрізняються між собою (рис. 9), лише у північно-західному напрямку ці показники в незначній мірі вищі. В таблиці 10 це явище підтверджується – найвища сер. температура стовбура була в 3-й точці північно-західного напрямку ($26,6 \pm 0,08$ °C), а найнижча – у північному напрямку в 2-й і 3-й точках ($23,2 \pm 0,08$ °C). Величини варіювання і відносної похибки свідчать про високу точність вимірів.

Таблиця 9

Достовірність відмінності між середніми показниками температури стовбурів дерев різних напрямків за даними дисперсійного аналізу на ПП 2тво

	Північний	Північно-східний	Східний	Південно-східний	Південний	Південно-західний	Західний	Північно-західний
Північний		1,3	10,66	3,12	18,78	0,3	29,79	152,42
Північно-східний	1,3		15,53	0,094	6,38	0,67	35,01	157,63
Східний	10,66	15,53		22,12	42,76	15,43	0,022	79,75
Південно-східний	3,12	0,094	22,12		8,37	2,35	81,48	184,95
Південний	18,78	6,38	42,76	8,37		22,03	163,74	222,92
Південно-західний	0,3	0,67	15,43	2,35	22,03		68,82	173,25
Західний	29,79	35,01	0,022	81,48	163,74	68,82		115,05
Північно-західний	152,42	157,63	79,75	184,95	222,92	173,25	115,05	

$F_{\text{теор.}}(0,95; 1; 5)=5,32$

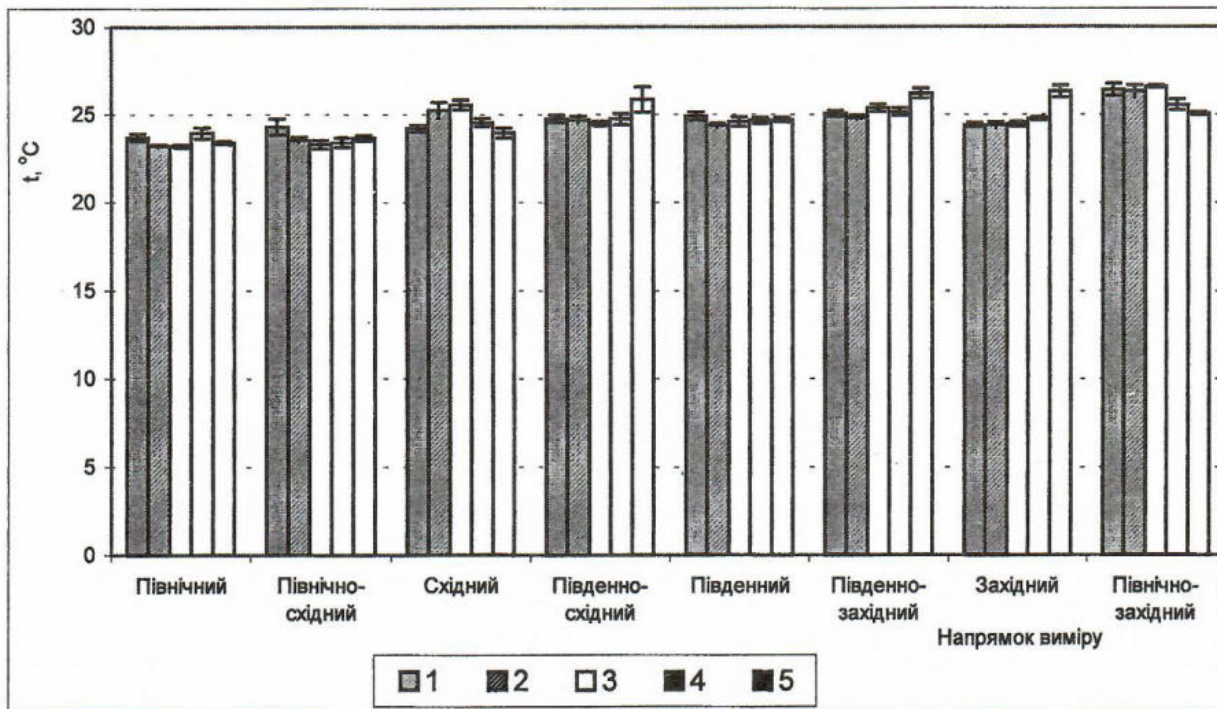


Рис. 9. Середні показники температури стовбурів дерев в різних напрямках від центру прогалини на різній відстані від краю прогалини на ПП 3тво

Статистичні показники температури стовбурів дерев на ПП Зтво

Напрямок	Точка виміру	Статистичні показники			
		M±m, °C	$\bar{\sigma}$	V, %	P, %
Північний	1	23,7±0,21	0,4	1,7	0,8
	2	23,2±0,08	0,1	0,7	0,3
	3	23,2±0,08	0,1	0,7	0,3
	4	23,9±0,33	0,6	2,7	1,3
	5	23,4±0,08	0,1	0,6	0,3
Північно-східний	1	24,3±0,46	0,9	3,8	1,9
	2	23,5±0,17	0,3	1,4	0,7
	3	23,3±0,23	0,4	2,0	1,0
	4	23,4±0,24	0,4	2,0	1,0
	5	23,6±0,15	0,3	1,2	0,6
Східний	1	24,2±0,21	0,4	1,7	0,8
	2	25,2±0,45	0,9	3,5	1,7
	3	25,5±0,26	0,5	2,0	1,0
	4	24,5±0,22	0,4	1,8	0,9
	5	23,9±0,29	0,5	2,4	1,2
Південно-східний	1	24,7±0,21	0,4	1,6	0,8
	2	24,7±0,21	0,4	1,6	0,8
	3	24,5±0,13	0,2	1,0	0,5
	4	24,7±0,32	0,6	2,5	1,2
	5	25,8±0,72	1,4	5,5	2,7
Південний	1	24,9±0,23	0,4	1,9	0,9
	2	24,3±0,15	0,3	1,2	0,6
	3	24,6±0,26	0,5	2,1	1,0
	4	24,6±0,17	0,3	1,3	0,6
	5	24,7±0,13	0,2	1,0	0,5
Південно-західний	1	25,0±0,17	0,3	1,3	0,6
	2	24,8±0,14	0,2	1,1	0,5
	3	25,3±0,21	0,4	1,6	0,8
	4	25,1±0,21	0,4	1,6	0,8
	5	26,2±0,28	0,5	2,1	1,1
Західний	1	24,4±0,14	0,2	1,1	0,5
	2	24,4±0,18	0,3	1,4	0,7
	3	24,4±0,15	0,3	1,2	0,6
	4	24,7±0,09	0,2	0,7	0,3
	5	26,3±0,34	0,7	2,5	1,2
Північно-західний	1	26,4±0,35	0,7	2,6	1,3
	2	26,3±0,38	0,7	2,9	1,4
	3	26,6±0,08	0,2	0,6	0,3
	4	25,5±0,29	0,6	2,3	1,1
	5	25,1±0,09	0,2	0,7	0,3

В таблиці 11 показана достовірність відмінностей між показниками середньої температури стовбурів на ПП Зтво, яка свідчить про те, що максимальне значення відмінності середньої температури дерев було наявне між північним і північно-західним напрямками ($F_f=57,81 >> F_{0,95}(1;5)=5,32$), $P=0,00006$, а мінімальне – між північно-східним і південно-західним ($F_f=0,02 << F_{0,95}(1;5)=5,32$), $P=0,53$).

Температура ґрунту теж вимірювалась в тих самих точках, що й інтенсивність освітленості та температура стовбурів дерев, і вона підтверджує загальну тенденцію, а саме – в північно-західному і північному напрямках від центру прогалини температура ґрунту загалом вища, ніж в інших напрямках (рис. 10, 11), особливо це стосується показників температури на поверхні ґрунту, але на ПП Зтво (рис. 12) не виявилось загальної закономірності, щодо температури ґрунту. Найнижчою температура ґрунту виявилась в південному, південно-східному і південно-західному напрямках, що знову ж таки пояснюється впливом сонячного випромінювання.

Таблиця 11

Достовірність відмінності між середніми показниками температури стовбурів дерев різних напрямків за даними дисперсійного аналізу на ПП Ітво

	Північний	Північно-східний	Східний	Південно-східний	Південний	Південно-західний	Західний	Північно-західний
Північний								
Північно-східний	2,52							
Східний	0,05	9,07						
Південно-східний	1,12	3,03	1,01					
Південний	44,91	0,51	0,08	0,99				
Південно-західний	0,8	0,02	0,98	2,07	0,37			
Західний	0,44	0,1	0,63	1,71	0,12	0,11		
Північно-західний	57,81	47	9,17	8	19,2	3,09	5,71	

$F_{\text{теор.}}(0,95; 1; 5)=5,32$

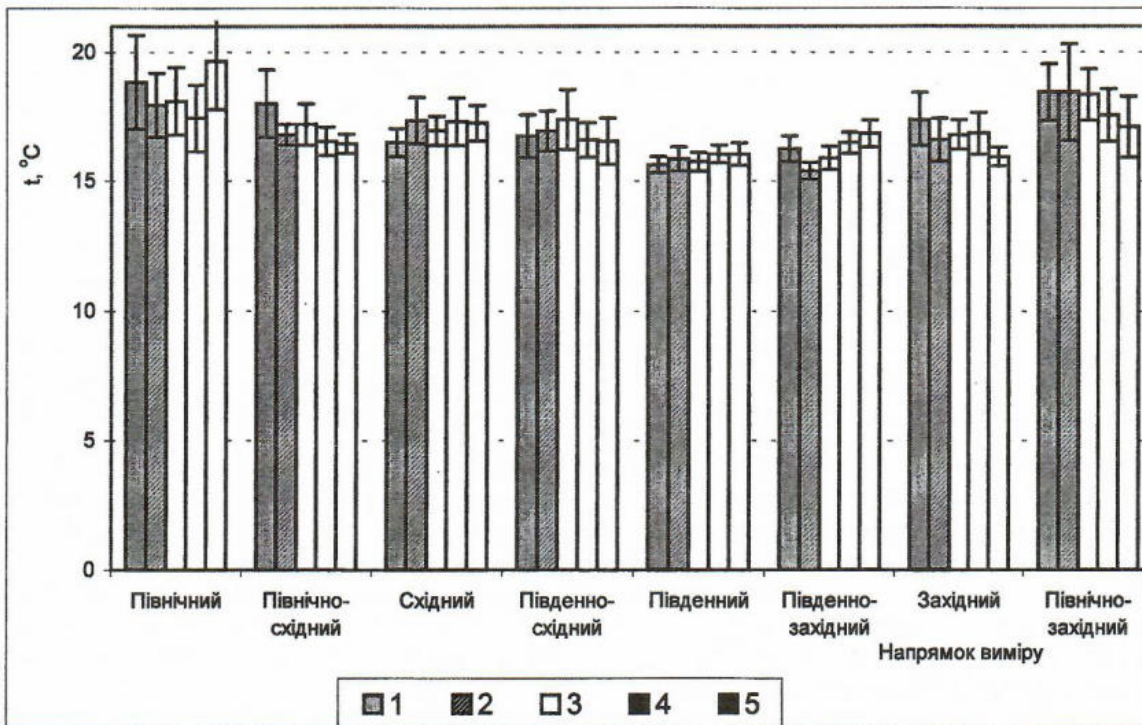


Рис. 10. Середні показники температури ґрунту в різних напрямках від центру прогалини на різній відстані від краю прогалини на ПП Ітво

Статистичні показники температури ґрунту на ПП 1тво

Напрямок	Точка виміру	Статистичні показники			
		$M \pm m, ^\circ\text{C}$	δ	V, %	P, %
Північний	1	18,8±1,82	3,6	19,4	9,7
	2	17,9±1,24	2,4	13,8	6,9
	3	18,1±1,3	2,6	14,5	7,2
	4	17,4±1,29	2,5	14,8	7,4
	5	19,6±1,8	3,7	18,9	9,4
Північно-східний	1	18±1,31	2,6	14,6	7,3
	2	16,8±0,41	0,8	4,8	2,4
	3	17,2±0,80	1,6	9,3	4,6
	4	16,5±0,55	1,1	6,7	3,3
	5	16,4±0,36	0,7	4,3	2,1
Східний	1	16,5±0,54	1,0	6,6	3,3
	2	17,3±0,89	1,7	10,2	5,1
	3	16,9±0,57	1,1	6,7	3,3
	4	17,3±0,92	1,8	10,7	5,3
	5	17,2±0,68	1,3	7,9	3,9
Південно-східний	1	16,7±0,83	1,6	9,9	4,9
	2	16,9±0,7	1,5	9,2	4,6
	3	17,4±1,16	2,3	13,4	6,6
	4	16,6±0,67	1,3	8,2	4,1
	5	16,5±0,91	1,8	10,9	5,4
Південний	1	15,6±0,31	0,6	3,9	1,9
	2	15,8±0,45	0,9	5,7	2,8
	3	15,7±0,35	0,7	4,5	2,2
	4	16,1±0,34	0,6	4,2	2,1
	5	16,1±0,43	0,8	5,4	2,7
Південно-західний	1	16,2±0,49	0,9	6,1	3,1
	2	15,4±0,33	0,6	4,3	2,2
	3	15,9±0,46	0,9	5,8	2,9
	4	16,5±0,45	0,8	4,8	2,4
	5	16,8±0,51	1,0	6,0	3
Західний	1	17,4±1,02	2,0	11,9	5,8
	2	16,6±0,82	1,6	9,9	4,9
	3	16,8±0,57	1,1	6,8	3,4
	4	16,8±0,81	1,6	9,6	4,8
	5	15,9±0,35	0,7	4,5	2,2
Північно-західний	1	18,4±1,11	2,2	12,1	6,1
	2	18,4±1,86	3,7	20,2	10,1
	3	18,3±0,99	1,9	10,8	5,4
	4	17,5±1,01	2,03	11,5	5,7
	5	17,1±1,17	2,3	13,7	6,8

Аналіз даних таблиці 12 вказує на те, що середня температура ґрунту в точці 5 північного напрямку була найвищою (19,6±1,9 °C), а найнижчою – в точці 2 південно-західного напрямку (15,4±0,34 °C). Найбільше варіювання температури ґрунту було в північно-західному напрямку в точці 2 (20,2 %), а найбільша відносна похибка – 10,1%, що свідчить про високу точність дослідів.

В таблиці 13 показана достовірність відмінностей між показниками середньої температури ґрунту, яка свідчить про те, що максимальне значення відмінності температури було між південним і північно-західним напрямками ($F_{\text{ф}}=53,33 >> F_{0,95}(1;5)=5,32$), $P=0,00008$, а найменше – між північно-східним і східним напрямками ($F_{\text{ф}}=0,047 << F_{0,95}(1;5)=5,32$), $P=0,83$.

Статистичні показники таблиці 14 вказують на те, що в 4-й точці північно-західного напрямку середня температура ґрунту була найбільшою (20,8±0,96 °C), а найменшою – в 1-й точці південно-західного напрямку (16,9±1,03 °C). Максимальне варіювання температури було в 4-й точці південно-східного напрямку (20,6%), а відносна похибка становила 10,2%. Це свідчить про високу точність вимірювань на ПП 2тво.

Достовірність відмінності між середніми показниками температури ґрунту різних напрямків за даними дисперсійного аналізу на ПП 1тво

	Північний	Північно-східний	Східний	Південно-східний	Південний	Південно-західний	Західний	Північно-західний
Північний		8,62	10,22	13,99	41,47	23,45	13,93	0,78
Північно-східний	8,62		0,047	0,22	14,94	4,76	0,58	6,15
Східний	10,22	0,047		0,99	45,2	9,07	1,53	8,11
Південно-східний	13,99	0,22	0,99		31,57	5,23	0,22	12,69
Південний	41,47	14,94	45,2	31,57		1,43	11,86	53,33
Південно-західний	23,45	4,76	9,07	5,23	1,43		2,5	23,31
Західний	13,93	0,58	1,53	0,22	11,86	2,5		12,1
Північно-західний	0,78	6,15	8,11	12,69	53,33	23,31	12,1	

$F_{теор.} (0,95; 1; 5)=5,32$

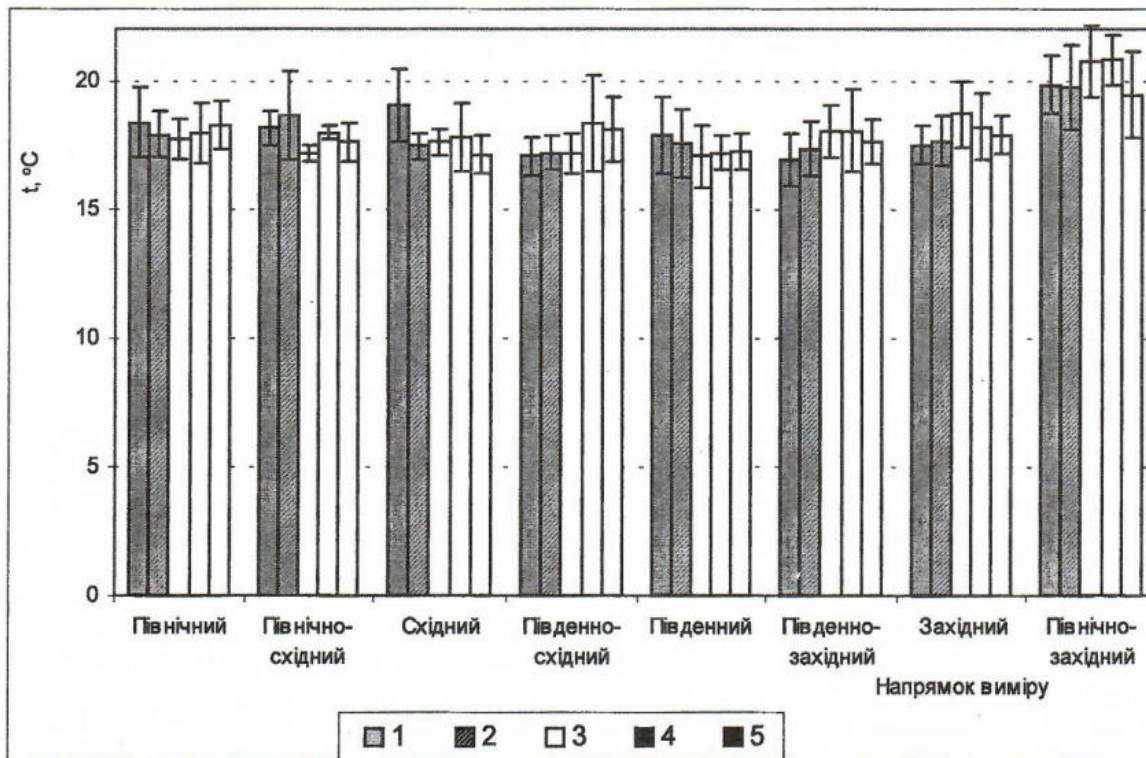


Рис. 11. Середні показники температури ґрунту в різних напрямках від центру прогалини на різній відстані від краю прогалини на ПП 2тво

Статистичні показники температури ґрунту на ПП 2тво

Напрямок	Точка виміру	Статистичні показники			
		$M \pm m, ^\circ\text{C}$	δ	V, %	P, %
Північний	1	18,3±1,38	2,7	15,1	7,5
	2	17,9±0,91	1,8	10,1	5,04
	3	17,7±0,77	1,5	8,7	4,4
	4	17,9±1,16	2,3	12,9	6,4
	5	18,2±0,96	1,9	10,5	5,2
Північно-східний	1	18,1±0,65	1,3	7,1	3,5
	2	18,6±1,72	3,4	18,4	9,2
	3	17,1±0,33	0,6	3,8	1,9
	4	17,9±0,27	0,5	3,1	1,5
	5	17,6±0,71	1,4	8,1	4,04
Східний	1	19,1±1,38	2,7	14,5	7,3
	2	17,4±0,49	0,9	5,7	2,8
	3	17,6±0,49	0,9	5,6	2,8
	4	17,8±1,33	2,6	15,0	7,5
	5	17,1±0,75	1,5	8,7	4,3
Південно-східний	1	17,1±0,73	1,4	8,6	4,3
	2	17,2±0,63	1,2	7,4	3,7
	3	17,1±0,76	1,5	8,9	4,4
	4	18,3±1,88	3,7	20,5	10,2
	5	18,1±1,26	2,5	13,9	6,9
Південний	1	17,8±1,47	2,9	16,5	8,2
	2	17,5±1,31	2,6	14,8	7,4
	3	17,05±1,18	2,3	13,9	6,9
	4	17,2±0,63	1,2	7,4	3,7
	5	17,2±0,72	1,4	8,4	4,2
Південно-західний	1	16,9±1,03	2,0	12,1	6,1
	2	17,3±1,03	2,0	11,8	5,9
	3	18±1	2,0	11,1	5,5
	4	18,05±1,68	3,2	17,8	8,9
	5	17,6±0,86	1,7	9,8	4,9
Західний	1	17,5±0,74	1,4	8,4	4,2
	2	17,6±0,99	1,9	11,2	5,6
	3	18,7±1,29	2,5	13,8	6,9
	4	18,2±1,29	2,5	14,1	7,1
	5	17,9±0,77	1,5	8,6	4,3
Північно-західний	1	19,8±1,16	2,3	11,7	5,8
	2	19,7±1,66	3,3	16,8	8,4
	3	20,7±1,42	2,8	13,7	6,8
	4	20,8±0,95	1,9	9,1	4,5
	5	19,4±1,67	3,3	17,2	8,6

Аналіз даних таблиці 15 демонструє, що максимальне значення відмінності температури було між південним і північно-західним напрямками ($F_{\phi}=77,96 >> F_{0,95}(1;5)=5,32$), $P=0,00002$, а мінімальне – між південно-східним і південно-західним ($F_{\phi}=0,008 << F_{0,95}(1;5)=5,32$), $P=0,93$.

