

УКРАЇНСЬКИЙ ОРДЕНА «ЗНАК ПОШАНИ» НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ
ЛІСОВОГО ГОСПОДАРСТВА ТА АГРОЛІСОМЕЛІОРАЦІЇ
ім. Г. М. ВИСОЦЬКОГО

ISSN 1026-3365
eISSN 2663-4147

ЛІСІВНИЦТВО І АГРОЛІСОМЕЛІОРАЦІЯ

Forestry and Forest Melioration

Збірник наукових праць
Заснований у 1965 р.
ВИПУСК 133



Харків – УкрНДЛГА
2018

Головний редактор	д-р с.-г. наук, проф., член-кор. НААН	В. П. Ткач
Заступник головного редактора	д-р с.-г. наук, проф.	В. Л. Мешкова
Відповідальний секретар	канд. фіз.-мат. наук	І. В. Оболоник

Редакційна колегія:

канд. с.-г. наук, старш. наук. співроб.	І. Ф. Букша
канд. с.-г. наук, старш. наук. співроб.	Н. Ю. Висоцька
канд. с.-г. наук, старш. наук. співроб.	В. П. Ворон
д-р с.-г. наук, проф.	Г. Б. Гладун
канд. с.-г. наук, доцент	К. В. Давиденко
д-р с.-г. наук, проф.	В. П. Краснов
д-р біол. наук, проф.	Г. Т. Криницький
д-р с.-г. наук, проф.	П. І. Лакида
канд. с.-г. наук, старш. наук. співроб.	С. А. Лось
д-р с.-г. наук, проф.	О. С. Мігунова
д-р біол. наук, проф.	В. І. Парпан
д-р с.-г. наук, проф.	В. П. Пастернак
д-р с.-г. наук, проф.	В. В. Усеня
канд. с.-г. наук, старш. наук. співроб.	І. М. Усцький
д-р габ., проф.	Юстина Новаковська (Польща)
PhD	Дайва Бурокієне (Литва)
PhD	Сергій Бойко (Польща)

Адреса редакційної колегії: 61024, Харків, вул. Пушкінська, 86, УкрНДІЛГА.
Тел. 8-057-707-80-01, e-mail: Valentynameshkova@gmail.com; obolonik@uriffm.org.ua

Рекомендовано до друку рішенням Ученої ради УкрНДІЛГА, протокол № 11 від 21 грудня 2018 р.

Л 50 **Лісівництво і агролісомеліорація.** – Х.: УкрНДІЛГА, 2018. – Вип. 133. – 162 с.

Наведено результати досліджень із питань лісівництва, лісознавства, лісовирощування та лісорозведення, агролісомеліорації, лісової ентомології, фітопатології, моніторингу, радіології, селекції деревних порід. Для науковців і спеціалістів лісового господарства, викладачів і студентів вищих навчальних закладів.

Forestry and Forest Melioration. – Kharkiv: URIFFM, 2018. – Iss. 133. – 162 p.

Results of investigations on forestry, forest science, forest breeding and growing, forest melioration, forest entomology, phytopathology, monitoring, radiology are presented. For researchers and specialists of forestry, teachers and students of higher educational establishments.

Свідectво про державну реєстрацію Серія КВ № 15588-4060Р від 12.08.2009

Збірник є фаховим з галузі

сільськогосподарські науки: наказ Міністерства освіти і науки України № 1328 від 21.12.2015

ЛІСІВНИЦТВО

УДК 630.182.4:630.182.47

<https://doi.org/10.33220/1026-3365.133.2018.3>О. П. АНДРУЩЕНКО¹, М. Г. РУМЯНЦЕВ², О. Б. БОНДАР²

ЖИВИЙ НАДГРУНТОВИЙ ПОКРИВ У ПРИРОДНИХ ДУБОВИХ НАСАДЖЕННЯХ ПІВДЕННО-СХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

1. Харківський національний аграрний університет ім. В. В. Докучаєва

2. Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького

3. Харківський національний університет міського господарства ім. О. М. Бекетова

Для вікового ряду природних дубових насаджень насінневого походження, що ростуть у свіжій та вологій ясенево-липовій діброві в межах південно-східного Лісостепу України (ДП «Скрипаївське НДЛГ»), визначено видовий склад, біомасу, вологість основних видів живого надгрунтового покриву та рівномірність його розповсюдження по площі. Виявлено, що найбільш розвиненим був живий надгрунтовий покрив під наметом низькоповнотного (0,65) 157-річного дубового насадження, а найменш розвиненим – під наметом високоповнотного (0,90) середньовікового насадження. У дубових насадженнях різного віку свіжої ясенево-липової діброви в складі живого надгрунтового покриву переважає осока волосиста (*Carex pilosa* Scop.). До числа характерних видів також належать зірочник ланцетолистий (*Stellaria holostea* L.), купоніжка лісова (*Brachypodium sylvatica* (Huds) Beauv.), чина весняна (*Lathyrus vernus* L.) та будра площевидна (*Glechoma hederacea* L.). У дубових насадженнях вологої ясенево-липової діброви біомаса осоки волосистої в 194-річному насадженні є в 1,3 разу вищою, ніж у 79-річному насадженні. Під наметом дубових насаджень вологої ясенево-липової діброви загальне проективне покриття трав'яним ярусом становить 30–40 % з переважанням у складі осоки волосистої, яглиці звичайної (*Aegopodium podagraria* L.), копитняка європейського (*Asarum europaeum* L.) та купини духмяної (*Polygonatum odoratum* L.).

Ключові слова: живий надгрунтовий покрив, біомаса рослин, свіжа ясенево-липова діброва, волога ясенево-липова діброва.

Вступ. Живий надгрунтовий покрив (ЖНП) – невід'ємний компонент лісових екосистем. Відомо, що трав'яний покрив закріплює і включає в біологічний кругообіг значну кількість зольних елементів та азоту, суттєво впливає на продуктивність та процеси відновлення лісових насаджень, родючість лісових ґрунтів. Трав'яна рослинність є місцем життєдіяльності лісових тварин, мікроорганізмів і первинних деструкторів органічних залишків. Також слід відзначити естетичне, лікарське, флористичне значення лісових трав. Результати досліджень видового складу й фітомаси ЖНП є однією з підстав для удосконалення технологій вирощування лісів, являють обов'язковий компонент у лісотипологічних дослідженнях.

Видовий склад живого надгрунтового покриву (трав'яного ярусу) є однією із важливих діагностичних ознак для визначення типу лісу й типу лісорослинних умов (Sukachev 1972, Melekhov 2007, Malinovskikh et al. 2015).

Водночас не до кінця з'ясовано роль ЖНП у кругообігу елементів живлення і процесах природного та штучного лісовідновлення, захисті ґрунтів від водної та вітрової ерозії, недостатньо вивчено його середовищеутворювальні, алелопатичні властивості, маловивченою залишається його потреба у воді й поживних елементах, недостатньо відомостей про небобові симбіозні види трав'янистих рослин.

Основні структурні особливості трав'яно-чагарничкового ярусу та його функціональну роль на прикладі лісів північного сходу України детально проаналізовано І. М. Коваленком (Kovalenko 2015). Установлено високу флористичну біорізноманітність лісових фітоценозів і гетерогенність їхньої флори. Дослідником наголошено, що успішність відновлювального процесу дерев багато в чому визначається складом та особливостями структури живого надгрунтового покриву.

В умовах південно-східної частини Лівобережного Лісостепу живий надгрунтовий покрив досліджували як важливий компонент та індикатор типів лісу (Kultenko 1967), а щодо його видового складу, багатства (біомаси), чисельності й лісівничо-лісокультурної ролі літературні дані є дуже обмеженими. Для успішного вирішення ключових питань ведення

лісового господарства необхідне всебічне вивчення продуктивності лісових насаджень у межах конкретного типу лісу, у формуванні якої суттєву роль відіграє живий надґрунтовий покрив, що й було метою проведених досліджень.

Матеріали й методи. Дослідження проведено в мішаних природних насадженнях насінневого походження, що ростуть на правобережному плато річки Сіверський Донець, в умовах нагірної діброви державного підприємства «Скрипаївське навчально-дослідне лісове господарство» (ДП «Скрипаївське НДЛГ») Харківського національного аграрного університету ім. В. В. Докучаєва. Територія нагірної діброви розділена на міжбалкові вододіли завширшки до 500 м. Ґрунти здебільшого сірі й світло-сірі опідзолені суглинкові на лесових породах, достатньо зволожені, з добре розвинутим гумусовим горизонтом. За словами професора С. С. П'ятницького (Pyatnitskiy 1968), ці природні насадження можна вважати безцінними завдяки їхньому генетичному потенціалу, їх потрібно використовувати як модель під час створення лісових культур. Відповідно до лісотипологічного районування (Ostapenko & Tkach 2002) і виходячи із фактичного породного складу досліджуваних насаджень, вони належать до двох типів лісу – свіжої (D₂-яс-лД) та вологої (D₃-яс-лД) ясеневоліпової діброви.

Для визначення біомаси й видового складу ЖНП у насадженнях використано методику Л. Є. Родіна, Н. П. Ремезова, Н. І. Базилевича (Rodin et al. 1968), враховано дані інших дослідників (Remezova 1957, Rysin & Zolotova 1968, Goryshina et al. 1975). Загалом під наметом природних насінневих насаджень закладено 240 облікових площадок (по 40 облікових площадок у кожному насадженні) розміром 0,5 м² кожна.

Результати та обговорення. У межах свіжої (D₂-яс-лД) та вологої (D₃-яс-лД) ясеневоліпової діброви зміну видового складу та запасів біомаси ЖНП вивчали у віковому ряді дубових насаджень природного насінневого походження, що ростуть на підвищених частинах рельєфу (міжбалкових вододілах). У насадженнях віком 17, 42, 55, 79, 157 та 194 роки клас бонітету знижується від I у 17-річному насадженні до III у 157- та 194-річному, а запас збільшується – від 58 до 301 м³·га⁻¹ відповідно (табл. 1).

Таблиця 1

Таксаційна характеристика дубових насаджень вікового ряду у свіжій та вологій ясеневоліповій діброві

№ ПП	Вік, років	Породний склад	Індекс типу лісу	Повнота	Висота, м	Діаметр, см	Клас бонітету	Запас, м ³ ·га ⁻¹
1	17	9Дз1Яз+Клг,Лпд	D ₂ -яс-лД	1,00	6,5	5,5	I	58
2	42	9Дз1Язпоод,Клг, Лпд		0,90	15,0	15,0	I	153
3	55	9Дз1Язпоод,Дз(80 років)		0,85	18,0	18,0	II	195
4	157	9Дз1Язод,Клг		0,65	24,0	48,0	III	234
5	79	6Дз2Лпд2Яз	D ₃ -яс-лД	0,80	22,0	28,0	II	259
6	194	9Дз1Лпд		0,60	26,0	52,0	III	301

Примітка: Дз – дуб звичайний, Яз – ясен звичайний, Клг – клен гостролистий, Лпд – липа дрібнолиста.

Результати визначення біомаси ЖНП у свіжій ясеневоліповій діброві свідчать, що він є найбільш розвинутим під наметом низькоповнотного 157-річного насадження (2850 кг·га⁻¹), а найменш розвинутим – у високоповнотному 42-річному насадженні (1667 кг·га⁻¹, або на 42 % менше). У 17-річному природному молодняку, який утворився після проведення суцільної санітарної рубки 140-річного насадження з буйним розвитком трав, запас ЖНП був лише на 9 % меншим, якщо порівняти зі 157-річним насадженням. Під наметом 55-річного високоповнотного насадження біомаса трав була на 25 % меншою від максимальної (табл. 2).

Вологість свіжої біомаси трав'яного покриву виявилася найбільшою у високоповнотному, найбільш затіненому 42-річному насадженні – майже 72 %. Найбільшою вологістю характеризуються домінантні види – осока волосиста (69 %) і зірочник ланцетолистий (76 %). Вони впливають і на вологість загальної біомаси ЖНП. У насадженнях іншого вікового діапазону вологість трав є дещо меншою і становить близько 70 %. Найменшою вологістю визначається біомаса тонконогу дібровного (34 %); вологість

домінантного виду – осоки волосистої – є у 2 рази вищою (69 %), а провідні індикатори свіжих дібров – копитняк європейський і будра плющевидна – мають найбільшу вологість (близько 81 %). Вологість біомаси інших видів варіюється в межах від 72 до 75 %.

Таблиця 2

Наземна біомаса ЖНП під наметом насаджень, що ростуть в умовах свіжої ясенєво-липової діброви, у свіжому, абсолютно сухому та повітряно сухому стані, кг·га⁻¹

Види живого надґрунтового покриву	Стан біомаси		
	свіжий	абсолютно сухий	повітряно сухий
Насадження віком 17 років			
Осока волосиста (<i>Carex pilosa</i> Scop.)	1739	514	569
Зірочник ланцетолистий (<i>Stellaria holostea</i> L.)	355	85	91
Тонконіг дібровний (<i>Poa nemoralis</i> L.)	38	22	23
Куцоніжка лісова (<i>Brachypodium sylvatica</i> (Huds) Beauv.)	39	9	10
Чина весняна (<i>Lathyrus vernus</i> L.)	50	14	14
Будра плющевидна (<i>Glechoma hederacea</i> L.)	45	7	8
Конвалія звичайна (<i>Convallaria majalis</i> L.)	42	8	8
Інші види	280	60	66
Разом	2587	718	790
Вміст сухої речовини, %	100	28	31
Насадження віком 42 роки			
Осока волосиста (<i>Carex pilosa</i> Scop.)	1019	290	318
Зірочник ланцетолистий (<i>Stellaria holostea</i> L.)	287	63	69
Тонконіг дібровний (<i>Poa nemoralis</i> L.)	20	12	13
Чина весняна (<i>Lathyrus vernus</i> L.)	60	15	16
Копитняк європейський (<i>Asarum europaeum</i> L.)	39	7	7
Інші види	242	44	51
Разом	1667	431	475
Вміст сухої речовини, %	100	26	29
Насадження віком 55 років			
Осока волосиста (<i>Carex pilosa</i> Scop.)	1564	488	534
Зірочник ланцетолистий (<i>Stellaria holostea</i> L.)	281	67	74
Тонконіг дібровний (<i>Poa nemoralis</i> L.)	11	7	8
Куцоніжка лісова (<i>Brachypodium sylvatica</i> (Huds) Beauv.)	23	7	7
Чина весняна (<i>Lathyrus vernus</i> L.)	13	3	3
Копитняк європейський (<i>Asarum europaeum</i> L.)	10	2	2
Будра плющевидна (<i>Glechoma hederacea</i> L.)	92	17	18
Інші види	164	22	25
Разом	2158	612	671
Вміст сухої речовини, %	100	28	31
Насадження віком 157 років			
Осока волосиста (<i>Carex pilosa</i> Scop.)	1442	447	511
Зірочник ланцетолистий (<i>Stellaria holostea</i> L.)	443	108	110
Тонконіг дібровний (<i>Poa nemoralis</i> L.)	27	22	25
Куцоніжка лісова (<i>Brachypodium sylvatica</i> (Huds) Beauv.)	58	14	16
Чина весняна (<i>Lathyrus vernus</i> L.)	23	6	6
Копитняк європейський (<i>Asarum europaeum</i> L.)	48	8	9
Будра плющевидна (<i>Glechoma hederacea</i> L.)	74	14	14
Купина багатоквіткова (<i>Polygonatum multiflorum</i> (L.) All.)	92	14	15
Конвалія звичайна (<i>Convallaria majalis</i> L.)	203	35	39
Інші види	442	116	126
Разом	2850	778	871
Вміст сухої речовини, %	100	27	31

Екологічні умови під наметом лісу і життєздатність трав'яної рослинності відображають усереднена кількість і маса 1 екземпляру наявних видів ЖНП (табл. 3). Так, найбільшими кількістю та середньою масою одного екземпляра визначаються 17-річний молодняк, 55-річне середньовікове та 157-річне перестійне насадження – 218, 192 і 215 шт.·м² і 1,0 г/1 екз.

відповідно. Найменшими показниками характеризується високоповнотне 42-річне насадження –155 шт.·м² і 0,9 г/1 екз. відповідно. Величезний вплив на кількість і масу одного екземпляру мають домінантні види ЖНП – осока волосиста та зірочник ланцетолистий.

Таблиця 3

Чисельність (чисельник, шт.·м⁻²) і біомаса (знаменник, г/1 екз.) домінантних видів ЖНП в умовах свіжої ясенєво-липової діброви

Домінантні види живого надґрунтового покриву	Вік насаджень, років			
	17	42	55	157
Осока волосиста (<i>Carex pilosa</i> Scop.)	166/1,1	112/0,9	158/1,0	162/0,9
Зірочник ланцетолистий (<i>Stellaria holostea</i> L.)	39/0,9	33/0,9	27/1,0	32/1,4
Тонконіг дібровний (<i>Poa nemoralis</i> L.)	8/0,5	10/0,2	4/0,3	9/0,2
Куцоніжка лісова (<i>Brachypodium sylvatica</i> (Huds) Beauv.)	5/0,8	–	3/0,8	12/0,5
Разом	218/1,0	155/0,9	192/1,0	215/0,9

Буйний розвиток трав'яного покриву під наметом перестійного низькоповнотного насадження (215 шт.·м⁻²) обумовив і найбільший розвиток трав (218 шт.·м⁻²) після його суцільної санітарної рубки, що в подальшому простежується в дубовому 17-річному молодняку. У 20–40-річному віці (стадія жердняку) освітленість і вологозабезпеченість трав'яного покриву під наметом насаджень зменшилися, що обумовило зниження густоти трав на 27 % (до 155 шт.·м⁻²).

Вирішальну роль у розвитку трав'яного покриву відіграє світловий та пов'язаний із ним водний режими під наметом дубових насаджень. Збільшення освітленості в результаті зменшення зімкнутості намету або проведення суцільної рубки деревостану викликає посилений розвиток трав'яного покриву (з переважанням осоки волосистої), який висушує ґрунт і пригнічує екземпляри насінневого поновлення дуба, що необхідно враховувати під час лісовідновлення та лісорозведення. Підтримання стабільно високої зімкнутості намету, створення попередніх культур за 2 роки до проведення суцільної рубки або наступних часткових культур відразу після суцільної рубки стримують розвиток живого надґрунтового покриву та створюють умови для успішного лісовідновлення. Цей висновок підтверджується півстолітнім досвідом створення часткових культур дуба звичайного у свіжих дібровах Харківщини (Didenko 1973, Shishkin & Didenko 1973).

Осока волосиста трапляється рівномірно по площі у всіх насадженнях віком від 17 до 157 років. Зірочник ланцетолистий розростається інтенсивніше й розповсюджується рівномірніше лише у 42–55-річних, більш зімкнених і затінених насадженнях (табл. 4).

Таблиця 4

Частота трапляння видів ЖНП по площі під наметом різновікових дубових насаджень в умовах свіжої ясенєво-липової діброви, %

Види ЖНП	Вік насадження, років			
	17	42	55	157
Осока волосиста (<i>Carex pilosa</i> Scop.)	100	95	95	100
Зірочник ланцетолистий (<i>Stellaria holostea</i> L.)	65	95	90	52
Тонконіг дібровний (<i>Poa nemoralis</i> L.)	15	10	15	24
Куцоніжка лісова (<i>Brachypodium sylvatica</i> (Huds) Beauv.)	20	15	–	33
Будра плющевида (<i>Glechoma hederacea</i> L.)	15	5	–	24
Підмаренник запашний (<i>Galium odoratum</i> L.)	–	–	–	19
Копитняк європейський (<i>Asarum europaeum</i> L.)	5	20	–	24
Чина весняна (<i>Lathyrus vernus</i> L.)	45	25	–	24
Купина духмяна (<i>Polygonatum odoratum</i> L.)	10	5	30	33
Герань Роберта (<i>Geranium robertianum</i> L.)	–	–	75	24
Інші види	5–10	5–10	5–10	5–15

Рівномірно розповсюдженими є менш чисельні чина весняна, копитняк європейський, купина духмяна та тонконіг дібровний (у низхідному порядку).

Наведені дані біомаси і рівномірності розповсюдження по площі видів живого надґрунтового покриву можна вважати характерними ознаками типу лісу свіжої ясеневоліпової діброви (D₂-яс-лД) Мохначанської діброви ДП «Скрипаївське НДЛГ».

Насадження в умовах вологої ясеневоліпової діброви (D₃-яс-лД) ростуть на нижніх, більш зволжених ділянках схилів північних експозицій і по днищах балок. Ґрунти – частіше намиті, опідзолені чорноземи, рідше – темно-сірі, дуже опідзолені, суглинкові. Деревостани I–I^a класів бонітету, представлені дубом звичайним та домішкою супутніх порід. У підліску трапляються ліщина звичайна (*Corylus avellana* L.), свидина криваво-червона (*Cornus sanguinea* L.), крушина ламка (*Rhamnus frangula* L.). Загальне проективне покриття ґрунту живим надґрунтовым покривом становить 50–70 %, переважають осока, зірочник, копитняк, яглиця. Основні діагностичні ознаки типу лісу D₂-яс-лД наведено вище.

Результат біоценотичного процесу в досліджуваних насадженнях двох типів лісу виявляється в біомасі живого надґрунтового покриву. Свіжа та повітряно-суха маси ЖНП у розрізі видів служать як діагностичною ознакою типу лісу, так і важливим показником стану насадження (табл. 5). Маса ЖНП у повітряно-сухому стані в насадженнях типу лісу D₂-яс-лД віком 55 і 157 років суттєво різняться й становить відповідно 671 та 871 кг·га⁻¹. Переважають осока волосиста, зірочник ланцетолистий, будра плющевидна та яглиця звичайна.

Таблиця 5

Свіжа та повітряно-суха маса ЖНП у насадженнях свіжої (D₂-яс-лД) та вологої (D₃-яс-лД) ясеневоліпової діброви, кг·га⁻¹

Види ЖНП	D ₂ -яс-лД						D ₃ -яс-лД					
	55-річне насадження			157-річне насадження			79-річне насадження			194-річне насадження		
	свіжа маса	повітряно-суха маса	% сухої речовини	свіжа маса	повітряно-суха маса	% сухої речовини	свіжа маса	повітряно-суха маса	% сухої речовини	свіжа маса	повітряно-суха маса	% сухої речовини
Осока волосиста	1564	534	34	1442	511	35	10	3	30	470	155	33
Зірочник ланцетолистий	281	74	26	443	110	25	62	15	24	–	–	–
Чина весняна	13	3	23	23	6	26	–	–	–	–	–	–
Копитняк європейський	10	2	20	48	9	19	44	8	18	145	28	17
Будра плющевидна	92	18	20	74	14	19	29	6	21	7	1	14
Купина духмяна	8	2	25	6	1	17	21	3	14	125	20	16
Яглиця звичайна	89	30	34	13	5	38	–	–	–	275	55	20
Інші види	164	25	15	442	126	29	10	3	30	–	–	–
Разом	2158	671	31	2850	871	31	176	38	22	1022	259	25

У високоповнотному затіненому 79-річному насадженні вологої ясеневоліпової діброви трав'яний покрив має дуже пригнічений стан, а його маса є мінімальною (близько 38 кг·га⁻¹). У низькоповнотному освітленому 194-річному насадженні вологої ясеневоліпової діброви ЖНП розвивається інтенсивніше, а його маса сягає 259 кг·га⁻¹. У складі ЖНП переважають осока волосиста, яглиця звичайна, копитняк європейський, купина духмяна.

Повітряно-суха маса осоки волосистої у 157-річному насадженні меншої повноти в умовах свіжої ясеневоліпової діброви є на 30 % більшою, порівнюючи з 55-річним насадженням. У 79-річному високоповнотному насадженні вологої ясеневоліпової діброви осока волосиста майже не трапляється (3 кг·га⁻¹), а в 194-річному насадженні вона

розвивається інтенсивніше, проте її частка є на 70 % меншою за біомасою, якщо порівняти з 157-річним насадженням свіжої ясенево-липової діброви.

Отже, осока волосиста в умовах свіжих едатоїв (тип лісу – D₂-яс-лД), які формуються на підвищених, тепліших позиціях рельєфу, є більш конкурентоздатною проти умов типу лісу D₃-яс-лД, для яких характерні понижені місцезростання, пізні весняні заморозки, краща зволоженість ґрунту й більша зімкнутість намету лісу.

Висновки. Живий надґрунтовий покрив є складовою дубових насаджень природного насіннєвого походження, невід'ємним компонентом лісових екосистем, від якого залежать як лісовідновні процеси, так і напрями та специфіка проведення певних лісогосподарських заходів.

В умовах свіжих дібров загальне проективне покриття ґрунту трав'яним ярусом є більшим (на 20 %), ніж у вологих дібровах, із переважанням у складі осоки волосистої, будри пліщевидної, яглиці звичайної та копитняка європейського.

Найбільш розвинений ЖНП мало низькоповнотне 157-річне насадження свіжої ясенево-липової діброви (2850 кг·га⁻¹), а найменш розвинений виявлено під наметом високоповнотного 42-річного насадження (1667 кг·га⁻¹), який знаходиться на завершальному етапі стадії жердняку. У 17-річному молодняку, що утворився після проведення суцільної санітарної рубки 140-річного насадження з буйним розвитком ЖНП, зберігається високий запас трав'яного покриву – він є лише на 9 % меншим, порівнюючи зі 157-річним насадженням (2587 кг·га⁻¹).

Вологість загальної біомаси ЖНП є більшою під наметом високоповнотного, найбільш затіненого, із найменшою біомасою трав 42-річного насадження – 72 %. Вологість трав в інших насадженнях є дещо меншою – близько 69 %. Найменшу вологість має тонконіг дібровний (34 %), а найбільшу – провідні індикатори свіжих дібров копитняк європейський і будра пліщевидна (81 %).

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

Didenko, N. I. 1973. Opyt iskusstvennogo vosstanovleniya dubrav v Skripayevskom uchleskhozе [Experience of forest regeneration by planting of oak forests in the Skripayivske Training & Experimental Forestry Enterprise]. Tr. Khark. s.-kh. un-ta im. V. V. Dokuchaeva, 190: 32–35 (in Russian).

Goryshina, T. K., Neshatayev, Yu. N., Tereshenkova, I. A. 1975. Rol' travyanogo pokrova i produktivnosti v biologicheskом krugovorote dubovogo lesa [The role of the herbaceous soil-covering and productivity in the biological cycle of oak forests]. Lesovedeniye, 3: 29–38 (in Russian).

Kovalenko, I. M. 2015. Grass and subshrub layer as a structural component of forest communities in the North-East of Ukraine. Chornomors'k. bot. z., 11 (2): 146–155. doi:10.14255/2308-9628/15.112/2.

Kultenko, Ye. S. 1967. Opredelitel tipov lesnogo uchastka dubrav Mokhnachanskogo lesnichestva Skripayevskogo uchebno-opytного leskhozа [The determinant of the types of the forest area of the oak forests of the Mohnachansky forest district in the Skripayivske Training & Experimental Forestry Enterprise]. Lesotipologichesiye issledovaniya, 63: 121–125 (in Russian).

Malinovskikh, A. A., Malenko, A. A., Shirayeva, Ye. S. 2015. Vliyaniye ekspozitsii sklona na razvitiye nizhnikh yarusov rastitelnosti v posadkakh dubа chereschatogo v nizkogoryakh Altaya [The influence of slope exposure on the development of the lower vegetation layers in the planting of *Quercus robur* in the low Altai mountains]. Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 12 (134): 57–61 (in Russian).