Дані таблиці 16 свідчать про те, що на ПП 3тво в точці 5 південно-східного напрямку була максимальна середня температура ґрунту ($19 \pm 1,99$ °C), а найменша – в точці 2 південно-західного напрямку ($16,1 \pm 0,86$ °C). Найбільше варіювання температури було в 5-й точці південного напрямку (21,1%), а відносна похибка – 10,5%.

В таблиці 17 показана достовірність відмінностей між показниками середньої температури ґрунту, яка свідчить про те, що навіть максимальне значення відмінності, що наявне між північно-східним і східним напрямками ($F_{\phi}=3,83 << F_{0,95}(1;5)=5,32$), $P=0,086$, менше ніж F теоретичне, що вказує на відсутність достовірної різниці між показниками температури в різних напрямках від центру прогалини на ПП 3тво.

Таблиця 15

Достовірність відмінності між середніми показниками температури ґрунту різних напрямків за даними дисперсійного аналізу на ПП 2тво

	Північний	Північно-східний	Східний	Південно-східний	Південний	Південно-західний	Західний	Північно-західний
Північний		0,22	0,42	2,41	12,23	3,26	0,027	48,51
Північно-східний	0,22		0,057	0,79	3,2	0,84	0,074	35,23
Східний	0,42	0,057		0,29	1,34	0,26	0,23	28,84
Південно-східний	2,41	0,79	0,29		0,38	0,008	1,48	43,48
Південний	12,23	3,2	1,34	0,38		0,77	5,64	77,96
Південно-західний	3,26	0,84	0,26	0,008	0,77		1,73	53,63
Західний	0,027	0,074	0,23	1,48	5,64	1,73		37,34
Північно-західний	48,51	35,23	28,84	43,48	77,96	53,63	37,34	

$F_{\text{теор.}}(0,95; 1; 5)=5,32$

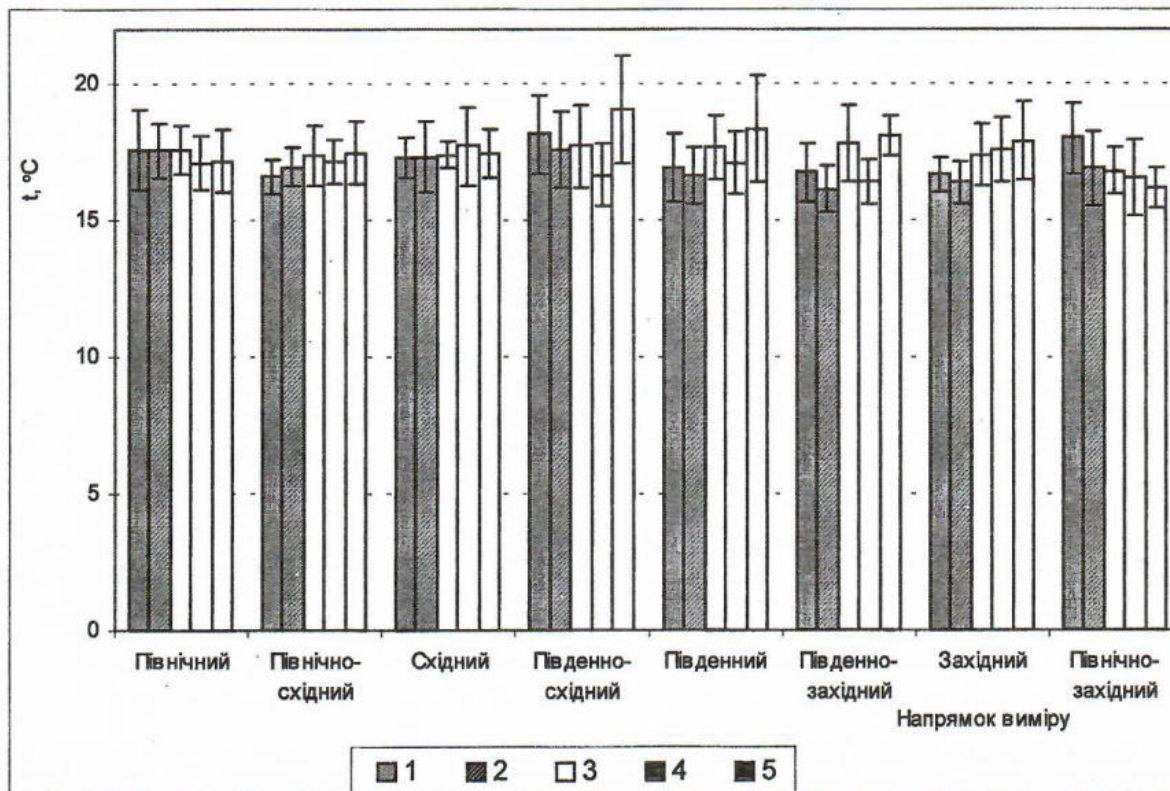


Рис. 12. Середні показники температури ґрунту в різних напрямках від центру прогалини на різній відстані від краю прогалини на ПП 3тво

Статистичні показники температури ґрунту на ІІІ Зтво

Напрямок	Точка виміру	Статистичні показники			
		$M \pm m, ^\circ\text{C}$	δ	V, %	P, %
Північний	1	17,6±1,47	2,9	16,7	8,4
	2	17,5±0,96	1,9	10,9	5,5
	3	17,6±0,87	1,7	9,9	4,9
	4	17,1±0,97	1,9	11,4	5,7
	5	17,1±1,13	2,2	13,2	6,6
Північно-східний	1	16,6±0,60	1,2	7,3	3,6
	2	16,9±0,70	1,4	8,3	4,1
	3	17,3±1,11	2,2	12,8	6,4
	4	17,1±0,78	1,5	9,1	4,5
	5	17,4±1,14	2,2	13,1	6,5
Східний	1	17,3±0,71	1,4	8,3	4,1
	2	17,3±1,27	2,5	14,8	7,4
	3	17,4±0,45	0,9	5,2	2,6
	4	17,7±1,44	2,8	16,3	8,2
	5	17,4±0,87	1,7	10,1	5,0
Південно-східний	1	18,1±1,43	2,8	15,8	7,9
	2	17,6±1,41	2,8	15,9	7,9
	3	17,7±1,51	3,1	17,0	8,5
	4	16,6±1,129	2,2	13,5	6,7
	5	19,1±1,98	3,9	20,8	10,4
Південний	1	16,9±1,25	2,5	14,8	7,4
	2	16,6±1,04	2,1	12,4	6,2
	3	17,6±1,20	2,4	13,6	6,8
	4	17,1±1,12	2,2	13,1	6,5
	5	18,3±1,93	3,8	21,1	10,5
Південно-західний	1	16,7±1,04	2,1	12,4	6,2
	2	16,1±0,86	1,7	10,7	5,3
	3	17,8±1,42	2,8	15,9	7,9
	4	16,4±0,81	1,6	9,8	4,9
	5	18,1±0,71	1,4	7,8	3,9
Західний	1	16,7±0,62	1,2	7,4	3,7
	2	16,4±0,77	1,5	9,4	4,7
	3	17,4±1,15	2,3	13,2	6,6
	4	17,6±1,16	2,3	13,1	6,5
	5	17,9±1,43	2,8	15,9	7,9
Північно-західний	1	18±1,27	2,5	14,1	7,1
	2	16,9±1,34	2,6	15,9	7,9
	3	16,8±0,85	1,7	10,1	5,1
	4	16,5±1,36	2,7	16,5	8,2
	5	16,2±0,71	1,4	8,8	4,4

Щодо вологості ґрунту, потрібно зауважити, що відбір зразків проводився у кінці вересня після тривалої відсутності опадів (дощів не було майже протягом всього місяця). На рисунках 13–15 представлені середні показники вологості ґрунту за кожною точкою відбору зразків ґрунту.

Таблиця 17

Достовірність відмінності між середніми показниками температури ґрунту різних напрямків за даними дисперсійного аналізу на ППІ Зтво

	Північний	Північно-східний	Східний	Південно-східний	Південний	Південно-західний	Західний	Північно-західний
Північний								
Північно-східний	2,52							
Східний	0,05	3,83						
Південно-східний	1,12	3,03	1,01					
Південний	0,04	0,51	0,08	0,99				
Південно-західний	0,8	0,02	0,98	2,07	0,38			
Західний	0,44	0,1	0,63	1,71	0,12	0,11		
Північно-західний	2,49	0,38	3,01	3,62	1,11	0,09	0,56	

$F_{\text{теор.}}(0,95; 1; 5)=5,32$

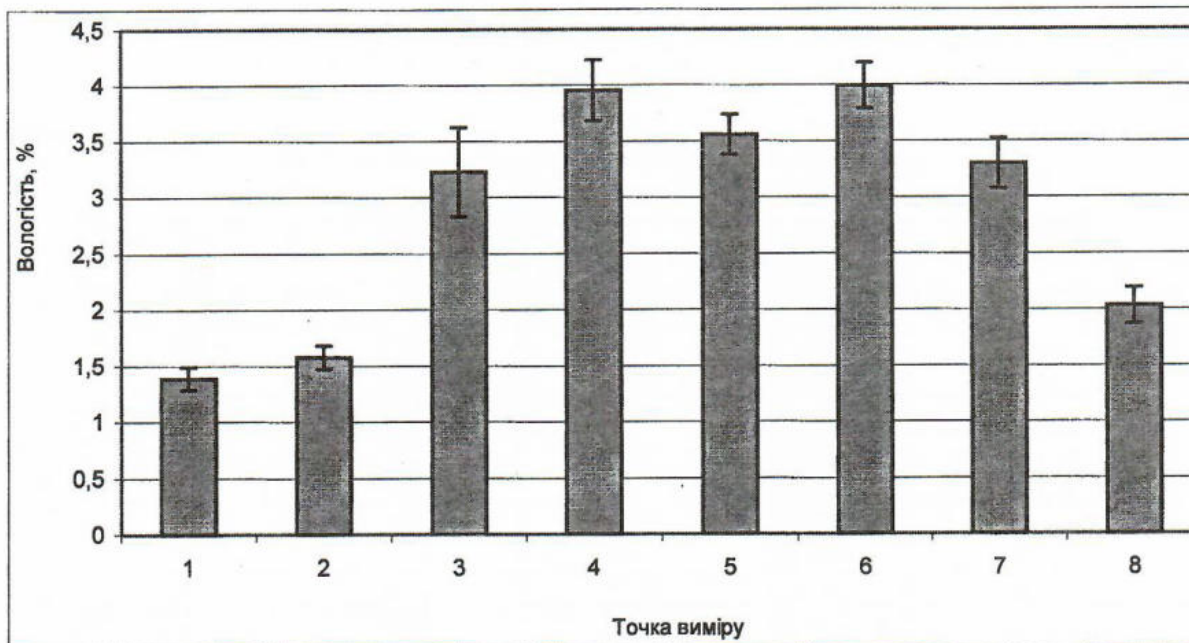


Рис. 13. Середні показники вологості ґрунту в різних точках виміру на ППІ Ітво

Рисунок 13 показує суттєву різницю між вологістю ґрунту крайніх точок вимірювання (1, 2, 8) та центральних. Дані таблиці 18 свідчать про те, що найвища середня вологість ґрунту була в 6-й точці ($3,99 \pm 0,207\%$), а найнижча – в 1-й ($1,39 \pm 0,1$). Максимальне варіювання і відносна похибка в 3-й точці – 39,1%, 12,4%.

Статистичні показники вологості ґрунту на ПП 1тво

Точка виміру	Статистичні показники			
	M±m, %	δ	V, %	P, %
1	1,39±0,100	0,31	22,8	7,2
2	1,57±0,104	0,33	20,9	6,6
3	3,22±0,399	1,26	39,1	12,3
4	3,95±0,274	0,86	21,9	6,9
5	3,55±0,176	0,55	15,6	4,9
6	3,99±0,207	0,65	16,3	5,2
7	3,29±0,225	0,71	21,5	6,8
8	2,03±0,165	0,52	25,6	8,1

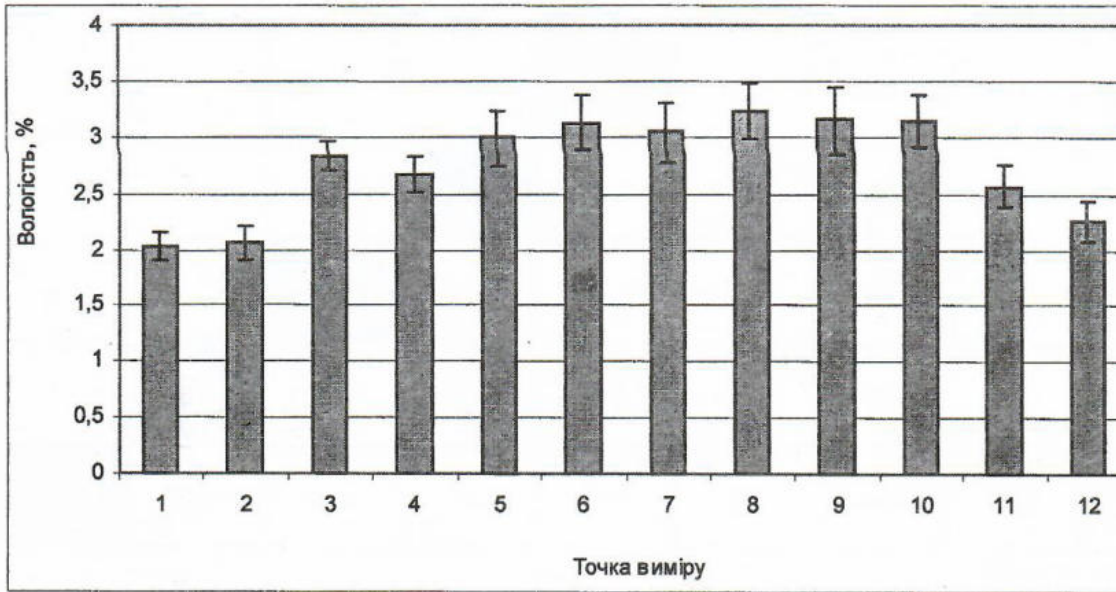


Рис. 14. Середні показники вологості ґрунту в різних точках виміру на ПП 2тво

Статистичні показники вологості ґрунту на ПП 2тво

Точка виміру	Статистичні показники			
	M±m, %	δ	V, %	P, %
1	2,03±0,126	0,39	19,6	6,2
2	2,05±0,153	0,48	23,5	7,4
3	2,83±0,132	0,41	14,7	4,6
4	2,67±0,154	0,48	18,2	5,7
5	2,99±0,243	0,76	25,7	8,1
6	3,12±0,237	0,74	23,9	7,5
7	3,04±0,260	0,82	26,9	8,5
8	3,22±0,249	0,78	24,4	7,7
9	3,14±0,302	0,95	30,4	9,6
10	3,14±0,232	0,73	23,4	7,4
11	2,57±0,185	0,58	22,8	7,2
12	2,26±0,17	0,56	24,7	7,8

На ПП 2тво (рис. 14) найменша вологість була на крайніх точках (1, 2, 11, 12), а найбільша – на центральних. Дані таблиці 19 показують, що найбільша вологість була у 8-й точці (3,2±0,2%), а найменша – в 1-й (2±0,1%).

Статистичні показники вологості ґрунту на ПП 3тво

Точка виміру	Статистичні показники			
	$M \pm m, \%$	δ	$V, \%$	$P, \%$
1	$1,83 \pm 0,191$	0,60	32,8	10,4
2	$1,89 \pm 0,185$	0,58	31,0	9,8
3	$2,43 \pm 0,217$	0,68	28,2	8,9
4	$2,91 \pm 0,290$	0,91	31,4	9,9
5	$2,48 \pm 0,169$	0,53	21,4	6,7
6	$2,08 \pm 0,134$	0,42	20,3	6,4

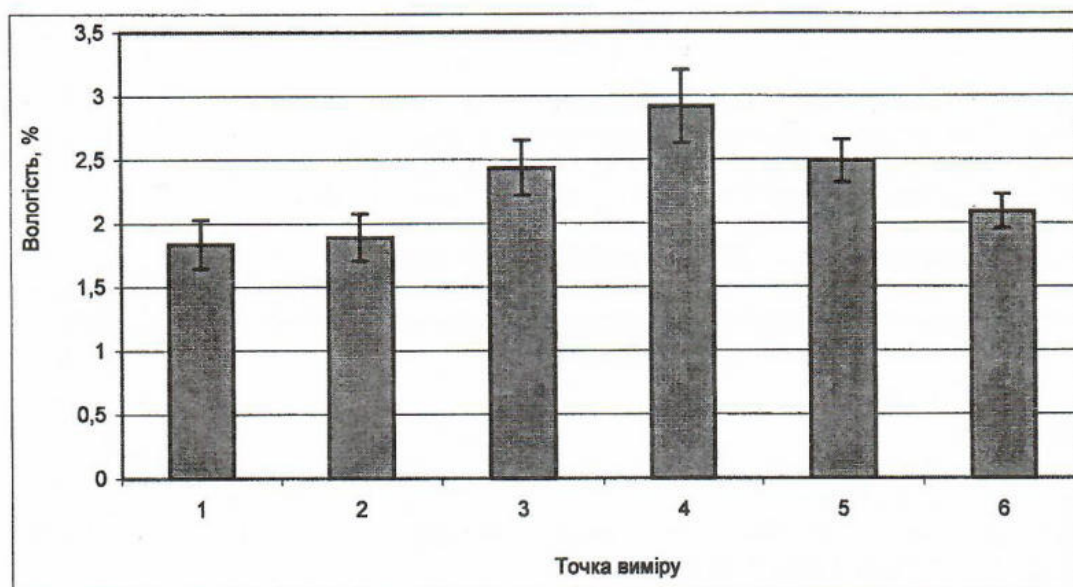


Рис. 15. Середні показники вологості ґрунту в різних точках виміру на ПП 3тво

На рисунку 15 видно, що найбільша вологість ґрунту була в 3, 4, 5 точках. Дані таблиці 20 вказують на те, що найбільший середній показник вологості був в 4-й точці ($2,9 \pm 0,3\%$), а найменший – в 1-й ($1,8 \pm 0,2\%$).

Якщо порівняти пробні площі між собою стосовно вологості (рис. 16), то найбільша вологість ґрунту була на ПП 1тво, а найнижча – на ПП 3тво. Така ситуація пояснюється тим, що на ПП 3тво прогалина кореневої губки невеликих розмірів і дерева на її краю забирають деяку частину вологи з прогалини; на прогалині на ПП 2тво знаходиться багато молодої берези і підросту сосни, а також малина, ожина і трави, тому вологість нижча, ніж на ПП 1тво, незважаючи на те, що прогалина на ПП 2тво найбільша.

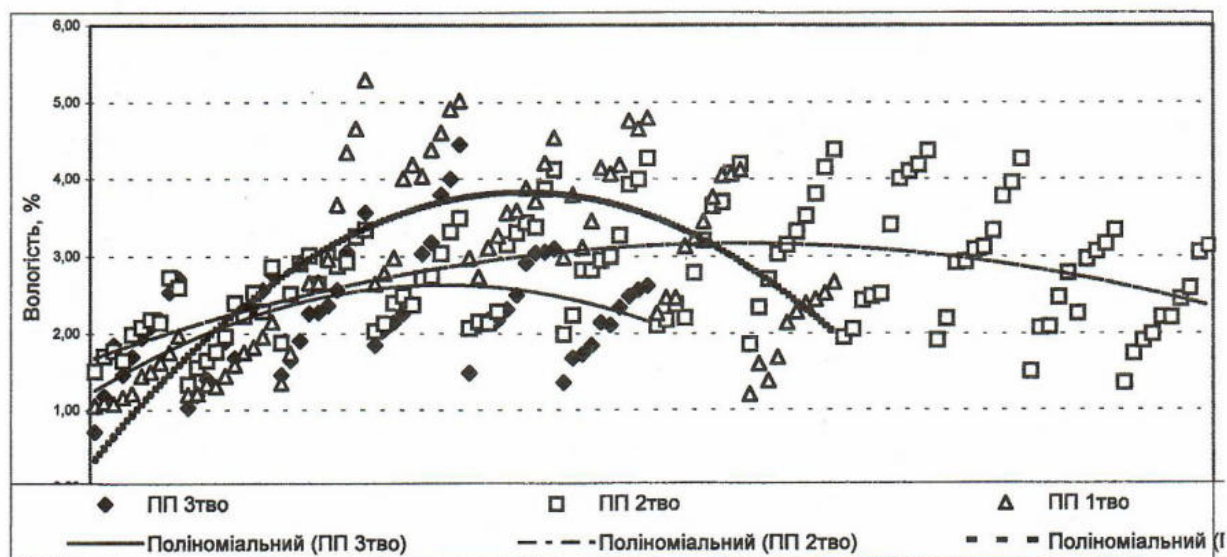


Рис. 16. Вологість різних шарів ґрунту на ПП 1тво, 2тво, 3тво

Висновки

Вологість ґрунту виявилась дуже низькою на всіх пробних площах, але на прогалині кореневої губки вона вища, ніж під наметом дерев, що може пояснюватись тим, що дерева в зоні досяжності своїх коренів використали більшість вологи для своєї життєдіяльності, крім того, частина вологи затримується кронами і стовбурами дерев під час опадів, тоді як на відкритій місцевості волога потрапляє в ґрунт без перешкод. На прогалинах кореневої губки показники освітленості та температури стовбурів дерев та ґрунту залежать від дії сонця: найвищі показники (в момент вимірювання) наявні в північно-західному і північному напрямках від центра прогалини, адже насадження в цих напрямках підлягає найсильнішому впливу сонячних променів і не затінюється оточуючим деревостаном, а в південному і південно-східному напрямках ці показники найменші. З вищевказаного стає зрозуміло, що дерева, які стоять на північно-західному і північному краях прогалини, знаходяться в дуже несприятливих умовах і повинні висихати інтенсивніше, ніж інші, і саме в цих напрямках прогалина буде розповсюджуватись швидше.