Melekhov, I. S. 2007. Lesovedeniye [Forest sciences]. Moscow, MGUL, 407 p. (in Russian).

Ostapenko, B. F. and Tkach, V. P. 2002. Lisova typolohiya [Forest typology]. Part 2. Kharkiv, Khark. derzh. ahrar. un-t im. V. V. Dokuchayeva, 204 p. (in Ukrainian).

Pyatnitskiy, S. S. 1968. Dubravy Sovetskogo Soyuzа, istoriya i perspektivy dalneyshego vyrashchivaniya i povysheniya ikh produktivnosti [Oak forests of Soviet Union, history and prospects for further growing and productivity increase]. In: Dubravy Sov. Soyuzа i povysheniye ikh produktivnosti: dokl. nauch.-proizv. konf. po probleme «Sovremennoye sostoyaniye dubrav, perspektivy vyrashchivaniya i povysheniya ikh produktivnosti». Kyiv, Ministry of Forestry of USSR, p. 7–27 (in Russian).

Remezova, G. L. 1957. Izmeneniye travyanogo pokrova v dubovom lesu v svyazi s vozrastom drevostoya [Change in the herbaceous soil-covering in the oak forest due to the age of the stand]. Trudy Instituta lesа, 33: 166–182 (in Russian).

Rodin, L. Ye., Remezov, N. P., Bazilevich, N. I. 1968. Metodicheskiye ukazaniya k izucheniyu dinamiki i biologicheskogo krugovorota v fitotsenozakh [Methodical instructions to the study of dynamics and biological cycle in plant association]. Leningrad, Nauka, 144 p. (in Russian).

Rysin, L. P. and Zolotova, F. N. 1968. K metodike opredeniya produktivnosti nadzemnoy chasti travyanistogo pokrova [To the technique of determining the productivity of the above-ground part of the herbaceous soil-covering]. In: Slozhnyye bory khvoyno-shirokolistvennykh lesov i puti vedeniya lesnogo khozyaystva v lesoparkovykh usloviyakh Podmoskov'ya. Moscow, Nauka, 138–144 (in Russian).

Shishkin, A. S. and Didenko, N. I. 1973. Yestestvennoye vozobnovleniye lesosek v svezhey dubrave s pomoshchyu shpigovki zheludey. [Natural regeneration of felling areas in a fresh oak forest with the help of acorn spidling]. Tr. Khark. s.-kh. un-ta im. V. V. Dokuchaeva, 190: 35–40 (in Russian).

Sukachev, V. N. 1972. Izbrannye trudy. Vol. 1: Osnovy lesnoi tipologii i biogeotsenologii [Basics of forest typology and biogeocenology]. Leningrad, Nauka, 418 p. (in Russian).

Andrushchenko O. P.¹, Rumiantsev M. H.², Bondar O. B.²

HERBACEOUS GROUND VEGETATION IN NATURAL OAK STANDS WITHIN SOUTH-EAST FOREST-STEPPE ZONE OF UKRAINE

1. Kharkov National Agrarian University named after V. V. Dokuchajev

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

3. O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv

For the age range of natural seed-origin oak stands that grow within the fresh and moist ash-lime oak forests of south-east Forest-Steppe zone of Ukraine (in the Skrypavivske Training & Experimental Forest Enterprise), the species composition, biomass, moisture of the main types of ground vegetation and occurrence were determined in the investigation. A ground vegetation was most developed under the canopy of low-stocking (0.65) 157-year-old oak stand and was least developed under the canopy of closed (0.90) middle-aged forest stand. In composition of ground vegetation, *Carex pilosa* Scop. dominated in mixed natural oak stands in a fresh ash-lime oak forest. The representatives were also *Stellaria holostea* L., *Brachypodium sylvatica* (Huds) Beauv., *Lathyrus vernus* L. and *Glechoma hederacea* L. In oak stands in a moist ash-lime oak forest, the biomass of *Carex pilosa* Scop. in the 192-year-old oak stand was 1.3 times higher as compared to the 79-year-old oak stand. Under the canopy of oak stands in a moist ash-lime oak forest the total projective ground vegetation covering was 30–40 % with predominance of *Carex pilosa* Scop., *Aegopodium podagraria* L., *Asarum europaeum* L. and *Polygonatum odoratum* L. in composition

Key words: herbaceous ground vegetation, biomass, fresh ash-lime oak forest, moist ash-lime oak forest.

Андрущенко А. П.¹, Румянцев М. Г.², Бондарь А. Б.²

ЖИВОЙ НАПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ В ЕСТЕСТВЕННЫХ ДУБОВЫХ НАСАЖДЕНИЯХ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ

1. Харьковский национальный аграрный университет им. В. В. Докучаева

2. Украинский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации им. Г. Н. Высоцкого

3. Харьковский национальный университет городского хозяйства им. А. Н. Бекетова

Для возрастного ряда дубовых насаждений естественного семенного происхождения, растущих в свежей и влажной ясеневоллиповой дубраве юго-восточной Лесостепи Украины (ГП «Скрипаевское НИЛХ»), определены видовой состав, биомасса, влажность основных видов живого напочвенного покрова и равномерность его распространения по площади. Наиболее развит живой напочвенный покров под пологом низкополнотного (0,65) 157-летнего дубового насаждения, наименее развит – под пологом высокополнотного (0,90) средневозрастного насаждения. В дубовых насаждениях разного возраста свежей ясеневоллиповой дубравы в составе живого напочвенного покрова преобладает осока волосистая (*Carex pilosa* Scop.). К числу характерных видов также относятся звездчатка ланцетолистная (*Stellaria holostea* L.), коротконожка лесная (*Brachypodium sylvatica* (Huds) Beauv.), чина весенняя (*Lathyrus vernus* L.) и будра плющевидная (*Glechoma hederacea* L.). В дубовых насаждениях влажной ясеневоллиповой дубравы биомасса осоки волосистой в 192-летнем насаждении в 1,3 раза выше по сравнению с 79-летним насаждением. Под пологом дубовых насаждений влажной ясеневоллиповой дубравы общее проективное покрытие травяным ярусом составляет 30–40 % с преобладанием в составе осоки волосистой, сныти обыкновенной (*Aegopodium podagraria* L.), копытника европейского (*Asarum europaeum* L.) и купены душистой (*Polygonatum odoratum* L.).

Ключевые слова: живой напочвенный покров, биомасса, свежая ясеневоллиповая дубрава, влажная ясеневоллиповая дубрава.

E-mail: maxrum-89@ukr.net

Одержано редколегією 06.11.2018

СЕЛЕКЦІЯ, ДЕНДРОЛОГІЯ

УДК 630.165.6

<https://doi.org/10.33220/1026-3365.133.2018.10>



О. В. КОЛЧАНОВА¹, С. А. ЛОСЬ²

МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ ВИВЧЕННЯ ФОРМОВОГО РІЗНОМАНІТТЯ ЛІЩИН НА ПРИКЛАДІ СОРТІВ ФУНДУКА УКРАЇНСЬКОЇ СЕЛЕКЦІЇ

1. ДП «Вінницька лісова науково-дослідна станція»

2. Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького

Наведено методику вивчення сортів фундука за морфологічними характеристиками листків, яка базується на визначенні розмірів листової пластинки та черешка листка, загальної форми листової пластинки, форми верхівки, основи, вираженості зубців. Виявлено відмінність і подібність окремих сортів фундука селекції УкрНДІЛГА за морфологічними ознаками листа. Показники довжини черешків листків сортів є більш мінливими, ніж розміри листків. Наявні сорти як із видовженими, округлими, так і з широко-округлими листками. Проведене попарне порівняння 12 сортів за 8 ознаками виявило, що ступінь подібності та відмінності сортів є різною. Найбільшою подібністю за морфологічними ознаками всіх компонентів листових пластин характеризуються сорти 'Клиновидний' і 'Пірожок', які відрізняються лише за формою верхівки листка та незначно – за формою основи листка. Сорти 'Лозівський шаровидний' і 'Олімпійський', 'Олімпійський' і 'Серебристий' та 'Серебристий' і 'Велетень', навпаки, відрізняються за всіма досліджуваними ознаками. Загалом переважають відмінні ознаки, що вказує на можливість використання наведеної методики для характеристики та ідентифікації сортів.

Ключові слова: формове різноманіття, листя, *Corylus*, сорти фундука.

Вступ. Важливу роль під час складання описів сортів і форм рослин, визначення відмінностей між ними відіграють морфологічні ознаки. Для характеристики плодових і горіхоплодих рослин насамперед використовують ознаки плодів. Морфологічні характеристики листя зазвичай використовують як додаткові, але вони також є важливими. Цю думку підтверджують результати досліджень колекцій винограду, проведених М. А. Лазаревським (1959), який описав сорти, подібні за плодами, але відмінні за листовими пластинками. Науковцем запропоновано детальну методику складання морфологічного опису культиварів за морфологічними ознаками листків. У його роботі наголошено на важливості плавних переходів між сусідніми градаціями під час розробки методик морфологічних описів (Lasarevskiy 1959). Для культиварів морфологічна диференціація листя може бути додатковим свідченням їхньої відмінності або подібності за зовнішніми ознаками.

Питанням мінливості морфологічних ознак рослин роду *Corylus* приділяли увагу ряд дослідників (Mehlenbacher & Smith 1995, Kosenko & Honcharuk 2003, Voccacci et al. 2008). Групою експертів у рамках міжнародної дослідницької мережі FAO-CIHEAM (Interregional Cooperative Research Network on Nut trees) розроблено дескриптори для сортів фундука, які враховують доволі багато ознак, зокрема морфологічні ознаки плодів та листків. Для характеристики листових пластин встановлено основні показники – довжину та ширину, а також виділено 3 градації за формою листка та 4 – за формою верхівки (Descriptors 2008). Слід зазначити, що такі важливі показники, як форма основи листка та вираженість зубців, у дескрипторі не враховані.

Дослідження (Yang et al. 2018) виявили значно більшу мінливість розмірів і форми листя сортів фундука, ніж диких видів ліщин. Водночас листя характеризується значним різноманіттям у межах однієї рослини, що часто ускладнює її опис.

Нині все частіше застосовують методи, які базуються на числовому оцінюванні морфологічних компонентів для їхнього порівняння. Розроблено оптимальні лінійні регресійні моделі діагностики, що дають можливість визначити площу листових пластин ліщин різного походження з урахуванням показників їхньої ширини та довжини (Cristofori et al. 2007).

Для більшості сортів фундука української селекції складено детальну характеристику репродуктивних органів (Los 1992, Kosenko & Honcharuk 2003, Kolchanova & Los 2014,

Kolchanova 2018), проте відмінності між культиварами за морфологією вегетативних органів є практично не вивченими. Відомо, що листкові пластини фундука обернено-яйцеподібні, овальні або округлі, з загостреною верхівкою, з серцевидною, іноді несиметричною основою, знизу і по жилках злегка опушені. Краї листової пластини зубчасті, у верхній частині зубці досить виражені, лопатеподібні. Черешки злегка опушені, довжиною 1–2,5 см (Shcherotev & Rikhter 1969, Kole 2011). Отже, актуальним є як вдосконалення методики вивчення морфологічних ознак листків рослин роду *Corylus*, так і складання детальних описів сортів української селекції за цими ознаками.

Метою роботи було опрацювання методики вивчення та ідентифікації рослин фундука за морфологічними характеристиками листка та апробування її на прикладі сортів фундука української селекції.

Матеріали й методи. У роботі наведено методику й результати досліджень морфологічних характеристик листкових пластин 12 сортів фундука української селекції, отриманих в УкрНДЛГА Ф. А. Павленком. Зразки листя заготовлено на маточній плантації у дендропарку ХНАУ ім. В. В. Докучаєва.

Під час відбору зразків листя для характеристики сортів фундука було заготовлено по 4–10 добре розвинених листків із середньої частини крони, з різних її боків по периметру. Листкові пластини було скановано, а їхні зображення проаналізовано за подібністю та відмінностями як цілої листової пластинки, так і окремих її частин (верхівки, основи, зубців). Довжину листка, ширину, довжину черешка та площу листової пластинки (рис. 1) вимірювали у програмі ImageJ.

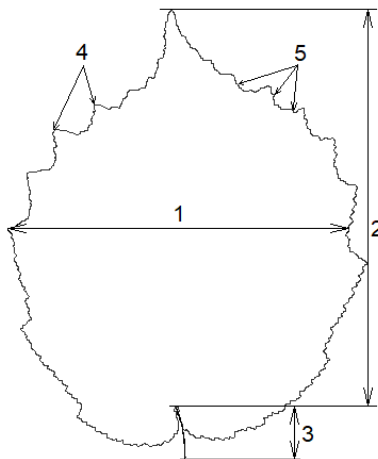


Рис. 1 – Лінійні параметри листкових пластин: 1 – ширина листка; 2 – довжина листка; 3 – довжина черешка; 4 – зубці першого порядку; 5 – зубці 2–3-го порядку

За даними обмірів було визначено площу листка, коефіцієнти форми листової пластини як відношення його ширини до довжини та відношення довжини черешка до довжини листової пластини – в абсолютних показниках і у балах за 5-бальною шкалою (табл. 1). Коефіцієнт форми відображає ступінь видовження листка. У випадку наближення значення до 1,0 – листок округлої форми.

Загальну форму листка, форми верхівки, основи, зубців 1–2-го та 2–3-го порядків оцінювали в балах. За формою листкових пластин виділено 5 градацій (табл. 2): листкова пластинка овальна – 1 бал; розширена в нижній частині (овально-яйцеподібна форма) – 2 бали; округла – 3 бали; розширена у верхній частині (овально-зворотньо-яйцеподібна форма) – 4 бали; широко-округла – 5 балів.

За формою верхівки листка нами встановлено 5 градацій (табл. 3): клиноподібна загострена – 1 бал; округла із загостреним кінчиком – 2 бали; округла – 3 бали; притуплена із загостреним кінчиком – 4 бали; виїмчаста із загостреним кінчиком – 5 балів.

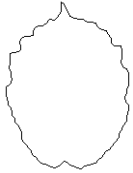

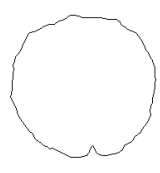

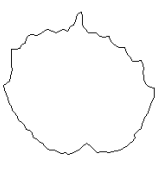





Таблиця 1

Бальна оцінка біометричних показників листа рослин роду *Corylus*

Показник	Бал				
	1	2	3	4	5
Довжина черешка, см	≤ 1,2	1,3–1,5	1,6–1,8	1,9–2,1	≥ 2,2
Розмір листової пластинки (площа), см ²	≤ 65 (дрібні)	66–82 (відносно дрібні)	83–98 (середні)	99–114 (відносно великі)	≥ 115 (великі)
Відношення ширини листка до його довжини	≤ 0,75	0,76–0,81	0,82–0,87	0,88–0,93	≥ 0,94
Відношення довжини черешка до довжини листка	≤ 0,12	0,13–0,14	0,15–0,16	0,17–0,18	≥ 0,19

Таблиця 2

Градація листових пластинок рослин роду *Corylus* за формою

Бал	1	2	3	4	5
Градація	Листкова пластинка овальна	Листкова пластинка розширена в нижній частині (овально-яйцеподібна форма)	Листкова пластинка округла	Листкова пластинка розширена у верхній частині (овально-зворотньо-яйцеподібна форма)	Листкова пластинка широко-округла
Форма листової пластинки					
Приклад					

Таблиця 3











Градація листових пластинок за формою верхівки

Бал	1	2	3	4	5
Градація	Клиноподібна загострена	Округла із загостреним кінчиком	Округла	Притуплена із загостреним кінчиком	Виймчаста із загостреним кінчиком
Форма верхівки листової пластинки					
Приклад					

За формою основи листа нами виділено 5 градацій (табл. 4): виймчаста – 1 бал; серцеподібна – 2 бали; вушкоподібна – 3 бали; ниркоподібна – 4 бали; вирости біля основи листка знаходять один на другий або зрослися – 5 балів.

Таблиця 4

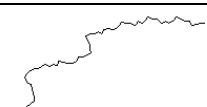



Градація листкових пластин за формою основи

Бал	1	2	3	4	5
Градація	Виймчаста	Серцеподібна	Вушкоподібна	Ниркоподібна	Вирости біля основи листка знаходять один на другий або зрослися
Форма основи листкової пластинки					
Приклад					

Враховуючи те, що у ліщин край листка є завжди подвійно-зубчастим, шкала передбачає поділ на категорії за ступенем вираженості зубців 1-го, 2-го та 3-го порядків. За формою зубців 1-го порядку нами встановлено 5 градацій (табл. 5): зубці 1-го порядку слабо виражені – 1 бал; зубці 1-го порядку середньо виражені – 2 бали; зубці 1-го порядку виражені – 3 бали; зубці 1-го порядку дуже виражені – 4 бали; зубці 1-го порядку дорівнюють до лопатей – 5 балів.

Таблиця 5





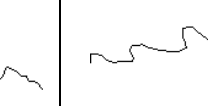





Градація листкових пластин за формою зубців першого порядку

Бал	1	2	3	4	5
Градація	Зубці 1-го порядку слабо виражені	Зубці 1-го порядку середньо виражені	Зубці 1-го порядку виражені	Зубці 1-го порядку дуже виражені	Зубці 1-го порядку дорівнюють до лопатей
Форма зубців 1-го порядку					
Приклад					

За формою зубців 2–3-го порядку встановлено 5 градацій (табл. 6): зубці 2-го порядку слабо виражені, а 3-го порядку не виражені – 1 бал; зубці 2-го порядку середньо виражені, 3-го порядку слабо виражені – 2 бали; зубці 2-го і 3-го порядків середньо виражені – 3 бали; зубці 2-го і 3-го порядків добре виражені – 4 бали; зубці 2-го порядку слабо виражені, 3-го – довгі, добре виражені – 5 балів.

Таблиця 6

Градація листкових пластин за формою зубців 2-3 порядку

Бал	1	2	3	4	5
Градація	Зубці 2-го порядку слабо виражені, 3-го порядку не виражені	Зубці 2-го порядку середньо виражені, 3-го порядку слабо виражені	Зубці 2-го і 3-го порядків середньо виражені	Зубці 2-го і 3-го порядків добре виражені	Зубці 2-го порядку слабо виражені, 3-го довгі, добре виражені
Форма зубців 2–3-го порядку					
Приклади					

За результатами вимірювання та бального оцінювання окремих листків визначено середні показники по кожному сорту. Мінливість ознак визначали за шкалою (Мамауєв 1972). Кластерний аналіз проведено з використанням програми R-statistica.

Результати та обговорення. Дані щодо розмірів листкових пластинок сортів фундука наведено в таблиці 7.

Таблиця 7

Лінійні розміри листкової пластинки та черешка сортів фундука

Сорт	Лінійні розміри листкової пластинки, см						Відношення	
	Довжина (А)		Ширина (Б)		Довжина черешка (В)		А/Б	А/В
	М	V,%	М	V,%	М	V,%		
Доходний	11,7	13,1	9,3	15,5	2,4	5,4	0,79	0,20
Боровський	10,7	6,9	10,3	5,3	1,4	12,2	0,97	0,13
Лозівський шаровидний	10,3	5,3	9,8	5,8	1,3	12,4	0,95	0,13
Харків-4	11,5	7,3	9,4	8,4	1,9	7,4	0,82	0,16
Клиновидний	11,7	7,6	9,1	3,2	1,4	6,6	0,78	0,12
Олімпійський	12,3	4,3	10,0	6,9	1,7	17,0	0,81	0,14
Пірожок	12,0	5,7	8,7	10,2	1,5	8,9	0,73	0,13
Краснолистий	11,3	4,1	10,1	7,0	1,3	7,1	0,90	0,11
Серебристий	13,0	10,2	12,8	10,7	1,8	12,9	1,02	0,15
Велетень	12,1	7,4	9,7	6,8	1,6	6,4	0,80	0,13
Лозівський булавовидний	9,6	4,7	8,1	4,7	1,1	16,7	0,85	0,12
Превосходний-2	11,2	22,0	9,9	20,3	1,3	18,3	0,89	0,12
Середнє	11,5	–	9,8	–	1,6	–	0,86	0,14
Варіювання між сортами (CV,%)	–	7,7	–	11,7	–	22,6	10,2	17,7

Показники довжини листка становили від 9,6 см ('Лозівський булавовидний') до 13,0 см ('Серебристий'). Найбільшу середню довжину листкової пластинки мали сорти 'Серебристий', 'Олімпійський' та 'Велетень' (13,0–12,1 см), а найменшу – сорти 'Лозівський булавовидний', 'Лозівський шаровидний' та 'Боровський' (9,6–10,7 см). Найбільшою середня ширина листкової пластинки була в сортів: 'Серебристий', 'Боровський', 'Краснолистий' та 'Олімпійський' (12,8–10,0 см), а найменшою – у сортів: 'Лозівський булавовидний', 'Пірожок' та 'Клиновидний' (8,1–9,1 см). Мінливість показників довжини та ширини окремих листків у межах сорту – від дуже низької до середньої ($V = 4,3...20,3$ %), між сортами – низька (7,7 і 11,7 % відповідно).

За показниками довжини та ширини листка було визначено їхні площі, які становили в середньому від 57,6 см² ('Лозівський булавовидний') до 123,9 см² ('Серебристий') (рис. 2). Згідно із запропонованою нами класифікацією листки цих сортів охарактеризовано відповідно як дрібні й великі. Решту сортів включено до груп з відносно дрібними листками ('Лозівський шаровидний', 'Пірожок', 'Клиновидний' і 'Харків-4') та середніми ('Доходний', 'Велетень', 'Боровський', 'Превосходний-2', 'Краснолистий' і 'Олімпійський') (див. рис. 2). Мінливість між сортами за площею листкової пластинки – середня ($V = 18,1$ %).

Коефіцієнт форми (відношення А/Б) таких сортів, як 'Боровський', 'Лозівський шаровидний' та 'Серебристий', наближається до 1,0, що вказує на найбільш виражену округлість листкових пластин цих сортів. Найменшим значенням коефіцієнта форми вирізняються сорти 'Пірожок' та 'Клиновидний' (0,73–0,78), їхні листки найбільш видовжені. Мінливість між сортами є низькою ($V = 10,2$ %).

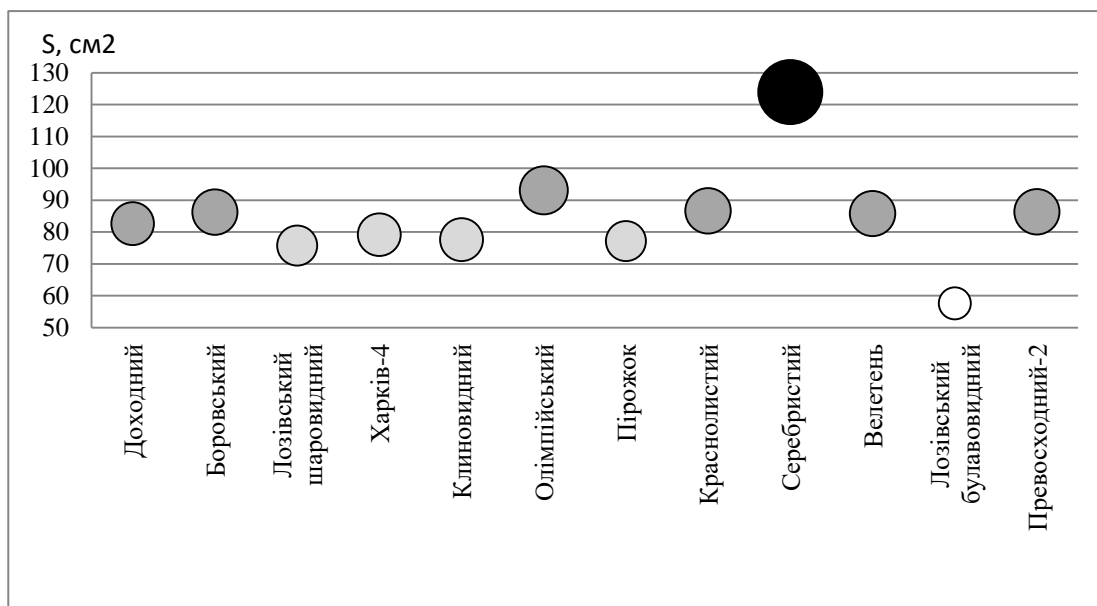


Рис. 2 – Площа листкових пластинок сортів фундука

Найдовшим черешком вирізнялися сорти ‘Доходний’, ‘Харків-4’ та ‘Серебристий’ (1,8–2,4 см). Найкоротший черешок мали сорти ‘Лозівський булавовидний’, ‘Превосходний-2’ та ‘Краснолистий’ (1,1–1,3 см). Мінливість між показниками окремих листків сортів – від дуже низької до середньої ($V = 5,4...18,3\%$), між сортами – підвищена ($V = 22,6\%$). Отже, довжина черешка у сортів є більш мінливою, ніж розміри листків. Відношення довжини черешка до довжини листкової пластинки у сорту ‘Доходний’ було найбільшим – 0,20. Найменшим цей показник був у сорту ‘Краснолистий’ (0,11). Сорти ‘Клиновидний’, ‘Лозівський булавовидний’ і ‘Превосходний-2’ характеризуються також невисокими показниками (0,12).

Оцінку морфологічних ознак листків у балах подано в таблиці 8.

Таблиця 8

Зведена таблиця морфологічних характеристик листової пластинки сортів (середні бали)

Сорт	Площа листка	Відношення		Форма				
		А/Б	А/В	листка	верхівки листка	основи листка	зубців 1-го порядку	зубців 2-го та 3-го порядків
Доходний	3,0	1,0	5,0	1,0	2,5	2,0	2,5	2,3
Боровський	3,0	4,0	2,0	3,3	3,8	2,3	1,5	1,3
Лозівський шаровидний	2,0	4,0	3,0	4,0	3,3	3,3	2,8	2,0
Харків-4	2,0	2,0	3,0	1,3	1,8	2,0	1,8	1,8
Клиновидний	2,0	1,0	2,0	1,0	2,5	1,5	1,3	1,8
Олімпійський	3,0	2,0	2,0	1,0	1,3	2,0	1,3	2,5
Пірожок	2,0	1,0	2,0	1,0	1,5	2,3	1,0	2,0
Краснолистий	3,0	3,0	2,0	2,5	2,8	2,5	1,5	2,8
Серебристий	5,0	5,0	3,0	4,5	3,8	3,5	1,5	2,0
Велетень	3,0	2,0	2,0	3,3	3,0	1,5	1,3	2,8
Лозівський булавовидний	1,0	2,0	2,0	1,6	2,0	2,0	2,6	2,0
Превосходний-2	3,0	3,0	2,0	3,8	3,4	4,0	1,2	2,0

Враховуючи лише показники форми листка, його верхівки та основи, найбільшою подібністю характеризуються такі сорти, як ‘Доходний’ та ‘Клиновидний’, ‘Харків-4’ та

‘Пірожок’, ‘Краснолистий’ та ‘Велетень’, ‘Лозівський шаровидний’ та ‘Превосходний-2’. Ці пари сортів мають лише незначні відмінності основи листкових пластин. Інші сорти значно різняться за формою листка, верхівки та основи. За наявністю зубців 1-го, 2-го та 3-го порядків подібними є такі групи сортів фундука: ‘Доходний’, ‘Лозівський шаровидний’ та ‘Лозівський булавовидний’; ‘Клиновидний’ та ‘Превосходний-2’; ‘Олімпійський’ та ‘Велетень’.

Проведене попарне порівняння всіх 12 сортів за 8 наведеними в таблиці 8 показниками (66 пар) показало, що ступінь подібності та відмінності сортів є різним. Так, найбільшою подібністю за морфологічними ознаками усіх компонентів листкових пластин характеризуються сорти ‘Клиновидний’ і ‘Пірожок’, які різняться лише за формою верхівки листа та незначно – за формою основи листа. Сорти ‘Лозівський шаровидний’ і ‘Олімпійський’, ‘Олімпійський’ і ‘Серебристий’ та ‘Серебристий’ і ‘Велетень’ різняться за всіма ознаками. Діаграма на рис. 3 показує, що в разі попарного порівняння більшість сортів є подібними за 2–3 ознаками, тоді як відрізняються вони переважно за 5–7 ознаками. Отже, загалом переважають відмінні ознаки, що вказує на можливість використання поданої методики для характеристики та ідентифікації сортів (рис. 3).

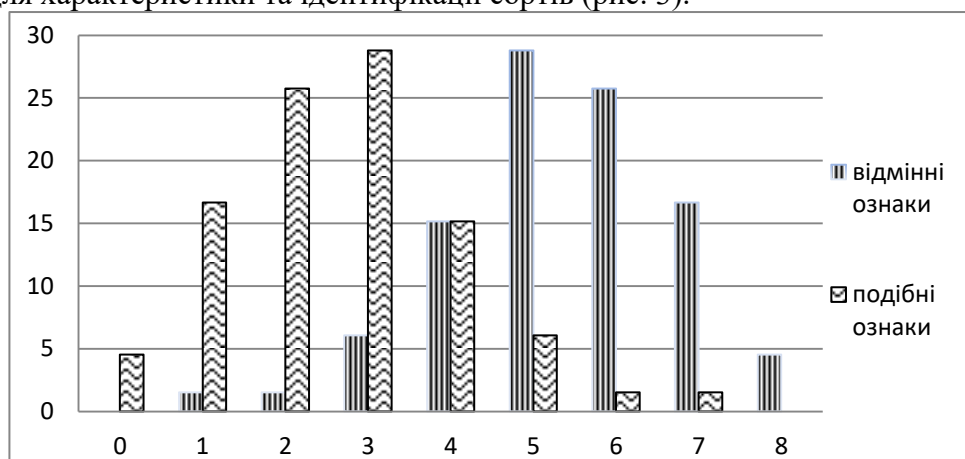


Рис. 3 – Співвідношення часток відмінних та подібних ознак листків сортів фундука

Кореляційний аналіз виявив позитивні зв’язки середньої сили між довжиною листкової пластинки та довжиною черешка ($r = 0,57$), між формою листкової пластинки та її площею ($r = 0,56$), між відношенням ширини до довжини листка та формою зубців 1 порядку ($r = 0,57$).

За результатами кластерного аналізу значною відмінністю від усіх культиварів вирізняються сорти ‘Серебристий’ та ‘Лозівський булавовидний’. Найбільш подібними виявилися такі групи сортів: ‘Боровський’ – ‘Превосходний’, ‘Краснолистий’ – ‘Велетень’ та ‘Клиновидний’ – ‘Пірожок’ (рис 4).

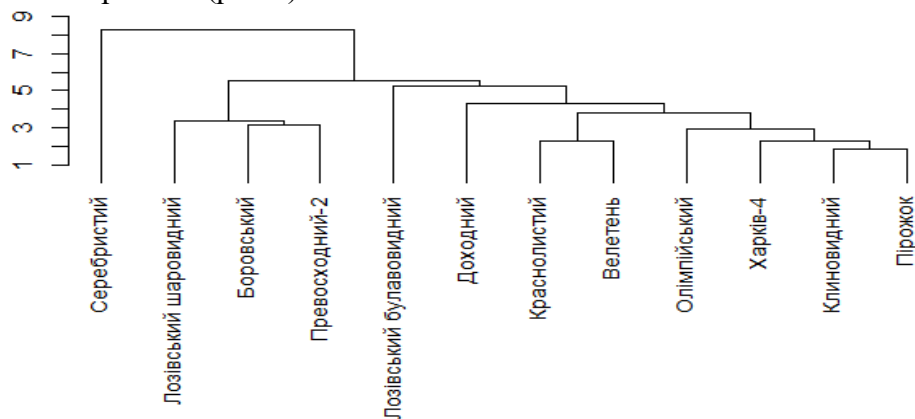


Рис. 4 – Результати кластерного аналізу сортів за морфологічними показниками

У результаті проведених досліджень нами складено детальний морфологічний опис сортів фундука селекції УкрНДІЛГА (автор сортів – Ф. А. Павленко) за морфологічними ознаками листкових пластинок (рис. 5).



Рис. 5 – Найбільш характерні приклади форм листкових пластинок сортів фундука

БОРОВСЬКИЙ – сорт, який характеризується середніми розмірами листової пластинки (в середньому – 10,7 × 10,3 см). Має відносно короткий черешок. Листок майже округлий. Верхівка дуже широка із загостреним кінчиком. Основа листка – серцеподібна. Зубці першого порядку – виражені, 2-го порядку – середньо виражені, 3-го – слабо виражені.

ВЕЛЕТЕНЬ – характеризується середніми розмірами листової пластинки (12,1 × 9,7 см в середньому). Листок дещо видовжений, правильної овальної форми. Верхівка широка, загострена. Основа листка серцеподібна. Зубці 1-го порядку – слабо виражені, 2-го і 3-го – середньо виражені.

ДОХОДНИЙ – характеризується овальною листовою пластинкою середніх розмірів (11,7 × 9,3 см) з довгим черешком. Наявна незначна видовженість листової пластинки. Верхівка широка, загострена. Основа листка серцеподібна. Зубці першого порядку – виражені, 2-го порядку – середньо виражені, 3-го порядку – слабо виражені.

КЛИНОВИДНИЙ – сорт, який характеризується овальним, відносно дрібним листям (11,7 × 9,1 см) з відносно коротким черешком. Верхівка широка, загострена. Основа листка серцеподібна. Зубці 1-го та 2-го порядку – слабо виражені. Зубці 3-го порядку – слабо виражені.

КРАСНОЛИСТИЙ – характеризується середніми розмірами листової пластинки (11,3 × 10,19 см) і відносно коротким черешком. Листки характерного пурпурного кольору у першій половині літа. Відрізняється незначною видовженістю листової пластинки. Листок округлий. Верхівка широка, загострена. Основа листка вускоподібна. Зубці 1-го, 2-го та 3-го порядків – середньо виражені.

ЛОЗІВСЬКИЙ БУЛАВОВИДНИЙ – характеризується дрібним листям (9,6 × 8,1 см) із відносно коротким черешком. Відрізняється незначною видовженістю листової пластинки. Листок розширений у нижній частині (яйцеподібна форма). Верхівка середньої ширини,

загострена. Основа листка серцеподібна. Зубці 1-го порядку – виражені, 2-го порядку – середньо виражені, 3-го порядку – слабо виражені.

ЛОЗІВСЬКИЙ ШАРОВИДНИЙ – характеризується середніми розмірами листкової пластинки (10,3 × 9,8 см) із середнім черешком. Коефіцієнт форми наближається до 1,0, що вказує на виражену заокруглену форму листкової пластини. Листок розширений у верхній частині (зворотньо-яйцеподібна форма). Верхівка широка, загострена. Основа листка – вушкоподібна. Зубці 1-го та 2-го порядку – виражені, 3-го порядку – слабо виражені.

ОЛІМПІЙСЬКИЙ – характеризується середніми розмірами листка (12,3 × 10,0 см) з відносно коротким черешком. Листок овальний. Верхівка звужена, загострена. Основа листка серцеподібна. Зубці 1-го порядку – слабо виражені, 2-го та 3-го порядків – середньо виражені.

ПІРОЖОК – сорт, який характеризується відносно дрібними листками (12,0 × 8,7 см) з відносно коротким черешком. Листок овальний. Верхівка середньої ширини, загострена. Основа листка серцеподібна. Зубці 1-го та 2-го порядків – середньо виражені, а 3-го порядку – слабо виражені.

ПРЕВОСХОДНИЙ-2 – характеризується середніми за розмірами листками (11,2 × 9,9 см) з відносно коротким черешком. Листок дещо видовжений і розширений у нижній частині (зворотньо-яйцеподібна форма). Верхівка широка загострена. Основа листка ниркоподібна. Зубці 1-го та 3-го порядків – слабо виражені. Зубці 2-го порядку – середньо виражені.

СЕРЕБРИСТИЙ – характеризується великими листками (довжиною 13,0 × 12,8 см) із середнім черешком. Листок широко-округлий (ширина більша за довжину). Верхівка дуже широка, із загостреним кінчиком. Основа листка ниркоподібна. Зубці 1-го та 2-го порядків – середньо виражені. Зубці 3-го порядку – слабо виражені.

ХАРКІВ-4 – сорт, який характеризується відносно дрібними листками (11,5 × 9,4 см), листок овальний, з черешком середньої довжини. Верхівка середньої ширини, загострена. Основа листка серцеподібна. Зубці 1-го та 2-го порядків – середньо виражені. Зубці 3-го порядку – слабо виражені.

Висновки. Сорти фундука характеризувалися листковими пластинками дрібного, відносно дрібного, середнього та великого розміру. Середні показники довжини становлять від 9,6 до 13,0 см, ширини – від 8,1 до 12,8 см та площі листкової пластини – від 57,6 до 123,9 см². Мінливість між сортами за довжиною – 7,7 %, шириною – 11,7 %, площею листка – 18,1 % (середня).

Коефіцієнт форми (відношення довжини листка до його ширини) становить від 0,73 ('Пірожок') до 1,02 ('Серебристий'). Наявні сорти як із видовженими, так і з округлими та широко-округлими листками.

За довжиною черешка листа виявлено підвищену мінливість ($V = 22,6\%$). Відношення довжини черешка до довжини листкової пластинки становить від 0,11 ('Краснолистий') до 0,2 ('Доходний').

Попарне порівняння 12 сортів за 8 морфологічними показниками виявило, що ступінь подібності та відмінності сортів є різним. Найбільшою подібністю характеризуються сорти 'Клиновидний' і 'Пірожок', які різняться лише за формою верхівки листа та незначно – за формою основи листа. Сорти 'Лозівський шаровидний' і 'Олімпійський', 'Олімпійський' і 'Серебристий' та 'Серебристий' і 'Велетень' різняться за всіма ознаками. Загалом переважають відмінні ознаки, що свідчить про можливість використання наведеної методики для характеристики та ідентифікації сортів.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

Boccacci, P., Botta, R., Rovira, M. 2008. Genetic diversity of hazelnut (*Corylus avellana* L.) germplasm in Northeastern Spain. HortScience, 43(3): 667–672.

Cristofori, V., Roupheal, Y., Mendoza-de Gyves, E., Bignami, C. 2007. A simple model for estimating leaf area of hazelnut from linear measurements. *Scientia Horticulturae*, 113: 221–225.

Descriptors for hazelnut (*Corylus avellana* L.). 2008. Bioversity, FAO and CIHEAM. Bioversity International, Rome, Italy; Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy; International Centre for Advanced Mediterranean Agronomic Studies, Zaragoza, Spain. 64 p.

Kolchanova, O. V. 2018. Minlyvist sortiv funduka ukrainskoi selektsii za formoiu lystkovykh plastyn [Variability of varieties of Ukrainian selection under leaflet]. *Materialy vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii "Kolesnykovski chytannia"*. Kharkiv, 17–20 (in Ukrainian).

Kolchanova, O. V., Los, S. A. 2014. Minlyvist morpholohychnikh oznak serezhok sortiv funduka ukrainskoi selektsii [Variability in morphological features of catkins of hazelnut varieties of Ukrainian selection]. *Lisivnytstvo i ahrolisomeliratsiya [Forestry and Forest Melioration]*, 125: 115–121(in Ukrainian).

Kole, C. (ed.). 2011. Wild Crop Relatives: Genomic and Breeding Resources, *Forest Trees*. doi: 10.1007/978-3-642-21250-5_2.

Kosenko, I. S. and Honcharuk, V. V. 2003. Vnutrishnovydova minlyvist i formova riznomanitnist introdukovanykh vydiv *Corylus* L. V Ukraini [Species variability and forms diversity of introduced species of *Corylus* L. in Ukraine] *Naukovi osnovi zberezhennia biotychnoi riznomanitnosti*, 5: 70–73 (in Ukrainian).

Lazarevskiy, M. A. 1959. *Sorta vynohrada [Cultivars of grapevine]*. Moscow, 428 p. (in Russian).

Los, S. A. 1992. Osobennosti biologii plodonosheniya funduka v usloviyah severo-vostochnykh rajonov Ukrainy [Features of hazelnut fruiting biology in Northeastern condition of Ukraine]. *Avtoref. dys. na zdobuttya nauk. stupenya kand. s.-h. nauk [Extended abstract of PhD dissertation]*. Kharkov, 21 p. (in Russian).

Mamayev, S. A. 1972. *Formy vnutrividovoy izmenchivosti drevesnykh rasteniy (na primere semeystva Pinaceae na Urale) [Forms of intraspecies variability of tree plants (the case of the Pinaceae family in the Urals)]*. Moscow, Nauka, 283 p. (in Russian).

Mehlenbacher, S. and Smith, D. 1995. Inheritance of the cutleaf trait in Hazelnut *HortScience*, 30(3): 611–612.

Sayinc, B., Kara, M., Ercişli, S., Duyar, Ö., Ertürk, Y. 2015. Elliptic fourier analysis for shape distinction of Turkish hazelnut cultivars. *Erwerbs-Obstbau*, 57: 1–11.

Shchepotev, F. L. and Rikhter, A. A. 1969. *Orekhoplodnye drevesnye porody [Nuts tree species]*. Moscow, Lesnaya promyshlennost, 368 p. (in Russian).

Yang, Z., Zhao, T.-T., Ma, Q.-H., Liang, L.-S., Wang, G.-X. 2018. Resolving the Speciation Patterns and Evolutionary History of the Intercontinental Disjunct Genus *Corylus* (Betulaceae) Using Genome-Wide SNPs. *Front. Plant Sci.*, 9: 1386. doi: 10.3389/fpls.2018.01386.

Kolchanova O. V.¹, Los S. A.²

METHODOLOGICAL ASPECTS OF THE MORPHOLOGICAL DIVERSITY OF HAZELNUTS STUDYING ON THE EXAMPLE OF THE UKRAINIAN SELECTION CULTIVARS

1. State Enterprise "Vinnitska Forest Research Station"

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

The method of the hazelnut cultivars studying by the morphological indicators of the leaf blade is presented. The method is based on the size of the leaf blade and leaf petiole and general form of leaf blade, a form of the top, base, and distinctness of teeth. The differences and similarities were detected for certain hazelnut cultivars of URIFFM's selection on the morphological characteristics of leaves. Leaf petiole length is more variable than the leaf size. There are cultivars with either elongated, rounded or wide-rounded leaves. A paired comparison of 12 cultivars according to 8 characteristics showed that the degrees of similarity and differences of cultivars are different. The 'Klinovidniy' and 'Pirojok' cultivars have the greatest similarity in morphological features of all indicators of leaf blades. They differ only in the form of the top and, to a small extent, in the form of the base of the leaf. The 'Lozovsky sharovidniy' and 'Olympiysky', 'Olympiysky' and 'Serebristy', and 'Serebristy' and 'Veleten' varieties, on the contrary, differ in all characteristics. In general, distinctive features prevail, which indicates the possibility of using the presented methodology for characterizing and identifying cultivars.

К е у в о р д с : form variability, leaves, *Corylus*, hazelnut cultivars.

Колчанова О. В.¹, Лось С. А.²

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИЗУЧЕНИЯ МОРФОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ ЛЕЩИН НА ПРИМЕРЕ СОРТОВ ФУНДУКА УКРАИНСКОЙ СЕЛЕКЦИИ

1. ГП «Винницкая лесная научно-исследовательская станция»

2. Украинский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации им. Г. Н. Высоцкого

Представлена методика изучения сортов фундука по морфологическим показателям листьев, которая основывается на определении размеров листовой пластинки и черешка листа, общей формы листовой пластинки, формы верхушки, основы, выраженности зубцов. Выявлены отличия и сходство отдельных сортов фундука селекции УкрНИИЛХА по морфологическим признакам листа. Длина черешка у сортов более изменчива, чем их размеры. Представлены сорта как с вытянутыми, округлыми, так и с широко-округлыми

листьями. Проведенное попарное сравнение 12 сортов по 8 признакам показало, что степень сходства и различия сортов разная. Так, наибольшим сходством по морфологическим признакам всех показателей листовых пластин характеризуются сорта 'Клиновидный' и 'Пирожок', которые отличаются только формой верхушки и незначительно – формой основания листа. Сорта 'Лозовской шаровидный' и 'Олимпийский', 'Олимпийский' и 'Серебристый', а также 'Серебристый' и 'Велетень', наоборот, отличаются по всем исследованным признакам. В целом преобладают отличительные признаки, что указывает на возможность использования представленной методики для характеристики и идентификации сортов.

К л ю ч е в ы е с л о в а : формовая изменчивость, листья, *Corylus*, сорта фундука.

E-mail: olena.kolchanova@gmail.com; svitlana_los@ukr.net

Одержано редколлегією 14.12.2018



Л. І. ТЕРЕЩЕНКО, С. А. ЛОСЬ, М. А. ГРАЧОВА, Т. С. РИЖЕНКО
КЛЕН ЦУКРОВИЙ (*ACER SACCHARUM* MARSHALL)
В УМОВАХ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького

Наведено результати обстеження дослідних культур клена цукрового 33-річного віку в умовах свіжої кленово-липової діброви на Харківщині, метою якого було визначення придатності виду для використання в регіоні. Сім варіантів оцінювали за комплексом показників, які включали ріст, якість, стан і репродукцію. Суттєвої різниці між варіантами за ростовими показниками не виявлено. За діаметром усі варіанти поступалися контролю (дуб звичайний). За висотою 2 із 7 варіантів перевершували контроль, решта – несуттєво поступалися йому. Зберіглася тенденція до кращого росту за висотою дерев південного походження, виявлена ще у 4-річному віці. Частка дерев I та II селекційних категорій у варіантах становила від 0 до 18,2 %, переважна більшість дерев мали задовільний і добрий стан. За результатами комплексного оцінювання 6 із 7 варіантів віднесено до другої групи перспективності й визнано придатними для введення до складу насаджень, які виконуватимуть рекреаційно-оздоровчі та захисні функції в умовах помірного антропогенного навантаження, та для озеленення непромислових зон міст.

Ключові слова: *Acer saccharum*, дослідні культури, збереженість, ріст, селекційна категорія, стан, репродукція, комплексна оцінка.

Вступ. Останнім часом виникає багато дискусій між фахівцями щодо доцільності введення інтродукованих видів дерев у лісові насадження. З одного боку, інтродуценти можуть негативно впливати на природні біоценози (Strynets et al. 2017), а з іншого, переваги деяких із них перед аборигенними видами не викликають сумнівів (Debrunyuuk 2018). Використання інтродукованих видів деревних рослин сприяє збагаченню таксономічного різноманіття насаджень різного цільового призначення. За результатами багаторічних досліджень лабораторії селекції УкрНДЛГА зроблено висновок, що введення до складу штучних лісових насаджень порід-інтродуцентів є доцільним за наявності суттєвих переваг перед місцевими видами, відсутності негативного впливу на біоценози аборигенних видів та здатності до схрещування з ними природним шляхом (Rekomendatsiyi 2008).

Цінність клена цукрового (*Acer saccharum* Marshall) обумовлена як високою якістю деревини та здатністю давати кленовий сік, так і високою декоративністю (Gilman & Watson 1993, Bilyk 2012, Dey et al. 2017, *Acer saccharum* (FEIS) 2018a). Деревина клена цукрового є міцною, твердою, важкою, її використовують для виготовлення меблів, обшивки, підлоги, шпону, для прикладів рушниць, ручок інструменту, фанерних штампів, різальних блоків, дерев'яного посуду, спортивних товарів і музичних інструментів (*Acer saccharum* (FEIS) 2018a).

Батьківщина клена цукрового – східна частина Північної Америки (Канада, США). Найбільше розповсюджений вид у провінціях Онтаріо, Квебек, Нова Англія і Нова Шотландія Канади та штатах Огайо, Пенсильванія та Нью-Йорк США, де він росте разом із буком великолистим (*Fagus grandifolia* Ehrh.), липою американською (*Tilia americana* L.) та березою. Це один із найвищих кленів, який сягає висоти 40 м і часто домінує у верхньому ярусі. Клен цукровий – національний символ Канади та чотирьох штатів США (Нью-Йорк, Вермонт, Західна Вірджинія та Вісконсин). До ввезення в Америку цукрової тростини він був найважливішим джерелом цукру для аборигенів і перших білих поселенців. Одне дерево може давати 5–60 літрів соку на рік, а з 35–40 літрів соку отримують 1 літр кленового сиропу (Sugar maple 2018).

Цукровий клен може рости на різних ґрунтах, окрім бідного супіщаного, перезволоженого або ущільненого. Вид є тіньовитривалим, порівняно посухостійким, добрим медоносом, але чутливим до забруднення повітря та засолення ґрунтів. На батьківщині клен цукровий використовують як для створення плантацій з метою отримання соку, так і для озеленення в районах, віддалених від доріг, на рихлих та добре осушених ґрунтах (Gilman & Watson 1993). За вільного стояння клен формує потужну наметоподібну

крону. Восени листя набуває яскравого жовтого або червоного забарвлення, на деяких деревах усі кольори можна побачити одночасно. Рослини добре витримують обрізку.

На відміну від клена гостролистого, листок клена цукрового має три основні жилки, які проходять через три основних лопаті (у гостролистого їх п'ять), восени листя помаранчево-червоне (у гостролистого – зазвичай жовте). Насіння клена цукрового кулясте (у гостролистого – плескате), крилатки розходяться під гострим кутом, тоді як у клена гостролистого – під тупим. Крім того, сік цукрового клена є прозорим (у гостролистого – білим).

В Україну клен цукровий інтродуковано в 1929 р. в Нікітський ботанічний сад, а пізніше – в інші дендрологічні парки. За даними О. І. Колесникова (Kolesnikov 1974), окремі екземпляри ростуть в Устимівському дендропарку (Полтавська область), Києві, Житомирі, Львові. Сучасних публікацій щодо розповсюдження цього виду в Україні мало. Відзначено наявність дерев клена цукрового в Ботанічному саду ім. М. М. Гришка м. Києва (Oleksiychenko & Manko 2012), на вулицях м. Житомира (Peshyk & Astakhova 2017), м. Вінниці (Kavun & Gnatyuk 2017). Результати досліджень цього виду обмежені лише констатацією його наявності, а дані щодо росту й розвитку практично відсутні. В Устимівському дендрологічному парку клен цукровий віднесено до видів із високою адаптованістю до умов виростання та відмінними декоративними властивостями (Bilyk 2012). Дані російських та білоруських дослідників свідчать про достатню стійкість дерев клена цукрового в умовах міст: Орла (Kyselyova et al. 2016), Волгограда (Burul & Chumachenko 2015), Гомеля (Padutov et al. 2013).

Метою роботи було визначення придатності клена цукрового для створення насаджень різного цільового призначення в умовах Харківської області на основі комплексного оцінювання росту й розвитку виду в дослідних культурах.

Матеріали й методи. Насіння клена цукрового отримано в 1985 р. від співробітника посольства України в США. Зразки супроводжувалися етикетками з позначеннями: «дика північ», «дикий південь», «культури північ» та «культури південь» (Usovershenstvovat metody 1989). Природно-кліматичні умови Харківської області за температурними показниками та тривалістю вегетації є подібними до умов центральної частини ареалу клена цукрового на батьківщині; з іншого боку, на Харківщина випадає менша кількість опадів (табл. 1). Брак вологи та ранні осінні й пізні весняні заморозки визнано основними чинниками, які гальмують розвиток цього виду в умовах інтродукції.

Таблиця 1

Характеристика кліматичних умов природних місць виростання (*Acer saccharum* 2018b) та місця випробування клена цукрового (Proekt 2014)

Показник	Північна частина ареалу	Південна частина ареалу	ДП «Харківська ЛНДС»
Середня температура січня	-18°C	10°C	-4,6°C
Середня температура липня	16°C	27°C	21,3°C
Річна сума опадів	508–1270 мм (дощ), 25–3810 мм (сніг)		516 мм (з них 144 мм узимку)
Висота над рівнем моря	від 488 до 762 м	від 914 до 1676 м	210 м
Середній період вегетації	від 80 до 260 днів		від 160 до 200 днів

Навесні 1985 р. насіння висіяно в теплиці Данилівського державного дослідного лісгоспу (нині – ДП «Харківська ЛНДС» УкрНДІЛГА). Масові сходи з'явилися наступного року – навесні 1986 р. Дослідні культури були створені у 1987 р. в Південному лісництві, в умовах D₂. Догляд за ділянкою включав прополювання рядів у перші роки та рубки догляду в подальшому, остання з яких була проведена близько 10 років тому.

Перше обстеження дослідних культур клена цукрового було проведено в 1989 р. (Usovershenstvovat metody 1989). Восени 2018 р., у віці 33 роки, дослідні культури обстежено

вдруге. На наведеній у польовому зошиті схемі два варіанти не були підписані, тому ми визначили їх як «Б/н-1» (без номера) та «Б/н-2».

Під час проведення обстеження для кожного дерева визначали середні за варіантами діаметр стовбура на висоті 1,3 м, висоту, стан, селекційну категорію, наявність вад і пошкоджень. Під час визначення середніх показників варіантів пригнічені дерева з діаметром, меншим від 6 см, не обліковували. Таксаційні показники визначали за загальноприйнятими методиками, селекційну категорію (СК) і категорію стану – згідно з класифікацією, розробленою лабораторією селекції УкрНДЛГА (Volosyanchuk et al. 2003). Кожний показник оцінювали за 5-бальною шкалою. Варіанти оцінювали за середньою висотою та діаметром, часткою дерев I і II селекційних категорій, середньою категорією стану, наявністю репродукції (Grybovich et al. 2018). Через відсутність на ділянці контролю головної лісоутворювальної породи для цих лісорослинних умов ростові показники порівнювали з даними таблиць ходу росту повних штучних деревостанів дуба звичайного такого самого віку (Shvidenko et al. 1987) та із середнім значенням на ділянці. Успішність інтродукції визначали за шкалою комплексного оцінювання (Grybovich et al. 2018) з уточненнями (табл. 2).

Таблиця 2

Шкала визначення перспективності походжень

Група	Категорія	Сума набраних балів (від – до)
1	Малоперспективні (непридатні)	5,0–11,5
2	Придатні для створення захисних насаджень та озеленення	11,6–18,5
3	Придатні для створення лісових культур, захисних насаджень та озеленення	18,6–25,0

Рівень мінливості ростових показників визначали за шкалою С. О. Мамаєва (Мамаєв 1972), достовірність відмінностей між варіантами та контролем – за критерієм Стьюдента.