Література:

1. Венцкевич Г. З. Агрометеорологія. – Ленінград: ГИМИЗ, 1958. – 376 с.
2. Голованько З. С. Причины усыхания сосновых насаждений. К., 1949. – 42 с.
3. Костин С.И. Основы метеорологии и климатологии. – Ленінград: ГИМИЗ, 1958. – 404 с.
4. Погребняк П.С. Ґрунтова архітектоніка як чинник родючості // Доповіді АН УРСР. – № 3. – К., 1947. – С. 12–18.
5. Погребняк П.С. Общее лесоводство. – М.: Сельхозиздат, 1963. – 399 с.
6. Рекомендации по повышению устойчивости зеленых насаждений к техногенному загрязнению атмосферы выбросами аммиака, сернистого ангидрида, окислов азота в условиях лесной и степной зон Украинской ССР (Методические указания). – Харьков, 1987 г.

Струтинский А.В.

Особенности экологии прогалин в очагах корневой губки в лесах Житомирской области.

Полесский филиал УкрНИИЛХА

Приведены результаты исследований экологических особенностей прогалин в насаждениях, пораженных корневой губкой в Житомирской области.

Strutinsky O.V.

Peculiarities of ecology of root rot glade in the forests of Zhytomyr Region.

Polis'kiy Branch of UkrSRIFA

The results of research of ecological peculiarities of glade in forest stands affected by root rot in Zhytomyr Region have been considered.

Бондарук М.А. –
кандидат біологічних наук,
УкрНДЛГА, м.Харків
Целішев О.Г. –
науковий співробітник,
УкрНДЛГА, м.Харків

Біорізноманіття лісових екосистем України: сучасний стан, проблеми, шляхи вирішення

У підтриманні життя, як стійкого планетарного явища, самої могутньої геохімічної сили, найважливіше значення має різноманіття форм живих організмів, які відрізняються набором речовин, що споживаються ними та виділяються у довкілля в процесі життєдіяльності. За В.І. Вернадським, “жива речовина” є сукупністю різноякісних форм організмів, завдяки яким забезпечується безперервний біогенний кругообіг речовин [9]. Підтримка цього кругообігу є провідною функцією природних екосистем. Вона здійснюється на основі закономірних взаємовідношень видових популяцій, що складають ці екосистеми. Численність і екологічне різноманіття видів, що входять в екосистему, численність вторинних по відношенню до первинної трофічної функції форм відношень між ними – все це лежить в основі здатності природних екосистем зберігатися на фоні коливань зовнішніх умов і перебудовуватися задля необхідного пристосовування при направленій їх зміні [61]. Оскільки в наш час немає способів відтворення видів, що зникли, тому збіднення біорізноманіття – незворотний процес.

Завдяки отриманню нових знань про сучасний стан навколишнього природного середовища, його суттєву трансформацію цивілізацією та усвідомлення небезпеки зростання екологічної, ресурсної та соціально-економічної кризи від регіональних масштабів до глобального міжнародною спільнотою на Конференції ООН по навколишньому середовищу та розвитку (Ріо-де-Жанейро, 1992) вироблена нова парадигма виживання біоти (в тому числі людства) – концепція сталого розвитку [47]. В ній зазначається, що для забезпечення сталого розвитку планети соціально-економічний розвиток кожної нації не повинен виходити за межі екологічних можливостей біосфери задля забезпечення збереження та відновлення навколишнього природного середовища та здоров'я населення як сьогодні, так і в майбутньому. Визначальна роль лісів для життя планети відображена у трьох ключових документах, прийнятих на конференції: конвенція за кліматом, конвенція за біорізноманіттю та документ з лісів [70].

Згідно з концепцією сталого розвитку наявність слабо збуреної, тобто здатної до самовідновлення біосфери, забезпечує компенсацію негативних впливів і регулювання властивостей навколишнього середовища. В значній мірі це залежить від існуючого в природі біорізноманіття, а останнє – суттєво залежить від стану лісів. Органічний зв'язок лісової рослинності зі середовищем розвинений у вченні Г.Ф. Морозова про ліс як явище географічне [32]. Ідея пізнання лісу у єдності із середовищем існування відображена в роботах Г.М. Висоцького [13], який виражає цей зв'язок за допомогою схематичної формули SLGPH, де S – ліс (silva), L – дерево (Lignum), G – середовище (genium), P – вплив лісу на середовище (pertinentia), H – вплив людини (homo). Тобто проблеми клімату, біорізноманіття та динаміки лісів тісно взаємозв'язані.

Конвенцію про охорону біологічного різноманіття [24] ратифіковано Законом України № 257/94-ВР від 29.11.94. Всеєвропейську стратегію збереження ландшафтного і біологічного різноманіття схвалено у 1995 році у Софії в рамках процесу “Довкілля для Європи”. Для реалізації Україною цих міжнародних угод в 1997 році Кабінетом Міністрів України прийнято постанову “Про концепцію збереження біологічного різноманіття України” [46], а у 2000 році було прийнято спеціальний Закон “Про Загальнодержавну програму формування національної екологічної мережі України на 2000-2015 роки” [18]. В Україні цілісна система оцінки специфічних загроз біорізноманіттю вперше була розроблена в процесі реалізації проекту Biodiversity Support Program “Оцінка необхідності збереження біорізноманітності в Криму” [12]. Як результат, були виявлені 20 видів загроз біорізноманіттю, достатньо репрезентованих у відношенні до всієї території України [17].

ФІЗИЧНЕ ЗНИЩЕННЯ ФІТОБІОТИ

- 1) Пожежі (як спонтанні, так і спрямовані).
- 2) Розорення (у т.ч. при зміні землекористування).
- 3) Вилучення ґрунту (для зеленого будівництва, при кар'єрах).
- 4) Урбанізація (у т.ч. будівництво, озеленення, витоптування, інвазія, загарбування земель).
- 5) Рубки (як промислові, так і при догляді за лісом).
- 6) Косовиця (йдеться про порушення норм).
- 7) Збирання рослин (йдеться про звичайне браконьєрство, колекціонування рідкісних рослин, надмірну експлуатацію та комерціалізацію).
- 8) Перевипас (включаючи випас у лісі).
- 9) Рекреаційні навантаження (витоптування, збирання рослин, звалища, пожежі).

- 10) Залісення (науково необґрунтоване).
- 11) Загрозливі схилі процеси (обвали, селі та зсуви).

ЗМІНИ СЕРЕДОВИЩА

- 12) Модифікація місцезростань (ерозія, абразія).
- 13) Підтоплення (у т.ч. повінь, заболочування, споруда водосховищ).
- 14) Осушення (науково необґрунтоване).
- 15) Засолення (при порушеннях в іригації).
- 16) Опріснення (в т.ч. при порушеннях в іригації).
- 17) Фрагментація екотопів (в т.ч. інсуляризація).

ЗАБРУДНЕННЯ

- 18) Біологічне (інвазії адвентивних видів, генетично модифікованих ліній, фітопатологічні інвазії).
- 19) Фізичне (радіоактивне, звалища).
- 20) Хімічне (в т.ч. комунальне, промислове, сільськогосподарське, воєнне).

Серед причин скорочення лісового біорізноманіття, безпосередньо пов'язаних із лісгосподарською діяльністю, виділяють такі [62]: 1) сучасні технології ведення лісового господарства, що зумовлюють створення одновікових, одноярусних насаджень, монокультур, суттєва вибірка деревини при проміжному користуванні та санітарних рубках; 2) оборот рубки менший за вік природної стиглості; 3) зникнення унікальних ділянок лісу зі специфічними умовами в результаті суцільних рубок, осушення тощо; 4) недостатній рівень орієнтації на природне поновлення, реінтродукцію корінних типів лісу.

Наслідками неконтрольованого використання природних ресурсів є такі негативні зміни біорізноманіття [19]: 1) звуження ареалів певних видів, в основному тих, які не виявляють толерантності до господарської діяльності; 2) витіснення менш толерантних до діяльності людей видів більш толерантними (синантропізація рослинності); 3) інтродукція та інвазія чужорідних біологічних видів, що призводять до зникнення аборигенних видів або руйнування місць їх існування (середовища); 4) зникнення (пряме та опосередковане винищення, вимирання) біологічних видів, їх окремих ізольованих популяцій, що відзначаються певними морфо-функціональними чи екологічними особливостями, унікальних флоро-фауністичних комплексів, ценозів та екосистем; 5) знищення (трансформація) певних типів ландшафтів, зокрема, лісових; 6) погіршення внутрішніх умов ареалу до таких меж, коли толерантної біоти взагалі не залишається, так зване опустелювання.

У зв'язку з виключно важливою екологічною роллю лісів протягом останніх трьох десятиліть радикально та стрімко міняються вимоги до лісових ресурсів як в загальносвітовому масштабі, так і на локально-регіональних рівнях. Виявлення та визнання нових нематеріальних цінностей лісів докорінно змінили типи, структуру та інтенсивність лісокористування в усьому світі. Акцентується увага на необхідності віддання паритету екологічним аспектам порівняно з економічними, збільшується міжнародна інтеграція за екологічними та ресурсними проблемами. Але лише на початку 90-х років було показано, що при екологічно обґрунтованому проведенні лісозаготівлі можна забезпечити задовільні умови для максимального збереження біорізноманіття [49]. Українські лісівники стоять на позиціях багатоцільового підходу до ведення лісового господарства [42]. В той же час доведено [49], що навіть такий підхід не вирішує проблему повністю. В ряді робіт [72, 73] відмічалось, що не існує остаточного вирішення питання про те, як краще зберігається біорізноманіття – у великих лісових масивах при багатоцільовому лісокористуванні, чи в мозаїчних острівках незайманого лісу, що розміщуються в межах угідь більш інтенсивного використання. Скоріш за все необхідно науково обґрунтоване маніпулювання обома підходами одночасно в залежності від ситуації.

Проблему біорізноманіття доцільно розглядати в двох аспектах – збереження біорізноманіття видів (чи на інших рівнях організації живого) та збереження структурно-функціональної організації стійкості екосистем як необхідної умови існування біоти [22]. Для лісового господарства особливе значення має видовий рівень. О.С. Ісаєв [22] рекомендує ряд напрямків моніторингу біорізноманіття лісів, при цьому акцентує увагу на інвентаризації генетичного та фенологічного різноманіття лісотвірних порід та зникаючих і рідких видів біоти, домінуючих видів на ландшафтно-екологічній базі з врахуванням сукцесій, обліку біорізноманіття за даними таксації та лісовпорядкування. Дослідження щодо збереження біорізноманіття головних лісотвірних порід в Україні проводяться переважно на видовому та внутрішньовидовому рівнях. Лісівниками та науковцями відібрані численні генетичні резервати, плюсові насадження, плюсові дерева тощо [42]. Актуальності набуває також питання забезпечення охорони ценофонду окремих типів рослинності, які стали рідкісними внаслідок великомасштабної трансформації природних ландшафтів. Із застосуванням методики синфітосозологічної оцінки ценофонду, розробленої у відділі геоботаніки Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України, було виділено на території України 373 найрідкісніші лісові асоціації 23-х формацій [19].

Оскільки Україна підписала міжнародні угоди стосовно сталого розвитку та збереження біорізноманіття, то лісгосподарська галузь повинна розробити узгоджену з Міністерством охорони навколишнього природного середовища стратегію збереження біорізноманіття та забезпечити глибоку наукову розробку фундаментальних і прикладних аспектів цієї проблеми.

Міжнародні критерії невиснажливого управління лісами враховують необхідність збереження біорізноманіття лісів, посилення екологічних аспектів лісокористування. Для вдосконалення системи ведення лісового господарства щодо збереження та збагачення біорізноманіття необхідно:

1. Проведення експериментальної перевірки технологій організації рубок головного і проміжного користування, способів відтворення лісів, реалізації принципів цілісного лісокористування.
2. Ширше впровадження в лісгосподарську практику поступових, вибіркових та комбінованих способів рубок з вдосконаленими та прогресивними технологіями.
3. Розробка кількісних критеріїв якості рубок догляду, а також допустимих навантажень на лісові екосистеми, спричинених використанням машин і механізмів у процесі проведення лісгосподарських заходів.
4. Розробка системи заходів щодо коректування вікової структури насаджень та оптимізація співвідношення середнього запасу стиглих і пристигаючих насаджень.
5. Забезпечення розвитку системи малих охоронних територій – заказників, урочищ і, особливо, лісових генетичних резерватів.
6. Розгортання державної багаторівневої системи моніторингу лісових екосистем із урахуванням потреб збереження біорізноманіття.
7. Здійснення поетапного обліку та інвентаризації видового, ценотичного і ландшафтного біорізноманіття лісів і створення карти та банку його даних.
8. Забезпечення охорони і збереження кримських і карпатських пралісів, приполонинних і природних приуслівних лісів та найстаріших природних лісів у всіх лісорослинних зонах як резерватів природи.
9. Впровадження на типологічній основі та за водозбірним принципом диференційованих систем лісокористування та лісгосподарських заходів залежно від цільового призначення лісів та стану їх біорізноманіття.
10. Збереження цілісності та непорушеності значної частини лісових масивів як середовищ існування рідкісних та цінних (у біогенетичному, естетичному, мисливському, біологічному та інших аспектах) видів рослин і тварин.
11. Стимулювання відтворення лісів природним шляхом. Збільшення репрезентативності лісових генетичних резерватів як еталонів природи. Необхідно хоча б на 10–15% площі в рівнинній частині України і на 60–70% в гірській формувати природні насадження головних порід. Це вимагає внесення кардинальних змін та доповнень у діючі “Правила рубок головного користування в лісах України”.
12. Збільшення площі лісів (в першу чергу, Миколаївської, Херсонської, Одеської, Кіровоградської, Донецької, Полтавської, Тернопільської областей, АР Криму) і доведення її до оптимальної у всіх регіонах України.
13. Забезпечення та впровадження науково обґрунтованих обсягів захисного лісорозведення.
14. Розробка і життя заходів щодо оздоровлення та збереження лісів, які входять у зелені зони міст та інших населених пунктів.
15. Корегування системи лісового господарювання, зокрема, згідно з рекомендаціями Гельсінської конференції Міністрів щодо збереження лісів у Європі.

Необхідне створення комплексної програми, яка б передбачала оцінку сучасного стану, динаміки та функцій біорізноманіття лісів на генетичному, видовому, ценотичному, екосистемному та ландшафтному рівнях, розробку наукових основ збереження, відновлення та раціонального використання біорізноманіття. Починати слід зі створення регіональних програм оцінки сучасного стану, динаміки та функціонування біорізноманіття лісів на різних рівнях організації. Зокрема, біорізноманіття лісів і питання їх охорони в Поліському регіоні України досліджували Андрієнко Т.Л. [1, 4, 5], Клеопов Ю.Д. [23], Мельник В.І. [29–31], М'якушко В.К. [28, 33], Онищенко В.А. [34], Орлов О.О. [8, 35–39], Поварніцин В.О. [43], Романів А.С. [48], Стойко С.М. [51], Шевчик В.Л. [52], Шеляг-Сосонко Ю.Р. [53, 56–58], Якушенко Д.М. [63–65], Яценко П.Т. [66] та інші. Наукові дослідження щодо природно-заповідного фонду Українського Полісся також широко представлені [3, 4, 6, 7, 11, 25, 40, 41, 44, 45, 67, 68].

Ці знання слід використовувати при розрахунках ГДН на лісові екосистеми, організації невичерпного лісокористування, розробки нормативних та законодавчих актів щодо переходу лісового господарства на принципи сталого розвитку.

Відновлення природних екосистем пов'язане з їх екологічною реабілітацією, мінімізацією та ліквідацією екологічних наслідків негативного антропогенного впливу, накопичених у попередній історичний період. У стратегії розвитку України екологічна реабілітація ушкоджених територій має бути окремим напрямком і передбачати виконання відповідних програм. Її метою є впровадження комплексу заходів спрямованих на відновлення параметрів навколишнього середовища та доведення його до стану, який гарантує безпеку життя людини та стабільне функціонування природних екосистем.

Природно-заповідна справа, як базова сфера охорони природи, не є досконалою і має цілий ряд невирішених проблем. Інвентаризація біорізноманіття, хоча й не повна, на сьогодні проведена лише у заповідниках та національно-природних парках. Для інших категорій такі відомості все ще є дуже фрагментарними [19]. Формування репрезентативної мережі природно-заповідних територій України унеможливиться внаслідок значної антропогенної трансформації ландшафтів. Спостерігається також

відсутність офіційного методичного забезпечення процедури виділення й проектування природно-заповідних територій України.

Зараз в Україні всі чинні природоохоронні програми спрямовані на створення великих за площею природоохоронних об'єктів вищих категорій охорони – заповідників, національних та регіональних природних парків, заказників тощо, які мають державну форму власності. Ініціатива щодо охорони певних територій надходить переважно від осіб та організацій, далеких від матеріальних проблем місцевого населення, на долю якого випадають лише заборони та обмеження – відвідування, різних видів господарської діяльності тощо [19]. Саме ця ситуація, а також відсутність формування ставлення місцевого населення є підставою для конфлікту між необхідністю і бажанням отримувати певний матеріальний зиск від природних багатств та потребою їх збереження у незайманому стані.

Територіальна охорона природи на основі заповідання (природно-заповідного фонду – ПЗФ) обмежується збереженням представництва рослинності різних регіонів, рідкісних видів флори і фауни. Роль і можливості природно заповідного фонду щодо забезпечення динамічної рівноваги екологічного балансу планети і функціонування біосфери та соціуму, з врахуванням екологічного, функціонального, рекреаційного, етносоціального тощо значень, надзвичайно малі [54, 59]. Людству необхідно зберегти всю множинну значень природи, тобто здійснити перехід на поліфункціональну концепцію охорони й використання природних ресурсів [55, 60]

Крім системи ПЗФ, існують й інші природні території, на яких у тій чи іншій мірі здійснюються спеціальні заходи для збереження біорізноманіття, так звані території спеціального призначення. Згідно із Земельним кодексом України [21], до них належать землі іншого (крім природно-заповідного) природоохоронного призначення, а саме земельні ділянки водно-болотних угідь, що не віднесені до земель лісового та водного фондів, та земельні ділянки, в межах яких є природні об'єкти, що мають особливу наукову цінність (ст. 46), а також землі оздоровчого (ст. 47–49), рекреаційного (ст. 50–52) та історико-культурного призначення (ст. 53–54), частково – землі лісового та водного фондів (ст. 55–64). Згідно з Лісовим кодексом України [27], природоохоронні функції (санітарно-гігієнічні, захисні, водоохоронні) виконує переважна більшість лісів (73,25%), що належать до трьох категорій захисності (заповідні, захисні, рекреаційні). Згідно з Водним кодексом України [10] на землях водного фонду, зокрема, у прибережних захисних смугах та смугах відведення також установлюються режими обмеженого господарського використання, спрямовані на підтримку екологічних функцій даних територій та їх біорізноманіття. Розвиток таких форм охорони природи дуже важливий і є більш економічним, оскільки при цьому не відбувається вилучення земель у колишніх користувачів – лісового, сільського, міського господарств.

Поряд з природоохоронним сектором і з лісами рекреаційного та захисного призначення, де вплив господарської діяльності обмежений [27], особливої уваги питання збереження біорізноманіття заслуговують в експлуатаційних лісах. Тут питання збереження та відновлення біорізноманіття мають розглядатись як обов'язковий елемент невичерпного лісокористування та сталого розвитку. Можна виділити два шляхи вирішення цих питань: 1) виявлення мінімально трансформованих лісових екосистем, ділянок лісу з унікальними умовами, багатим різноманіттям, зі зникаючими видами флори і фауни та визначення їх природоохоронного статусу та режиму охорони [20]; 2) впровадження системи сертифікації лісів.