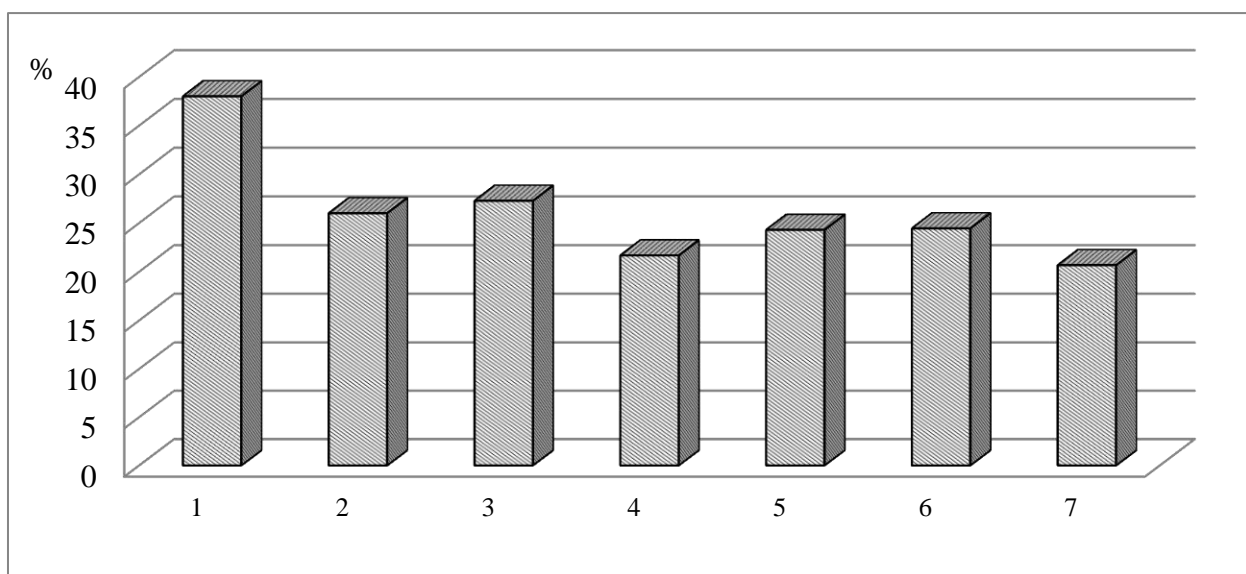
Результати та обговорення. Результати обстеження культур у 1989 р. (біологічний вік – 4 роки) свідчать, що варіанти південного походження суттєво перевершували північні (табл. 3) за висотою та характеризувалися кращим станом і якістю (Usovershenstvovat metody 1989).

Таблиця 3

Ріст і стан випробних культур клена цукрового в 4-річному віці (Usovershenstvovat metody 1989)

Походження	Висота, см			Приріст, см			Категорія стану	Категорія якості
	<i>M</i>	<i>m</i>	<i>t</i>	<i>M</i>	<i>m</i>	<i>t</i>		
Південь(природне)	123	9,4	–	52,9	6,5	–	1,6	2,4
Південь (культури)	119	7,9	-0,32	35,6	4,7	-2,1	1,7	2,4
Північ (природне)	103	4,8	-1,9	40,4	9,1	-1,7	2,1	2,7
Північ (культури)	116	4,5	-0,67	46,0	2,5	-1,0	1,9	2,7

За даними обстеження 2018 р. (біологічний вік дерев – 33 роки) збереженість рослин у варіантах становила в середньому 23,2 %. Деяко гірше збереглися варіанти, материнські деревостани яких мали штучне походження (лісові культури) (№ 4 і № 7) (рис. 1). Аналіз вікової динаміки збереженості варіантів показав, що основний відпад рослин відбувся впродовж перших трьох років після садіння, і у 1989 р. зберіглося в середньому 37,8 % рослин. У подальшому найбільше рослин загинуло у варіанті 3 (Південь, природне походження), де збереженість знизилася з 50 до 27 %.



**Рис. 1 – Збереженість варіантів клена цукрового в 33-річному віці
 (№ варіантів у діаграмі – відповідно до таблиці 4)**

Під час обстеження у 2018 р. виявилось, що на ділянці наявні дерева з діаметром від 3 до 35 см і висотою від 11,0 до 25,6 м. Рівень мінливості за шкалою С. О. Мамаєва, відповідно, був підвищений (24,1 %) та середній (14,8 %). Середні значення діаметрів варіантів становили від 15,8 до 17,7 см, а висот – від 18,2 до 21,1 м.

Суттєвої різниці за *t*-критерієм між варіантами не виявлено, всі вони росли на рівні середнього на ділянці (табл. 4).

Таблиця 4

Середні таксаційні показники варіантів клена цукрового

№ варіанта, походження насіння	Висота, м			Діаметр, см		
	<i>M</i>	<i>m</i>	<i>t</i>	<i>M</i>	<i>m</i>	<i>t</i>
1. Б/н-1	20,8	0,84	1,55	17,7	1,19	0,58
2. Північ (природне + штучне)	19,4	0,83	0,04	17,1	1,32	0,04
3. Південь (природне)	19,9	1,10	0,45	17,5	2,76	0,16
4. Південь (штучне)	19,9	1,03	0,53	16,5	1,55	-0,32
5. Північ (природне)	18,1	0,94	-1,10	17,2	1,02	0,20
6. Б/н-2	21,1	1,27	1,31	17,3	1,29	0,19
7. Північ (штучне)	18,2	0,98	-0,98	15,8	0,64	-1,71
Середнє по ділянці	19,3	0,49	–	17,0	0,24	–
Дуб звичайний (табл.)	19,9	–	–	22,6	–	–

Середні показники варіантів клена цукрового відрізнялися меншими на 21,5–29,8 % діаметрами від табличних даних для дуба звичайного (Shvidenko et al. 1987) (див. табл. 4). За висотою більшість варіантів поступалися на 0,03–8,5 %, тоді як два варіанти (Б/н-1 і Б/н-2) перевершували дуб на 4,5–5,9 %. Водночас різниця за середньою висотою між деревами північного та південного походжень була статистично значущою ($t_{\text{факт.}}=2,08$, $t_{SI}=2,02$, $p < 0,05$): північні росли повільніше ($18,5 \pm 0,54$ м), ніж південні ($19,9 \pm 0,39$ м). Зберіглася тенденція кращого росту за висотою дерев південного походження, виявлена у 4-річному віці.

За якістю стовбурів більшість дерев клена цукрового мали IV селекційну категорію, частка таких дерев у варіантах – від 20 (вар. 2) до 73 % (вар. 4) (рис. 2). Серед вад переважали кривизна, вилки або пасинки (рис. 3). Дерев І селекційної категорії були відсутні. Частка дерев II селекційної категорії становила від 0 (Південь, природне походження) до 18,2 % (Північ, природне походження), понад 15 % таких дерев було в трьох варіантах (Північ природне + штучне, Північ природне походження та Б/н 2).

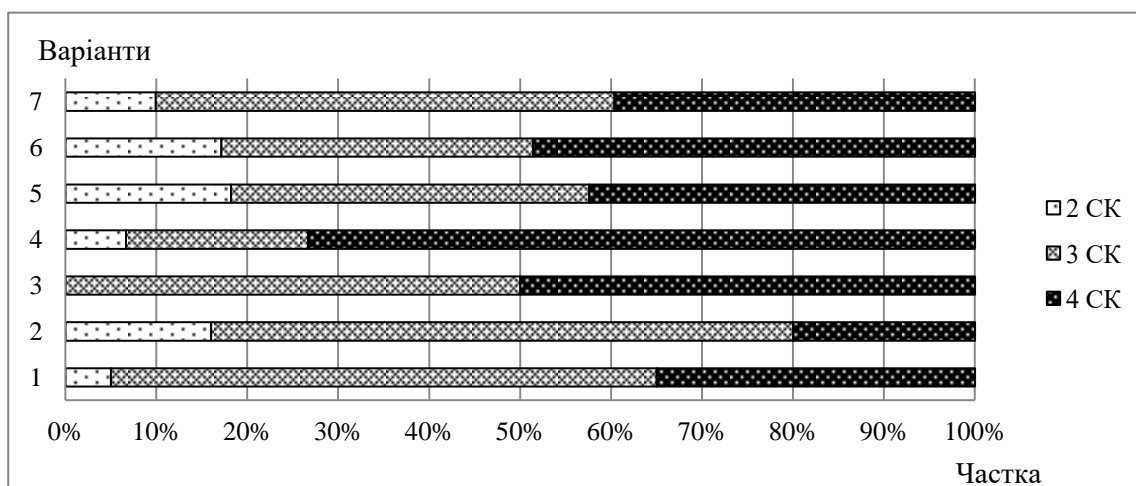


Рис. 2 – Розподіл дерев клена цукрового у варіантах дослідних культур за селекційними категоріями (№ варіантів у діаграмі – відповідно до таблиці 4)



Рис. 3 – Загальний вигляд дослідних культур (ліворуч) і морозобоїни на стовбурі клена цукрового (праворуч)

Стовбури з морозобоїнами траплялися поодинокі, але наявність дерев із двійчатками та вилками дає можливість припустити, що в перші роки дерева клена цукрового потерпали від морозу. Відомо, що навіть в умовах Нікитського ботанічного саду однорічні пагони іноді повністю вимерзають (Pluhatar et al. 2015). Можливо, певні пошкодження стовбурам були заподіяні козулею. Переважали дерева задовільного стану (37,2–66,7 %). Майже половина з них характеризувалася наявністю сухих гілок у верхній частині крони. Частка дерев незадовільного стану становила від 13 до 40 %, але серед них майже половина – пригнічені дерева крайнього затіненого ряду, який межує із сусіднім віділом старшого віку. Частка

дерев задовільного й доброго стану становила 70 %, а відмінного і доброго стану у варіантах – від 10,0 до 30,4 % (рис. 4).

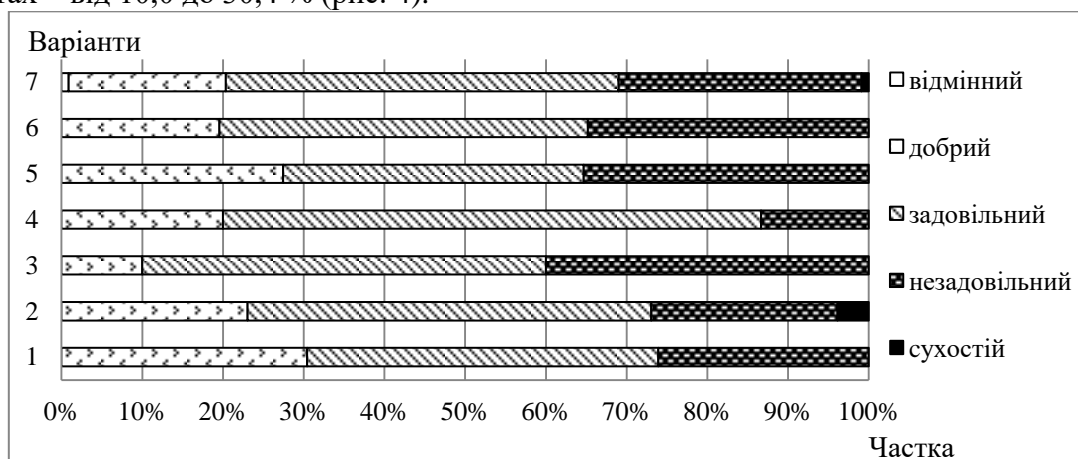


Рис. 4 – Розподіл дерев клена цукрового у варіантах дослідних культур за категоріями стану (№ варіантів в діаграмі – відповідно до таблиці 4)

На батьківщині початок репродукції клена цукрового припадає на вік близько тридцяти років, плодоношення щорічне, але урожайні роки повторюються зазвичай через два-п'ять років, залежно від погодних умов (*Acer saccharum* 2018b). У досліджених культурах відзначено наявність плодів у всіх варіантах. Особливості репродукції в нових для цього виду умовах слід окремо дослідити.

За результатами комплексного оцінювання (рис. 5) варіанти набрали від 11,5 до 14,5 бала. Шість із семи варіантів включено до другої групи перспективності (придатні для створення захисних насаджень та озеленення). Лише один варіант (Південь, природне) віднесено до першої групи (малоперспективні) через відсутність дерев II селекційної категорії. Враховуючи те, що клен цукровий погано витримує забруднення повітря та посуху, вид може бути запропонований для введення до складу насаджень, які виконуватимуть рекреаційно-оздоровчі та захисні функції в умовах помірного антропогенного навантаження.

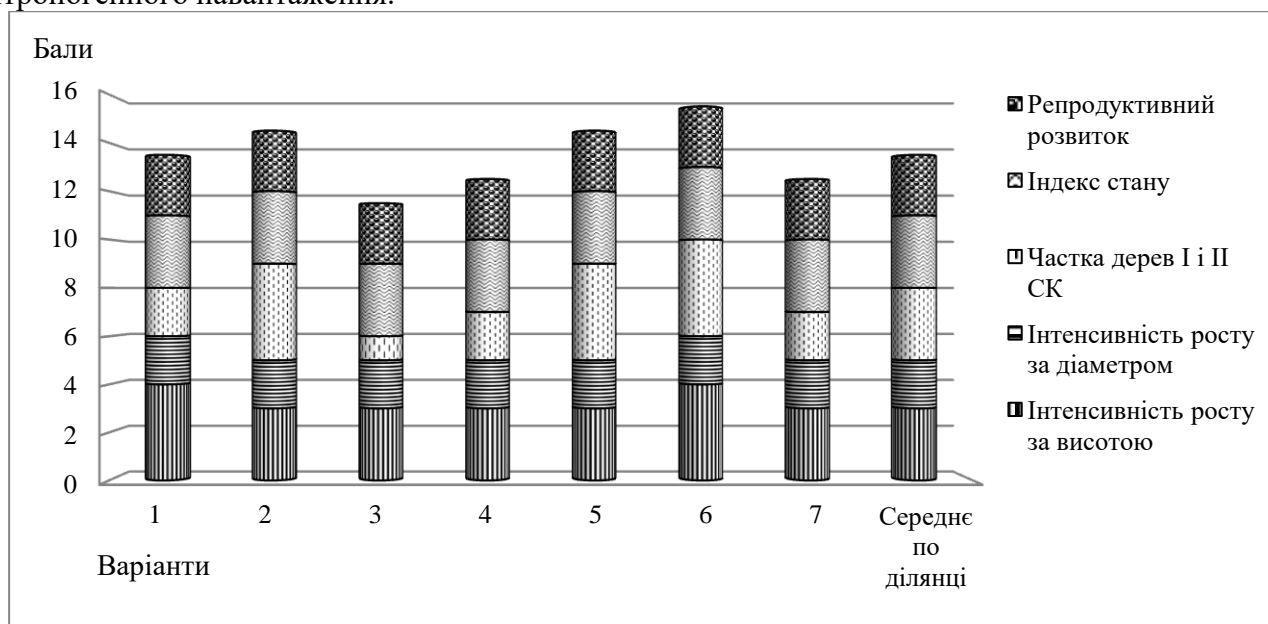


Рис. 5 – Результати комплексного оцінювання успішності інтродукції клена цукрового

Завдяки високій декоративності дерев, особливо восени, вид може бути використаний у парках і лісопарках у вигляді солітерів, груп, невеликих масивів, а також в алейних посадках непромислових зон міст.

У перспективі бажано дослідити можливості використання виду для створення промислових плантацій в умовах С₂, С₃, D₂, D₃ для отримання кленового соку в Україні. Оскільки деревина клена цукрового має технічну цінність, а саме дерево є високодекоративним, дослідження цього виду потрібно продовжити.

Висновки. Збереженість дерев клена цукрового 33-річного віку в дослідних культурах в умовах свіжої кленово-липової діброви становить 23,2 %. Основний відпад рослин відбувся впродовж перших трьох років після садіння. Причинами відпаду та послаблення розвитку цього виду в умовах інтродукції є більш посушливі умови, ніж у природному ареалі, та заморозки.

В умовах Харківщини середні за варіантами значення діаметрів дерев становлять від 15,8 до 17,7 см, а висот – від 18,2 до 21,1 м, тоді як діаметр окремих дерев – від 3 до 35 см та висота – від 11,0 до 25,6 м. Середній показник діаметра – 17,0 см, висоти – 19,3 м відповідно, інтродуцент росте за I^b бонітетом.

Зберіглася тенденція до кращого росту за висотою дерев південного походження, виявлена ще у 4-річному віці. Суттєвої різниці за *t*-критерієм між варіантами не виявлено, усі вони росли на рівні середнього значення на ділянці. Порівняння з табличними даними для дуба звичайного показало, що всі варіанти поступаються дубу за діаметром (на 21,5–29,8 %), за висотою 2 з 7 варіантів перевершували дуб на 4,5–5,9 %, решта поступалися йому на 0,03–8,5 %.

Частка дерев I і II селекційних категорій становила від 0 (Південь, природне) до 18,2 % (Північ, природне). У насадженні переважали дерева задовільного та доброго стану, частка яких становила 70 %.

За результатами комплексного оцінювання визнано придатність клена цукрового для введення до складу насаджень, які виконуватимуть рекреаційно-оздоровчі та захисні функції в умовах помірного антропогенного навантаження, а також для озеленення непромислових зон міст.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

Acer saccharum (FEIS). 2018a. [Electronic resource]. Fire Effects Information System. Index of species information. Available from: <https://www.fs.fed.us/database/feis/plants/tree/acesac/all.html> (last accessed date 10.10.2018).

Acer saccharum (Sugar maple) Aceraceae (Sapindaceae). 2018b. [Electronic resource]. Julia Giza (Ed.) Environmental studies. Lake Forest College. Available from: https://www.lakeforest.edu/academics/programs/environmental/courses/es203/acer_saccharum.php (last accessed date 15.10.2018).

Bilyk, O. M. 2012. Introduktsiya ta zberezheniya bioriznomanittya derev ta chaharnykyv v dendrolohichnomu parku "Ustymivskyy" [Introduction and biodiversity conservation of trees and shrubs in Ustymivsky dendrological park]. Henetychni resursy roslyn [Genetic resources of plants], 10/11: 47–57 (in Ukrainian).

Burul, T. N. and Chumachenko, A. S. 2015. Ocenka sostoyaniya drevesnykh nasazhdeniy v Tsentralnom rayone g. Volgograda [State assessment of tree plantations in the Central District of Volgograd]. [Electronic resource]. Grani poznaniya, 8(42): 59–66. Available from: <http://www.grani.vspu.ru> (last accessed date 10.10.2018) (in Russian).

Debrynyuk, Yu. M. 2018. Resursnyy potentsial ta perspektyvy plantatsiynoho lisovyroshchuvannya v Ukrayini [Resource potential and prospects for plantation forestry in Ukraine] In: Osnovni problem i tendentsiyi podalshogo rozvytku lisovoho hospodarstva v Ukrayinskykh Karpatakh. Proceedings of International Scientific and Practical Conference. Ivano-Frankivsk, p. 72–78 (In Ukrainian).

Dey, D. C., Dwyer, J., Wiedenbeck, J. 2017. Relationship between tree value, diameter, and age in high-quality sugar maple (*Acer saccharum*) on the Menominee Reservation, Wisconsin. Journal of Forestry, 115(5): 397–405.

Gilman, E. F. and Watson, D. G. 1993. *Acer saccharum* Sugar Maple. [Electronic resource]. Fact Sheet ST-51. November 5 p. Available from: <http://hort.ufl.edu/trees/ACESACD.pdf> (last accessed date 18.10.2018).

Grybovich, E., Khalimon, O., Los, S. 2018. Introduced trees in park-monument of landscape art in Poltava city. Formation of urban green areas. Scientific Articles. Klaipeda State University of Applied Sciences, 1 (15): 126–134.

Kavun, E. M. and Gnatyuk, O. M. 2017. Metod otsinky dendrologichnoyi invaziyi z boku omely biloyi *Viscum album* L. ta mozhlyvosti yogo vykorystannya [Method of evaluation of dendrological invasion by the mistletoe *Viscum album* L. and the possibilities of its use]. *Agroculture and forestry*, 6(1): 175–185. (in Ukrainian).

Kiselyova, L. L., Paraksina, E. A., Silaeva, Zh. G., 2016. Vidovoy sostav i ustoychivost drevesnykh nasazhdeniy kak osnova ekologicheskogo blagopoluchiya urbanizirovannoy sredy (na primere goroda Orla) [The species composition and sustainability of tree plantings as the basis of the ecological well-being of the urbanized environment (on the example of the Orel city)]. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra RAN [News of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences]*, Vol. 18, 2(3): 702–706 (in Russian).

Kolesnikov, A. Y. 1974. Dekorativnaya dendrologiya [Decorative Dendrology]. Moscow, Lesnaya promyshlennost, 704 p. (in Russian).

Mamayev, S. A. 1972. Formy vnutrividovoy izmenchivosti drevesnykh rasteniy (na primere semeystva *Pinaceae* na Urale) [Forms of intraspecific variability of tree plants (the case of the *Pinaceae* family in the Urals)]. Moscow, Nauka, 283 p. (in Russian).

Oleksiychenko, N.O. and Manko, M. V. 2012. Vydove ta formove riznomanittya derevnykh roslyn rodu *Acer* L. v Ukraini ta ozelenenni Kyiva [Species and form diversity of woody plants of the genus *Acer* L. in Ukraine and in Kyiv greening]. *Naukovyy visnyk NUBiP Ukrainy. Seriya: Lisivnytstvo ta dekorativne sadivnytstvo. [Scientific Herald of NULES of Ukraine. Series: Forestry and decorative gardening]*, 171(2): 253–259 (in Ukrainian).

Padutov, A. E., Maltsev, H. B., Kozhemyakina, A. P., Butkovets, V. V. 2013. Drevesno-kustarnikovaya rastitelnost pamyatnika prirody «Gomelskiy dvortsovo-parkovyy ansambl» [Trees and shrubs vegetation of the natural monument "Gomel Palace and Park Ensemble"]. *Izvestiya Gomelskogo gosudarstvennogo universiteta imeni F. Skoriny [News of Francisk Skorina Gomel State University]*, 5(80): 122–129 (in Russian).

Peshyk, G. S. and Astakhova, L. Ye. 2017. Riznomanittya ta stan derevnykh nasazhden na vulytsyakh Nebesnoyi Sotni ta Svyatoslava Mudroho mista Zhytomyra [Diversity and condition of tree plantings in the streets of Nebesnoyi Sotni and Sviatoslav Mudryy in the Zhytomyr city]. In: *Biological investigation. Zhytomyr, Zhytomyr State University*, 204–207 (in Ukrainian).

Pluhatar, Yu. V., Koba, V. P., Herasymchuk, V. N., Papelbu, V. V. 2015. Dendrologicheskaya kolleksiya arboretuma Nikitskogo botanicheskogo sada – sostoyanie i perspektivy razvitiya. [Dendrological collection of the arboretum of the Nikitsky Botanical Garden – the state and development prospects]. *Dostyzheniya nauki i tekhniki APK [Achievements of science and technology in agroindustrial complex]*, 29(12): 50–54 (in Russian).

Proekt orhanizatsiyi ta rozvytku lisovoho hospodarstva. Danylivskyy doslidnyy derzhlishosp Ukrayinskoho ordena «Znak Poshany» naukovo-doslidnoho instytutu lisovoho hospodarstva ta ahrolisomelioratsiyi im. H. M. Vysotskoho. 2014. [Project of the organization and development of forestry. Danilovsky Research State Forestry of the Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after Vysotsky]. Book I. Poyasnyvalna zapyska. Pokotylyivka, Ukrderzhlisproekt, 255 p. (in Ukrainian).

Rekomendatsiyi zi stvorenniya lisonasinnoyi bazy naperspektyvnishykh introdutsentiv derevnykh roslyn [Recommendations on creation of forest seed base for most promising non-native tree plants]. 2008. Los, S. A., Orlovska, T. V., Grygoryeva, V. G. (Eds.). In: *Rekomendatsiyi z pytan lisovoho nasinnystva [Recommendations on forest seed industry issues]*. Kharkiv, URIFFM, 34 p. (in Ukrainian).

Shvidenko, A. A., Stochinsky, A. A., Savich, Yu. N., Kashpor, S. N. (Eds.). 1987. Normativno-spravochnyye materialy dlya taksatsii lesov Ukrainy i Moldavii [Regulatory reference materials for forest inventory in Ukraine and Moldova]. Kyiv, Urozhay, 559 p. (in Russian).

Strynets, G. V., Pogorilko, V. V., Khomin, I. G. 2017. Introducenty yak rezultat antropogennoyi transformatsiyi lisiv v umovakh zapovidnyka "Roztochchya" [Introducents as a result of anthropogenic transformation of forests under the conditions of the nature reserve "Roztochchya"]. *Scientific Bulletin of UNFU*, 27(10): 55–59 (in Ukrainian).

Sugar maple. *Acer saccharum* Marsh. 2018. [Electronic resource]. Plant Guide. The U.S. Department of Agriculture (USDA) Natural Resources Conservation Service. Baton Rouge, Louisiana. Available from: https://plants.usda.gov/plantguide/pdf/pg_acsa3.pdf (last accessed date 10.10.2018).

Volosyanchuk, R. T., Los, S. A., Torosova, L. O., Kuznetsova T. L., Tereshchenko L. I., Neyko I. S., Grygoryeva, V. G. 2003. Methodychni pidkhody do otsinky obyektiv zberezhenia genofondu lystianykh derevnykh porid in situ ta yih suchasnyi stan v livoberezhnomu lisostepu Ukrainy. [Methodological approaches to the estimation of gene pool conservation *in situ* units of the broadleaves tree species and their actual conditions in the Left-bank forest steppe of Ukraine]. *Lisivnytstvo i agrolisomelioratsiia [Forestry and forest melioration]*, 104: 50–57 (in Ukrainian).

Usovershenstvovat metody i tekhnologiyu sozdaniya postoyannoy lesosemnnoy bazy glavnykh lesoobrazuyushchikh porod na hetetiko-selektivnoy osnove [Improving the methods and technology of creating a permanent forest seed base of the main forest-forming species on a genetic selective basis]. 1989. *Zaklyuchitelnyy otchet po teme № 28 (II.3.1) [The final report on the topic No 28 (II.3.1)]*. Kharkiv, URIFFM, 170 p. (in Ukrainian).

Tereshchenko L. I., Los S. A., Grachova M. A., Ryzhenko T. S.

SUGAR MAPLE (*ACER SACCHARUM* MARSHALL) IN THE CONDITIONS OF THE KHARKIV REGION

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

The article reports results of the investigation of the 33-year-old experimental plantation of Sugar maple in conditions of fresh maple-lime oak forest site in Kharkiv region, the purpose of which was to determine the species suitability for using in the region. Evaluation of 7 variants was carried out by a set of indicators, which included growth, quality, condition and reproduction. There was no significant difference between the variants by growth indices. All the variants lagged behind control (English oak) in diameter. Two of seven variants exceed appropriate control indicator in height and the rest insignificantly lagged behind it. The trend of best growing in height of trees of southern origin, discovered as early as 4 years old, has continued. The share of trees of I and II selection categories in variants ranged from 0 to 18.2%, the majority of trees had a satisfactory and good condition. According to the results of a comprehensive assessment, 6 of 7 variants were assigned to the second group of perceptiveness and recognized as suitable for the introduction into the composition of plantations, which will perform recreational and protective functions under medium anthropogenic loading, and for greening non-industrial zones of cities.

К е у w o r d s : *Acer saccharum*, experimental plantation, viability, growth, selection category, state, reproduction, complex assessment.

Терещенко Л. И., Лось С. А., Грачова М. А., Рыженко Т. С.

КЛЕН САХАРНЫЙ (*ACER SACCHARUM* MARSHALL) В УСЛОВИЯХ ХАРЬКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Украинский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации им. Г. Н. Высоцкого

Представлены результаты исследования 33-летних опытных культур клена сахарного в условиях свежей кленово-липовой дубравы на Харьковщине, целью которого было определение пригодности вида для использования в регионе. Семь вариантов оценивали по комплексу показателей, включавших рост, качество, состояние и репродукцию. Существенной разницы между вариантами по ростовым показателям не выявлено. Все варианты отставали от контроля (дуба обыкновенного) по диаметру. По высоте 2 из 7 вариантов превосходили соответствующий показатель контроля, остальные несущественно отставали от него. Сохранилась тенденция лучшего роста в высоту деревьев южного происхождения, обнаруженная еще в 4-летнем возрасте. Доля деревьев I и II селекционных категорий в вариантах – 0–18,2 %, большинство деревьев имели удовлетворительное и хорошее состояние. По результатам комплексной оценки 6 из 7 вариантов отнесены ко второй группе перспективности и признаны пригодными для введения в состав насаждений, которые будут выполнять рекреационно-оздоровительные и защитные функции в условиях умеренной антропогенной нагрузки, а также для озеленения непромышленных зон городов.

К л ю ч е в ы е с л о в а : *Acer saccharum*, опытные культуры, сохранность, рост, селекционная категория, состояние, репродукция, комплексная оценка.

E-mail: tel@uriffm.org.ua; svitlana_los@ukr.net

Одержано редколлегією 30.11.2018

ЛІСОВІДТВОРЕННЯ, АГРОЛІСОМЕЛІОРАЦІЯ,
ФІТОМЕЛІОРАЦІЯ

УДК 630.116.64:674.031.623.23 <https://doi.org/10.33220/1026-3365.133.2018.30>



Н. Ю. ВИСОЦЬКА¹, В. А. ЮРЧЕНКО²

ВИДИ РОДУ *POPULUS* L. У ЗАХИСНИХ ЛІСАХ ЛУГАНСЬКОЇ ОБЛАСТІ

1. Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького
2. Державне підприємство «Луганська агролісомеліоративна науково-дослідна станція»

Визначено сучасний стан різних видів роду *Populus* L. у захисних насадженнях Луганської області різного цільового призначення шляхом комплексного аналізу повидільної бази даних ВО «Укрдержліспроєкт» та натурних обстежень. Область дослідження є зоною ризикованого землеробства, а її південно-східна частина внаслідок надмірного техногенного навантаження належить до зони кризової екологічної ситуації. Тополеві деревостани зосереджені переважно в лісах протиерозійних (51,5 %) і в лісах 1 та 2 поясів зон санітарної охорони джерел водопостачання (48 %). Найчастіше трапляються *Populus nigra* L. (44 %) та *P. deltoides* Marsh. (30 %). *P. alba* L. представлена на площі 428,6 га (16 %), *P. nigra* var. *pyramidalis* Spach, *P. laurifolia* Ledeb. і *P. balsamifera* L. – на незначних площах – 33,3 га (1 %), 10,5 га (0,4 %), 4,8 га (0,2 %) відповідно. Представники роду *Populus* є найбільш поширеними в умовах свіжого сугруду (24,4 %) та вологої діброви (22,4 %). Незначна площа тополевих деревостанів наявна в невідповідних умовах – сухих і свіжих борах (0,1 і 11,9 % відповідно), сухих, свіжих і вологих суборах (1,2; 6,5 і 2,5 % відповідно). Макрокомплекс місцезростання тополі чорної представлений широким різноманіттям типологічного спектру. Середній вік тополевих деревостанів Луганської області становить 50 років. Деревостани віком понад 50 років характеризувалися більшим відпадом, що зумовлює необхідність проведення в них відповідних лісогосподарських заходів.

Ключові слова: *Populus* L., захисні ліси, санітарний стан.

Вступ. Види роду *Populus* L. забезпечують отримання деревини, волокон, паливної деревини та інших деревних і недеревних продуктів лісу, виконують екологічні функції та пом'якшують наслідки зміни клімату. Дослідження тополь у всьому світі ілюструють економічні, соціальні, культурні та екологічні переваги для забезпечення продовольчої безпеки та стійкого землекористування (Isebrands & Richardson 2014).

Нині інтерес до тополь збільшується, оскільки вони не лише утворюють важливий компонент лісового й сільського господарства, але й багато з них є адаптованими до широкого спектру кліматичних і ґрунтових умов. Деякі види та гібриди можуть рости на деградованих, забруднених і перезволожених ґрунтах (Turchin & Yermolova 2014), що є пріоритетом для вирощування в умовах, не придатних для інших видів. Оскільки тополі – одні зі швидкорослих деревних рослин помірних широт, вони є ефективними для секвестрації вуглецю. Завдяки своїм властивостям тополі сприяють підтриманню засобів існування в сільських регіонах та стійкому розвитку, особливо в країнах, що розвиваються, та країнах з перехідною економікою (Chambers & Conway 1991).

Луганська область, територія якої належить до Донецько-Донської північностепової провінції, є зоною ризикованого землеробства, а її південно-східна частина внаслідок надмірного техногенного навантаження належить до зони кризової екологічної ситуації. Тому на цій території особливого значення набуває проблема формування екологічно стійких деревостанів, які б повною мірою виконували водоохоронні, ґрунтозахисні, санітарно-гігієнічні та інші корисні функції в критичних степових умовах.

Наприкінці 50-х років ХХ ст. роботи зі створення культур тополі набули масового масштабу, тому дістали назву «тополевого буму». На жаль, через недотримання відповідності лісорослинних умов і екології видів і гібридів останні не дістали схвалення на виробництві (Vysotska & Tkach 2016). Водночас поряд із невдалими прикладами тополевих насаджень, які у віці 30–35 років мали запас до 50 м³, існують деревостани із запасом понад 700 м³. Інформація щодо видового складу, динаміки площ, запасів і вікової структури тополевих та осикових деревостанів надасть можливість прийняття вчасних об'єктивних рішень для ведення лісового господарства, зокрема планування відповідних заходів.

Оскільки роль тополевих деревостанів зосереджується переважно на захисних функціях, актуальними завданнями є аналіз та систематизація даних щодо сучасного стану захисних лісів за участю різних видів роду *Populus* в умовах Луганської області. Зважаючи на відмінності санітарного стану різних видів роду *Populus* залежно від лісорослинних умов, доцільно виявити, які умови є найбільш сприятливими для поширення цієї породи й інтенсивного прояву симптомів ослаблення, що дасть можливість розробити ефективні заходи щодо покращення стійкості тополевих деревостанів та посилення їхніх захисних функцій.

Метою роботи було виявлення особливостей поширення, росту та біологічної стійкості видів роду *Populus* у захисних насадженнях різного цільового призначення в умовах Луганської області.

Матеріали й методи. Дослідження проведено в Луганській області, територія якої згідно з лісогосподарським районуванням України належить до Донецько-Донської північностепової провінції (Gensiruk et al. 1981). Кількість опадів становить 503 мм на рік, вони випадають локально і носять переважно зливовий характер. Відносна вологість повітря в середньому за рік становить 71 %, найменшою вона є у травні (59 %), найбільшою – у грудні (85 %). Область дослідження відзначається різкими перепадами температур (у межах 10–15°C упродовж 1–2 діб), тривалими посухами (до 51 діб), суховіями та курними бурями (згідно із середньобогаторічними даними метеостанції м. Луганськ за останні 50 років) (Hromyak & Nalyvayko 2016).

Матеріалами для досліджень були дані про лісовий фонд Дежлісагентства України станом на 01.01.2011, а також дані 21 пробної площі (ПП) закладеної упродовж 2012–2018 рр. згідно із загальноприйнятими методиками (Ploshchi probni lisovroyadni 2007) у захисних лісах за участю різних видів роду *Populus* ДП «Луганська АЛНДС», ДП «Новоайдарське ЛМГ», ДП «Біловодське ЛМГ», ДП «Кремінське ЛМГ» та ДП «Білокуракинське ЛМГ» Луганського обласного управління лісового та мисливського господарства (ОУЛМГ). Класифікацію та номенклатуру видів *Populus* визначали згідно із J. E. Eckenwalder (1996).

Оцінювання структури деревостанів за участю різних видів роду *Populus*, вивчення особливостей їхніх росту та формування проведено шляхом комплексного аналізу електронної повидільної бази даних «Лісовий фонд України» ВО «Укрдержліспроєкт» станом на 01.01.2011 стосовно деревостанів, що перебувають у постійному користуванні лісогосподарських підприємств, підпорядкованих Держлісагентству. Аналіз був проведений для захисних лісів, де основними показниками є виконання функціональних властивостей щодо захисту довкілля проти впливу негативних чинників. Усього проаналізовано понад 1,8 тис. ділянок, де види роду *Populus* є головною породою і формують I ярус насаджень. Лісівничо-таксаційні показники визначали за загально-прийнятими методиками (Izyumskiy 1972, Shvidenko et al. 1987, Hrom 2007).

Санітарний стан тополь оцінювали за шестиступеневою шкалою: I – без ознак ослаблення, II – ослаблені, III – дуже ослаблені, IV – відмираючі, V – свіжий сухостій, VI – старий сухостій (Sanitarni pravyla 2016).

Під час статистичного опрацювання застосовували методи варіаційної статистики (Larach et al. 2001) і пакет програм Microsoft Excel.

Результати та обговорення. Загалом площа тополевих лісів у Луганській області становить 4,7 тис. га, з них понад половину включено до категорії «захисні» – 2,7 тис. га. Тополеві деревостани зосереджені переважно в лісах протиерозійних (51,5 %) та в лісах I і 2 поясів зон санітарної охорони джерел водопостачання (48 %) (табл. 1).

У захисних лісах Луганської області найчастіше трапляється тополя чорна (*Populus nigra* L.) (44 %) та тополя дельтолиста (*P. deltoides* Marsh.) (30 %). Тополя біла (*P. alba* L.) представлена на площі 428,6 га (16 %), тополя пірамідальна (*P. nigra* var. *pyramidalis* Spach),

тополя лавролиста (*P. laurifolia* Ledeb.) і тополя бальзамічна (*P. balsamifera* L.) представлені на незначних площах – 33,3 га (1 %), 10,5 га (0,4 %), 4,8 га (0,2 %) відповідно.

Таблиця 1

Розподіл площ захисних лісів за участю різних видів роду *Populus* у Луганській області (чисельник – га, знаменник – %)

Категорії захисності	<i>P. balsamifera</i>	<i>P. alba</i>	<i>P. deltoides</i>	<i>P. laurifolia</i>	<i>P. nigra var pyramidalis</i>	<i>P. nigra</i>	<i>P. tremula</i>	Разом
Державні захисні лісові смуги	<u>0,0</u> 0,0	<u>1,1</u> 0,04	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>1,1</u> 0,04
Захисні смуги лісів уздовж автомобільних доріг державного значення	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>1,1</u> 0,04	<u>0,9</u> 0,03	<u>2</u> 0,07
Захисні смуги лісів уздовж залізниць	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>1,2</u> 0,04	<u>1,2</u> 0,04
Інші ліси, що мають важливе значення для захисту природного середовища	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,7</u> 0,03	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>3,3</u> 0,12	<u>1,4</u> 0,21	<u>9,6</u> 0,36
Ліси 1 і 2 поясів зон санітарної охорони джерел водопостачання	<u>4,1</u> 0,15	<u>280,9</u> 10,39	<u>305,8</u> 11,32	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>632,4</u> 23,40	<u>72,7</u> 2,69	<u>1295,9</u> 47,96
Ліси протиерозійні	<u>0,7</u> 0,03	<u>146,6</u> 5,43	<u>501,9</u> 18,57	<u>10,5</u> 0,39	<u>33,3</u> 1,23	<u>552,2</u> 20,43	<u>146,6</u> 5,43	<u>1391,8</u> 51,50
Полезахисні лісові смуги	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,7</u> 0,03	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,7</u> 0,03
Разом	<u>4,8</u> 0,18	<u>428,6</u> 15,86	<u>808,4</u> 29,92	<u>10,5</u> 0,39	<u>33,3</u> 1,23	<u>1189,7</u> 44,03	<u>227</u> 8,40	<u>2702,3</u> 100,00

У протиерозійних лісах Луганської області представлені всі перелічені види роду *Populus* L. У лісах 1 і 2 поясів зон санітарної охорони джерел водопостачання – тополя біла, тополя бальзамічна, тополя дельтолиста, тополя чорна та осика. У державних захисних лісових смугах – тополя біла. У полезахисних лісових смугах представлена лише тополя чорна. У захисних смугах лісів вздовж автомобільних доріг державного значення – тополя чорна та осика. У захисних смугах лісів вздовж залізниць – осика. В інших лісах, що мають важливе значення для захисту природного середовища, представлені тополя чорна, тополя дельтолиста і осика.

Загалом у лісах Луганської області представники роду *Populus* ростуть переважно в умовах свіжого сугруду (24,4 %) та вологої діброви (22,4 %). У цих умовах здебільшого зосереджені тополя чорна (9,8 і 10,7 % відповідно), тополя біла (7,3 і 6,0 %) і тополя канадська (6,6 і 5,6 %). Друге місце за представництвом тополевих насаджень посідає свіжий груд (17,9 %). Тут ростуть *P. deltoides* (6,8 %), *P. alba* (6,4 %), *P. nigra* (4,4 %), *P. balsamifera* (0,1 %) і *P. nigra var pyramidalis* (0,1 %). Незначна площа тополевих деревостанів наявна у невідповідних умовах для росту цієї породи – сухих і свіжих борах (0,1 і 11,9 % відповідно), сухих, свіжих і вологих суборах (1,2; 6,5 і 2,5 % відповідно) (табл. 2). Варто відзначити, що в Луганській області макрокомплекс місцезростання тополі чорної представлений широким різноманіттям типологічного спектру, що підтверджує інформацію про пластичність зазначеного виду стосовно спроможності росту на порівняно бідних, сухих ґрунтах, на яких європейсько-американські гібриди тополь зазвичай гинуть.

Розподіл за типами лісорослинних умов (ТЛУ) насаджень різних видів роду *Populus L.*, які ростуть у лісовому фонді державних лісгосподарських підприємств Луганської області (чисельник – площа, га; знаменник – частка, %)

Індекс ТЛУ	<i>P. balsamifera</i>	<i>P. alba</i>	<i>P. deltoides</i>	<i>P. laurifolia</i>	<i>P. nigra var pyramidalis</i>	<i>P. nigra</i>	Разом
A ₁	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>5,3</u> 0,1	<u>5,3</u> 0,1
A ₂	<u>0,0</u> 0,0	<u>1,0</u> 0,0	<u>284,3</u> 6,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>278,7</u> 5,9	<u>564,0</u> 11,9
B ₁	<u>0,0</u> 0,0	<u>2,1</u> 0,0	<u>9,0</u> 0,2	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>47,2</u> 1,0	<u>58,3</u> 1,2
B ₂	<u>0,0</u> 0,0	<u>51,4</u> 1,1	<u>75,5</u> 1,6	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,8</u> 0,0	<u>181,5</u> 3,8	<u>309,2</u> 6,5
B ₃	<u>0,0</u> 0,0	<u>22,1</u> 0,3	<u>16,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>80,9</u> 1,7	<u>119,0</u> 2,5
B ₄	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,8</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,8</u> 0,0
C ₁	<u>0,7</u> 0,0	<u>57,1</u> 1,2	<u>8,4</u> 0,2	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>32,8</u> 0,7	<u>99</u> 2,1
C ₂	<u>0,0</u> 0,0	<u>344,4</u> 7,3	<u>311,7</u> 6,6	<u>10</u> 0,2	<u>23,3</u> 0,5	<u>465,4</u> 9,8	<u>1154,8</u> 24,4
C ₃	<u>0,0</u> 0,0	<u>77,4</u> 1,6	<u>157,6</u> 3,3	<u>0,0</u> 0,0	<u>1,0</u> 0,0	<u>110,7</u> 2,3	<u>346,7</u> 7,3
C ₄	<u>0,0</u> 0,0	<u>12,4</u> 0,3	<u>27,1</u> 0,6	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>1,3</u> 0,0	<u>40,8</u> 0,9
D ₀	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>1,5</u> 0,0	<u>1,5</u> 0,0
D ₁	<u>0,0</u> 0,0	<u>26,3</u> 0,6	<u>28,3</u> 0,6	<u>0,5</u> 0,0	<u>7,9</u> 0,2	<u>40,3</u> 0,9	<u>103,3</u> 2,2
D ₂	<u>6,5</u> 0,1	<u>301,3</u> 6,4	<u>324</u> 6,8	<u>0,0</u> 0,0	<u>5,2</u> 0,1	<u>207,7</u> 4,4	<u>844,7</u> 17,9
D ₃	<u>2,5</u> 0,1	<u>284,4</u> 6,0	<u>265,2</u> 5,6	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>507,7</u> 10,7	<u>1059,8</u> 22,4
D ₄	<u>0,0</u> 0,0	<u>4,5</u> 0,1	<u>9</u> 0,2	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>5,7</u> 0,1	<u>19,2</u> 0,4
D ₅	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,8</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>3,3</u> 0,1	<u>4,1</u> 0,1

Середній вік тополевих деревостанів у захисних лісах Луганської області становить 50 років (табл. 3). Згідно з нашими попередніми розрахунками (Vysotska 2017), старіння тополевих деревостанів найбільшою мірою виявляється саме в степових умовах. Після досягнення деревостанами віку природної стиглості показники життєздатності знижуються, оскільки внаслідок поступового старіння та розладнання відбуваються процеси ослаблення, ураження хворобами, пошкодження комахами та всихання дерев (Vysotska & Tkach 2016).

У державній захисній лісовій смузі вік тополі білої становить 52 роки, середній діаметр ($D_{\text{сер.}}$) – 34,5 см, середня висота ($H_{\text{сер.}}$) – 21 м, клас бонітету – IV,0. Вік тополі чорної в полезахисній лісовій смузі становить 63 роки, $D_{\text{сер.}}$ – 24,9 см, $H_{\text{сер.}}$ – 16,3 м, клас бонітету – V,0. У захисних смугах лісів уздовж автомобільних доріг державного значення вік тополі чорної становить 48 років, що є на 15 років меншим, ніж у полезахисному лінійному насадженні, водночас таксаційні показники є вищими: $D_{\text{сер.}}$ – 33,5 см, $H_{\text{сер.}}$ – 19,6 м, клас бонітету – V,0.

Середня зміна запасу за базою даних для всіх видів тополь становила $3,6 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$ і, залежно від виду й умов росту, коливалася від $1,7 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$ для *P. nigra* (полезахисні лісові смуги) до $8,8 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$ для *P. balsamifera* (ліси 1 і 2 поясів зон санітарної охорони джерел водопостачання) (див. табл. 3).

Таксаційна характеристика тополевих деревостанів у захисних лісах

Вид тополь	Площа, га	Вік, років	Середній діаметр, см	Середня висота, м	Відносна повнота	Клас бонітету	Запас		Середня зміна запасу, м ³ ·га ⁻¹
							на 1 га, м ³	загальний, тис. м ³	
Державні захисні лісові смуги									
<i>P. alba</i>	1,1	52	34,5	21	0,57	IV,0	228	0,25	4,4
Захисні смуги лісів вздовж автомобільних доріг державного значення									
<i>P. tremula</i>	0,9	28	16,0	7,8	0,58	IV,0	62,3	0,14	2,2
<i>P. nigra</i>	1,1	48	33,5	19,6	0,61	V,0	162,8	0,35	3,4
Захисні смуги лісів вздовж залізниць									
<i>P. tremula</i>	1,2	48	29,5	22,9	0,71	I,0	324	0,39	6,8
Ліси 1 і 2 поясів зон санітарної охорони джерел водопостачання									
<i>P. tremula</i>	72,7	35	20,2	13,7	0,65	I,5	139,9	6,42	4,0
<i>P. balsamifera</i>	4,1	24	24,2	18,7	0,63	II,7	209,1	0,40	8,8
<i>P. alba</i>	280,9	58	37,6	22,2	0,54	IV,2	216,5	37,08	3,8
<i>P. deltoides</i>	305,8	57	34,1	20,9	0,49	IV,4	168,8	20,79	2,9
<i>P. nigra</i>	632,4	58	38,4	21,2	0,53	IV,4	197,6	27,84	3,4
Ліси протиерозійні									
<i>P. tremula</i>	146,6	39	22,1	16,6	0,65	I,6	184,2	20,41	4,7
<i>P. balsamifera</i>	0,7	28	19,8	14,9	0,55	IV,0	127,0	0,13	4,5
<i>P. alba</i>	146,6	46	34,4	20,2	0,60	IV,2	218,8	10,07	4,7
<i>P. deltoides</i>	501,9	46	27,5	18,7	0,54	IV,3	175,4	36,14	3,8
<i>P. laurifolia</i>	10,5	29	18,2	15,2	0,69	IV,1	159,4	2,02	5,4
<i>P. nigra var. pyramidalis</i>	33,3	32	24,7	17,9	0,61	III,7	189,2	5,42	5,9
<i>P. nigra</i>	552,2	45	33,9	18,5	0,53	IV,3	159,8	29,30	3,6
Полезахисні лісові смуги									
<i>P. nigra</i>	0,7	63	24,9	16,3	0,41	V,0	110,0	0,08	1,7
Інші ліси, що мають важливе значення для захисту природного середовища									
<i>P. tremula</i>	5,6	12	7,3	6,1	0,71	I,I	59,2	0,57	5,0
<i>P. deltoides</i>	0,7	52	27,2	21,6	0,71	IV,0	296,0	0,30	5,7
<i>P. nigra</i>	3,3	41	24,6	19,5	0,69	IV,2	226,6	0,70	5,5

Середній вік осики в захисних смугах лісів уздовж залізниць становить 48 років, в захисних смугах лісів уздовж автомобільних доріг державного значення – 28, у лісах 1 і 2 поясів зон санітарної охорони джерел водопостачання – 35 років, у лісах протиерозійних – 39 років, в інших лісах, що мають важливе значення для захисту природного середовища – 12 років (див. табл. 2). *P. tremula* в усіх лісах окрім захисних смуг уздовж автомобільних доріг характеризується високими таксаційними показниками. Основні обсяги робіт, які доцільно провести в цих насадженнях, стосуються ліквідації захаращеності та збільшення площі живлення окремих дерев.

Тополя бальзамічна в лісах 1 і 2 поясів зон санітарної охорони джерел водопостачання характеризується такими показниками: вік – 24 роки, $D_{сер.}$ – 24,2 см, $H_{сер.}$ – 18,7 м, клас бонітету – II,7. Ці показники є вищими в лісах протиерозійних у відповідному віці: вік – 28 років, $D_{сер.}$ – 19,8 см, $H_{сер.}$ – 14,9 м, клас бонітету – IV,0.

Оскільки культивування тополь в протиерозійних насадженнях передбачає не лише високу захисну ефективність, а й високу продуктивність, екологічний ареал їхнього вирощування під час залісення еродованих земель відповідає їхньому екологічному ареалу під час масивного лісорозведення. Так, за умов росту на вологих і сирих відносно родючих і родючих ґрунтах середній діаметр осики у віці 39 років сягав 22,1 см, середня висота – 16,6 м, клас бонітету – I,6, середня зміна запасу – 4,7 м³·га⁻¹. *P. alba* у віці 46 років мала такі

показники: $D_{сер.}$ – 34,4 см, $H_{сер.}$ – 20,2 м, клас бонітету – IV,2, середня зміна запасу – $4,7 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$ (див. табл. 3).

За даними натурних обстежень деревостани тополі білої віком понад 45 років в умовах свіжого й вологого груду (ПП 3 і ПП 4) є сильно ослабленими (індекс санітарного стану (I_c) – 3,2 бала); в умовах свіжого сугруду й свіжої діброви (ПП 1 і ПП 2) – такими, що всихають. Деревостани тополі канадської є сильно ослабленими незалежно від умов росту та віку (ПП 19, ПП 20, ПП 21). Деревостани тополі бальзамічної (ПП 16, ПП 17, ПП 18) зі збільшенням трофності й вологості ґрунту відзначаються кращим санітарним станом. Водночас у зв'язку з відсутністю своєчасних лісівничих заходів ці деревостани в VI класі віку є сильно ослабленими (2,8–3,6 бала). Індекс санітарного стану дерев тополі чорної в різних умовах росту становив від 3,3 до 4,3 бала. Індекс санітарного стану дерев тополі бальзамічної – від 2,8 до 3,6 бала, що для віку 28–31 років є доволі низькими показниками. Деревостани тополі чорної пірамідальної в умовах сухого груду мали кращий стан, ніж дерева тополі лавролистої (табл. 4).