Перед лісовою наукою постає велике й невідкладне завдання щодо інвентаризації лісового фонду для виділення нових цінних лісових територій, рідкісних рослинних ценозів і популяцій, окремих унікальних дерев у природних лісах і штучних насадженнях. Проведення інвентаризації включає виявлення сучасного стану рослинного покриву лісових екосистем та їх компонентів [16]. За критерієм раритетності (згідно з Міжнародними категоріями визначення охоронної цінності ландшафтів) найвища охоронна цінність надається найменш звичайним генотипам, видам чи екосистемам [20, 71] за наступними принципами: а) наявність в лісових угрупованнях деревних і чагарникових видів рослин, занесених до Червоної книги України або рідкісних для даного регіону; б) угруповання з рідкісними та ендемічними видами рослин, ареал яких скорочується через природно-історичні причини; в) угруповання рослин, що знаходяться близько меж їх природних ареалів або інтрозональні; г) раніше широко розповсюджені угруповання (або ті, що є зональними типами), які в наш час майже винищені або мають різко скорочені ареали під впливом господарської діяльності людини; д) угруповання з рідкісним сполученням видів, а також угруповання природного походження субклімаксових і клімаксових стадій розвитку; е) унікальні штучні угруповання, створені з аборигенних видів деревних рослин, що характеризуються високим ступенем відповідності природним угрупованням, або інтродукованих видів, що характеризуються високою стійкістю до несприятливих умов середовища, високою продуктивністю тощо. Для лісових екосистем пропонується враховувати спектр притаманних їм функцій: соціальних, екологічних, ландшафтно-стабілізуючих, господарсько-сировинних [2, 26]. Чим більше функцій здатна виконувати лісова екосистема, тим більша її функціонально-біологічна цінність. Оцінювати ступінь антропогенного впливу на лісову територію пропонується за співвідношенням площ, зайнятих природними і синантропними рослинними угрупованнями [50, 69]. Показником рівня антропогенної деградації рослинного угруповання є частка синантропних видів у його складі [14, 15]. Оцінка складових банку даних лісоценофонду дозволить складати коротко- та довгострокові прогнози їх стану та управління.

Література

1. Андриенко Т.Л. Класс *Vaccinio-Picetea*. Сосновые леса Украинского Полесья // Классификация растительности СССР с использованием флористических критериев. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1986. – С. 112–120.
2. Андриенко Т.Л., Плюта П.Г., Прядко Е.И., Куркуцьев Г.Н. Социально-экологическая значимость природно-заповедных территорий Украины. – К.: Наукова думка, 1981. – 156 с.
3. Андриенко Т.Л., Попович С.Ю., Шеляг-Сосонко Ю.Р. Полесский государственный заповедник. – К.: Наукова думка, 1986. – 205 с.
4. Андриенко Т.Л., Шеляг-Сосонко Ю.Р. Растительный мир Украинского Полесья в аспекте его охраны. – К.: Наукова думка, 1983. – 217 с.
5. Андриенко Т.Л. Рослинність Українського Полісся. Територіальний розподіл, динаміка, охорона: Автореф. ... дис. д-ра біол. наук. – К., 1992. – 46 с.
6. Андриенко Т.Л., Балашов Л.С., Прядко О.І. Унікальний болотний масив Переброди на Ровенщині // Укр. ботан. журн. – Т. XXXIII, № 5. – К.: Наукова думка, 1976. – С. 532–536.
7. Андриенко Т.Л., Шеляг-Сосонко Ю.Р., Устименко П.М. Лісова рослинність території запроектованого Мезинського природного парку // Укр. ботан. журн. – 1982. – 39, № 2. – С. 74–81.
8. Бондарук М.А., Орлов О.О., Целищев О.Г. Оцінка біорізноманіття надґрунтового покриву як показника стійкості лісових екосистем Центрального Полісся до рекреаційних навантажень // Проблеми екології лісу і лісокористування на Поліссі України. – Вип. 3 (9). – Житомир: Волинь, 2002. – С. 22–30.
9. Вернадский В.И. Биосфера. – Москва: Наука. 1967. – 376 с.
10. Водний Кодекс України/ Постанова Верховної Ради України від 06 червня 1995 року №213/95-ВР.– Відомості Верховної Ради України. – № 24, 1995. – Ст. 189
11. Воробійов Є.О., Балашов Л.С., Соломаха В.А. Синтаксономія рослинності Поліського природного заповідника // Укр. фітоцен. зб. – 1997. – Сер. В., № 1 (8). – 127 с.
12. Выработка приоритетов: новый подход к сохранению биоразнообразия в Крыму. Результаты программы “Оценка необходимости сохранения биоразнообразия в Крыму”, осуществленной при содействии Программы поддержки биоразнообразия BSP. – Вашингтон, США: BSP, 1999. – 258 с.
13. Высоцкий Г.Н. Избранные труды. – М., 1960. – С. 151–241.
14. Голубець М.А., Марискевич О.Г., Козловський М.П. та ін. Екологічна ситуація на північно-східному макросхилі Українських Карпат. – Львів: Поллі, 2001. – 164 с.
15. Горчаковский П.Л., Шиятов С.Г. Фитоиндикация условий среды и природных процессов в высокогорьях. – М.: Наука, 1985. – 209 с.
16. Дидух Я.П., Любченко В.М. Современные подходы к изучению флор заповедных территорий // Проблемы инвентаризации живой и неживой природы в заповедниках. – Москва: Наука, 1988. – С. 44–54.
17. Дудкін О.В., Єна А.В., Коржнев М.М. та ін. Оцінка і напрямки зменшення загроз біорізноманіттю України. – К.: Хімджест, 2003. – 400 с.
18. Закон України “Про Загальнодержавну програму формування національної екологічної мережі України на 2000–2015 роки”. 21 вересня 2000 року № 1989-III // Урядовий кур’єр “Орієнтир”. – № 207. – 8 листоп., 2000 р. – С. 3–16
19. Збереження біорізноманіття України (друга національна доповідь) / Відп. ред. Мовчан Я.І., Шеляг-Сосонко Ю.Р. – К.: Хімджест, 2003. – 112 с.
20. Зелена книга України. Ліси/ Ю.Р. Шеляг-Сосонко, П.М. Устименко, С.Ю. Попович, Л.П. Вакаренко.– К.: Наукова думка, 2002. – 256 с.
21. Земельний Кодекс України/ Постанова Верховної Ради України від 25 жовтня 2001 року № 2768-III.– Відомості Верховної Ради України. – № 3–4, 2002. – Ст. 27.
22. Исаев А.С. Мониторинг биоразнообразия лесов России // Устойчивое развитие бореальных лесов/ Тр. VII ежегодн. конф. МАИБЛ – 19–29 авг. 1996 г., Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский НИИ лесного хоз-ва. – Москва, 1997. – С. 62–65.
23. Клеопов Ю.Д. Анализ флоры широколиственных лесов европейской части СССР. – Киев: Наукова думка, 1990. – 350 с.
24. Конвенція про охорону біологічного різноманіття // Сб. Междунар. конвенцій в області охорони окруж. среды. – Львов: Экоправо, 1991. – С. 243–256.
25. Коніщук В.В. Оцінка різноманітності екосистем Черемського природного заповідника на основі картографічного моделювання. – Автореф. дис. канд. біол. наук. – К., 2006. – 20 с.
26. Крылов А.Г. Жизненные формы лесных фитоценозов. – Л.: Наука, 1984. – 184 с.
27. Лісовий кодекс України / Постанова Верховної Ради України від 21 січня 1994 року №3852-XII. – Відомості Верховної Ради України. – № 17, 1994. – Ст. 99.
28. М’якушко В.К. Поширення ялівцю звичайного (*Juniperus communis* L.) на Правобережному Поліссі України // Укр. ботан. журн. – 1970. – 27, № 2. – С. 250–255.
29. Мельник В.І. Острівні ялинники Українського Полісся. – К.: Наукова думка, 1993. – 104 с.

30. Мельник В.І. Рідкісні та зникаючі види рослин рівнинних лісів України: Автореф. Дис. ... докт. біол. наук. – Ялта, 1997. – 32 с.
31. Мельник В.І., Савчук Р.І., Баточенко В.М. Рослинний покрив Острозької прохідної долини – унікального ландшафтного екотопу на межі Малеого Полісся і Волино-Поділля // Проблеми охорони генофонду природи Полісся: Зб. наук. праць. – Луцьк: Надтир'я, 2001. – С. 76–86.
32. Морозов Г.Ф. Учение о лесе. 1930. – Изб. труды. – М.: Лесная пром-ть. – Т. 1., 1970. – С. 27–458.
33. Мякушко В.К. Сосновые леса равнинной части УССР. – К.: Наукова думка, 1978. – 255 с.
34. Онищенко В.А., Андрієнко Т.Л., Прядко О.І. Асоціація *Serratulo-Pinetum* (W. Mat. 1981) J. Mat. 1988 на Українському Поліссі // Рослинність хвойних лісів України. Мат-ли роб. наради. (Київ, листопад 2003). – К., 2003. – С. 123–130.
35. Орлов О.О. Рідкісні види рослин Житомирської області // Довідник природних ресурсів Житомирщини. – Житомир: Вид-во “Льонор”, 1993. – С. 76–82.
36. Орлов О.О. Систематичний аналіз флори судинних рослин Житомирської області // Горошківщина крізь призму століть: Тез. наук. краєзнавч. конф. – Володарськ-Волинський; Житомир, 1995. – С. 135–143.
37. Орлов О.О. Сучасний список рідкісних судинних рослин Житомирської області // Велика Волинь: минуле і сучасне: Тез. міжнар. наук. краєзнавч. конф. (Житомир, 9–11 вересня 1993 р.). – Житомир, 1993. – С. 226–228.
38. Орлов О.О. Флористичні знахідки червонокнижних видів у Житомирській області за період 1987–2002 рр. // Ю.Д. Клепов та сучасна ботанічна наука. – К., 2002. – С. 384–392.
39. Орлов О.О., Костриця М.Ю., Таргонський П.Н. Реліктові рослини Центрального Полісся: вік, поширення, історія досліджень // Наук. збірник “Житомирщина крізь призму століть”. – Житомир: Журфонд, 1997. – С. 171–174.
40. Орлов О.О., Сіренький С.П., Подобайло А.В., Сесін В.А. Заповідна Житомирщина. – К.: Фітосоціоцентр, 2001. – 196 с.
41. Орлов О.О., Якушенко Д.М. Рослинний покрив проектованого Коростишівського національного природного парку. – К.: Фітосоціоцентр, 2005. – 180 с.
42. Патлай І.М., Ткач В.П., Усцький І.М., Букиша І.Ф. Лісові екосистеми України в контексті її сталого розвитку // Проблеми сталого розвитку України. – К.: БМТ, 1998. – С. 268–280.
43. Поварніцин В.О. Ліси Українського Полісся. – К.: Вид-во АН УРСР, 1959. – 208 с.
44. Попович С., Устименко П. Резервування лісових екосистем на Західному і Центральному Поліссі // Ойкумена. – 1995, № 1–2. – С. 40–44.
45. Попович С.Ю., Перегуда Л.В., Андрієнко Т.Л. Розподіл рослинності Поліського державного заповідника залежно від ґрунтового-гідрологічних умов // Укр. ботан. журн. – 1985. – 42, № 1. – С. 25–30.
46. Про концепцію збереження біологічного різноманіття України. Постанова Кабінету Міністрів України від 12.05.97 р. № 439.
47. Программа действий. Повестка дня на 21 век и другие документы конференции в Рио-де-Жанейро в популярном изложении. Женева: Центр “За наше общее будущее”, 1993. – 70 с.
48. Романів А.С. Рослинні угруповання Малеого Полісся: проблеми та перспективи збереження // Інтродукція і акліматизація рослин на Волино-Поділля / Матер. Всеукр. наук. конф. – Тернопіль, 1999. – С. 102–103.
49. Сейер Дж.А., Байрон Р.Н. Сценарии тропических лесов: взгляд на лесное хозяйство в XXI веке // Устойчивое развитие бореальных лесов / Тр. VII ежегодной конф. МАИБЛ. – М., 1997. – С. 116–123.
50. Смирнова О.В. структура травяного покрова широколиственных лесов. – М.: Наука, 1987. – 207 с.
51. Стойко С.М., Мілкіна Л.І., Яценко П.Т., Кагало О.О., Тасенкевич Л.О. Раритетні фітоценози західних регіонів України (Регіональна “Зелена книга”). – Львів: Поллі, 1998. – 189 с.
52. Шевчик В.Л. Флора верховьев реки Припять в пределах Украинской ССР (Западное Полесье): Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. – Минск, 1991. – 17 с.
53. Шеляг-Сосонко Ю.Р. Ацидофильные дубравы Украины // Ботан. журн. – 1972. – 57, № 10. – С. 1201–1211.
54. Шеляг-Сосонко Ю.Р. Біосферна, екологічна та соціальна роль фітостроми // екологія та ноосферологія. – 2001. – 1, № 12. – С. 41–50
55. Шеляг-Сосонко Ю.Р. Ідеологія і механізми охорони навколишнього середовища // Укр. ботан. журн. – 1995. – 52, № 5. – С. 589–599.
56. Шеляг-Сосонко Ю.Р. Липово-дубові ліси Західного та Правобережного Полісся УРСР // Укр. ботан. журн. – 1969. – 26, № 6. – С. 64–69.
57. Шеляг-Сосонко Ю.Р. Ліси формації дуба звичайного на території України та їх еволюція. – К.: Наукова думка, 1974. – 240 с.
58. Шеляг-Сосонко Ю.Р. Широколиственные леса и производные сообщества на их месте // География растительного покрова Украины. – К.: Наукова думка, 1982. – С. 80–151.
59. Шеляг-Сосонко Ю.Р., Гродзинский М.Д., Романенко В.Д. Концепция, методы и критерии создания экосети Украины. – К.: Фитосоциоцентр, 2004. – 144 с.

60. *Шеляг-Сосонко Ю.Р., Жижин М.П.* Парадигма сучасної созології// Укр. ботан. журн. – 1993. – 5, № 1. – С. 9–22
61. *Шилов И.А.* Биосфера, уровни организации жизни и проблемы экологии// Экология, 1981. – № 1. – С. 5–11.
62. *Э. Аннила.* Пространственное и сукцессионное многообразие в бореальных лесах// Устойчивое развитие бореальных лесов/ Тр. VII ежегодной конф. МАИБЛ. – М., 1997. – С. 17–20.
63. *Якушенко Д.М.* Липові ліси стрімких схилів річкових долин Житомирського Полісся // Наук. вісн. Чернівецького ун-ту. – Біологія. – 2004. – Вип. 193. – С. 100–109.
64. *Якушенко Д.М.* Синтаксономія соснових лісів класу Vaccinio-Piceetea Br.-Bl. 1939 Житомирського Полісся // Рослинність хвойних лісів України: Мат-ли роб. наради (Київ, листопад 2003 р.). – К.: Фітосоціоцентр, 2003. – С. 244–227.
65. *Якушенко Д.М.* Флороценогенетична структура угруповань грабово-широколистяних лісів південного сходу Житомирського Полісся // Ю.Д. Клеопов та сучасна ботанічна наука. – К.: Фітосоціоцентр, 2002. – С. 341–347.
66. *Яценко П.Т.* Про потребу удосконалення мережі природоохоронних територій Волинського Полісся //Наук. вісник: Охорона біорізноманіття: теоретичні та прикладні аспекти / Зб. н.-т. праць. – Львів: УкрДІТУ. – 2000. – С. 29–34.
67. *Яценко П.Т.* Растительный покров Щацкого природного национального парка, его синантропизация и охрана: Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. – К., 1985. – 17 с.
68. *Яценко П.Т.* Репрезентативність природоохоронних об'єктів: критерії та рівні оцінки // Наук. вісник УкрДІТУ: Проблеми та перспективи розвитку лісового господарства / Зб. н.-т. праць. – Львів: УкрДІТУ, 1998. – Вип. 9.2. – С. 226–229.
69. *Denisiuk Z., Gelinski F.* Phytosociologie en tant que base scientifique pour la gestion des espaces proteges en Pologne // Phytosociologie et conservation de la nature. Colloques phytosocilogiques. XV. Strasbourg, 1987. – Berlin-Stuttgart: J. Cramer, 1988. – P. 193–232.
70. *Heiner Howard.* The challenge of global forest management: report from UNCED//Journal of Forestry, 1992. – 90(9). – P. 28–31.
71. *Johnson N.* Biodiversity in the Balance: Approaches to Setting Geographic Conservation Priorities. – BSP, 1995. – XVI + 166 p.
72. *Tomich T., Van Noordwijk M.* What drives deforestation in Sumatra?// B. Rerkasem (ed.) Montane Mainland Southeast Asia in Transition. Chiang Mai. Chiang Mai Univ, 1995. – P. 120–149.
73. *Van Noordwijk M.C.P., Van Schaik H. de Foresta, Tomich T.P.* Segregate or integrate nature and agriculture for biodiversity conservation. Paper presented to Global Biodiversity Forum, Jakarta 4–5 November, 1995.

Бондарук М.А., Целищев А.Г.

Биоразнообразие лесных экосистем Украины: современное состояние, проблемы, пути решения
УкрНИИЛХА, г.Харьков.

Рассматриваются вопросы внедрения в Украине Конвенции по биоразнообразию. Дается анализ современных угроз природному биоразнообразию, причин их возникновения и последствий. Предложены пути решения проблем охраны и сохранения биоразнообразия лесных экосистем.

Bondaruk M.A., Tselishchev A.G.

Biodiversity of Forest Ecosystems in Ukraine: the Current Status, Problems, Ways of Solution
UkrSRIFA, Kharkiv

The issues of the Convention on Biological Diversity introduction in Ukraine are considered. The analysis of current threats to natural biodiversity, reasons of their appearance and consequences are given. The ways of solution of the problem for protection and maintenance of forest ecosystem's biodiversity are proposed.

Волчков В. Е. —
кандидат биологических наук,
институт леса НАН Беларуси, г. Гомель

Итоги исследования брусничных ягодников в Беларуси

Научные исследования по ягодным растениям семейства Брусничных в Беларуси начали проводить только после войны, хотя первая публикация по вопросам сбора, заготовки и переработки дикорастущих плодов и ягод появилась несколько раньше (Вечар А., Захарыч Ф., 1935).

В 50-е годы прошлого столетия по этому же направлению работают уже многие исследователи (Осадчий П.М., 1956; Георгиевский С.Д., МIRONENKO А.Р., Михайловская В.А., 1958; Захарыч Ф.Ф., 1960). В эти же годы опубликована первая в Беларуси работа фитоценологического характера, в которой освещается индикаторная ценность черники и приводится ее биометрическая и геоботаническая характеристика (Гельтман В.С., 1959).

Одной из первых в республике по вопросам охраны и восстановления ягодников можно назвать также работу И.В. Гуняженко (1960), в которой затрагивается весьма интересный и важный вопрос об изменении живого напочвенного покрова в сосняках под воздействием низового пожара (пирогенный фактор).

Позже, уже в 60-е годы, исследования по недревесной продукции леса несколько расширяются, но все же ограничиваются небольшим числом исследователей и узкой направленностью. Появляются работы по биологии, экологии и фенологии ягодников. Так, в 1963 году публикуется первая работа сотрудников Белорусского НИИ лесного хозяйства (Березенко Н.М., Райко П.Н.) о продуктивности лесных ягодников, положившая начало исследованиям по недревесной продукции леса в институте. С 1968 года под руководством директора института Н.М. Березенко начинаются исследования по теме «Продуктивность побочного пользования. Увеличение продуктивности грибов и ягод».

Особенности плодоношения ягодников в Беловежской пушче в связи со снижением их продуктивности затронуты в работе В.В. Барыкиной (1964). Первые исследования сугубо морфологического характера (морфология и анатомия черники и брусники) выполнены Н.М. Сахаровой (1966). Она же стала первым кандидатом биологических наук в Беларуси, защитив диссертацию в 1970 году на тему, связанную с изучением брусничных «Влияние экологических условий на морфологические и анатомические признаки кустарничков и травянистых растений в некоторых лесных биогеоценозах».

Вопросы сезонного развития (фенологии) голубики, клюквы, вороники, черники и брусники в Беларуси нашли отражение в работе И.Д. Юркевича, Л.П. Смоляка (1963). Общие сведения о распространении в республике основных видов ягодных кустарничков приведены в публикации П.С. Мезяка (1968).

Вышеприведенными работами в основном и ограничивается первый этап (50-е – 60-е годы XX века) исследований лесных ягодников в Беларуси.