Таблиця 4

Розподіл дерев тополі за категоріями санітарного стану

№ ПП	Підприємство, лісництво, квартал, виділ	Вид тополь	Вік, років	ТУМ	Розподіл дерев за категоріями санітарного стану, шт/%						Індекс санітарного стану
					I	II	III	IV	V	VI	
1	ДП «Луганська АЛНДС», Юницьке л-во, кв.1, вид. 23	<i>P. alba</i>	72	C ₂	$\frac{2}{2,7}$	$\frac{8}{10,7}$	$\frac{24}{32,0}$	$\frac{23}{30,7}$	$\frac{13}{17,3}$	$\frac{5}{6,7}$	3,7
2	ДП «Луганська АЛНДС», Юницьке л-во, кв.2, вид. 49	<i>P. alba</i>	72	D ₂	$\frac{5}{2,5}$	$\frac{16}{8,0}$	$\frac{52}{26,0}$	$\frac{54}{27,0}$	$\frac{45}{22,5}$	$\frac{28}{14,0}$	4,0
3	ДП «Новоайдарське ЛМГ», Капітанівське л-во, кв.42, вид.13	<i>P. alba</i>	45	D ₂	$\frac{12}{6,0}$	$\frac{38}{19,0}$	$\frac{73}{36,5}$	$\frac{62}{31,0}$	$\frac{11}{5,5}$	$\frac{4}{2,0}$	3,2
4	ДП «Новоайдарське ЛМГ», Капітанівське л-во, кв.58, вид.12	<i>P. alba</i>	65	D ₃	$\frac{2}{6,7}$	$\frac{5}{16,7}$	$\frac{13}{43,3}$	$\frac{7}{23,3}$	$\frac{1}{3,3}$	$\frac{2}{6,7}$	3,2
5	ДП «Біловодське ЛМГ», Бондарівське л-во, кв. 2, вид. 10	<i>P. laurifolia</i>	29	C ₂	$\frac{18}{9,0}$	$\frac{29}{14,5}$	$\frac{53}{26,5}$	$\frac{44}{22,0}$	$\frac{42}{21,0}$	$\frac{14}{7,0}$	3,5
6	ДП «Біловодське ЛМГ», Бондарівське л-во, кв. 3, вид. 4	<i>P. laurifolia</i>	29	C ₂	$\frac{11}{5,5}$	$\frac{26}{13,0}$	$\frac{53}{26,5}$	$\frac{47}{23,5}$	$\frac{52}{26,0}$	$\frac{11}{5,5}$	3,7
7	ДП «Біловодське ЛМГ», Бондарівське л-во, кв. 10, вид. 23	<i>P. laurifolia</i>	28	D ₁	$\frac{8}{4,0}$	$\frac{20}{10,0}$	$\frac{52}{26,0}$	$\frac{60}{30,0}$	$\frac{43}{21,5}$	$\frac{17}{8,5}$	3,8
8	ДП «Новоайдарське ЛМГ», Капітанівське л-во, кв. 15, вид. 6	<i>P. nigra</i>	55	C ₂	$\frac{17}{8,5}$	$\frac{18}{9,0}$	$\frac{44}{22,0}$	$\frac{56}{28,0}$	$\frac{41}{20,5}$	$\frac{24}{12,0}$	3,8
9	ДП «Новоайдарське ЛМГ», Капітанівське л-во, кв. 39, вид. 7	<i>P. nigra</i>	55	C ₂	$\frac{8}{4,0}$	$\frac{21}{10,5}$	$\frac{34}{17,0}$	$\frac{41}{20,5}$	$\frac{61}{30,5}$	$\frac{35}{17,5}$	4,2
10	ДП «Новоайдарське ЛМГ», Капітанівське л-во, кв.55, вид. 12	<i>P. nigra</i>	55	B ₃	$\frac{7}{3,5}$	$\frac{19}{9,5}$	$\frac{51}{25,5}$	$\frac{37}{18,5}$	$\frac{57}{28,5}$	$\frac{29}{14,5}$	4,0
11	ДП «Новоайдарське ЛМГ», Капітанівське л-во, кв. 43, вид. 3	<i>P. nigra</i>	65	C ₂	$\frac{2}{2,9}$	$\frac{11}{15,7}$	$\frac{33}{47,1}$	$\frac{14}{20,0}$	$\frac{6}{8,6}$	$\frac{4}{5,7}$	3,3

Закінчення табл. 4

№ ПП	Підприємство, лісництво, квартал, виділ	Вид тополь	Вік, років	ТУМ	Розподіл дерев за категоріями санітарного стану (шт/%)						Індекс санітарного стану
					I	II	III	IV	V	VI	
12	ДП «Новоайдарське ЛМГ», Капітанівське л-во, кв. 60, вид. 3	<i>P. nigra</i>	70	D ₃	$\frac{0}{0,0}$	$\frac{19}{9,5}$	$\frac{35}{17,5}$	$\frac{47}{23,5}$	$\frac{65}{32,5}$	$\frac{34}{17,0}$	4,3
13	ДП «Біловодське ЛМГ», Міловське л-во, кв. 51, вид. 6	<i>P. nigra var. pyramidalis</i>	47	D ₁	$\frac{21}{10,5}$	$\frac{33}{16,5}$	$\frac{65}{32,5}$	$\frac{59}{29,5}$	$\frac{15}{7,5}$	$\frac{7}{3,5}$	3,2
14	ДП «Біловодське ЛМГ», Міловське л-во, кв. 51, вид. 15	<i>P. nigra var. pyramidalis</i>	47	D ₁	$\frac{5}{5,0}$	$\frac{11}{11,0}$	$\frac{44}{44,0}$	$\frac{31}{31,0}$	$\frac{7}{7,0}$	$\frac{2}{2,0}$	3,3
15	ДП «Кремінське ЛМГ», Старокраснянське л-во, кв. 89, вид. 12	<i>P. nigra var. pyramidalis</i>	47	D ₁	$\frac{17}{8,5}$	$\frac{30}{15,0}$	$\frac{62}{31,0}$	$\frac{49}{24,5}$	$\frac{29}{14,5}$	$\frac{13}{6,5}$	3,4
16	ДП «Кремінське ЛМГ», Комсомольське л-во, кв.136, вид. 8	<i>P. balsamifera</i>	28	D ₃	$\frac{36}{18,0}$	$\frac{38}{19,0}$	$\frac{62}{31,0}$	$\frac{51}{25,5}$	$\frac{11}{5,5}$	$\frac{2}{1,0}$	2,8
17	ДП «Білокуракинське ЛМГ», Білокуракинське л-во, кв. 62, вид. 5	<i>P. balsamifera</i>	31	D ₂	$\frac{14}{7,0}$	$\frac{31}{15,5}$	$\frac{65}{32,5}$	$\frac{72}{36,0}$	$\frac{11}{5,5}$	$\frac{7}{3,5}$	3,3
18	ДП «Новоайдарське ЛМГ», Піщане л-во, кв. 109, вид. 18	<i>P. balsamifera</i>	28	C ₁	$\frac{9}{4,5}$	$\frac{24}{12,0}$	$\frac{59}{29,5}$	$\frac{71}{35,5}$	$\frac{26}{13,0}$	$\frac{11}{5,5}$	3,6
19	ДП «Новоайдарське ЛМГ», Капітанівське л-во, кв. 4, вид. 11	<i>P. deltoides</i>	65	B ₂	$\frac{3}{6,0}$	$\frac{7}{14,0}$	$\frac{21}{42,0}$	$\frac{11}{22,0}$	$\frac{5}{10,0}$	$\frac{3}{6,0}$	3,3
20	ДП «Новоайдарське ЛМГ», Капітанівське л-во, кв. 42, вид. 13	<i>P. deltoides</i>	35	D ₂	$\frac{22}{11,0}$	$\frac{26}{13,0}$	$\frac{48}{24,0}$	$\frac{44}{22,0}$	$\frac{47}{23,5}$	$\frac{13}{6,5}$	3,5
21	ДП «Новоайдарське ЛМГ», Капітанівське л-во, кв 4, вид. 13	<i>P. deltoides</i>	35	D ₂	$\frac{29}{14,5}$	$\frac{27}{13,5}$	$\frac{52}{26,0}$	$\frac{47}{23,5}$	$\frac{38}{19,0}$	$\frac{7}{3,5}$	3,3

Доцільно зазначити, що найбільшу частку дерев, пошкоджених фітопатогенами та шкідниками, відзначено в деревостанах тополі бальзамічної, водночас у цих деревостанах зафіксовано найменшу частку дерев з наявними морозобоїнами. Загалом плодові тіла дереворуйнівних грибів були наявні на стовбурах 13 % дерев, сухі скелетні гілки в різних частинах крони виявлено у 42 % обстежених екземплярів. Понад 34 % дерев ушкоджено механічно. У лінійних насадженнях у 12 % дерев відзначено нахилення стовбура понад 20 градусів від вертикальної осі. Усе це свідчить про необхідність проведення реконструктивних заходів з метою забезпечення належних умов виконання насадженнями захисних функцій у подальшому.

Загалом у Луганській області індекс санітарного стану тополь у захисних лісах свідчить про наявні процеси сильного ослаблення та всихання деревостанів. Серед досліджених видів тополь за ступенем стійкості до впливу негативних чинників найбільш життєздатними виявилися деревостани тополі білої, що підтверджує дані літературних джерел (Turchin & Yermolova 2014), які свідчать про високу біологічну стійкість заплавної білотопольових деревостанів.

Усі досліджені деревостани за участю тополь віком понад 50 років характеризувалися значним відпадом, що обов'язково потрібно враховувати в процесі організації та ведення лісового господарства в таких лісах.

Висновки. У лісових насадженнях Луганської області в оптимальних умовах росту представлено лише 46,8 % деревостанів тополь. З метою забезпечення підвищення меліоративної ефективності насаджень, покращення їхньої біологічної стійкості й підвищення захисної ефективності всі тополеві деревостани віком до 50 років, які включено до категорії «захисні ліси», потребують проведення в них лісогосподарських заходів щодо реконструкції, а також робіт, що стосуються ліквідації захаращеності та збільшення площі живлення окремих дерев. Насадження віком понад 50 років потребують заміни. У зв'язку з цим назріла потреба розроблення рекомендацій щодо вирощування тополевих насаджень різного цільового призначення.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

- Chambers, R. and Conway, R. 1991. Sustainable rural livelihoods: practical concepts for the 21st century. Discussion Paper 296. Institute of Development Studies, Brighton, UK.
- Eckenwalder, J. E. 1996. Systematics and evolution of *Populus*. In: Stettler, R. F., Bradshaw, H. D. Jr, Heilman, P. E. & Hinckley, T. M. (Eds.). *Biology of Populus and Its Implications for Management and Conservation*. National Research Council of Canada Research Press, Ottawa, p. 7–32.
- Gensiruk, S. A., Shevchenko, S. V., Bondar, V. S. et al. 1981. Kompleksnoye lesokhozyaystvennoye rayonirovaniye Ukrainy i Moldavii [Integrated forest management zoning of Ukraine and Moldova]. Kyiv, Naukova Dumka, 360 p. (in Russian).
- Hrom, M. M. 2007. Lisova taksatsiya [Forest inventory]. Lviv, RVV NLTU, 416 p. (in Ukrainian).
- Hromyak, V. M. and Nalyvayko, V. V. 2016. Ryzky vedennya roslynnytstva v umovakh pivnichno-shidnoho Stepu v zvyazku zi zminoyu klimatu [Crop risk in the northeastern steppe due to climate change]. *Visnik agrarnoyi nauki* [Bulletin of agricultural science], 9: 17–24 (in Ukrainian).
- Izumskiy, P. P. 1972. Taksatsiya tonkomernogo lesa [Inventory of small wood]. Moscow, Lesnaya Promyshlennost, 88 p. (in Russian).
- Lapach, S. N., Chubenko, A. V., Babych, P. N. 2001. Statistical methods in biomedical research using Excel (2nd ed.). Kyiv, Morion, 408 p. (in Russian).
- Ploshchi probni lisovporyadni. Metod zakladannya. SOU 02.02-37-476:2006. [Forest inventory sample plots. Establishing method. Corporate standard 02.02-37-476:2006]. 2007. Valid from May 1, 2007. Kyiv, Minahropolityky Ukrayiny, 32 p. (in Ukrainian).
- Poplars and Willows: Trees for Society and the Environment. 2014. Isebrands, J. G. and Richardson J. (Eds.). Rome, Italy; Boston, MA, Food and Agriculture Organization of the United Nations; CABI, 634 p.
- Sanitarni pravyla v lisakh Ukrayiny [Sanitary Forests Regulations in Ukraine]. 2016. [Electronic resource]. Postanova Kabinetu Ministriv Ukrayiny vid 26 zhovtnya 2016 r. No 756. Available from: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/555-95-п> (last accessed date 01.10.2018) (in Ukrainian).
- Shvidenko, A. Z., Storchinsky, A. A., Savich, Yu. N., Kashpor, S. N. (Eds.). 1987. Normativno-spravochnyye materialy dlya taksatsii lesov Ukrainy i Moldavii [Regulatory reference materials for forest inventory in Ukraine and Moldova]. Kyiv, Urozhay, 559 p. (in Russian).
- Turchin, T. Ya. and Yermolova, A. S. 2014. Biologicheskaya ustoychivost nasazhdeniy topolya belogo v Stepnom Pridonie [Biological stability of white poplar plantations in the Steppe Pridonye (the Don river area)]. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of Altai state agricultural university], 8 (118): 59–64 (in Russian).
- Vysotska, N. Yu. 2017. Typological structure and productivity of black poplars stands in different natural-climatic zones of the plains part of Ukraine. *Lisivnytstvo i ahrolisomelioratsiya* [Forestry and Forest Melioration], 131: 11–22 (in Ukrainian).
- Vysotska, N. Yu. and Tkach, V. P. 2016. Stands of poplar and aspen in Ukraine. *Lisivnytstvo i ahrolisomelioratsiya* [Forestry and Forest Melioration], 129: 20–27 (in Ukrainian).

Vysotska N. Yu.¹, Yurchenko V. A.²

POPULUS L. IN PROTECTIVE FORESTS OF LUHANSK REGION

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

2. State Enterprise “Luhansk Agroforestry Research Station”

The article deals with the present state of various species of the genus *Populus* L. in protective planted stands within Luhansk region. To assess the state, a comprehensive analysis of the poplar stands was done based on the materials of the electronic database of the forest fund of State Forest Resources Agency in the north-eastern part of Steppe zone of Ukraine, as well as on-the-spot inspections. The area of the study is a zone of risky farming, and its southeastern part belongs to the zone of crisis ecological situation.

Poplar stands were mainly concentrated in the anti-erosion forests (51.5 %) and in the forests of 1st and 2nd zones of sanitary protection of water sources (48 %). *Populus nigra* L. and *P. deltoides* Marsh. were the most represented – 44 %

and 30 %, respectively. *P. alba* L. occupied an area of 428.6 hectares (16 %), *P. nigra* var. *pyramidalis* Spach, *P. laurifolia* Ledeb. and *P. balsamifera* L. were represented in small areas – 33.3 ha (1%), 10.5 ha (0.4%), 4.8 ha (0.2%), respectively.

Representatives of *Populus* L. mostly grow in mesic mesotrophic (24,4 %) and meso-hygic megatrophic (22,4 %) conditions. The insignificant area of poplar stands was detected outside the optimal growth conditions, in dry and mesic oligotrophic (0,1 and 11,9 %), and dry, mesic and meso-hygic oligomesotrophic (1,2; 6,5 and 2,5 %) site conditions. The macro-complex of black poplar growth is represented by a wide variety of typological spectrum.

In the Luhansk region, the average age of poplar forest stands is 50 years. Increases in tree mortality rates were registered for trees older than 50 years. The present health condition of protective poplar forests demonstrates the need to perform salvage/sanitation cutting and reconstruction of the stands.

К е у w o r d s : *Populus* L., protecting forest, health condition.

Высоцкая Н. Ю.¹, Юрченко В. А.²

ВИДЫ РОДА *POPULUS* L. В ЗАЩИТНЫХ ЛЕСАХ ЛУГАНСКОЙ ОБЛАСТИ

1. Украинский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации им. Г. Н. Высоцкого

2. ГП «Луганская агролесомелиоративная лесная научно-исследовательская станция»

Путем комплексного анализа древостоев в лесохозяйственных предприятиях Гослессагентства Украины по материалам электронной повыведельной базы данных «Лесной фонд Украины» ПО «Укрлеспроект», а также экспедиционных исследований определено современное состояние различных видов рода *Populus* L. в защитных насаждениях различного целевого назначения Луганской области. Область исследования является зоной рискованного земледелия, а ее юго-восточная часть вследствие чрезмерной техногенной нагрузки принадлежит к зоне кризисной экологической ситуации.

Топольевые древостои сосредоточены преимущественно в противоэрозионных лесах (51,5 %) и в лесах 1 и 2 поясов зон санитарной охраны источников водоснабжения (48 %). Чаще всего встречаются *Populus nigra* L. (44 %) и *P. deltoides* Marsh. (30 %). *P. alba* L. занимает площадь 428,6 га (16 %), *P. nigra* var. *pyramidalis* Spach, *P. laurifolia* Ledeb. и *P. balsamifera* L. представлены на незначительных площадях – 33,3 га (1 %), 10,5 га (0,4 %) и 4,8 (0,2 %) га соответственно.

Представители рода *Populus* чаще всего встречаются в условиях свежего сугрудка (24,4 %) и влажного гряда (22,4 %). Незначительная площадь топольевых древостоев представлена за границей оптимума роста – сухих и свежих борах (0,1 и 11,9 % соответственно), сухих, свежих и влажных суборах (1,2; 6,5 и 2,5 % соответственно). Макрокомплекс произрастания тополя черного представлен широким разнообразием типологического спектра.

Средний возраст топольевых древостоев в Луганской области составляет 50 лет. Древостои возрастом старше 50 лет характеризовались большим отпадом. Это свидетельствует о необходимости проведения соответствующих лесохозяйственных мероприятий.

К л ю ч е в ы е с л о в а : *Populus* L., защитные леса, санитарное состояние.

E-mail: vysotska@uriffm.org.ua

Одержано редколегією 15.10.2018



С. В. СИДОРЕНКО, С. Г. СИДОРЕНКО

СУЧАСНИЙ СТАН І РІСТ ПОЛЕЗАХИСНИХ ЛІСОВИХ СМУГ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ ТА ЇХНЯ МЕЛІОРАТИВНА ЕФЕКТИВНІСТЬ

Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького

Наведено результати досліджень росту та стану 68–70-річних полезахисних лісових смуг, в яких частка дуба звичайного (*Quercus robur* L.) становить від 2 до 10 одиниць. Визначено таксаційні показники та лісомеліоративні характеристики лінійних полезахисних насаджень. Виявлено, що конструкція полезахисних смуг із часом змінилася з проектної продувної та ажурно-продувної на щільну та ажурно-щільну. У породному складі насаджень частка дуба зменшується до 2–3 одиниць. Дуб звичайний витісняється ясенем зеленим та кленом гостролистим. Фактична ширина полезахисних лісових смуг за проєкціями крон є у 1,5–3,5 рази більшою від запроєктованої ширини смуг унаслідок інтенсивного розростання крайніх рядів у напрямку поля. Середній діаметр дерев крайніх рядів лісосмуг є на 10,2–20,9 % більшим, якщо порівняти із середнім діаметром насадження. Найкращий санітарний стан відзначено в дерев клена гостролистого (1,0–2,7 бала). Встановлено, що на ажурність нижньої частини профілю впливає наявність та густина великого та середнього підросту та підліску ($R^2 = 0,37$).

Ключові слова: санітарний стан, конструкція, ажурність, породний склад, ширина лісових смуг, підріст, підлісок.

Вступ. Україна втрачає тисячі гектарів полезахисних лісових смуг (ПЛС), які проектували та створювали для захисту сільськогосподарських угідь від посухи та ерозії ґрунтів. Значна частина таких насаджень за нинішнім станом або складом не відповідає чинним вимогам до захисних лісових насаджень (Hladun et al. 2005).

Багаторічними науковими дослідженнями й сільськогосподарською практикою доведено, що полезахисні лісові смуги захищають ґрунт від ерозії (Pylypenko et al. 2010), затримують поверхневий стік (Velychko & Velychko 2002, Kuhns 2012), покращують водний і температурний режими, сприяють підвищенню врожайності основних і допоміжних культур (Nerlich et al. 2013, Polishchuk 2013, Alemu 2016). Вони також знижують швидкість вітру, запобігають висиханню та видуванню поверхневих шарів ґрунту (Sovakov 2014, Řeháček et al. 2017). Особливого значення в умовах Лівобережного Лісостепу набувають накопичення й перерозподіл опадів у лісових смугах і міжсмугових просторах, зокрема в посушливі роки (Obraztsova 2003, Sydorenko & Bila 2017).

Стан захисних насаджень у Харківській області за останні роки погіршується на тлі зниження рівня ґрунтових вод (Rybalova & Belan 2012) і збільшення повторюваності та тривалості посух (Lyalko et al. 2015). Крім того, відбувається деградація ландшафтів лісостепового біоценозу, що призводить до зміни зональної лісостепової рослинності на степову (Bondaruk & Tselishchev 2015) й загибелі лісових насаджень на значній території.

Основними показниками незадовільного стану полезахисних лісових смуг є недосконалість конструкції унаслідок утворення густих непродувних узлісь, незадовільний санітарний стан та розростання лісових смуг на орні землі, що призводить до різкого збільшення їхньої ширини майже у 2 рази (Yukhnovsky 2003). За даними (Lialin & Horoshko 2014), середня висота дерев у полезахисних лісових смугах на 16,3 %, а середній діаметр – на 17,0 % поступаються контролю (масивному насадженню).

Досі лишається невивченим вплив полезахисних лісових насаджень із розладнаними неоптимальними конструкціями на прилеглі сільськогосподарські угіддя (Openko & Yevsyukov 2016).

На сучасному етапі використання земельних ресурсів не відповідає вимогам раціонального природокористування. Порушено екологічно допустиме співвідношення площ ріллі, природних кормових угідь та лісових насаджень, що негативно впливає на стійкість агроландшафту. Сільськогосподарська освоєність земель перевищує екологічно допустиму (Ekolohichnyu pasport 2018).

Дослідження сучасного стану та функціональної відповідності полезахисних лісових смуг Лівобережної України наразі не проводять, як не проводять також інвентаризацію. Проблеми створення та успішного функціонування полезахисних лісонасаджень присвячено низку праць українських вчених (Yukhnovsky et al. 2012, Hladun & Hladun 2013, Tkach et al. 2013), але вони є або застарілими (Bodrov 1937, Pavlovsky 1983, Vysotsky 1983), або присвячені дослідженню стану полезахисних смуг в інших регіонах країни (Lialin & Horoshko 2014, Strelchuk & Voiko 2015). Так, за даними А. Житовоза (Zhytovozy 2016), за санітарним станом полезахисні лісові смуги півдня Київської області є сильно ослабленими ($I_c = 3,12$), не залежно від породного складу чи способу створення.

Метою роботи є дослідження сучасного стану, росту й меліоративної ефективності дубових полезахисних лісових смуг Лівобережної частини України (на прикладі Харківської області).

Матеріали й методи. Дослідження проводили в системах захисних лісових насаджень різного породного складу на території ДП «ДГ «Елітне» ІР НААН» та Наукового навчально-виробничого центру (ННВЦ) «Дослідне поле» ХНАУ (далі – «Елітне» та «Дослідне поле ХНАУ»). Закладено 16 пробних площ (ПП). Пробні площі закладали за стандартними в лісівництві та агролісомеліорації методиками (Pasternak 1988, Lokhmatov & Hladun 2004, Коріу 2005, Hladun et al. 2013). На кожній ПП визначено кількість рядів, ширину міжрядь, ширину узлісь, захисну висоту (Metodyka 1985). Крім того, визначено ширину лісової смуги за стандартними методиками, це – так звана організаційно-господарська ширина лісових смуг (B_m) – довжина між крайніми рядами плюс половина міжряддя з кожного боку. Окремо розраховували ширину смуги за проєкціями крон у крайніх рядах (B_k) (Instruktsiya pro proektirovaniyu 1979, Sovakov 2013). Конструкцію лісової смуги визначали за будовою її поздовжнього вертикального профілю згідно з ДСТУ 48-74:2007 (Ahrolisomeliorsatsiya 2010). Також використано класифікацію конструкцій ПЛС за додатковими типами (Sovakov 2014, Lobchenko 2015).

Під час подеревного переліку зафіксовано діаметр, висоту, клас Крафта, категорію санітарного стану кожного з дерев. Облік проведено по кожному з рядів лісової смуги. Категорії санітарного стану дерев оцінювали та індекс стану насадження визначення відповідно до Санітарних правил у лісах України (Sanitarni pravyla 2016).

Облік підросту проводили за методикою УкрНДЛГА (Pasternak 1990): в узліській і центральній частинах лісової смуги закладали по 10 ділянок (10 м^2) для обліку підросту та підліску, який розподіляли за категоріями розміру (дрібний (0,1–0,5 м), середній (0,6–1,5 м) та великий ($> 1,5$ м)). Ажурність вертикального профілю верхньої та нижньої частин смугового насадження оцінювали під час аналізу фотознімків лісових смуг та визначення відсотка просвітів нижньої та верхньої частин ПЛС. Для статистичного аналізу даних використано стандартні методи варіаційної статистики, кореляційного та регресійного аналізу (Lakin 1990).

Результати та обговорення. Більшість полезахисних лісових смуг (ПЛС) мають щільні (частка просвітів у ПЛС – від 2,0 до 12,9 %) та ажурні (частка просвітів – від 12,0 до 26,3 %) конструкції, а також перехідні типи конструкцій – ажурно-щільні та ажурно-продувні (табл. 1). Конструкція полезахисних насаджень на сучасному етапі відрізняється від запроєктованих продувних та ажурно-продувних, за винятком ПЛС № 61, 63-1 та 65.

Полезахисні лісові смуги в обох господарствах мають різні конструктивні особливості та змінюються від щільної – ПЛС № 63-2, 7 та 11 (рис. 1а), ажурно-щільної – ПЛС № 1, 11, 15 (рис. 1б); ажурної – ПЛС № 64, 66-1, 66-2, 23 (рис. 1в); ажурно-продувної – ПЛС № 61, 65 (рис. 1г) та лісових смуг продувної конструкції, а саме – ПЛС № 65 (частково) та 63-1.

Лінійне насадження ПЛС 63 умовно поділено на дві секції, в одній із них (63-1) зберіглася продувна конструкція, хоча дослідження виявили суттєві порушення санітарного стану насадження, спричинені надмірною рекреацією та пошкодженням вогнем. Також відзначено пригнічення підросту та підліску під час випалювання стерні, що сприяло

збільшенню ажурності в нижній частині профілю смуги. Продувну конструкцію частково має й ПЛС № 65, де виявлено рівномірне розташування великих просвітів між стовбурами та кронами. У цих ПЛС відзначено ознаки деградації насаджень, зумовлені антропогенним впливом (рис. 2).

Таблиця 1

Лісівничо-меліоративна характеристика систем полезахисних лісових смуг Харківської області

№ ПЛС	Склад	Рік створення	Спосіб створення*	Вік, років	Середній діаметр, см	Захисна висота, м	Кількість рядів	Густота, шт. · га ⁻¹	Конструкція
«Дослідне поле» ХНАУ									
60	7Дз3Язл+Клг	1950–1951	СЛВ	68	22,0	20,5	4	933	Щільна
47	7Дз3Клг+Язл	1950–1952	СЛВ	68	24,0	22,5	28	773	Ажурно-щільна
61	9Дз1Клг+Язл	1950–1952	Г	68	29,2	23,0	5	987	Ажурно-продувна
63-1	9Дз1Язл	1950–1952	РПС	68	26,8	22,5	5	747	Продувна
63-2	7Дз3Язл+Клг+Лпд	1950–1952	РПС	68	26,5	22,4	3	1027	Щільна
64	9Дз1Клг+Язл	1950	Г	68	26,6	22,2	5	987	Ажурна
65	10Дз+Клг	1950	Г	68	27,1	22,4	3	844	Ажурно-продувна
66-1	10Дз	1949	Г	69	26,3	22,0	3	840	Ажурна
66-2	10Дз+Клг	1949	Г	69	28,3	23,0	3	1107	Ажурна
68	10Дз+Клг	1949	Г	69	22,6	19,8	12**	400	Щільна
«Елітне»									
15	4Дз5Язл1Клг	1949–1952	Г	69	24,1	17,9	5	1035	Ажурно-щільна
11	4Дз4Язл2Клг	1948	РСС	70	23,3	18,2	6	877	Щільна
38	7Клг3Язл+Дз	1952–1954	Г	66	21,6	17,9	7	957	Ажурно-щільна
1	6Дз3Язл1Клг+Клп	1949–1953	Г	69	22,9	19,2	6	762	Ажурно-щільна
7	8Язл2Дз+Клг	1948–1955	РСС	70	24,3	20,0	6	1616	Щільна
23	3Дз3Язл2Яз2Клг	1948–1954	Г	70	25,8	20,3	7	1462	Ажурна

*СЛВ – стрічково-лункове висівання; РСС – рядове садіння сіянцями; Г – гніздовий спосіб створення.