Поистине «золотым десятилетием» исследований по недревесной продукции леса в республике можно назвать 70-е годы, а также первую половину 80-х годов прошлого столетия. Работа ведется практически по всем направлениям, но особенно широко – по изучению биологической продуктивности ягодников в связи с условиями их произрастания, проблеме охраны и восстановлению ресурсов, прогнозированию урожаев, оценке биохимического состава ягод. С полным основанием можно утверждать, что главная роль в этих исследованиях принадлежит сотрудникам БелНИИЛХа (ныне Институт леса НАН Беларуси). Среди них, в первую очередь, следует назвать В.И. Саутина, П.Н. Райко, З.Г. Валову, В.Б. Гедых, Т.И. Бобровникову, Ю.Е. Моисеенко и М.Я. Арещенко. Удельный вес публикаций сотрудников института по вопросам продуктивности и ресурсов ягодников за 70-е годы составил более 90%, а по прогнозной тематике – 100%. Их усилиями установлены продуктивность ягодников в разных условиях произрастания, динамика плодоношения и факторы ее определяющие, разработаны основные принципы составления кратко- и долгосрочного прогнозов урожая, решен ряд методических вопросов (Гедых В.Б., Валова З.Г., 1978).

Одними из первых в республике сотрудники института начали проводить исследования по охране (Саутин В.И., 1976; Саутин В.И., Паламарчук А.С., Хилькевич В.А., 1974), воспроизводству и повышению продуктивности дикоросов, в том числе и путем создания полукультур (Райко П.Н., Бобровникова Т.И., 1975; Гримашевич В.В., 1985).

На основе результатов этих исследований разрабатываются ряд рекомендаций и других нормативных документов для внедрения в производство:

1. Рекомендации по повышению продуктивности естественных клюквенников БССР (Гедых В.Б., Саутин В.И., 1981);
2. Рекомендации «Прогнозирование урожаев ягод в лесах БССР» (Валова З.Г., Моисеенко Ю.Е., 1984);
3. ГОСТ 19215-73 «Клюква свежая» (Райко П.Н.);
4. Рекомендации по повышению продуктивности дикорастущей голубики (Победов В.С., Гримашевич В.В., 1984);

5. Рекомендации по определению ресурсов дикорастущих ягодных растений при лесоустройстве в Белорусской ССР (Буряк Ф.Ф., Саутин В.И., 1988);

6. Временные правила сбора дикорастущих ягод в лесах Белорусской ССР (Кисляков В.Н., Волчков В.Е., 1985).

Получено авторское свидетельство на изобретение №1161005 «Способ семенного размножения голубики (*Vaccinium uliginosum* L.) в естественных условиях» (Гримашевич В.В., Победов В.С., Волчков В.Е., 1985).

Значительный вклад в изучение лесных ягодников в этот период внесен учеными и других научных учреждений и ВУЗов республики. Здесь уместно отметить работы В.И. Парфенова с соавторами (1972), Г.С. Снегирева, О.И. Хвесько (1977), А.Д. Янушко, С.В. Бичика (1974) о ресурсах ягодников и факторах, определяющих урожайность. По вопросам продуктивности ягодников следует отметить работы В.А. и Э.В. Фриш (1972), Г.С. Снегирева и Е.С. Раптуновича (1980).

По вопросам заготовок, хранения и переработки, товароведения дикоросов наиболее значимые работы выполнены Г.В. Сенчук (1987), П.С. Месяном (1978), А.Д. Митюковым с соавт. (1975).

Изучением биохимического состава ягод брусничных занимались А.А. Гозин (1972), Д.К. Шапиро, С.Н. Бичева, Н.И. Манциводо и др. (1967), И.Ф. Борух, Г.В. Сенчук (1972).

Новый импульс исследования дикорастущих ягодников в Беларуси получили в связи с созданием в 1975 г. при Всесоюзном ботаническом обществе СССР (секция лесоведения и дендрологии) Комиссии по изучению дикорастущих ягодников (председатель А.Ф. Черкасов, секретарь С.Я. Тюлин).

Появилась реальная возможность с помощью этой организации ученым-ягодоводам Советского Союза координировать свои исследования, резко сократив дублирование тематики, что позволило ускорить решение поставленных задач и уменьшить затраты на проведение исследований. Систематически начали проводиться научные конференции (в том числе и международные), координационные совещания, сопровождающиеся публикацией докладов, обменом научной информацией. Начали проводиться совместные исследования ученых научных учреждений разных республик и даже стран, которые нередко завершались разработкой нормативной документации (рекомендации, наставления, регламенты и пр.).

Приведем некоторые из них:

1. Методика выявления дикорастущих сырьевых ресурсов при лесоустройстве. М., 1987 (Разработана ВНИИЛМом и Всесоюзным объединением «Леспроект» с учетом рекомендаций УкрСХА, ЛитНИИЛХ, БелНИИЛХ, ДальНИИЛХ, Марийского политехнического института, ВНИИ лекарственных растений);

2. Методика подбора земельных участков государственного лесного фонда для промысловой заготовки клюквы, брусники, черники, голубики. М., 1986 (Разработана Управлением л/у, учета и организации использования лесных ресурсов Гослесхоза СССР и ВНИИЛМом с учетом научных разработок Костромской ЛОС, ЛитНИИЛХ УкрСХА, ИЛ КФ АН СССР, УкрНИИЛХ).

3. Наставления по сохранению и повышению продуктивности дикорастущих ягодных растений. Пушкино, 1990 (Составлены на основании исследований, выполненных ВНИИЛМ, Костромской ЛОС, ЛитНИИЛХ, БелНИИЛХ, Полесской ЛОС УкрНИИЛХ, АИЛ и ЛХ).

4. Методика оценки влияния рубок главного пользования и лесовосстановления на сохранность дикорастущих ягодников с целью создания системы лесоводственных требований к ним. М., 1985 (Методика составлена на основе материалов исследований Костромкой ЛОС ВНИИЛМ, ЛитНИИЛХ, ИЛ КФ АН СССР, БелНИИЛХ, Полесской ЛОС УкрНИИЛХ).

Активная работа белорусских ученых в области изучения дикорастущих ягодников, в первую очередь, сотрудников БелНИИЛХ, явилась основанием для проведения в институте 17 ноября 1981 г. совместного заседания секции недревесных лесных ресурсов Научного совета по проблемам леса и ягодной комиссии ВБО. На нем присутствовали ведущие ученые – ягодоведы СССР, формирующие основные направления исследований в регионах и в целом в стране (Поздняков Л.К., Козьяков С.Н., Соколов П.Д., Черкасов А.Ф., Тюлин С.Я., Горбунов А.Б., Буткус В.Ф., Барыкина В.В., Будрюнене Д.К., Крылова И.Л. и др.)

Была разработана программа исследований недревесных лесных ресурсов на ближайшую перспективу, решен ряд организационных вопросов, согласованы сроки и место проведения научных конференций и совещаний.

Первая научно-производственная конференция по дикорастущим ягодникам в Беларуси «Ресурсы дикорастущих плодово-ягодных растений, их рациональное использование и организация плантационного выращивания хозяйственноценных видов в свете решения Продовольственной программы СССР» была проведена на базе Белорусского НИИ лесного хозяйства (Двинская лесная опытная станция и Плиссский опытный лесхоз института) 27–28 сентября 1983 г. Она была организована секцией лесного хозяйства Западного отделения ВАСХНИЛ при непосредственном участии Комиссии по изучению дикорастущих ягодников ВБО. На конференции представлено 92 доклада от 122 авторов 37 организаций. Тезисы докладов опубликованы в сборнике (1983).

Весьма положительную роль в интенсификации в Беларуси исследований по лесным побочным пользованиям сыграл совещание-семинар «Плантационное выращивание грибов и ягод», который состоялся 13–14 октября 1987 г. в г. Гомеле. Организован он также секцией лесного хозяйства Западного отделения ВАСХНИЛ на базе БелНИИЛХ. В работе совещания-семинара приняли участие представители

10 организаций (в т.ч. от АН союзных республик, высших учебных заведений, отраслевых НИИ и от производственных организаций). Было заслушано и обсуждено 18 докладов, представленных от 22 авторов. Материалы совещания-семинара опубликованы в сборнике (1988).

В Беларуси 23–27 сентября 1991 г. был проведен и последний перед распадом СССР кворум ученых-ягодников – Межреспубликанский рабочий семинар «Эколого-биологическое изучение ягодных растений семейства брусничных и опыт освоения их промышленной культуры в СССР». Среди его организаторов была и Комиссия по изучению дикорастущих ягодников; состоялся он в г. Ганцевичи на экспериментальной базе Центрального ботанического сада АН БССР. В работе семинара приняло участие более 70 человек из 33 научных, учебных и производственных организаций всего Советского Союза. Материалы семинара – 108 тезисов докладов – опубликованы в сборнике (1991).

Положительная роль Комиссии по изучению дикорастущих ягодников проявилась и в формировании в Беларуси кадров ученых-ягодников. В 80-х годах 20-го столетия было защищено три диссертации на соискание ученой степени кандидата наук:

Морозов О.В. Закономерности строения и продуктивности кустарничкового яруса в сосняках черничных и брусничных. – 1985 г.;

Гримашевич В.В. Голубика (*Vaccinium uliginosum* L.) в Полесье и мероприятия по повышению ее продуктивности. – 1986 г.;

Гедых В.Б. Биологическая продуктивность дикорастущих ягодников и пути ее повышения – 1989 г.

Можно утверждать, что в Беларуси к началу 90-х годов прошлого столетия дикорастущие ягодники были в основном изучены, особенно их биология и экология. Определены, хотя и с разной степенью точности, ресурсы, объемы заготовок, урожайность. Меньше внимания было уделено болезням и вредителям ягодников, экономической оценке ресурсов дикоросов, нуждаются в уточнении также данные об урожайности и ресурсах ягодников.

Следующий этап исследований лесных ягодников в Беларуси связан с интродукцией – введением их в культуру.

Первые работы в республике по интродукции лесных ягодных растений семейства брусничных начали проводиться еще в начале 70-х годов сотрудниками Центрального ботанического сада НАНБ (Кудинов М.А., 1972; Кудинов М.А., Шарковский Е.К., 1973). Основным объектом исследований явились два вида: клюква крупноплодная североамериканская, уже давно широко выращиваемая в Северной Америке (США, Канада) и местный вид – клюква болотная, естественные угодья которой в результате интенсивной гидромелиорации верховых болот резко сократились, в связи с чем потребовалось начать работы по введению ее в культуру.

Вначале исследования велись в 2-х направлениях. Первое носило чисто биологический характер, второе касалось, главным образом, вопросов агротехнологии. Приоритет исследований по биологии обоих видов клюквы при выращивании в культуре принадлежит А.В. Шерстеникиной, Е.К. Шарковскому и П.П. Чубаеву (1973, 1977). Итогом этих работ явилась монография А.В. Шерстеникиной и Е.К. Шарковского «Физиологические особенности роста и развития клюквы» (1981).

Но наибольшее количество работ посвящено все же агротехнологии выращивания клюквы. Основные работы на первом этапе были выполнены сотрудниками ЦБС НАН Беларуси М.Н. Кудиновым и Е.К. Шарковским (1972, 1973, 1979). Круг изучаемых вопросов был весьма широк – от выбора площадей для выращивания клюквы и их подготовки до выращивания посадочного материала и ухода за растениями. Разработан первый нормативный документ: Рекомендации по созданию плантаций североамериканской клюквы крупноплодной (1979). Е.К. Шарковским в 1978 г. защищена по этой проблеме первая в СССР кандидатская диссертация «Биологические особенности клюквы крупноплодной (*Oxycoccus macrocarpus* (Ait.) Pers.) и возможности выращивания ее в Беларуси».

Положительные результаты опытов по интродукции клюквы крупноплодной в республике послужили основой для начала работ по строительству в Ганцевичском районе Брестской области опытно-производственной плантации. Изыскания и составления проектно-сметной документации проводил проектный институт Минводхоза СССР «Союзгипромелиоводхоз». Использована американская технология. Финансирование и строительство осуществляло региональное управление Минводхоза СССР – Главнотелесеводстрой. Полезная площадь плантации составила 10 га.

В 1986 году Советом Министров БССР и Министерством мелиорации и водного хозяйства СССР издается Постановление «Об организации в Белорусской ССР промышленного производства крупноплодной клюквы». После появления этого документа объем научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по созданию в республике нового сельскохозяйственного направления – клюквоводства – еще более возрос. Ведь требовалось решить не только ряд агротехнических вопросов, но и создать целый комплекс машин и механизмов, позволяющий обеспечить выращивание клюквы на промышленной основе без использования ручного труда. Поэтому к выполнению Постановления были привлечены многие институты системы Западного отделения ВАСХНИЛ. Результаты научных исследований обобщены в монографии сотрудников ЦБС НАНБ «Клюква крупноплодная в Белоруссии» (Сидорович Е.А., Кудинов М.А. и др., 1987). В этот же период были созданы первые отечественные технологии: технология производства посадочного материала клюквы крупноплодной (Сидорович Е.А., Рубан Н.Н., Шерстеникина А.В. и др., 1992) и технология промышленного выращивания клюквы

крупноплодной на получение ягодной продукции (Сидорович Е.А., Рубан Н.Н., Шерстеникина А.В. и др., 1992). Технологии разработаны для почвенно-климатических условий Белорусского Полесья. В них освещены вопросы подготовки почвы, техники посадки, применения удобрений, регулирования водно-воздушного и теплового режимов почвы, борьбы с сорняками, защиты от болезней и вредителей, заготовки и хранения посадочного материала, технологии уборки ягод; приведены пооперационные технологические карты; дана технико-экономическая оценка применяемых средств механизации.

На основании проведенных исследований была издана книга «Болезни и вредители клоквы крупноплодной» (Горленко С.В., Буга С.В., 1996).

Постановление Совмина БССР и Минмелиоводхоза СССР способствовало успешному завершению работ, начатых в 1985 году, по созданию Государственного сельскохозяйственного предприятия «Беларускія журавіны» в Пинском р-не Брестской области. В настоящее время площадь плантации клоквы крупноплодной здесь составляет более 60 га. Ежегодно заготавливается от 200 до 300 тонн клоквы.

В республике начали создаваться и небольшие фермерские хозяйства по выращиванию клоквы. Общая площадь посадок клоквы крупноплодной по состоянию на 2005-й год составляет примерно 100 га. Созданы все предпосылки (нормативная и материально-техническая база) для дальнейшего развития кюквоводства в Беларуси.

В последнее время больше внимания уделяется изучению биохимического состава ягод клоквы крупноплодной, их хранению и переработке (Рупасова Ж.А., Василевская Т.И., 1999). По этому направлению в 1988 году защищены Т.И. Василевской и В.А. Игнатенко кандидатские диссертации.

Культура клоквы болотной так и не была освоена в связи с особенностями ее биологии. Интерес к ней резко упал и научные исследования практически прекратились.

Начало исследований по выращиванию лесных ягодников в БелНИИЛХе (ныне Институт леса НАНБ) относится к 1974 году, когда под руководством В.И. Саутина начала прорабатываться по заданию Госкомлеса СССР тема «Разработка методов искусственного создания плантаций клоквы». Ему же принадлежит и первая научная статья по интродукции клоквы крупноплодной в Гомельской области (1977). Уже в 1977 году публикуются первые в СССР «Рекомендации по созданию плантаций в Европейских районах СССР» (составитель В.И. Саутин). В основу их был положен зарубежный опыт и они не учитывали биологических особенностей двух видов клоквы – крупноплодной и болотной, но все же для этого периода сыграли положительную роль в интенсификации научных исследований и производственных работ по освоению культуры клоквы.

Поскольку БелНИИЛХ в то время являлся отраслевым институтом и подчинялся непосредственно Госкомлесу СССР, научные разработки носили в основном прикладной характер. Требовалось разработать такие агротехнологии культивирования лесных ягодников, которые реально могло освоить лесохозяйственное производство. Например, американская технология выращивания клоквы крупноплодной на промышленной основе требует капитальных затрат: создание одного гектара плантации стоит от 20 до 30 тыс. долларов. Кроме того, она очень сложна в исполнении: для ее реализации необходим целый арсенал специальных машин и механизмов, дорогостоящего оборудования и материалов. Поэтому и в настоящее время создание плантаций клоквы крупноплодной не получило широкого распространения в нашей стране.

Требовалось упростить (и удешевить) технологию создания плантаций и агротехнику выращивания клоквы крупноплодной и начать работу по освоению культуры и других лесных ягодных растений (голубики, брусники). Ставилась задача дать лесохозяйственному производству систему нормативных документов по плантационному разведению лесных ягодников, создать опытные и опытно-производственные объекты, на которых опробовать предлагаемые технологии и начать в последующем широкое внедрение их в производство.

Первый этап этих работ был связан с разработкой основ агротехники выращивания ягодников: выбор площадей и подготовка почвы, подбор посадочного материала в условиях открытого и закрытого грунта (Волчков В.Е.; Бобровникова Т.И., 1980; Евтухова Л.А., 1990).

По результатам исследований Костромской ЛОС ВНИИЛМа, БелНИИЛХа и АИЛ и ЛХ уже в 1981 году были разработаны первые «Методические указания по проектированию, закладке плантаций и выращиванию клоквы».

Но наиболее интенсивно научные исследования по плантационному разведению лесных ягодных растений в институте начали проводить с 1982 года, когда правительством СССР была принята Продовольственная программа, в выполнении которой требовалось участие и лесохозяйственной отрасли страны. Контроль за выполнением стоящих перед отраслью задач был возложен на Госкомлес СССР. Именно в эти годы (с 1982 и вплоть до 1991-го) были проведены наиболее объемные и значимые работы по интродукции ягодников, завершившиеся не только научными публикациями, но и разработкой целого ряда нормативных документов и созданием опытно-производственных объектов.

К настоящему времени практически завершены научные разработки по вопросам плантационного выращивания клоквы крупноплодной и голубики болотной на предприятиях лесного хозяйства. Доказана возможность достаточно высокоэффективного выращивания этих видов ягодников без использования дождевальных установок за счет регулирования уровня грунтовых вод через систему водоподводящих каналов (Волчков В.Е., 1987, 1994), опытами института расширена география интродукции клоквы

крупноплодной на основе использования раннеспелых сортов вплоть до северных районов Беларуси (Волчков В.Е., Худобкин Т.М., 1991). По материалам исследований, связанных с разработкой технологии плантационного возделывания голубики топяной, в 1991 году Л.А. Евтуховой защищена кандидатская диссертация.

Многое сделано и по вопросам выращивания брусники обыкновенной (Бобровникова Т.И., 1990; Волчков В.Е., Бобровникова Т.И., 1983; Волчков В.Е., Ряхова Т.Р., Бобровникова Т.И., 1997; Волчков В.Е., Бобровникова Т.И., Маховик И.В., 2002)

В 1986 году совместно с Костромской ЛОС ВНИИЛМа издается два нормативных документа:

1. Методические рекомендации. Агротехника выращивания селекционного посадочного материала для создания плантаций клюквы, брусники и голубики (Черкасов А.Ф., Волчков В.Е.)

2. Методические рекомендации по применению минеральных удобрений на плантациях ягодников семейства брусничных до периода плодоношения (Черкасов А.Ф., Макеев В.А., Волчков В.Е., Бобровникова Т.И., Евтухова Л.А.)

В 1987 году опубликован обзор «Культура лесных ягодных растений» (Волчков В.Е., Бобровникова Т.И., Евтухова Л.А.), в котором сделан анализ состояния работы по интродукции как за рубежом, так и в СССР.

Результаты совместных исследований сотрудников БелНИИЛХ и Костромской ЛОС ВНИИЛМ за 1985–1990 годы, связанных с разработкой плантационных методов выращивания лесных ягодных растений семейства брусничных, обобщены в «Руководстве по технологии и агротехнике плантационного выращивания клюквы, брусники и голубики» (Черкасов А.Ф., Волчков В.Е., Бобровникова Т.И., и др., 1992).

Таким образом, к началу 1991 года работу по интродукции клюквы крупноплодной и голубики болотной в Беларуси можно с полным основанием считать завершённой. Что же касается брусники, то хотя основные агротехнические приемы ее выращивания (в том числе и зарубежных сортов) уже известны, обеспечить стабильные урожаи не всегда удастся. Особенно слабо изучены вопросы минерального питания, режима полива, борьбы с сорняками и некоторые другие. Поэтому работа с этим видом ягодника не прекращена и продолжает вестись сотрудниками ЦБС НАНБ и Института леса НАНБ. Недавно (2005 г.) защищена О.В. Морозовым докторская диссертация на тему «Научные основы культуры и селекции брусники обыкновенной (*Vaccinium vitis-idaea* L.) в условиях Беларуси».

К настоящему времени выявлено, что использование аборигенного вида брусники обыкновенной для выращивания в культуре нецелесообразно в связи с относительно невысокой урожайностью и кратким сроком активной репродукции (Волчков В.Е., Бордок И.В., Бобровникова Т.И., 2000; Павловский Н.Б., Рубан Н.Н., 1995, 1997). Акцент сделан на интродукцию зарубежных высокоурожайных сортов. В итоге исследований, начатых ЦБС НАНБ и продолженных в ИЛ НАНБ, определен сорт брусники, рекомендуемый для широкого внедрения в культуру в условиях Белорусского Полесья. Им оказался сорт Коралл. Подробно результаты этой работы изложены в книге «Сортовая брусника в Белорусском Полесье» (авторы: Павловский Н.Б., Рубан Н.Н., 2000). По этой же проблеме в 1999 г. защищена Н.Б. Павловским кандидатская диссертация. В настоящее время на экспериментальной базе ЦБС НАНБ «Журавинка» (г. Ганцевичи) организовано выращивание посадочного материала брусники сорта «Коралл» для нужд фермеров и дачников.