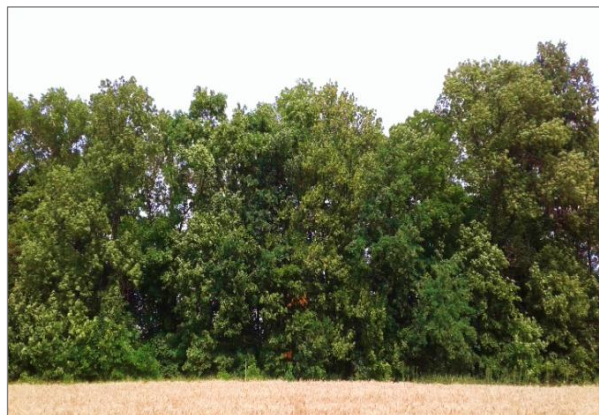
**На момент створення лісової смуги (1949 р.).

Насадження на пробних площах представлені чистими і мішаними деревостанами. Серед деревних порід переважають дуб звичайний (*Quercus robur* L.), клен гостролистий (*Acer platanoides* L.), ясен зелений (*Fraxinus lanceolata* Borkh.), ясен звичайний (*Fraxinus excelsior* L.), також ростуть клен польовий (*Acer campestre* L.) та липа серцелиста (*Tilia cordata* Mill.).

Вік полезахисних смуг становить 66–70 років. Відповідно з віком змінилася й захисна висота насаджень – від 17,9 до 23,0 м. На території «Дослідне поле ХНАУ» смуги мають три або п'ять рядів, у системі захисних насаджень «Елітне» – шість або сім. Було досліджено також багаторядні ПЛС, які належать до системи захисних насаджень «Дослідне поле ХНАУ» – ПЛС № 47, 60 та 68. Лісова смуга № 60 має відмінності, оскільки на момент створення, у 1949 р., її закладено як 10-рядну.

В системі лінійних насаджень господарства «Дослідне поле ХНАУ» склад деревостану представлений дубом звичайним та ясенем зеленим, з незначною часткою клена гостролистого. У насадженнях системи «Елітне» склад полезахисних смуг за відсутності доглядів зазнав змін, частка дуба зменшилася до 2–3 одиниць у деревостані, дуб звичайний

поступово витісняють ясен зелений та клен гостролистий. У ПЛС № 7 частка ясеня зеленого сягає 8 одиниць, а в ПЛС № 38 частка клена гостролистого в породному складі становить 7 одиниць. Ці зміни в складі насаджень пояснюються тим, що в лінійних смугах відбувалося вилучення кращих екземплярів дерев дуба під час самовільних рубок. Утворені просвіти зникалися за рахунок природного поновлення другорядними породами.



a



b



v



z

Рис. 1 – Конструкції полезахисних лісових смуг: *a* – щільна; *b* – ажурно-щільна; *v* – ажурна; *z* – ажурно-продувна



Рис. 2 – Фрагмент полезахисної лісової смуги продувної конструкції (ЛС № 65)

Просторове розміщення дерев у ПЛС має значний вплив на їхні ріст і розвиток. На відміну від середніх рядів, які є більш затіненими, дерева крайніх рядів здатні розвивати потужну розлогу крону. За нормативними вимогами проектною шириною для ПЛС є ширина за крайніми рядами плюс одне міжряддя не більше ніж 15 метрів (Instruktsiya po proektirovaniyu 1979), але у разі введення головних порід у крайні ряди ширина лісових смуг за проекціями крон може перевищувати ширину за крайніми рядами плюс одне міжряддя у 1,5–2,0 разу (Sovakov 2013). Під час аналізу виявлено, що ширина ПЛС за проекцією крон на дослідних об'єктах у 1,5–3,5 разу перевищувала запроектовану ширину смуги. Таким чином, ширина лісової смуги збільшується за рахунок однобічного розростання крон дерев з крайніх рядів. Наближення відношення B_M/B_K до нуля вказує на істотне збільшення проекції крони у насадженнях проти ширини за крайніми рядами плюс одне міжряддя. Виявлено, що найнижче співвідношення є характерним для ПЛС зі значним переважанням у складі дуба звичайного. Так, за участі цієї породи від 7 до 10 одиниць у складі співвідношення B_M/B_K сягає мінімальних значень – 0,28–0,33. Максимальна довжина крони в напрямку поля $L_{кр}$ становить 13,9 м у ЛС № 47 і в межах 10 м у смугах обох дослідних господарств (табл. 2).

Таблиця 2

Відношення ширини B_M/B_K у полежахисних лісових смугах залежно від породного складу

№ ПЛС	Склад	Ширина лісової смуги		B_M/B_K	$L_{кр}$, м	№ ПЛС	Склад	Ширина лісової смуги		B_M/B_K	$L_{кр}$, м
		B_M	B_K					B_M	B_K		
47	7Дз3Клг+Язл	20,0	39,1	0,51	13,9	66-2	10Дз+Клг	10,0	31,7	0,32	12,5
60	7Дз3Язл+Клг	10,0	35,3	0,28	10,8	68	10Дз+Клг	20,0	31,5	0,63	7,0
61	9Дз1Клг+Язл	10,0	30,6	0,33	11,3	1	6Дз3Язл1Клг+Клп	16,0	24,9	0,64	4,5
63-1	9Дз1Язл	10,0	30,6	0,33	11,3	7	8Язл2Дз+Клг	7,5	18,5	0,41	7,0
63-2	7Дз3Язл+Клг+Лпд	10,0	25,5	0,39	9,0	11	4Дз4Язл2Клг	10,5	22,8	0,46	7,7
64	9Дз1Клг+Язл	10,0	24,6	0,41	8,3	15	4Дз5Язл1Клг	12,0	18,6	0,65	5,8
65	10Дз+Клг	13,0	26,7	0,49	9,0	23	3Дз3Язл2Язв2Клг	8,0	21,3	0,38	6,1
66-1	10Дз	10,0	24,3	0,41	8,8	38	7Клг3Язл+Дз	27,8	39,2	0,71	7,2

Санітарний стан дерев у ПЛС системи ДП «ДГ “Елітне” ІР НААН» суттєво відрізняється від стану смуг «Дослідне поле» ХНАУ, його індекс коливається в межах від 2,1 (ослаблене насадження) до 3,9 (сильно ослаблене) (табл. 3). Значну частку свіжого та старого сухоостою виявлено в ПЛС № 7. Причиною його появи стало пошкодження низовою пожежею, що виникла внаслідок випалювання стерні на полях. Частка сухостійних дерев сягала 34,7 %. Значне погіршення санітарного стану дерев відзначено також для лісової смуги № 38, склад насадження якої 7Клг3Язл+Дз. Деревя клена гостролистого були уражені антрактозом (*Arionomonia errabunda* (Roberge ex Desm.) Höhn.), а дефоліація крони сягала 70 %. Категорії санітарного стану дерев у системі лісових смуг перебувають у межах III–VI. Найкращий стан відзначено в ПЛС № 23, яка мала склад 3Дз3Язл2Язв2Клг: I_c становив 2,1 бала, а частка сухостійних дерев дорівнювала 5,2 %. Для насадження була характерною наявність значної частки здорових дерев I категорії стану (35,8 %) та II категорії стану (38,9 %). Таким чином, найвищу стійкість мало мішане насадження, співвідношення порід у якому сформувалося внаслідок процесів природного зрідження. Це насадження з дуба звичайного, ясеня зеленого, ясеня звичайного та клена гостролистого. Склад деревостану,

сформованого за рахунок природних процесів, потребує подальших досліджень, адже насадження виявилось найбільш стійким і мало кращій санітарний стан у системі «Елітне».

Таблиця 3

**Розподіл дерев за категоріями стану, індекс санітарного стану та середньозважений клас Крафта в
 полезахисних смугах систем «ДГ “Елітне” ІР НААН» та «Дослідне поле» ХНАУ**

№ ПЛС	Категорія санітарного стану						I _c	Клас Крафта
	I	II	III	IV	V	VI		
«Елітне»								
1	1,4	31,0	47,9	19,7	0,0	0,0	2,9	3,2
7	38,6	21,8	3,0	2,0	3,0	31,7	3,0	3,1
11	8,3	32,0	28,4	18,9	8,9	3,6	2,4	2,8
15	16,3	38,4	26,7	14,0	1,2	3,5	2,6	2,8
23	16,9	36,8	17,9	13,9	2,5	11,9	2,1	2,5
38	0,0	2,0	12,3	70,4	7,4	7,9	3,9	3,4
«Дослідне поле» ХНАУ								
47	15,4	33,8	18,5	9,2	0,0	23,1	2,2	2,7
60	15,6	21,3	28,1	27,5	0,0	7,5	2,3	2,8
61	40,3	17,7	14,5	12,9	0,0	14,5	1,7	2,7
63-1	5,2	18,0	42,7	24,6	9,5	0,0	2,7	2,1
63-2	11,5	51,3	37,2	0,0	0,0	0,0	2,0	2,7
64	24,1	42,3	10,9	14,6	3,6	4,4	1,9	2,9
65	16,1	31,1	31,7	17,4	0,0	3,7	2,1	2,8
68	66,7	33,3	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	2,9
66-1	13,9	60,7	17,2	3,3	0,0	4,9	1,9	2,7
66-2	13,3	30,0	46,7	6,7	0,0	3,3	2,2	2,8

Кращій стан мали дерева у ПЛС системи «Дослідне поле» ХНАУ. Тут I_c насаджень становив 1,2–3,9. Частка сухостійних дерев становила від 0 до 14,5 % (ЛС № 61), а у складі переважав дуб звичайний. Найкращій стан зафіксовано в полезахисній смузі № 68 (I_c = 1,2), яка мала склад 10Дз+Клг; в ній були відсутні дерева III–VI категорій стану. Частка здорових дерев становила 66,7 %, що свідчить про кращій стан масивного насадження (12 рядів). У полезахисних смугах, де зафіксовано збільшення індексу санітарного стану, який варіювався в межах 2,1–3,0 бала, виявлено значну частку свіжого та старого сухостою, а також дерев, що всихають.

Лінійні насадження, в яких частка дерев четвертого та п'ятого класів Крафта була значною, мали гірший санітарний стан. Під час регресійного аналізу виявлено зв'язок між середнім класом Крафта насадження та I_c у ньому (рис. 3). Така залежність найкраще апроксимується рівнянням прямої лінії $y = 2,011x - 3,39$ за рівня значущості $p = 0,05$. Таким чином, I_c насадження визначався диференціацією дерев на 44 %.

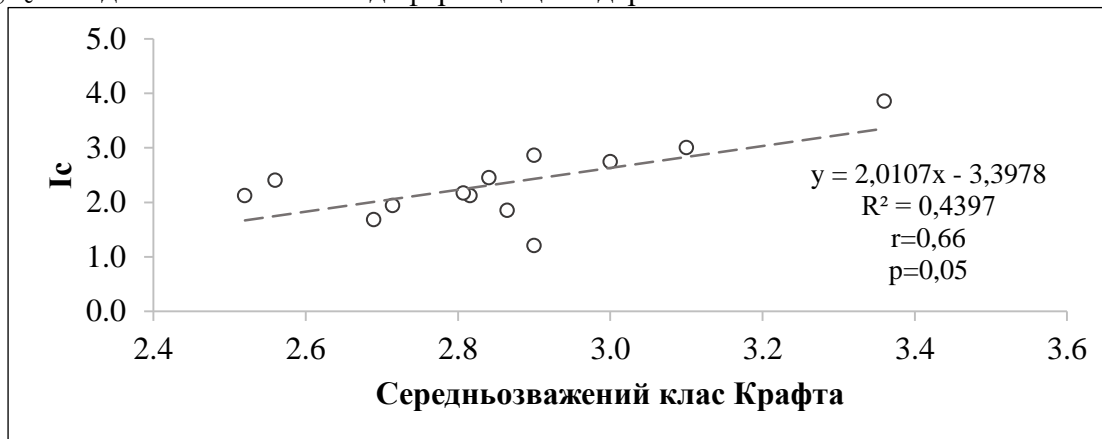


Рис. 3 – Залежність стану полезахисного насадження від середніх значень класів дерев за Крафтом

Виявлено, що процес диференціації дерев у більшості полезахисних насаджень активно триває (табл. 4); частка відсталих у рості дерев IV–V класів Крафта сягала максимуму 34 % (ПЛС № 7) і коливалася в межах 3–34 %. У системі ПЛС «Елітне» частка дерев V класу Крафта була вищою, ніж у системі «Дослідне поле» ХНАУ, де вона коливалася в межах 0–11,7 %.

Таблиця 4

Розподіл дерев у полезахисних лісових смугах за класами Крафта

№ ПЛС	Клас Крафта					I _c
	I	II	III	IV	V	
«Елітне»						
1	16,3	23,8	22,5	2,5	35,0	2,9
7	25,7	14,9	13,9	11,9	33,7	3,0
11	17,4	23,2	21,7	33,3	4,3	2,4
15	20,5	20,5	27,3	21,6	10,2	2,6
23	21,1	28,4	33,7	11,6	5,3	2,1
38	0,0	17,3	39,1	25,0	17,3	3,9
«Дослідне поле» ХНАУ						
47	8,6	34,5	41,4	12,1	3,4	2,2
60	14,3	20,0	35,7	30,0	0,0	2,3
61	6,8	31,1	50,0	10,8	1,4	1,7
64	9,5	21,6	45,9	18,9	4,1	1,9
65	13,2	23,7	38,2	18,4	6,6	2,1
68	6,7	23,3	46,7	20,0	3,3	1,2
63-1	41,6	24,7	22,1	10,4	1,3	2,7
63-2	10,7	21,4	53,6	12,5	1,8	2,0
66-1	12,7	22,2	47,6	15,9	1,6	1,9
66-2	9,6	25,3	41,0	22,9	1,2	2,2
68	6,7	23,3	46,7	20,0	3,3	1,2

Сучасний склад насаджень відрізнявся від запроєктованого майже у всіх досліджуваних полезахисних смугах. Під час аналізу розподілу дерев за станом з урахуванням породного складу насаджень (табл. 5) виявлено, що найкращим санітарним станом вирізняються дерева клена гостролистого – у межах 1,0–2,8 бала. У ПЛС № 15, 11, 38 індекс санітарного стану дуба поступався середньому I_c по насадженню на 2–5 %. Лише в ПЛС № 7 та 23 стан дуба був кращим на 19–50 % щодо інших порід (середньозважений клас Крафта дуба становив 1,6–1,9, тоді як у супутніх порід – 2,2–4,0).

Таблиця 5

Розподіл дерев за породами та категоріями санітарного стану в полезахисних смугах системи ДП «ДГ “Елітне” ІР НААН»

Порода	Категорія санітарного стану						I _c	Середній діаметр d, см	Висота H, м	Клас Крафта
	I	II	III	IV	V	VI				
ПЛС № 1										
Дз	0	16,1	64,5	19,4	0	0	3	27	–	2,2
Клг	6,3	68,8	25	0	0	0	2,2	17,4	15,2	3,9
Клп	0	100,0	0	0	0	0	2,0	24,0	–	3,0
Язл	0	21,7	43,5	34,8	0	0	3,1	20,8	–	4,0
Разом	0,4	17,1	39,7	21,8	0	21,0	0,4	22,9	15,2	3,2
ПЛС № 7										
Дз	70,8	20,8	4,2	0	4,2	0	1,5	24,9	–	1,9
Клг	100,0	0	0	0	0	0	1,0	9	–	4,0
Язл	27,6	22,4	2,6	2,6	2,6	42,1	3,6	24,4	–	3,5
Разом	12,7	14,3	2,9	2,6	4,9	62,5	3,0	24,1	0	3,1

Закінчення табл 5

Порода	Категорія санітарного стану						I _c	Середній діаметр d, см	Висота H, м	Клас Крафта
	I	II	III	IV	V	VI				
ПЛС №11										
Дз	4,4	26,7	40,0	17,8	11,1	0	2,6	30,4	–	2,9
Кг	10,7	21,3	32,0	21,3	6,7	8,0	2,5	15,7	–	3,5
Яз	8,2	53,1	12,2	16,3	10,2	0	2,2	28,2	–	1,9
Разом	8,3	32,0	28,4	18,9	8,9	3,6	2,4	23,3	–	2,8
ПЛС №15										
Дз	8,3	54,2	29,2	4,2	0	4,2	2,5	31,4	17,7	2,3
Кг	6,3	43,8	18,8	31,3	0	0	2,8	13,8	8,4	4
Яз	32,4	29,4	29,4	5,9	0	2,9	2,2	27,7	21,9	2,1
Разом	5,4	23,0	23,0	12,3	1,9	34,5	3,0	24,1	17,9	2,8
ПЛС №23										
Дз	15,8	84,2	0	0	0	0	1,7	30,5	21,9	1,6
Клг	68,8	18,8	0	12,5	0	0	1,2	20,2	14,8	3,0
Яз	2,9	47,1	8,8	23,5	0	17,6	2,6	29,7	21,7	2,2
Язл	5,2	20,6	34,0	16,5	5,2	18,6	2,9	25,5	21,4	2,9
Разом	16,9	36,8	17,9	13,9	2,5	11,9	2,1	25,2	19,0	2,5
ПЛС №38										
Дз	0	0	0	100,0	0	0	4,0	29	–	2,5
Клг	0	2,6	11,7	74,6	3,3	7,8	3,9	21,3	–	3,2
Яз	0	0	15,1	54,7	21,6	8,6	4,1	23,0	–	4,2
Разом	0	2,0	12,3	70,4	7,4	7,9	3,9	21,5	0	3,4

У системі ПЛС «Дослідне поле» ХНАУ індекс санітарного стану дубових деревостанів у лісових смугах коливався у межах 1,2–2,7. Кращий стан у дерев дуба, якщо порівняти з іншими породами в складі насадження, відзначено в ПЛС № 63 (на 9,5 %) та 64 (на 3,8 %). Гіршим він був у смугах 61 та 68 на 3,6 та на 1,7 % відповідно (табл. 6).

Особливості росту й розвитку дерев суттєво залежали від їхнього просторового розміщення в полезахисних лісових смугах. Так, найгірші умови для росту дерев відзначено в центральних рядах, найкращі – в узлісних, тобто в крайніх рядах. Максимальні показники за діаметром визначено в дерев, які ростуть з південного боку смуги. Середній діаметр дерев, які ростуть у крайніх рядах, був на 10,2–20,9 % більшим, порівнюючи із середнім діаметром по насадженню. На ЛС № 1 та 23 середні діаметри були нижчими за рахунок значної кількості дерев клена, який з роками зміг перейти до першого ярусу, але значно поступався за діаметром старим деревам. Виявлено, що відмінності між діаметрами дерев залежно від просторового розміщення рядів є статистично значущими ($F = 6,45$; $p = 0,05$). Оскільки дерева, які ростуть в узлісних рядах, мали значно більшу площу живлення, їхні крони отримували додаткове освітлення. Такі дерева мали кращі умови для росту й розвитку, ніж дерева в центральній частині насадження. Це призвело до інтенсивного відпаду в центральних частинах смуг проти крайніх. У системі ПЛС «Дослідне поле» ХНАУ максимальні показники за діаметром також відзначено в дерев, які ростуть у крайніх рядах. Середній діаметр дерев, які ростуть у центральних рядах, був на 12,9–36,5 % нижчим, якщо порівняти із середнім діаметром по насадженню.

По кожній ПЛС за рядами встановлено, що середні діаметри в крайніх рядах смуг у більшості випадків були більшими, ніж у центральних. У деяких ПЛС виявлено успішне природне поновлення клена гостролистого (ПЛС № 1) у крайніх рядах. Поза рядом було зафіксовано наявність клена гостролистого, який мав значно менший вік та хаотичне розміщення, такі дерева було умовно «включено» до крайнього ряду. Це призвело до заниження середнього діаметра в ряду до 14,4 см. Густиоту дерев у рядах розраховували у шт. км⁻¹. У ЛС № 7 незначна густина насадження у двох крайніх рядах (80 та 120 шт. км⁻¹) сприяла збільшенню діаметра не лише у крайньому ряду, але і в попередньому – 28,3 см.

Розподіл дерев за породами та категоріями санітарного стану в поєззахисних смугах системи «Дослідне поле» ХНАУ

Порода	Категорія санітарного стану						I _c	Середній діаметр d, см	Клас Крафта
	I	II	III	IV	V	VI			
ПЛС № 47									
Грш	0,0	25,0	75,0	0,0	0,0	0,0	2,7	18,6	3,7
Дз	6,5	41,6	7,8	5,2	0,0	39,0	2,7	31,1	2,5
Клг	46,7	20,0	20,0	13,3	0,0	0,0	1,5	26,5	2,6
Лпд	14,3	28,6	0,0	57,1	0,0	0,0	2,3	22,1	4,0
Яз	0,0	40,0	60,0	0,0	0,0	0,0	2,5	23,7	3,0
Язл	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	3,0	29,0	3,0
Разом	15,4	33,8	18,5	9,2	0,0	23,1	2,2	28,1	2,7
ПЛС № 60									
Дз	28,8	30,3	31,8	0,0	0,0	9,1	1,8	26,2	2,4
Клг	30,0	0,0	30,0	40,0	0,0	0,0	2,0	21,2	3,2
Яз	0,0	9,3	20,9	55,8	0,0	14,0	3,6	22,8	3,5
Язл	7,3	24,4	29,3	39,0	0,0	0,0	2,6	24,3	3,1
Разом	15,6	21,3	28,1	27,5	0,0	7,5	2,3	24,8	2,8
ПЛС № 61									
Дз	36,8	20,8	14,2	11,3	0,0	17,0	1,7	29,8	2,7
Клг	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	26,5	2,8
Язл	0,0	0,0	42,9	57,1	0,0	0,0	3,5	25,5	3,0
Разом	40,3	17,7	14,5	12,9	0,0	14,5	1,7	29,2	2,7
ПЛС № 63-1									
Дз	8,4	25,2	35,3	26,9	4,2	0,0	2,5	29,7	1,8
Клг	0,0	0,0	60,0	40,0	0,0	0,0	3,3	20,2	1,5
Лпд	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	4,0	18,0	3,0
Язл	1,5	11,8	52,9	11,8	22,1	0,0	3,1	22,7	2,9
Разом	5,2	18,0	42,7	24,6	9,5	0,0	2,7	26,8	2,1
ПЛС № 64									
Дз	24,2	46,2	16,5	13,2	0,0	0,0	1,8	30,1	2,5
Клг	33,3	42,4	0,0	24,2	0,0	0,0	1,7	19,0	3,5
Язл	0,0	15,4	0,0	0,0	38,5	46,2	4,3	18,0	4,3
Разом	24,1	42,3	10,9	14,6	3,6	4,4	1,9	26,6	2,9
ПЛС № 65									
Дз	16,6	31,8	32,5	15,3	0,0	3,8	2,1	27,1	2,8
Клг	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	4,0	20,0	5,0
Разом	16,1	31,1	31,7	17,4	0,0	3,7	2,1	27,1	2,8
ПЛС № 68									
Дз	63,6	36,4	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	23,6	2,8
Клг	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	13,7	3,7
Разом	66,7	33,3	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	22,6	2,9
ПЛС № 63-2									
Дз	12,8	55,3	31,9	0,0	0,0	0,0	2,0	23,4	2,7
Язл	5,3	31,6	63,2	0,0	0,0	0,0	2,4	23,5	2,9
Разом	11,5	51,3	37,2	0,0	0,0	0,0	2,0	23,4	2,7
ПЛС № 66-1									
Дз	13,9	60,7	17,2	3,3	0,0	4,9	1,9	26,3	2,7
Разом	13,9	60,7	17,2	3,3	0,0	4,9	1,9	26,3	2,7
ПЛС № 66-2									
Дз	13,5	29,2	47,2	6,7	0,0	3,4	2,2	28,3	2,8
Клг	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	22,0	3,0
Разом	13,3	30,0	46,7	6,7	0,0	3,3	2,2	28,3	2,8

Густота деревостану в лінійних насадженнях варіювалася в межах 779–1375 шт.·га⁻¹ та визначалася шириною міжрядь і кількістю рядів у полежахисній смузі. Збережуваність дерев у смугах коливалася у межах 11,2–30,0 % та була вищою в системі полежахисних смуг «Дослідне поле» ХНАУ – 14,8–30,0 %. Збережуваність дерев залежала від схеми садіння (ширини міжрядь) та кількості рядів (рис. 4). Виявлено сильний обернений кореляційний зв'язок між кількістю рядів у ПЛС та збережуваністю дерев у лісових смугах ($r = -0,83$; $p = 0,05$). Так, у полежахисних насадженнях з міжряддями 4–6 м збережуваність була найвищою – 22–30 %. За міжрядь 2,0–2,5 м вона становила лише 11,5 %.

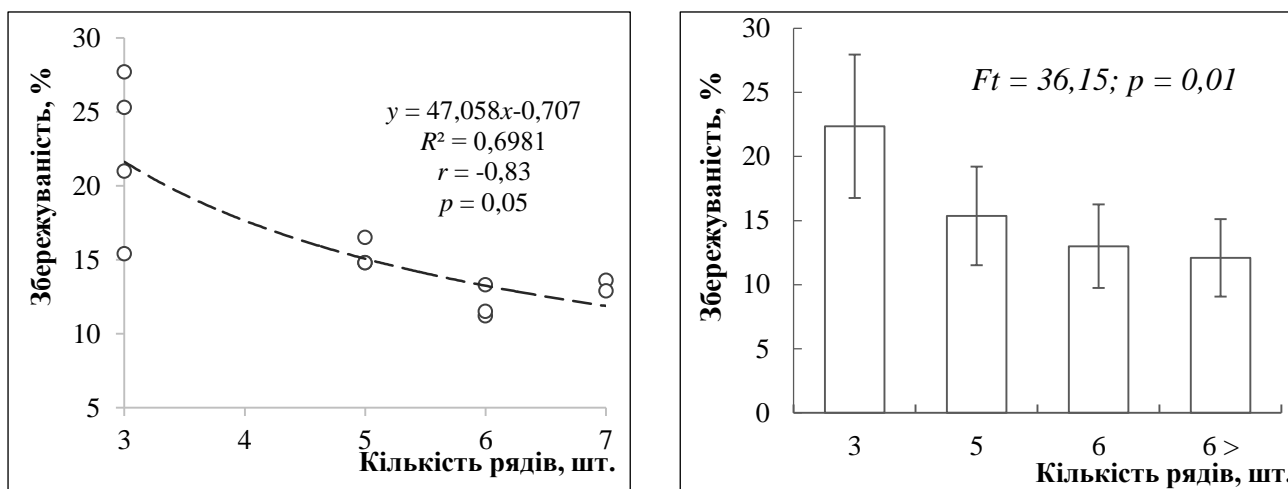


Рис. 4 – Збережуваність дерев у полежахисних лісових смугах залежно від кількості рядів

Враховуючи індивідуальні особливості кожної ПЛС, досліджено вплив густоти як фактора, що впливає на зміну таксаційних показників та на санітарний стан дерев. Під час аналізу груп за t -критерієм та F -критерієм виявлено, що дерева з крайніх рядів статистично достовірно мають більший діаметр на 18 % ($t_f = -5,4$; $t_t = 2,0$; $p = 0,01$). Густота в таких рядах достовірно різнилася ($t_f = 3,1$; $t_t = 2,1$; $p = 0,05$) і на 30 % перевищувала аналогічний показник із центральної частини лісових смуг. Стан дерев із крайніх та центральних рядів достовірно не різнився. Подібні результати отримано і за F -критерієм, санітарний стан також достовірно не різнився. Під час кореляційного аналізу (табл. 7) виявлено, що на діаметр найбільший вплив мали просторове розміщення дерева (ряди), густота насадження та санітарний стан.