Проведены весьма объемные исследования биохимического состава ягод разных интродуцированных в Беларуси форм и сортов (Рупасова Ж.А., 1998).

Этим же научным учреждением уже относительно длительный период (около 25 лет) ведутся исследования по интродукции еще одного вида растений семейства Брусничные – голубики высокорослой (Курлович Т.В., 1989, 1990; Босак В.Н., 1996). В 1987 г. Т.В. Курлович, а в 1999 г. В.Н. Босаком защищены кандидатские диссертации, в которых нашли отражение биоэкологические особенности голубики высокорослой и перспективы интродукции ее в Беларуси. К настоящему времени основная работа по введению этого вида в культуру завершена. Доказана перспективность выращивания голубики в Полесском регионе Беларуси, практически закончена разработка технологии промышленного возделывания, отобраны наиболее высокопродуктивные и морозоустойчивые сорта, решены вопросы размножения посадочного материала.

В настоящее время на фермерских хозяйствах создаются, небольшие (5–10 га) плантации голубики высокой. Количество таких хозяйств пока не велико (около 10), а общая площадь посадок приближается к 100 га.

Информация по ряду вопросов, касающаяся возможности и перспектив плантационного возделывания лесных ягодников семейства брусничных в Беларуси, приведена в обзоре «Интродукция и опыт выращивания клюквы крупноплодной, голубики высокой и брусники» (авторы: Сидорович Е.А., Рубан Н.Н., Шерстеникина А.В., 1991).

В 1992–1998 гг., уже после распада СССР, тематика Института леса по вопросам культивирования лесных ягодников касалась в большей степени разработки технологий освоения под их плантации выработанных торфяников, практически не используемых ни в сельском, ни в лесном хозяйстве.

Получены положительные результаты (Волчков В.Е., Бордок И.В., Худобкин Т.М., 1992; Волчков В.Е., 1994; Яковлев А.П., 1998; Бордок И.В., 1997), защищены две кандидатские диссертации: 1. Яковлев А.П. «Влияние условий минерального питания на развитие и метаболизм клюквы крупноплодной и

голубики при интродукции на выработанных торфяниках севера Беларуси» (1999); 2. Бордок И.В. «Эколого-агротехнические особенности выращивания клюквы болотной и крупноплодной на выработанных торфяниках Беларуси» (2000).

Итоги работы по освоению под плантации клюквы и голубики выработанных торфяников на севере республики обобщены в монографии (Яковлев А.П., Рупасова Ж.А., Волчков В.Е., 2002). Созданы опытно-производственные объекты (2 га).

В последние годы в республике исследований по дикорастущим ягодникам практически не ведется, за исключением тех работ, которые связаны с последствиями аварии на ЧАЭС. Можно назвать лишь монографии В.В. Гримашевича «Рациональное использование пищевых ресурсов леса Беларуси» (2002) и Гедых В.Б. «Дикорастущие брусничные в условиях Беларуси» (2002), в которых отражены итоги ранее проведенной работы.

В.Б. Гедых в 2004 г. защищена докторская диссертация «Процессы формирования дикорастущих ягодных кустарничков семейства Vacciniaceae в лесах Беларуси».

Первая после распада СССР Международная научная конференция по лесным ягодникам в Беларуси «Проблемы рационального использования и воспроизводства ягодных растений бореальных лесов на рубеже XX–XXI веков» состоялась 11–15 сентября 2000 г. в Витебской области на Двинской экспериментальной лесной базе Института леса НАНБ. Участие в ее работе приняли ученые из 11 стран.

Последняя Международная научная конференция «Культура брусничных ягодников: итоги и перспективы» была проведена ЦБС НАНБ в г. Минске 15–19 августа 2005 г. с организацией выезда участников конференции на объекты, расположенные в опытно-экспериментальной базе Центрального ботанического сада в Ганцевичском районе Брестской области (плантация клюквы крупноплодной и голубики высокорослой, посадки брусники и др.).

Эта конференция еще раз подтвердила перспективность выбранного учеными-ягодоведами направления на введение лесных ягодников в культуру, как наиболее экономически эффективного и экологически целесообразного. Последнее наиболее наглядно было подтверждено последствиями аварии на ЧАЭС: из-за высокого радиационного загрязнения на 25% лесных земель ягоды оказались непригодны для употребления.

Основным итогом исследований по интродукции лесных ягодников в Беларуси явилась разработка агротехнологий плантационного выращивания клюквы крупноплодной и голубики высокой и внедрение их в производство.

Исследования по дикорастущим ягодникам в последние годы носят, в основном, ресурсоведческий характер: уточняются ресурсы в разрезе областей (районов, лесхозов, лесничеств) и возможные объемы заготовок с целью их лицензирования (Гримашевич В.В., 2001–2003).

Литература

1. Вечар А., Захарыч Ф. Дзікарастучыя плады і ягады БССР (збор, загатоўка і перапрацоўка). Мінск, ДВБ, 1935. – 60 с.
2. Осадчий П.М. Использование дикорастущих плодов и ягод в лесах БССР. – Минск: Изд-во ЦККПБ, 1956. – 22 с.
3. Георгиевский С.Д., Мироненко А.В., Михайловская В.А. Растительные ресурсы Белорусской ССР и использование их в народном хозяйстве. – В кн.: Состояние и перспективы изучения растительных ресурсов СССР. М.-Л., 1958. – С. 112–117.
4. Гельтман В.С. Индикаторная ценность черники (*Vaccinium myrtillus* L.) в различных типах березняков. – Сб. науч. работ (Белор. отд-ние ВБО), 1959, вып. 1. – С. 87–91.
5. Березенко Н.М., Райко П.Н. Продуктивность лесных ягодников БССР. – В кн.: Выращивание высокопродуктивных лесов. Минск, 1963. – С. 123–125.
6. Юркевич И.Д., Смоляк Л.П., Сезонное развитие некоторых видов растений на болотах. – В кн.: Выращивание высокопродуктивных лесов. – Минск: Урожай, 1963. – С. 83–122.
7. Барыкина В.В. Особенности плодоношения ягодников в Беловежской пуще. – В кн.: География плодоношения лесных древесных пород, кустарников и ягодников, значение их урожая в народном хозяйстве и жизни фауны. М., 1964. – С. 99–102.
8. Сахарова Н.М. О варьировании некоторых морфологических признаков черники и брусники в пределах фитоценоза. – В кн.: Ботаника: Исследования Белорусского отделения ВБО. – Минск, 1966, вып. VIII. – С. 220–224.
9. Парфенов В.И., Козловская Н.В., Шаблинский Н.И. Распространение и перспективы использования дикорастущих ягодников и их хозяйственное использование. Киров, 1972. – С. 71–73.
10. Фриш Э.В. К характеристике ягодников Белорусского Поозерья. – В кн.: Продуктивность дикорастущих ягодников и их хозяйственное использование. Матер. науч.-произв. совещания. Киров, 1972. – С. 74–76.
11. Кудинов М.А., Шарковский Е.К. Освоение культуры крупноплодной клюквы в Белоруссии. Мн., «Наука и техника», 1973. – 80 с.

12. Гедых В.Б. Определение биологического урожая черники. – Растительные ресурсы, т. 10, 1974, в. 3. – С. 446–450.
13. Саутин В.И., Паламарчук А.С., Хилькевич В.А. Сохранить ценные формы клюквы: Сельское хозяйство Белоруссии. – Минск, 1974, № 4.
14. Янушко А.Д., Бичик С.В. Ресурсы и продукция лесных побочных пользования в лесхозах Белоруссии. – Лесное х-во, 1974, №5. – С. 8–11.
15. Митюкович А.Д., Налетько Н.Л., Шамрук С.Г. Дикорастущие плоды, ягоды и их применение. – Минск, «Ураджай», 1975. – 198 с.
16. Райко П.Н., Бобровникова Т.И. Подсев клюквы в естественные ее заросли. – Лесное хоз-во, 1975, № 9. – С. 76–78.
17. Саутин В.И. Использование и воспроизводство лесных ягодных растений. – В кн.: Многоцелевое лесопользование. Каунас, 1976. – С. 94–98.
18. Саутин В.И. Опыт интродукции клюквы крупноплодной в Гомельской области. – В кн.: Клюква: матер. науч.-произв. совещания. – Вильнюс, 1977. – С. 60–61.
19. Мезян П.С. Экономика и организация заготовок дикорастущих плодов, ягод и грибов. Мн., “Вышэйшая школа”, 1978. – 176 с.
20. Кудинов М.А., Шарковский Е.К. Рекомендации по созданию плантаций североамериканской клюквы крупноплодной Минск: Ротапринт ЦБС АН БССР, 1979 – 24 с.
21. Снигирев Г.С., Рапунович Е.С. Фенология и формирование урожая черники, клюквы и брусники в подзоне широколиственно-сосновых лесов Белоруссии. – Растительные ресурсы, 1980, т. XVI, в. 3. – С. 329–334.
22. Шерстеникина А.В., Шарковский Е.К. Физиологические особенности роста и развития клюквы. – Мн.: Наука и техника, 1981. – 103 с.
23. Волчков В.Е., Бобровникова Т.И. Плодоношение брусники в культуре // Ресурсы дикорастущих плодово-ягодных растений, их рациональное использование и организация плантационного выращивания хозяйственно-ценных видов в свете решения Продовольственной программы СССР. Тез. докл. Гомель, 1983. – С. 104–106.
24. Ресурсы дикорастущих плодово-ягодных растений, их рациональное использование и организация плантационного выращивания хозяйственно-ценных видов в свете решения Продовольственной программы СССР. Тезисы докладов научно-производственной конференции 27-28 сентября 1983 г. – Гомель: Белорусский научно-исследовательский ин-т лесного хозяйства, 1983. – 183 с.
25. Гримашевич В.В. Голубика (*Vaccinium uliginosum* L.) в Полесье и мероприятия по повышению ее продуктивности. Автореф. дис. канд. с.-х. наук. Минск, 1986. – 18 с.
26. Культура лесных ягодных растений: Обзор. информ. / Волчков В.Е., Бобровникова Т.И., Евтухова Л.А. – М.: ЦБНТИ Гослесхоз СССР, 1987. – 32 с.
27. Сенчук Г.В. Заготовки, хранение и переработка дикорастущих ягод и грибов. – М.: Экономика, 1987. – 127 с.
28. Сидорович Е.А., Кудинов М.А., Рубан Н.Н. и др. Клюква крупноплодная в Белоруссии. – Мн.: Наука и техника, 1987. – 238 с.
29. Волчков В.Е. Некоторые итоги плантационного выращивания лесных ягодных растений семейства брусничных в СССР // Плантационное выращивание грибов и ягод. Тез. докл. Гомель, 1988 – С. 4–7.
30. Плантационное выращивание грибов и ягод. Доклады совещания – семинара [БелНИИЛХ, 13–14 октября 1987 г.]. Гомель, 1988. – 108 с.
31. Евтухова Л.А. Особенности роста и продуктивность двух форм голубики топяной в условиях культуры // Брусничные в СССР. Ресурсы, интродукция, селекция. Новосибирск: Наука. Сиб. отделение, 1990. – С. 283–287.
32. Курлович Т.В. Биологические особенности голубики высокорослой и перспективы ее интродукции в Белоруссии // Брусничные в СССР. Ресурсы, интродукция, селекция. Новосибирск: наука. Сиб. отделение. 1990. – С. 268–273.
33. Сидорович Е.А., Рубан Н.Н., Шерстеникина А.В. Интродукция и опыт выращивания клюквы крупноплодной, голубики высокой и брусники. – Мн.: БелНИИТИ, 1991. – 52 с.
34. Эколого-биологическое изучение ягодных растений семейства Брусничные и опыт освоения их промышленной культуры в СССР. Тезисы докладов межреспубликанского рабочего семинара (ЦБС АН БССР, 23-27 сентября 1991 г.). – Ганцевичи, 1991. – 233 с.
35. Руководство по технологии и агротехнике плантационного выращивания клюквы, брусники и голубики (для внедрения в производство). М.: ВНИИ лесоводства и механизации лесного хозяйства, Институт леса АН Беларуси, 1992. – 54 с.
36. Волчков В.Е., Ряхова Т.Р., Бобровникова Т.И. Рост и развитие брусники (*Vaccinium vitis-idaea* L.) в полевом опыте на различных почвенных субстратах // Проблемы лесоведения и лесоводства: Науч. труды Института леса Национальной АН Беларуси. Вып. 45. Гомель: ИЛ НАНБ, 1997. – С. 147–154
37. Формирование биохимического состава брусники обыкновенной в Беларуси / Ж.А. Рупасова, Е.А. Сидорович, В.А. Игнатенко, Р.Н. Рудаковская / Под общ. Ред. Е.А. Сидоровича. – Мн.: Беларуская навука, 1997. – 303 с.

38. Курлович Т.В., Босак В.Н. Голубика высокорослая в Беларуси. – Мн.: Беларуская навука, 1998. – 176 с.
39. Рупасова Ж.А., Василевская Т.И. Клюква крупноплодная в Беларуси: Биохимический состав, хранение, переработка / Под ред. В.Н. Решетникова. Мн.: Беларуская навука, 1999. – 167 с.
40. Павловский Н.Б., Рубан Н.Н. Сортная брусника в Белорусском Полесье / Под общ. ред. Ж.А. Рупасовой. – Мн.: «Тэхналогія», 2000. – 230 с.
41. Problems of Rational utilization and Reproduction of Berry plant in Boreal Forests on the eve of the XXI century: Proceedings of the International Conference 11-15 September 2000. Glubokoye – Gomel, Belarus: Forest Institute of the National Academy of Sciences of Belarus, 2000. – 261 p.
42. Культивирование клюквы крупноплодной и голубики топяной на выработанных торфяниках севера Беларуси: оптимизация режима минерального питания / Яковлев А.П., Рупасова Ж.А., Волчков В.Е.; Под. ред. В.Н. Решетникова. – Мн.: Тонпик, 2002. – 188 с.
43. Культура брусничных ягодников: итоги и перспективы: Материалы Международной научной конференции. Минск, 15–19 августа 2005 г. – Минск, 2005. –168 с.

Волчков В. Є.

Підсумки дослідження брусничних ягідників у Білорусі

Інститут лісу НАН Білорусі, м. Гомель, Республіка Білорусь

Проаналізовані головні результати досліджень ягідників родини брусничних (Vacciniaceae) у Білорусі.

Volchkov V. E.

Results of study of Vacciniaceae berry species in Belarus

Institute of Forest of NAS of Belarus, Gomel, Republic of Belarus

The main results of study of berry plantations from the Vacciniaceae family in Belarus were analyzed.

Рупасова Ж.А. –
доктор биологических наук, профессор;
Морозов О.В. –
доктор биологических наук;
Игнатенко В.А. –
кандидат биологических наук, доцент;
Василевская Т.И. –
кандидат биологических наук,
ГНУ, Центральный ботанический сад
НАН Беларуси, г. Минск

Сравнительная оценка новых гибридных форм ягодных растений семейства ERICACEAE по накоплению фенольных соединений в ассимилирующих органах

Введение

По общепринятым представлениям, основными методами создания новых сортов брусничных являются внутривидовая и межвидовая гибридизация в сочетании с мутагенезом и полиплоидией, позволяющие совместить полезные качества родительских пар и получить в результате генотипы с заданными параметрами и новыми хозяйственно значимыми признаками. Созданные нами на этой основе отдаленные фертильные аллотетраплоидные гибриды сем. Ericaceae с участием брусники обыкновенной и голубики топяной F_1 *V. uliginosum* x *V. vitis-idaea* не имеют аналогов в мировой практике селекции, что определяет наш интерес к ним как к новым потенциальным источникам пищевого и лекарственного сырья.

Объекты и методы исследования

В качестве объектов исследований были выбраны семь 5-летних форм Γ_1 – Γ_7 поколения F_1 бруснично-голубичного аллотетраплоида, выделяющихся из растений гибридного генофонда наиболее высокими показателями роста и развития, а также исходные родительские виды – лесная экобиоморфа голубики топяной аборигенного происхождения (мать) и природная форма брусники обыкновенной из Магадана с удвоенным набором хромосом (отец).

Поскольку исследуемые гибриды получены в результате скрещивания брусники обыкновенной и голубики топяной, являющихся представителями одного ботанического семейства, то логично предположить наличие сходства в биохимическом составе ассимилирующих органов родительских видов и синтезированных растений. В данном случае, учитывая установленные нами преимущества последних относительно брусники обыкновенной по продуктивности надземной части, возможно также использование полученных гибридов в качестве новых источников ценного лекарственного сырья.

Вместе с тем общеизвестно, что в фармакопейных целях используются только листья, собранные либо до цветения растений брусники, либо в осенний период года – при полном созревании плодов, поскольку именно в это время они отличаются наиболее высоким содержанием биологически активных соединений и в процессе сушки полностью сохраняют зеленую окраску. Листья, собранные в летний период года при активной жизнедеятельности растений, при сушке, напротив, буреют из-за гидролиза арбутина и последующего его окисления до хинона, взаимодействующего, в свою очередь, с другими веществами фенольной природы с образованием окрашенных продуктов, что приводит к резкому снижению качества лекарственного сырья [1,2]. В этой связи при исследовании углеводного состава ассимилирующих органов растений, задействованных в гибридизационном процессе, мы также ориентировались на общепринятые в фармакопейной практике сроки заготовки листа.

В высушенных при температуре 65° С усредненных пробах растительного сырья определяли содержание:

– отдельных компонентов фенольного комплекса – суммы антоциановых пигментов – по методу T. Swain, W. E. Hillis [3] с построением градуировочной кривой по кристаллическому цианидину, полученному из плодов аронии черноплодной и очищенному по методике Ю.Г. Скориковой и Э.А. Шафтан [4] с применением в расчетах формулы С.С. Танчева [5]; антоцианов – по методу Л.О. Шнайдемана и В.С. Афанасьевой [6]; суммы флавонолов – по методу Л. Сарапуу и Х. Мийдла [7], модифицированному Д.К. Шапиро с соавт. [8]; суммы катехинов – фотометрическим методом с использованием ванилинового реактива [9]; фенолкарбоновых кислот (в пересчете на хлорогеновую) – по методу В.В. Мжаванадзе и др. [10]; дубильных веществ – титрометрическим методом Левенталя [11]; лигнинов – модифицированным методом Класона [12].

Все аналитические определения выполнены в 3 – кратной биологической повторности. Данные статистически обработаны с использованием указаний Г.Ф. Лакина [13].

Результаты исследований и их обсуждение

Общеизвестно, что растения семейства брусничных чрезвычайно богаты фенольными соединениями [14], наибольший интерес среди которых представляют биофлавоноиды. Они являются сложными органическими соединениями, обладающими широким спектром физиологического действия на человеческий организм. Отмечается высокая антиоксидантная и противоопухолевая активность данных веществ, накоплены данные о противоязвенном, желчегонном, диуретическом, спазмолитическом, гипотензивном, антиаритмическом, седативном, антибактериальном, противовирусном, а также Р-витаминном действии биофлавоноидов [15,16]. В зависимости от степени окисленности пропанового фрагмента их молекул, последние подразделяются на ряд групп, среди которых наиболее окисленными соединениями являются флавонолы, наиболее восстановленными – катехины [17].

По нашим оценкам, общее содержание биофлавоноидов в листовой ткани исследуемых объектов весьма значительно и в начале летнего периода составляло 8,23–12,10% сухой массы (табл. 1). Основное их количество представлено катехинами и в меньшей степени флавонолами, и лишь мизерная часть, не превышающая 0,3–0,5%, приходилась на долю лейкоформ антоциановых пигментов.

На фоне отсутствия выраженных различий в содержании биофлавоноидов в листьях между родительскими видами, абсолютное большинство синтезированных форм растений отставало от них в накоплении данных соединений на 13,8–23,5 % от голубики топяной и на 15,3–24,9 % – от брусники обыкновенной (табл. 2). Лишь для гибрида Г-3 было показано на 10,4–12,4 % более высокое, а для гибрида Г-4 – вполне сопоставимое с родительскими видами содержание в листовой ткани биофлавоноидов. Наиболее существенным отставанием от них в накоплении последних характеризовались гибриды Г-5 и Г-7.

В течение летнего сезона произошло заметное обогащение листовой ткани исследуемых объектов биофлавоноидами, увеличившее их содержание в ней на 16,2–62,3% (табл. 3). Наиболее значительным данное увеличение было у гибрида Г-5, и лишь у гибрида Г-3 отсутствовали сезонные изменения в суммарном содержании биофлавоноидов. На фоне показанной тенденции к концу летнего периода концентрация последних в листовой ткани исследуемых объектов достигла 10,31–13,81% сухой массы (см. табл. 1), при наибольших значениях у голубики топяной. Это обусловило сохранение отставания от последней по данному признаку в пределах 2,3–25,3% всех гибридных форм растений (см. табл. 2). Что касается другого родительского вида – брусники обыкновенной, то расхождения с ней синтезированных форм растений в общем содержании биофлавоноидов заметно сократились, по сравнению с предыдущим этапом. Среди исследуемых форм бруснично-голубичного гибрида наиболее высоким накоплением данных веществ в конце летнего периода характеризовались Г-4 и Г-5.

Разумеется, и в характере показанных различий гибридов с родительскими видами, и в сезонной динамике параметров накопления в листовой ткани исследуемых объектов нашли свое отражение основные черты поведения доминирующих компонентов биофлавоноидного комплекса – катехинов и флавонолов. На первом этапе наблюдений их содержание составляло соответственно 3,96–7,24 и 4,04–4,99% сухой массы (см. табл. 1). Большинство гибридов характеризовались меньшим содержанием данных соединений в ассимилирующих органах по сравнению с родительскими видами, особенно с брусникой обыкновенной, при более выразительных контрастах в накоплении катехинов, нежели флавонолов (см. табл. 2). Менее выраженное накопление биофлавоноидов в листовой ткани гибридов согласуется с более высокой у них активностью полифенолоксидазы, являющейся ключевым ферментом фенольного метаболизма (см. табл. 1). Общеизвестно, что катехины, как и лейкоантоцианы, легко окисляются при участии ПФО [18]. Продукты же окисления – димерные молекулы конденсированных катехинов при полимеризации формируют комплекс дубильных веществ, что, забегая несколько вперед, объясняет более высокое, чем у родительских видов (главным образом – голубики топяной), содержание последних в листьях гибридов.

В соответствии с показанным выше обогащением в течение летнего сезона листьев исследуемых объектов биофлавоноидами, происходило пропорциональное накопление в них и доминирующих представителей этих соединений – катехинов и флавонолов, что подтверждалось относительной стабильностью соотношения последних в указанный период (см. табл. 1).

Вместе с тем это сопровождалось выраженным нивелированием различий с родительскими видами по содержанию в листьях синтезированных растений катехинов при одновременном усилении подобных различий в накоплении флавонолов.

Таким образом, в начале летнего периода наиболее высоким среди исследуемых форм бруснично-голубичного гибрида накоплением в листьях катехинов и флавонолов характеризовалась форма Г-3, наименьшим – Г-7. В конце же летнего периода наиболее богатой катехинами была форма Г-2, флавонолами – Г-5, наиболее обедненной и теми, и другими, как и в начале лета – форма Г-7.

По существующей классификации, в основе которой лежат исследования Э. Фишера, Л.Ф. Ильина, Е. Фрейденберга и П. Каррера, все природные дубильные вещества делятся на две большие группы: 1) конденсированные и 2) гидролизуемые [19]. В растениях семейства брусничных дубильные вещества присутствуют в конденсированной форме [20]. Общеизвестно также, что данные соединения в значительной мере обуславливают фармацевтические свойства брусничного листа, чем и объясняется повышенный интерес к ним большинства исследователей.

Таблица 1

Содержание фенольных соединений и активность ПФО в ассимилирующих органах родительских видов и форм бруснично-голубичного гибрида Г₁ *V. vitifolium* × *V. vitis-idaea* на отдельных этапах сезонного развития, % сухого вещества

Форма брусничных	Биофлавоноиды															
	антоциановые пигменты				катехины				флавонолы				катехины : флавонолы			
	M±m	t ₁	t ₂		M±m	t ₁	t ₂		M±m	t ₁	t ₂		M±m	t ₁	t ₂	
15 июня																
Голубика	0,10±0			5,67±0,09				4,99±0,05					1,14±0,02			
Брусника	0,10±0	2,53		6,77±0,05	10,4*			4,09±0,04	-13,7*				1,65±0,03	15,7*		
ГФ-1	0,06±0	-20,2*	-18,2*	4,33±0,05	-12,9*	-35,8*		4,57±0,04	-6,1*	8,5*			0,95±0	-10,1*	-25,7*	
ГФ-2	0,04±0	-35,0*	-29,8*	4,93±0,11	-5,1*	-14,9*		4,31±0,05	-9,1*	3,5*			1,14±0,03	0,11	-13,8*	
ГФ-3	0,05±0	-31,2*	-25,7*	7,24±0,05	14,9*	6,6*		4,81±0,05	-2,47	11,9*			1,50±0,02	14,0*	-4,6*	
ГФ-4	0,06±0	-16,0*	-15,6*	5,88±0,05	1,98	-12,9*		4,56±0,06	-5,4*	6,8*			1,29±0,02	6,4*	-11,6*	
ГФ-5	0,05±0	-35,3*	-28,7*	3,96±0,08	-13,6*	-28,7*		4,30±0,04	-9,9*	3,7*			0,92±0,01	-10,3*	-25,2*	
ГФ-6	0,03±0	-44,3*	-35,3*	4,78±0,06	-7,9*	-24,6*		4,04±0,02	-16,0*	-1,04			1,18±0,01	2,27	-16,4*	
ГФ-7	0,03±0	-34,5*	-30,6*	4,08±0,07	-13,6*	-31,0*		4,11±0,04	-13,2*	0,43			0,99±0,01	-7,0*	-23,0	
29 августа																
Голубика	0,10±0			6,82±0,02				6,89±0,02					0,99±0,01			
Брусника	0,08±0	-8,3*		7,02±0,08	2,29			5,56±0,04	-28,4*				1,26±0,01	33,1*		
ГФ-1	0,09±0	-7,4*	1,84	6,68±0,06	-2,27	-3,3*		5,40±0,05	-27,0*	-2,44			1,24±0	37,0*	-3,5*	
ГФ-2	0,10±0	0,78	11,5*	7,05±0,06	3,6*	0,26		5,33±0,05	-29,5*	-3,7*			1,32±0,02	13,9*	2,63	
ГФ-3	0,07±0	-15,1*	-7,1*	6,19±0,06	-10,3*	-8,2*		5,60±0,06	-19,0*	0,58			1,10±0,01	7,2*	-10,0*	
ГФ-4	0,11±0	8,2*	20,2*	6,85±0,01	0,96	-2,06		6,06±0,04	-17,3*	8,6*			1,13±0,01	17,2*	-15,9*	
ГФ-5	0,12±0	12,1*	27,7*	6,88±0,03	1,55	-1,58		6,49±0,02	-14,2*	21,5*			1,06±0	10,0*	-30,5*	
ГФ-6	0,06±0	-18,0*	-11,0*	6,51±0,08	-3,9*	-4,5*		5,31±0,06	-24,5*	-3,5*			1,22±0	35,0*	-5,5*	
ГФ-7	0,07±0	-17,0*	-10,0*	6,25±0	-14,0*	-8,5*		3,99±0,05	-54,3*	-25,0*			1,57±0,02	24,4*	13,0*	

Форма брусничных	Биофлавоноиды				Дубильные вещества				Лигнины				Активность ПФО усл.ед/г сырой массы			
	сумма															
	M±m	t ₁	t ₂	M±m	t ₁	t ₂	M±m	t ₁	t ₂	M±m	t ₁	t ₂	M±m	t ₁	t ₂	
15 июня																
Голубика	10,76±0,11			9,0±0,2			24,2±0,4			0,031±0,001						
Брусника	10,96±0,02	1,76		11,1±0,1	9,5*		29,5±0	12,1*		0,038±0	5,6*					
ГФ-1	8,96±0,09	-12,3*	-21,4*	9,2±0,1	1,0	-11,9*	25,6±0,3	2,8*	-11,6*	0,039±0	7,0*	3,5*				
ГФ-2	9,28±0,14	-8,1*	-11,8*	11,3±0,2	8,6*	1,0	27,2±0,1	6,8*	-17,7*	0,046±0	12,6*	18,4*				
ГФ-3	12,10±0,06	10,3*	17,3*	17,1±0,3	23,1*	19,0*	22,8±0,2	-3,1*	-42,9*	0,045±0	11,9*	22,0*				
ГФ-4	10,50±0,08	-1,83	-5,4*	12,9±0,2	13,3*	7,2*	23,6±0,3	-1,1	-18,2*	0,049±0,001	13,8*	17,0*				
ГФ-5	8,31±0,12	-14,6*	-21,2*	9,8±0,1	3,5*	-8,3*	23,2±0,4	-1,7	-17,6*	0,050±0	15,8*	26,9*				
ГФ-6	8,86±0,09	-13,0*	-22,5*	10,5±0,1	7,0*	-3,5*	26,5±0,3	4,5*	-10,7*	0,068±0,001	26,9*	40,2*				
ГФ-7	8,23±0,10	-16,4*	-25,8*	10,3±0,2	4,9*	-3,5*	27,2±0,4	5,0*	-5,1*	0,057±0,001	18,9*	25,5*				
29 августа																
Голубика	13,81±0,01			9,6±0			47,3±0,1			0,049±0,001						
Брусника	12,74±0,01	-89,3*		13,7±0,1	27,9*		24,9±0	-347,8*		0,090±0,002	18,5*					
ГФ-1	12,17±0,11	-14,8*	-5,1*	10,2±0,1	3,8*	-17,1*	37,1±0,1	-122,8*	183,2*	0,042±0,001	-6,3*	-22,6*				
ГФ-2	12,48±0,01	-85,3*	-18,9*	14,7±0,2	25,5*	4,2*	37,4±0,3	-35,2*	45,6*	0,062±0,001	9,2*	-11,6*				
ГФ-3	11,86±0,09	21,4*	-9,6*	14,9±0,1	46,9*	6,6*	34,5±0,1	-99,2*	81,1*	0,059±0,001	5,9*	-12,4*				
ГФ-4	13,02±0,05	-14,3*	-5,1*	14,1±0,1	45,8*	2,4	40,8±0	-101,5*	389,5*	0,050±0,001	0,92	-17,0*				
ГФ-5	13,49±0,05	-6,9*	16,5*	11,9±0,2	9,2*	-6,6*	30,5±0,3	-58,2*	19,8*	0,037±0,002	-6,0*	-19,8*				
ГФ-6	11,88±0,14	-14,0*	-6,2*	9,7±0,1	0,9	-26,0*	39,6±0,1	-54,1*	110,9*	0,038±0,002	-5,5*	-19,4*				
ГФ-7	10,31±0,04	-78,8*	-55,4*	10,0±0,2	1,9	-14,9*	29,7±0,2	-107,8*	30,9*	0,098±0,003	17,7*	2,50				

Примечание:*) статистически значимые различия при $p < 0,05$, t_1 – с голубикой тойной, t_2 – с брусникой обыкновенной.

Таблица 2

Относительные различия в содержании фенольных соединений и активности ПФО в ассимилирующих органах родительских видов и форм бруснично-голубичного гибрида F₁ *V. vitis-idaea* × *V. vitis-idaea*^δ на разных этапах сезонного развития растений, %.

Форма брусничных	Антоциано-вые пигменты		Катехины		Флавонолы		Сумма биофлавоноидов		Дубильные вещества		Лигнины		Активность ПФО	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
	15 июня													
Брусника	-		+19,4		-18,0		-		+23,3		+21,9		+22,6	
ГФ-1	-40,0	-40,0	-23,6	-36,0	-8,4	+11,7	-16,7	-18,2	-	-17,1	+5,8	-13,2	+25,8	+2,6
ГФ-2	-60,0	-60,0	-13,0	-27,2	-13,6	+5,4	-13,8	-15,3	+25,6	-	+12,4	-7,8	+48,4	+21,0
ГФ-3	-50,0	-50,0	+27,7	+6,9	-	+17,6	+12,4	+10,4	+90,0	+54,0	-5,8	-22,7	+45,2	+18,4
ГФ-4	-40,0	-40,0	-	-13,1	-8,6	+11,5	-	-4,2	+43,3	+16,2	-	-20,0	+58,1	+28,9
ГФ-5	-50,0	-50,0	-30,2	-41,5	-13,8	+5,1	-22,8	-24,2	+8,9	-11,7	-	-21,4	+61,3	+31,6
ГФ-6	-70,0	-70,0	-15,7	-29,4	-19,0	-	-17,7	-19,2	+16,7	-5,4	+9,5	-10,2	+119,4	+78,9
ГФ-7	-70,0	-70,0	-28,0	-39,7	-17,6	-	-23,5	-24,9	+14,4	-7,2	+12,4	-7,8	+83,9	+50,0
29 августа														
Брусника	-20,0		-		-19,3		-7,7		+42,7		-47,4		+83,7	
ГФ-1	-10,0	-	-	-4,8	-21,6	-	-11,9	-4,5	+6,2	-25,5	-21,6	+49,0	-14,3	-53,3
ГФ-2	-	+25,0	+3,4	-	-22,6	-4,1	-9,6	-2,0	+53,1	+7,3	-20,9	+50,2	+26,5	-31,1
ГФ-3	-30,0	-12,5	-9,2	-11,8	-18,7	-	-14,1	-6,9	+55,2	+8,8	-27,1	+38,6	+20,4	-34,4
ГФ-4	+10,0	+37,5	-	-	-12,0	+9,0	-5,7	+2,2	+46,9	-	-13,7	+63,9	-	-44,4
ГФ-5	+20,0	+50,0	-	-	-5,8	+16,7	-2,3	+5,9	+24,0	-13,1	-35,5	+22,5	-24,5	-58,9
ГФ-6	-40,0	-25,0	-4,5	-7,3	-22,9	-4,5	-14,0	-6,8	-	-29,2	-16,3	+59,0	-22,4	-57,8
ГФ-7	-30,0	-12,5	-8,4	-11,0	-42,1	-28,2	-25,3	-19,1	-	-27,0	-37,2	+19,3	+100,0	-

Примечание: 1 – различия с растениями голубики толяной; 2 – различия с растениями брусники обыкновенной.

Прочерк означает отсутствие статистически достоверных различий при $p < 0,05$

Относительные различия в содержании фенольных соединений и активности ПФО в ассимилирующих органах родительских видов и форм бруснично-голубичного гибрида F₁ *V. vitis-idaea* ♂ x *V. vitis-idaea* ♀ в зависимости от стадии сезонного развития растений, %.

Формы брусничных	Антоциановые пигменты		Катехины		Флавонолы		Сумма биофлавоноидов		Дубильные вещества		Лигнины		Активность ПФО	
	%	t ₂₁	%	t ₂₁	%	t ₂₁	%	t ₂₁	%	t ₂₁	%	t ₂₁	%	t ₂₁
Голубика	-	0,2	+20,3	12,1*	+38,1	32,5*	+28,3	26,5*	+6,7	3,4*	+95,5	52,9*	+58,1	12,1*
Брусника	-20,0	-9,6*	-	2,6	+35,9	26,6*	+16,2	71,1*	+23,4	14,4*	-15,6	-112,7*	+136,8	25,3*
ГФ-1	+50,0	14,2*	+54,3	31,7*	+18,2	12,8*	+35,8	22,6*	+10,9	5,4*	+44,9	34,1*	+7,7	4,0*
ГФ-2	+150,0	40,2*	+43,0	16,7*	+23,7	14,7*	+34,5	22,7*	+30,1	12,4*	+37,5	34,0*	+34,8	12,8*
ГФ-3	+40,0	16,0*	-14,5	-13,7*	+16,4	10,0*	-	-2,2	-12,9	-6,9*	+51,3	61,2*	+31,1	9,4*
ГФ-4	+83,3	24,3*	+16,5	19,4*	+32,9	21,1*	+24,0	25,3*	+9,3	5,3*	+72,9	53,7*	-	0,8
ГФ-5	+140,0	73,9*	+73,7	32,6*	+50,9	47,6*	+62,3	39,6*	+21,4	7,9*	+31,5	16,0*	-26,0	-7,6*
ГФ-6	+100,0	21,6*	+36,2	17,4*	+31,4	19,5*	+34,1	18,4*	-7,6	-6,7*	+49,4	43,2*	-44,1	-16,0*
ГФ-7	+133,3	17,7*	+53,2	27,4*	-	-2,1	+25,3	18,6*	-	-1,0	+9,2	5,3*	+71,9	15,2*

Примечание: *) статистически значимые различия между 2-м и 1-м сроками отбора проб при $p < 0,05$.

Прочерк означает отсутствие достоверных различий

По нашим оценкам, листья всех исследуемых объектов оказались весьма богаты дубильными веществами, содержание которых в них в начале летнего периода составляло 9,0–17,1 % сухой массы (см. табл. 1) и, как видим, было вполне сопоставимо с таковым биофлавоноидов. Как уже было показано выше, в результате предположительно более активной, чем у родительских видов, окислительной конденсации катехинов в листьях синтезированных растений, благодаря повышенной активности полифенолоксидазы, они характеризовались и заметно более высоким, главным образом, по сравнению с голубикой топяной, содержанием в них таннинов (см. табл. 2). Величина относительных различий с последней по данному признаку у синтезированных растений составляла 8,9–90,0 %, при наибольшем разрыве у 4-й и особенно 3-й гибридных форм и наименьшем – у 5-й при отсутствии различий у 1-й форм. В связи с более высоким содержанием дубильных веществ в листьях другого родительского вида – брусники обыкновенной, превышение их уровня имело место лишь у наиболее богатых таннинами 3-го и 4-го гибридов. У остальных форм синтезированных растений параметры накопления данных соединений были на 5,4–17,1 % ниже, причем у формы Г-2 различия с родительским видом отсутствовали вовсе.

В течение летнего периода произошло заметное пополнение (на 6,7–30,1 %) фонда дубильных веществ в листовой ткани большинства исследуемых объектов, за исключением гибридов Г-3, Г-6 и Г-7, у которых отмечено либо незначительное снижение их содержания, либо отсутствие его изменений (см. табл. 3). В характере расхождений синтезированных форм растений с родительскими видами в содержании в листьях таннинов в конце летнего сезона в основном проявились особенности, установленные в его начале, при сохранении наиболее высокого уровня их накопления у 3-й, 4-й и в меньшей степени – у 2-й гибридных форм (см. табл. 2).

Общезвестно, что процесс лигнификации, протекающий в клеточных стенках, обуславливает не только формирование опорных структур, повышающих механическую прочность растений, но и в значительной мере определяет степень их готовности к неблагоприятным зимним условиям у многолетних растений [21]. Являясь полимерными продуктами окислительной конденсации относительно простых фенольных соединений, лигнины обычно не подвергаются дальнейшим изменениям в ходе обмена веществ в растениях. Исследования фармакологического действия этих соединений показали, что они обладают выраженными противоопухолевыми свойствами [22], чем и обусловлен наш интерес к их изучению у синтезированных форм растений. Оказалось, что ассимилирующие органы всех исследуемых объектов характеризуются весьма высоким уровнем лигнификации. Уже в начале летнего периода содержание в них лигнинов составляло 22,8–29,5 % сухой массы при наиболее высоких значениях у брусники обыкновенной (см. табл. 1), что и обусловило заметное отставание от нее всех форм бруснично-голубичного гибрида в накоплении данных веществ в пределах 7,8–22,7 %. Наиболее существенным оно было у гибридов Г-3, Г-4 и Г-5, наименьшим – у Г-2 и Г-7 (см. табл. 2). Заметим, что только наименее лигнифицированные формы гибридов были весьма близки ко второму родительскому виду – голубике топяной по данному признаку, все же остальные характеризовались на 5,8–12,4 % более высоким содержанием лигнинов в их листовой ткани.

Подобно всем рассмотренным выше соединениям фенольной природы, для лигнинов также было характерно усиление накопления на 9,2–95,5 % в течение летнего периода в листьях всех исследуемых объектов, за исключением брусники обыкновенной (см. табл. 3). Наиболее выразительно это проявилось у голубики топяной, что и обусловило отставание от нее на 13,7–37,2 % синтезированных форм растений в накоплении лигнинов, на фоне превышения на 19,3–63,9 % их уровня по сравнению с брусникой обыкновенной (см. табл. 2). Таким образом, все гибридные формы растений в начале летнего периода уступали по степени лигнификации листовой ткани бруснике обыкновенной, тогда как в его конце – голубике топяной. При этом наиболее высокой она была в первом случае у форм Г-2, Г-6 и Г-7, во втором – у Г-4 и Г-6 (см. табл. 1).

Выводы

Таким образом, сравнительное исследование фенольного комплекса ассимилирующих органов семи форм бруснично-голубичного гибрида $F_1 V. uliginosum^{\ominus} \times V. vitis-idaea^{\delta}$ и родительских видов в начале и конце летнего сезона показало существенное влияние на него гибридизационного процесса.

Сопоставление параметров накопления соединений фенольной природы в листовой ткани синтезированных растений и родительских видов в начале летнего сезона выявило отставание всех или абсолютного большинства гибридов от голубики топяной и брусники обыкновенной в содержании катехинов на 13–30 и 13–40 %, соответственно, при наиболее выраженных различиях у Г-5 и Г-7. Установлено сочетание более низкого, чем у голубики топяной, и более высокого, чем у брусники обыкновенной, уровня накопления в листьях гибридов флавонолов – на 8–19 и 5–18 % соответственно и напротив более высокого, чем у голубики топяной, и более низкого, чем у брусники обыкновенной, уровня накопления в них дубильных веществ на 9–90 и 5–17 %, а также лигнинов – на 6–12 и 8–23 %. В течение летнего периода установлено выраженное обогащение листовой ткани всех или большинства исследуемых объектов биофлавоноидами – на 16–62%, в том числе катехинами – на 16–74%, флавонолами – на 16–51%; дубильными веществами – на 7–30%; лигнинами – на 9–96%.

Принимая во внимание, что в течение летнего периода происходит выраженное накопление в

листовой ткани исследуемых объектов наиболее ценных компонентов их биохимического состава, заготовку их лекарственного сырья в местных условиях целесообразно производить в конце лета – начале осени. Наиболее перспективны в качестве потенциальных источников получения отдельных биологически активных веществ следующие формы бруснично-голубичного гибрида F₁, обладающие в указанный период наиболее высоким их содержанием в листьях: Г-2 (катехины, дубильные вещества); Г-4 (дубильные вещества, лигнины); Г-5 (флавонолы). Наименее перспективны в этом плане гибридные формы Г-1 и Г-6.

Литература

1. Гаммерман А.Ф. Курс фармакогнозии. Л.: Медицина, 1967. – 490 с.
2. Стуккей К.Л., Мусаева Л.Д. Инструкция по сбору и сушке листа брусники // Инструктивные материалы. 6. ВКИБ ГАПУ МЗ СССР. М., 1969.
3. Swan T., Hillis W. The phenolic constituents of *Prunus Domenstica*. 1. The quantitative analysis of phenolic constituents // J.Sci. Food Agric. – 1959. – Vol. 10, № 1. – P. 63–68.
4. Скорикова Ю. Г., Шафтан Э.А. Методика определения антоцианов в плодах и ягодах // Тр. 3 Всесоюз. семинара по биологически активным (лечебным) веществам плодов и ягод. – Свердловск, 1968. – С. 451–461.
5. Танчев С.С. Антоцианы в плодах и овощах. – М.: Пищевая пром-ть, 1980. – 304 с.
6. Шнайдем Л.О., Афанасьева В.С. Методика определения антоциановых веществ // 9-й Менделеевский съезд по общ. и прикл. химии: Реф. докл. и сообщ. – № 8. – М., 1965 – С. 79–80.
7. Сарапуу Л., Мийдла Х. Фенольные соединения яблони // Уч. зап. Тарт. гос. ун-та. 1971. Вып. 256. С. 111–113.
8. Шапиро Д.К., Дашкевич Л.Э., Довнар Т.В. Определение флавонолов в черноплодной рябине и других окрашенных плодах // Интродукция растений и зеленое строительство. – Минск, 1974. – С. 209–213.
9. Запрометов М.Н. Биохимия катехинов. – М.: Наука, 1964. – 325 с.
10. Мжаванадзе В.В., Таргамадзе И.Л., Драник Л.И. Количественное определение хлорогеновой кислоты в листьях черники кавказской (*V. arctostaphylos* L.) // Сообщ. АН Груз ССР. – 1971. – Т. 63, вып. 1. – С. 205–210.
11. Государственная фармакопея СССР. Вып. 1. Общие методы анализа. – М.: Медицина, 1987. – С. 286–287.
12. Ермаков А.И., Арасимович В.В., Ярош Н.П. и др. Методы биохимического исследования растений. – М.: ВО Агропромиздат, 1987. – 430 с.
13. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высш. шк., 1980. – 293 с.
14. Юдина В.Ф., Вахрамеева З.М., Токарев П.Н., Максимова Т.А. Клюва в Карелии. – Петрозаводск: Карелия, 1986. – 204 с.
15. Барабой В.А. Биологическое действие растительных фенольных соединений. – Киев: Наукова думка, 1976. – 260 с.
16. Шмерко Е.П., Мазан И.Ф. Лечение и профилактика растительными средствами. Баку: Изд-во Азербайджан, 1992. – 315 с.
17. Бриттон Т. Биохимия природных пигментов. – М.: Мир, 1986. – 422 с.
18. Бузун Г.А. Катехины в жизнедеятельности растений // Свойства флавоноидов и их функции в метаболизме растительной клетки. Пушкино, 1986. – С. 8–21.
19. Муравьева Д.А. Фармакогнозия. М.: Медицина, 1981. – 656 с.
20. Рупасова Ж.А., Сидорович Е.А., Игнатенко В.А., Рудаковская Р.Н. Формирование биохимического состава брусники обыкновенной в Беларуси. – Мн.: Беларуская навука, 1997. – 303 с.
21. Мийдла Х.И. Фенольные соединения и лигнификация побегов яблони в связи с минеральным питанием и водным режимом: Автореф. дис...д-ра биол. наук. – Киев, 1970. – 47 с.
22. Jamafuji K., Murakami H. // *Enzymologia*. – 1968. – № 35. P. 3, 139.

Рупасова Ж.А., Морозов О.В., Игнатенко В.А., Василевская Т.И.

Сравнительная оценка новых гибридных форм ягодных растений сем. ERICACEAE по накоплению фенольных соединений в ассимилирующих органах

ГНУ, Центральный ботанический сад НАН Беларуси, г. Минск, Республика Беларусь

Приведены результаты сравнительного исследования фенольного комплекса ассимилирующих органов семи форм бруснично-голубичного гибрида F₁ *Vaccinium uliginosum*[♀] x *Vaccinium vitis-idaea*[♂] L. и родительских видов в начале и конце летнего сезона. Установлены относительные различия синтезированных растений и родительских видов по содержанию в листовой ткани биофлавоноидов, дубильных веществ и лигнинов, и показаны профилирующие тенденции в характере его изменений в течение летнего периода. Выявлены гибридные формы растений, перспективные в качестве источников лекарственного сырья и определены оптимальные сроки его заготовки.

Рупасова Ж.А., Морозов О.В., Ігнатенко В.А., Василевська Т.І.

Порівняльна оцінка нових гібридних форм ягідних рослин родини Ericaceae за накопиченням фенольних сполук в асимілюючих органах

ДНУ, Центральний ботанічний сад НАН Білорусі, м. Мінськ, Республіка Білорусь

Наведені результати порівняльного дослідження фенольного комплексу асимілюючих органів семи форм бруснично-буяхового гібриду F₁ *Vaccinium uliginosum* ♀ x *Vaccinium vitis-idaea* ♂ та батьківських видів на початку та в кінці літнього сезону.

Встановлені відносні відмінності синтезованих рослин за вмістом у листовій тканині біофлавоноїдів, дубильних речовин та лігнінів, та показані головні тенденції у характері його змін протягом літнього періоду. Виявлені гібридні форми рослин, перспективні як джерела лікарської сировини, визначені оптимальні строки її заготівлі.

Rupasova Zh.A., Morozov O.V., Ignatenko V.A., Vasilevskaya T.I.

Comparative evaluation of new hybrid forms of berry plants of the family Ericaceae on accumulation of phenol compounds in assimilative organs

GNU Central Botanical Garden of NAS of Belarus, Minsk, Republic of Belarus

Results of comparative study of phenol complex of assimilative organs of 7 forms of hybrid F₁ *Vaccinium uliginosum* ♀ x *Vaccinium vitis-idaea* ♂ L. and parents species at the beginning and the end of vegetation period.

Relative differences of synthesised plants and parents species were stated on content of bioflavonoids, tanins and lignins in leaves tissue, and the main tendencies in its change during summer period were shown. Hybrid forms of plants were found as perspective for sources of medicinal row, optimal data of its harvesting also were calculated.

Г.И.Редько –
 доктор сельскохозяйственных наук,
 Лесотехническая академия, г. Санкт-Петербург

Слово о Петре Степановиче Погребняке

(доклад на юбилейной конференции лесохозяйственного факультета Лесотехнической академии, посвященной 100-летию со дня рождения П.С.Погребняка, 30 января 2001 г.)

Есть ученые, для которых важнейшее открытие всегда впереди, которые на всех этапах своей деятельности жили поиском, стремлением в завтрашний день, поэтому их наследие поражает обширностью и глубиной. Таких людей помнят не только дети, но и внуки и правнуки.

Таким был Петр Степанович Погребняк – академик АН УССР, доктор сельскохозяйственных наук, профессор лесоводства и почвоведения. Он известен научной и культурной общественности СНГ и зарубежных стран, прежде всего, своими трудами по лесоводству, а также исследованиями в области почвоведения, геоботаники, экологии растений, физической географии, палеографии, геоморфологии, ландшафтоведения и др.

П.С.Погребняк родился в 1900 г. в с.Волохов Яр Змиевского уезда Харьковской губернии в семье фельдшера. Его детство и юношеские годы прошли на Сумщине. В 1910 г. он окончил сельскую школу, а в 1918 г. – Ахтырскую гимназию. После окончания лесотехнических курсов в Луганске Погребняк около одного года работал лесоводом-инструктором уездного земельного комитета в г.Зинькове Полтавской области. В 1921 г. он поступил и в 1924 г. закончил Харьковский институт сельского хозяйства и лесоводства с получением звания ученого лесовода 1-го разряда и рекомендацией на научную работу.

Можно утверждать, что его мировоззрение и любовь к природе сформировались под влиянием окружающей его в детстве и в юношестве природы Красно-Тростянецкого лесного массива, Краснянской дубравы, исключительного по красоте Литовского бора и тихой, чистой и ласковой р.Ворсклы. Не зря Петр Степанович часто и как-то по-особенному нежно цитировал стихи украинского поэта середины XIX ст. Я.И.Щеголева о Литовском боре и вспоминал, где в его юношеские годы на Ахтырских болотах встречалась клюква. Очевидно, что и на его решение стать лесоводом повлияла близость Тростянецкого лесничества, уже тогда славившегося своим высоким культурным уровнем ведения лесного хозяйства. Это был лес сахарозаводчика Л.Г.Кенига, у которого управляющим лесами был профессор Санкт-Петербургского лесного института М.М.Орлов.

Научная деятельность П.С.Погребняка началась еще на студенческой скамье. Составленную им формулу определения доли ветвей у отдельных деревьев использовал профессор М.М.Орлов в учебнике “Лесная таксация”. Еще до окончания института, с 1923 г., Погребняк работал научным сотрудником Красно-Тростянецкой лесной опытной станции вместе с А.Б.Жуковым и П.Фальковским. Он изучал почвы лесного массива “Красное” и морфологические расы дуба. Итогом исследований стала статья “Природные условия и типы насаждений дачи Красное”. В ней он творчески использовал типологическую классификацию Е.В.Алексеева для лесов Полесья. В 1926–1928 гг. П.С.Пастернак был научным сотрудником, а в 1928–1930 гг. – заведующим опытной партией Всеукраинского Управления лесами (ВУПЛ) и одновременно (1926–1928 гг.) – аспирантом у профессора Г.Н.Высоцкого.

В 1928 г. Петр Степанович защитил кандидатскую диссертацию “Генезис полесских боров”, в которой разработал такие вопросы: формирование плодородия почв под влиянием лесной растительности и закономерности роста и развития корневых систем древесных пород, в частности, на песчаных почвах. В личности П.С.Пастернака Г.Н.Высоцкий нашел талантливого ученика, гордился им. Под его руководством Петр Степанович работал в опытной партии ВУПЛ, был ассистентом на кафедре, читал лекции по лесной типологии, собирал материал для задуманного Г.Н.Высоцким учебника по общему лесоводству.

В воспоминаниях о Г.Н.Высоцком П.С.Погребняк всегда отмечал решающую роль своего учителя в формировании его как ученого. Именно под влиянием оригинальных экологических идей Г.Н.Высоцкого он стал уделять особое влияние изучению сложных взаимосвязей между лесными формациями, почвами и гидрологическим режимом ландшафтов. Как и Г.Н.Высоцкому, П.С.Погребняку было свойственно философское и экологическое синтетическое мышление в этих исследованиях. Подобно своему учителю, Петр Степанович тоже увлекался античной философией, классическими и иностранными языками, в частности, французским, немецким и английским. Исключительная память и завидное трудолюбие Петра Степановича позволили ему в течение короткого периода основательно изучить немецкий, французский, немецкий и польский языки и с особенной тщательностью не только анализировать на протяжении всей жизни лесоводственную, почвоведческую и геоботаническую литературу, но и в дальнейшем держать в поле зрения все новинки в этих вопросах.

В 1931–1932 гг. Погребняк возглавлял кафедру почвоведения в Брянском лесотехническом институте, а затем – в 1933–1941 гг. – кафедру общего лесоводства и почвоведения в Киевском лесотехническом институте. В 1935 г. он утвержден в звании профессора общего лесоводства, а в 1936 г. – профессором почвоведения, в 1939 г. он стал доктором сельскохозяйственных наук.

В годы Великой Отечественной войны профессор П.С. Погребняк был заместителем начальника Главного управления лесного хозяйства и старшим научным сотрудником научно-исследовательского института лесного хозяйства Наркомлеспрома Грузинской ССР. С 1944 по 1947 гг. Погребняк снова в Киеве, работает заведующим кафедрой почвоведения Киевского государственного университета им. Т.Г.Шевченко, а также старшим научным сотрудником и заведующим отделом географии и экологии растений Института ботаники АН УССР. В 1945 г. он был избран членом-корреспондентом, а в 1948 г. – академиком АН УССР. С этого времени и до конца своей жизни П.С.Погребняк всю свою работу сосредоточил преимущественно в институтах Академии Наук. В 1945–1946 гг. он был главным научным секретарем Президиума АН УССР и уполномоченным Президиума АН во Львовских научных учреждениях. Академик П.С. Погребняк организовал и возглавлял в 1946–1956 гг. Институт леса, а в 1948–1952 гг. был вице-президентом и председателем Совета по изучению производительных сил АН УССР.

П.С. Погребняк был членом делегации Украины на установочной Генеральной Конференции ООН в Сан-Франциско. При этом он основательно ознакомился с лесами и лесным хозяйством США.

В 1957–1976 гг. академик П.С. Погребняк активно продолжал свою педагогическую и научную деятельность в Киевском университете, в Институте ботаники и в Центральном ботаническом саду, в Совете АН УССР по изучению производительных сил УССР, возглавлял отделы географии почв и физической географии сектора географии АН УССР, а также отдел экологии и охраны растений Института ботаники.

В 1945–1950 гг. П.С. Погребняк был членом Президиума республиканского совета Общества охраны природы УССР, а в 1956–1962 гг. – его председателем.

П.С. Погребняк выдвинул и обосновал гипотезы о происхождении степи за счет ценологического фактора, об особенных чертах круговорота веществ в почвах под листовыми древостоями, которые являются причиной повышения их плодородия и глубинного оподзоливания, об основной роли физиологической деятельности корней в процессе почвообразования, создал учение о плодородии лесных почв. Петр Степанович Погребняк – основоположник сравнительной экологии растений, которая широко используется в лесном хозяйстве стран СНГ и во многих зарубежных странах. Творчески развив идеи своих предшественников Г.Ф. Морозова, А.А. Крюденера, П.С. Серебрянникова, Г.Н. Высоцкого, Е.В. Алексеева, он обогатил лесную типологию и поднял ее на уровень современных требований. Развитое П.С. Погребняком эколого-лесоводственное направление в лесной типологии существенно повлияло на развитие лесотипологических школ в Польше, Чехии, Словакии, Болгарии, Венгрии, США, Китае и некоторых других странах. По синтетическому мышлению и широте научных интересов П.С.Погребняк стал наиболее выдающимся среди учеников академика Г.Н. Высоцкого. Он сделал весомый вклад в лесное почвоведение, в лесоводство и изучение лесных культур, в геоботанику, в лесную экологию и физическую географию.

Во время экспедиций опытной партии ВУПЛ П.С. Погребняк изучал леса и лесные почвы Полесья и лесостепи Украины, леса Саратовского Поволжья и Тальша в Азербайджане. Его труды – это монографические описания природы лесной растительности разных регионов страны. Они являются своеобразными учебниками по изучению состава и продуктивности лесов, имеют и сегодня большое теоретическое и практическое значение для развития лесного хозяйства.

П.С.Погребняк усовершенствовал лесотипологическую классификацию Е.В.Алексеева, придав ей доскональнейшую значимость. Он объединил в одну классификацию алексеевские “типы леса по суходолу” и “типы леса по мокрому”, разделил на самостоятельные отдельные группы единую группу суборей, а именно: леса на относительно бедных почвах – это субори, где коренные формы насаждений формируют сосна и дуб во втором ярусе, однако еще без спутников, и леса на относительно богатых почвах – это сложные субори (сугрудки, судубравы), где в сосново-дубовых насаждениях коренных форм третий ярус формируют спутники дуба. Таким образом, П.С.Погребняк в результате исследований создал стройную классификационную сетку оценки почв по их экологической трофности и влажности, которая широко известна как эдафическая сетка Алексеева-Погребняка. При этом Погребняк использовал индексы для определения отдельных групп лесных почв, оцененных экологически: А, В, С, Д (боры, субори, сугрудки и груды) плюс гигротопы 0, 1, 2, 3, 4 и 5 (очень сухие, сухие, свежие, влажные и мокрые). Тогда же, вместе с Д.В. Воробьевым, П.С. Погребняк составил определители лесных типов украинского Полесья и карты геоботанических районов УССР.

Профессор Н.П. Ремезов (1965) писал, что “П.С. Пастернак ранними исследованиями о характере влияния леса на почву и учением о лесном почвенном плодородии опережал время на несколько десятилетий”.

П.С. Погребняк был участником Второго Конгресса ИЮФРО (1929 г.) в Стокгольме, Мирового Лесного конгресса 1967 г. в Испании, а также многих других международных, всесоюзных и всеукраинских конференций.

За 50 лет творческой деятельности Петр Степанович Погребняк опубликовал около 350 работ, в том числе два издания учебника “Общее лесоводство” и монографии “Основы лесной типологии”, учебник “Лесное почвоведение”, переведенные на китайский, польский, английский и другие языки. Он создал свою научную школу в лесоводстве, известную как украинская лесотипологическая школа. Из его учеников можно было бы укомплектовать целый научно-исследовательский институт. Он подготовил 40 кандидатов и 15 докторов наук, среди них доктора наук, профессора : Д.Д. Лавриненко, П.С. Пастернак, С.А. Генсирук,

С.М. Стойко, С.И. Слухай, А.С. Скородумов, П.Г. Кроткевич, И.М. Илькун, А.И. Зражевский, Е.Ф. Черняк, И.И. Гордиенко, Н.А. Кохно, Г.И. Редько и др. Изданные 10 выпусков "Трудов Института леса АН УССР" под редакцией академика П.С. Погребняка считаются классическими. Десятки статей по лесоводству и смежным наукам в "Украинской Советской Энциклопедии" и в "Украинской сельскохозяйственной Энциклопедии" написаны П.С. Погребняком. Издательство "Наукова думка" Академии Наук Украины в 1993 г. выпустило избранные труды П.С. Погребняка по лесной экологии и типологии лесов. Каждые 5 лет в Украине проводят "Погребняковские чтения". Международная конференция, посвященная 100-летию со дня рождения П.С. Погребняка, сравнила его эдафическую сетку с таблицей Д.И. Менделеева. В Санкт-Петербургской лесотехнической академии в 2001 г. также состоялись чтения, посвященные памяти академика П.С. Погребняка.

Умер П.С. Погребняк в 1976 г. В одном из последних писем автору этих строк Петр Степанович завещал: "Будущим поколениям передавайте мой привет и пожелание не игнорировать наших трудов".

Своим подвижническим трудом П.С. Погребняк честно заслужил благодарную память потомков. Говорят, человек, который посадил хотя бы одно дерево, уже не зря прожил жизнь. Академик Петр Степанович Погребняк оставил после себя обширный и могучий лес. Это – его оригинальные мысли, глубокие научные труды. Это – научная школа, его ученики и преемники.

Литература

1. Лавриненко Д.Д., Генсирук С.А., Бондарь В.С. Петр Степанович Погребняк. Киев: Наукова думка, 1978.
2. Мигунова Е.С. Лесоводство и почвоведение (исторические очерки). М.: Экология, 1994.
3. Стойко С.М. Творческий путь и научное наследство Петра Степановича Погребняка. В сб. "Избранные труды П.С.Погребняка". – Киев: Наукова думка, 1993.

Г.І.Редько

Слово про Петра Степановича Погребняка

Лісотехнічна академія, м.Санкт-Петербург

У статті наведена доповідь на ювілейній конференції лісогосподарського факультету Санкт-Петербурзької лісотехнічної академії, присвяченої 100-річчю з дня народження П.С.Погребняка, 30 січня 2001 р.)

Red'ko G.I.

Word about Petro Stepanovich Pogrebnyak

Forestry Academy, Spb

Report on anniversary conference of Forestry Faculty in Spb Forestry Academy dedicated to 110-anniversary of birthday of P.S. Pogrebnyak (30-th of janyary, 2001) was elucidated in the paper.

Наукове видання

**РАДІОЕКОЛОГІЯ ЛІСІВ
І ЛІСОВЕ ГОСПОДАРСТВО ПОЛІССЯ УКРАЇНИ**

Збірник наукових праць

Фітосоціоцентр
Київ, 2006

Технічна редакція О.О. Орлова
Комп'ютерна верстка В.П. Поляновської
Коректор В.Є. Литвинчук

Замовлення № 676.
Тираж 450 примірників.