Таблиця 7

Кореляційна матриця досліджуваних показників

Показник	Ряд	Діаметр	Густота	I _c
Ряд	1,00	0,53*	0,51*	0,06
Діаметр	0,53*	1,00	0,33*	-0,32*
Густота	0,51*	0,33*	1,00	-0,15
I _c	0,06	-0,32*	-0,15	1,00

*Зв'язки є достовірними при рівні значущості $p = 0,05$.

Графічну залежність стандартизованих значень санітарного стану від густоти та середнього діаметра зображено на рисунку 5.

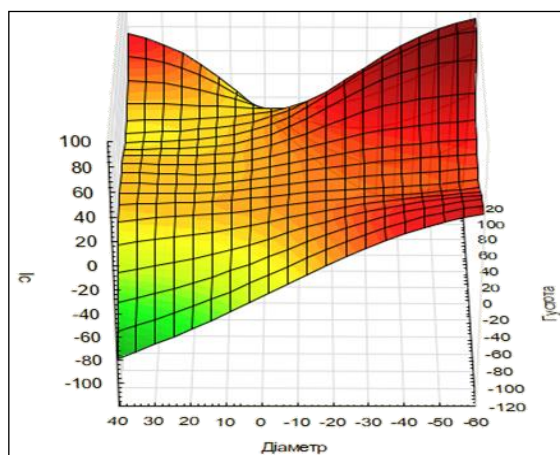


Рис. 5 – Залежність між стандартизованими показниками санітарного стану, діаметра та густоти в насадженнях лісових смуг

Формування типів конструкцій за відсутності лісівничих заходів відбувається за умови розвитку потужних добре розвинених крон (у дерев крайніх рядів) та формування підросту та підліску, особливо в узлісній частині смуги (табл. 8). Очевидно, що ажурна та щільна конструкції є найменш ефективними з погляду агролісомеліорації, але найбільш стійкими. У полезахисних лісових смугах без проведення системи доглядів формується щільне узлісся з природного поновлення головних і супутніх порід (із різним співвідношенням ПЛС) та значної частки кущів, які утворюють підлісок.

Таблиця 8

Формування підросту та підліску в полезахисних лісових смугах та вплив їх на зміну запроєктованих конструкцій

№ ПЛС	Співвідношення частин вертикального профілю		Ажурність в облістяному стані, %			Кількість підросту в лісових смугах, тис. шт. га ⁻¹			Кількість підліску в лісових смугах, шт. га ⁻¹
	нижньої	верхньої	нижня	верхня	загальна	крупний	середній	дрібний	
«Елітне»									
1	0,3	0,7	2,0	30,0	21,6	4,0	6,9	21,1	25,7
7	0,2	0,8	0,0	10,0	8,0	8,0	0,8	2,8	6,7
11	0,2	0,9	2,0	10,0	8,8	7,0	3,1	22,0	0,3
15	0,3	0,7	12,0	15,0	12,9	4,5	9,7	37,6	1,3
17	0,3	0,7	5,0	20,0	15,5	5,5	28,3	27,1	4,6
23	0,3	0,7	25,0	25,0	25,0	1,7	0,0	2,5	0,0
38	0,3	0,7	15,0	25,0	22,0	2,6	7,0	31,5	0,8
«Дослідне поле» ХНАУ									
60	0,2	0,8	2,0	5,0	4,4	7,5	23,3	23,2	10,3
61	0,1	0,9	30,0	10,0	12,0	5,0	14,8	49,8	3,8
64	0,3	0,8	30,0	25,0	26,3	4,5	8,9	18,4	15,3
65	0,5	0,5	40,0	10,0	25,0	2,7	3,9	4,4	33,2
68	0,2	0,8	10,0	0,0	2,0	4,3	0,7	13,0	9,3
63-1	0,4	0,6	40,0	20,0	28,0	2,6	5,6	4,6	20,2
63-2	0,4	0,6	8,0	10,0	9,2	6,5	1,6	2,4	4,2
66-1	0,3	0,7	10,0	25,0	20,5	10,0	8,6	33,0	18,9
66-2	0,2	0,8	12,0	13,0	12,8	8,1	13,8	26,2	38,6

Підріст, віднесений до категорії «великий» (понад 1,5 м), доволі сильно впливає на ажурність нижньої частини полезахисних смуг. Так, під час кореляційного аналізу виявлено обернений помірний зв'язок між зміною ажурності нижнього профілю ($r = -0,6; p = 0,05$) та загальної ажурності ($r = -0,53; p = 0,05$). Подібні результати отримано в роботі (Khryuk & Levandovska 2016), де автори також відзначають збільшення щільності вертикального

профілю лісових смуг, яка зумовлена розростанням чагарників підліску та підросту другорядних порід. Але, на наш погляд, раціональніше проводити аналіз змін ажурності окремо як нижньої, так і верхньої частин вертикального профілю із встановленням причин таких змін.

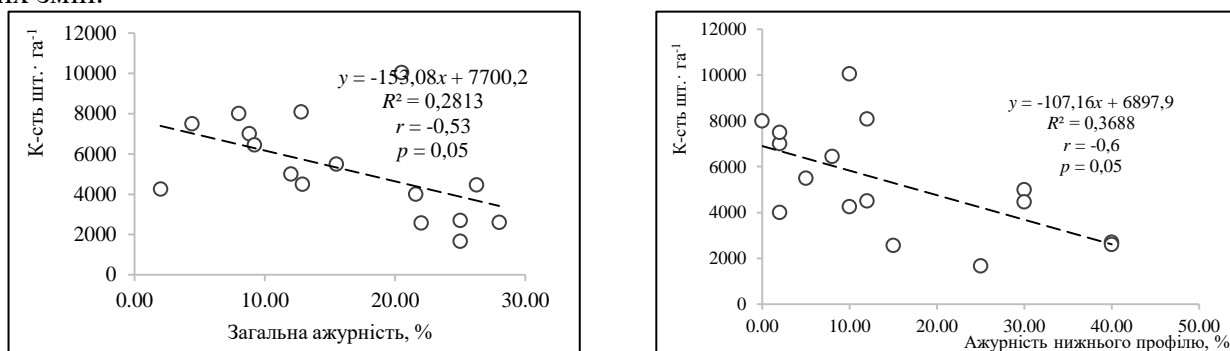


Рис. 6 - Вплив густоти «великого» підросту на зміну ажурності нижньої частини профілю ПЛС (ліворуч – загальна ажурність, праворуч – нижнього профілю)

Іншим не менш важливим чинником, від якого залежить ажурність профілю ПЛС (A), є кількість рядів у полежахисній лісовій смузі. Множинний коефіцієнт кореляції за включенням густоти підліску та підросту (G) ПЛС та кількості рядів (R) сягає 0,7 ($p = 0,05$). У графічному вигляді ці взаємозв'язки виглядають таким чином (рис. 7).

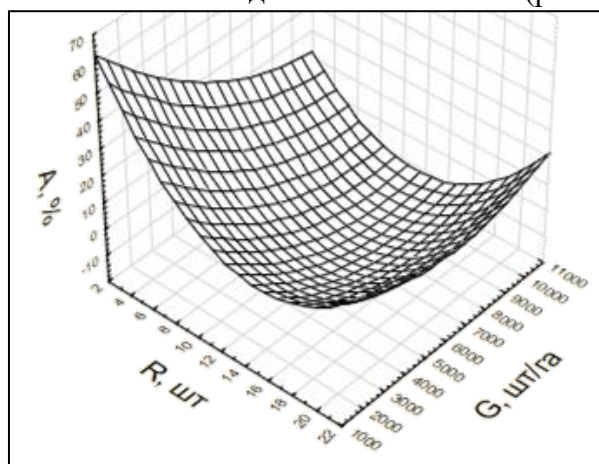


Рис. 7 – Залежність зміни ажурності нижньої частини профілю від кількості рядів (R), густоти великого підросту та підліску (G)

Максимальна ажурність нижньої частини профілю відзначалася в трьохрядних ПЛС з незначною густрою великого підліску й підросту та зменшувалася зі збільшенням цих показників.

Висновки. Надмірне розростання другорядних та чагарникових порід призводить до зменшення ажурності вертикального профілю до 0,5 %. Породний склад упродовж розвитку насаджень зазнав змін, його трансформація пов'язана зі зменшенням частки дуба звичайного (до 2 одиниць) та збільшенням частки супутніх порід – ясеня зеленого та клена гостролистого.

Індекс санітарного стану полежахисних лісових смуг становить від 2,1 (ослаблене насадження) до 3,9 (сильно ослаблене). Стан смуг залежить від частки дерев VI та V класів Крафта у насажденні, пошкоджень, спричинених пожежами (випалювання стерні), посилення рекреаційного тиску та породного складу (найбільш стійкими виявилися дерева дуба звичайного та клена гостролистого).

Інтенсивність росту дерев у ПЛС суттєво залежить від їхнього просторового розміщення в насадженні. Середній діаметр дерев, які ростуть у крайніх рядах, є на 10,2–20,9 % більшим, ніж середні дані по насадженню.

За відсутності проведення доглядів за кроною відбувається інтенсивне асиметричне розростання крони дерев ПЛС у крайніх рядах на 4,5–13,9 м, що зрештою призводить до збільшення фактичної ширини ПЛС за проекцією крон у 1,5–3,5 разу від запроєктованої ширини смуги.

Сучасні конструкції лінійних насаджень відрізняються від запроєктованих, їх класифіковано як щільні та ажурні. Ажурність верхньої частини профілю залежить від розвитку крон та кількості рядів у позахисній смузі. За результатами множинного регресійного аналізу, ажурність нижньої частини профілю на 47 % визначалася густотою великого та середнього підросту, підліску та рядності ПЛС.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

Ahrolisomeliatsiya. Terminy i vyznachennya ponyat. DSTU 4874:2007 [Agroforestry: Terms and definitions. State Standard 4874:2007]. 2010. Valid from January 1, 2009. Kyiv, Derzhspozhyvstandart Ukrayiny, 18 p. (in Ukrainian).

Alemu, M. M. 2016. Ecological benefits of trees as windbreaks and shelterbelts. *Int. J. Ecosyst.*, 6: 10–13.

Bodrov, V. A. 1937. *Polezakhysne lisorozvedennya* [Field-protective forestation]. Moscow, 268 p. (in Russian).

Bondaruk, M. A. and Tselishchev, O. G. 2015. Fitoindykatsiya klimatychnykh rezhymiv ekotopiv lisovykh ekosystem Srednyorskoho lisostepovoho okruhu Ukrayiny [Phytindication of climatic regimes of forest ecosystems ecotopes for Central Russian Upland Steppe and Forest forestry district of Ukraine]. *Lisivnytstvo i ahrolisomeliatsiya* [Forestry and Forest Melioration], 127: 144–153 (in Ukrainian).

Ekolohichnyy pasport Kharkivskoyi oblasti za 2017 rik [Environmental Passport of Kharkiv region in 2017]. 2018. [Electronic resource]. Kharkiv, 156 p. Available from: <https://kharkivoda.gov.ua/oblasna-derzhavna-administratsiya/struktura-administratsiyi/strukturni-pidrozdili/486/2736/93887?sv> (last accessed date 27.09.2018) (in Ukrainian).

Hladun, H. B. and Hladun, Yu. H. 2013. Suchasnyi stan ahrolisomeliatsii i zakhysnoho lisorozvedennia Kharkivskoi oblasti ta perspektivy yikh rozvytku [The current state of agroforestry and protective afforestation Kharkiv region and their development prospects]. *Visnyk TsNZ APV Kharkivskoi oblasti*, 15: 30–38 (in Ukrainian).

Hladun, H. B., Hladun, Yu. H., Yukhnovskiy, V. Yu. 2013. Optymizatsiia nasadzen lisomeliatsiyvnoho kompleksu na adaptivno-landshaftnii osnovi [Optimization of plantations of forest-melioration complex on adaptive-landscape basis]. *Naukovyy visnyk NUBiP Ukrayiny. Seriya: Lisivnytstvo ta dekorativne sadivnytstvo*. [Scientific Herald of NULES of Ukraine. Series: Forestry and decorative gardening], 187(2): 104–111 (in Ukrainian).

Hladun, H. B., Trofymenko, M. Ye., Lokhmatov, M. A. 2005. Zakhysni lisovi nasadzhennia: proektuvannia, vyroshchuvannia, vporiadkuvannia [Windbreaks: design, cultivation, management]. *Kharkiv, Nove slovo*, 390 p. (in Ukrainian).

Instruktsiya po proektirovaniyu i vyrashhivaniyu zashhitnykh lesnykh nasazhdenij na zemljah sel'skohozjajstvennykh predpriyatij ukrainskoj SSR [Instructions for design and cultivation of protective forest plantations on lands of agricultural enterprises of the Ukrainian SSR]. 1979. Kyiv, Ministry of Agriculture, 39 p. (in Russian).

Khryk, V. M. & Levandovska, S. M. 2016. Stan polezakhysnykh lisovykh nasadzen Bilotserkivskoho Natsionalnoho ahrarnoho universytetu [The State of windbreaks of Bila Tserkva National Agrarian University]. *Naukovyy visnyk NLTU Ukrayiny* [Scientific Bulletin of UNFU], 26.3: 187–192 (in Ukrainian).

Kopiy, L. I. 2005. Metodolohichni osnovy optymizatsii lisystosti zakhidnoho rehionu Ukrainy [Methodological bases of optimization of forest cover in Western Ukraine]. *Naukovyy visnyk NLTU Ukrayiny* [Scientific Bulletin of UNFU], 15.3: 28–35 (in Ukrainian).

Kuhns, M. 2012. Windbreak benefits and design (Rural/Conservation Forestry/Utah Forest Facts). Utah State University, Cooperative Extension, Logan, UT.

Lakin, H. F. 1990. *Biometriya* [Biometry]. Moscow, Vysshaya shkola, 352 p. (in Russian).

Lialin, O. I. and Horoshko, V. V. 2014. Suchasnyy stan polezakhysnykh lisovykh nasadzen u zoni diyalnosti DP "Polohivske LMH" Zaporizskoho OULMH [Current state of field shelterbelts in the Pology Forestry and Hunting State Enterprise area of Zaporizhzhya Regional Department of Forestry and Hunting]. *Lisivnytstvo i ahrolisomeliatsiya* [Forestry and Forest Melioration], 125: 160–164 (in Ukrainian).

Lialko, V. I., Yelistratova, L. O., Apostolov, O. A. 2015. Porivnialni doslidzhennia posukhy za suputnykovymy ta meteorolohichnymy indeksamy na prykladi 2007 roku v Ukraini [Comparative researches of a drought using satellite and meteorological indexes for 2007 within Ukraine as an example]. *Kosmichna nauka i tekhnolohiya* [Space Science and Technology], 21(3): 27–30 (in Ukrainian).

Lobchenko, G. O. 2015. Tsenotychna struktura travyanoho yarusu fitotsenozu polezakhysnykh lisovykh smuh [Cenotic structure of grass tier of windbreak forest bars phytocenosis]. *Naukovyy visnyk NLTU Ukrayiny* [Scientific Bulletin of UNFU], 25.1: 130–136 (in Ukrainian).

Lokhmatov, N. A. and Hladun, H. B. 2004. Lisovi melioratsiyi v Ukraini: istoriya, stan, perspektyvy [Forest reclamation in Ukraine: history, status, prospects]. Kharkiv, Nove slovo, 264 p. (in Ukrainian).

Metodyka systemnykh doslidzhen lisoahrarynykh landshaftiv [Methods of system studies of agricultural landscapes]. 1985. Pavlovskiy, Ye. S., Baranov, V. A., Bialiy, O. M. (Eds.). Moscow, All-Union Academy of Agricultural Sciences, 112 p. (in Russian).

Nerlich K., Graeff-Hönninge S., Claupein W. 2013. Agroforestry in Europe: a review of the disappearance of traditional systems and development of modern agroforestry practices, with emphasis on experiences in Germany. *Agroforestry System*, 87: 475–492.

Obratsova, Z. G. 2003. Lisova meteorolohiya [Forest meteorology]. Kharkiv, Kharkiv National Agrarian University, 108 p. (in Ukrainian).

Openko, I. A. and Yevsyukov, T. O. 2016. Ekoloho-ekonomichni zasady ratsionalnogo vykorystannia ta okhorona zemel pid polezakhysnyimi lisovymi nasadzheniamy [Ecological-economic principles of rational use and protection of lands under field-protective shelterbelts]. Kyiv, Kompynt, 183 p. (in Ukrainian).

Pasternak, P. S. 1988. Dovidnyk z ahrolisomelioratsiyi [Reference book on forest melioration]. Kyiv, Urozhay, 286 p. (in Ukrainian).

Pasternak, P. S. 1990. Dovidnyk lisivnyka [Reference book of forester]. Kyiv, Urozhay, 296 p. (in Ukrainian).

Pavlovskyy, E. S. 1983. Typova prohrama i metodyka doslidzhen ekolohichnoi, ekonomichnoi ta sotsialnoi roli ZLN [Model program and methods of research on the ecological, economic and social role of windbreaks]. Volgograd, VNIALMI, 83 p. (in Russian).

Polishchuk, O. P. 2013. Vplyv riznykh konstrukttsii lisovykh smuh na volohist ornoho sharu gruntu [Influence of different constructions of forest belts on humidity of top-soil]. *Naukovyy visnyk NLTU Ukrayiny* [Scientific Bulletin of UNFU], 23.17: 28–33 (in Ukrainian).

Pylypenko, O. I., Yukhnovskiy, V. Yu., Dudarets, S. M., Maliuha, V. M. 2010. Lisovi melioratsii: pidruchnyk [Forest reclamation: textbook] Yukhnovskiy, V. Yu. (Ed.). Kyiv, Ahrarna osvita, 283 p. (in Ukrainian).

Řeháček, D., Khel, T., Kučera, J., Vopravil, J., Petera, M. 2017. Effect of windbreaks on wind speed reduction and soil protection against wind erosion. *Soil Water Res.*, 12: 128–135.

Rybalova, O. V. and Belan, S. V. 2012. Zmenshennya ryzyku pidtoplennya shlyakhom restrukturyzatsiyi hospodarskoho vykorystannya rikhkovykh baseyniv [Risk reduction of impoundment by restructuring economic usage of river basins]. *Problemy nadzvychainykh sytuatsiy*, 15: 144–153 (in Ukrainian).

Sanitarni pravyla v lisakh Ukrayiny [Sanitary Forests Regulations in Ukraine]. 2016. [Electronic resource]. Postanova Kabinetu Ministriv Ukrayiny vid 26 zhovtnya 2016 r. No 756. Available from: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/555-95-п> (last accessed date 09.09.2018) (in Ukrainian).

Sovakov, O. V. 2013. Osoblyvosti vyznachennia shyryny polezakhysnykh lisovykh smuh v umovakh Pravoberezhnogo Lisostepu Ukrainy [Features of shelterbelt width determination in conditions of Right-Bank Forest-Steppe zone of Ukraine]. *Pytannia bioindykatsii ta ekolohii*, 18(2): 80–90 (in Ukrainian).

Sovakov, O. V. 2014. Konstruktyvni osoblyvosti i melioratyvna efektyvnist polezakhysnykh lisovykh smuh [Constructive peculiarities and meliorative effectiveness of windbreaks]. *Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy*, 3(45) (in Ukrainian).

Strelchuk L. M., Boiko T. O. 2015. Suchasnyi stan polezakhysnykh lisovykh smuh Khersonskoi oblasti (Ukraina) [The current state of the shelter belts of the Kherson region (Ukraine)]. *Chornomors'k. bot. z.*, 11 (3): 373–378 p. (in Ukrainian).

Sydorenko, S. V. and Bila, Yu. M. 2017. Osoblyvosti rozpodilu snihu y volohy pid vplyvom polezakhysnykh lisovykh smuh shchilnoi konstrukttsii [Features of snow and moisture distribution under the influence of shelter belts of dense construction]. *Lisivnytstvo i ahrolisomelioratsiya* [Forestry and Forest Melioration], 131: 104–112 (in Ukrainian).

Tkach, V. P., Buksha, I. F., Vedmid, M. M. 2013. Suchasni problemy rozvytku lisovoho hospodarstva Kharkivskoi oblasti [Actual problems of forestry development in Kharkiv region]. *Lisivnytstvo i ahrolisomelioratsiya* [Forestry and Forest Melioration], 122: 3–11 (in Ukrainian).

Velychko, L. L. and Velychko, O. B. 2002. Transformatsiia ahronomichnykh pokaznykiv chornozemu zvychainoho pid vplyvom zakhysnykh lisovykh smuh [Transformation of agronomic indices of chernozem common under the influence of protective forest belts]. *Bulletin KhNNU*, 1: 221–225 (in Ukrainian).

Vysotsky, H. M. 1983. Zakhysne lisorozvedennia [The protective reforestation]. *Vybrani pratsi*. Kyiv, Naukova Dumka, 208 p. (in Ukrainian).

Yukhnovsky, V.Yu. 2003. Lisoahraryni landshafty rivnynnoi Ukrainy: optymizatsiia, normatyvy, ekolohichni aspekty [Forest-landscapes of plain Ukraine: optimization, standards, environmental aspects]. Pylypenko, O. I. (Ed.). Kyiv, Instytut ahrarnoi ekonomiky, 273 p. (in Ukrainian).

Yukhnovsky, V. Yu., Dudarets, S. M., Maliuha V. M. 2012. Ahrolisomelioratsiya [Afforestation amelioration]. Kyiv, Kondor, 372 p. (in Ukrainian).

Zhytovo, A. V. 2016. Stan polezakhysnykh lisovykh smuh v ahrolandshaftakh pivdnia Kyivshchyny [The state of forest shelter belts in agricultural landscapes of the south of Kyiv region]. Naukovyy visnyk NLTU Ukrayiny [Scientific Bulletin of UNFU], 26.1: 76–85 (in Ukrainian).

Sydorenko S. V., Sydorenko S. H.

CURRENT STATUS AND GROWTH OF SHELTERBELTS IN THE KHARKIV REGION AND THEIR MELIORATIVE EFFICIENCY

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

The article presents results of research on the growth and health of 68–70-year-old forest shelterbelts in which the proportion of oak (*Quercus robur* L.) is from 2 to 10 units. Mensuration indicators and forest-meliorative characteristics of linear shelterbelts were determined. The health condition of shelterbelts was found to be unsatisfactory. The construction of the shelterbelts at the present stage of their development has changed to less effective. In the stand composition, the proportion of oak has decreased, often up to 2–3 units; the oak has been usually replaced by *Fraxinus excelsior* L. and *Acer platanoides*. The actual width of the shelter belts was 1.5–3.5 larger than the projected one according to projections of the tree crowns due to the intensive expansion of the crowns of the outside rows towards the field. The trees' growth intensity in shelterbelts was significantly dependent on their spatial placement in the shelterbelt, so the average diameter of trees that grow in the outside rows was 10.2–20.9% higher compared with the average diameter of the planting. It was revealed that the best health condition was observed for the trees of *Acer platanoides* (1.0–2.8 points). According to the multiple regression analysis, the openness of the lower part of the profile is determined by the density of the large and average undergrowth ($R^2 = 0,37$).

Key words: health condition, construction, openness, stand composition, shelterbelt width, advance growth, undergrowth.

Сидоренко С. В., Сидоренко С. Г.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И РОСТ ПОЛЕЗАЩИТНЫХ ЛЕСНЫХ ПОЛОС ХАРЬКОВСКОЙ ОБЛАСТИ И ИХ МЕЛИОРАТИВНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

Український науково-дослідницький інститут лісного господарства і агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького

Приведены результаты исследований роста и состояния 68–70-летних полезащитных лесных полос, в которых доля дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) составляет от 2 до 10 единиц. Определены таксационные показатели и лесомелиоративные характеристики линейных полезащитных насаждений. Выявлено, что конструкция полезащитных полос со временем изменилась с проектной продувной и ажурно-продувной на плотную и ажурно-плотную. В породном составе насаждений доля дуба уменьшилась до 2–3 единиц. Дуб черешчатый вытесняется ясенем зеленым и кленом остролистным. Фактическая ширина полезащитных лесных полос по проекциям крон в 1,5–3,5 раза больше запроектированной вследствие интенсивного разрастания крайних рядов в направлении поля. Средний диаметр деревьев крайних рядов лесополос на 10,2–20,9 % больше по сравнению со средним диаметром насаждения. Лучшее санитарное состояние отмечено у деревьев клена остролистного (1,0–2,7 балла). Установлено, что на ажурность нижней части профиля влияет наличие и плотность крупного и среднего подроста и подлеска ($R^2 = 0,37$).

Ключевые слова: санитарное состояние, конструкция, ажурность, породный состав, ширина лесных полос, подрост, подлесок.

E-mail: svit23sydorenko@gmail.com, sydorenkosg@uriffm.org.ua

Одержано редколегією 08.10.2018



П. Б. ТАРНОПІЛЬСЬКИЙ

ЛІСОВІ КУЛЬТУРИ ДУБА ЧЕРВОНОГО (*QUERCUS RUBRA* L.) З ВІЛЬХОЮ СІРОЮ (*ALNUS INCANA* (L.) MOENCH) НА РЕКУЛЬТИВОВАНИХ ЗЕМЛЯХ У ЛІСОСТЕПУ

Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького

На стаціонарному досліді з лісової рекультивациі досліджували особливості росту лісових культур дуба червоного (*Quercus rubra* L.) від I до III класів віку з участю вільхи сірої (*Alnus incana* (L.) Moench.) як меліоративної породи. У чистих культурах дуба червоного та мішаних (дуб червоний із вільхою сірою) вивчено динаміку таксаційних показників та взаємовплив деревних порід протягом усього періоду їхнього росту. Встановлено, що протягом 28 років збільшується інтенсивність росту як у чистих культурах дуба, так і в мішаних. З 12 до 28 років у чистому насадженні дуба його бонітет зріс з V до I класу, а в мішаних – з III до I^а. Визначено коефіцієнти рівнянь ходу росту за таксаційними показниками насадження для кожного варіанта досліді та кожної породи зокрема. Встановлено вік вилучення вільхи сірої із насадження у зв'язку із її всиханням та втратою меліоративної функції. Уведення вільхи сірої в лісові культури дуба червоного дає можливість суттєво покращити їхній ріст, зменшити тривалість фаз розвитку насадження, а саме скоротити період до зімкнення культур, а також сприяє швидшому формуванню лісового середовища.

Ключові слова: лісова рекультивациа, лісові культури, вільха сіра, дуб червоний, меліоративна порода, таксаційні показники.

Вступ. Лісова рекультивациа порушених відкритими гірничими розробками земель унаслідок видобутку корисних копалин є найбільш ефективним напрямом біологічної рекультивациі як економічно, так і за ефективністю середовищеперетворювального екологічного впливу на довкілля. Біологічну рекультивацию можна розглядати як один із шляхів створення «інженерно-природних систем» методами фітомеліорації (Byallovich 1970). Ріст і стан лісових насаджень загалом залежить від агрохімічних та фізико-механічних властивостей ґрунтосумішей відвалів розкритих порід, сформованих із геологічних верств, що залягають над корисними копалинами. Відвальні гірські породи мають дуже низький уміст гумусу та азоту і в більшості випадків недостатнє забезпечення й такими макроелементами мінерального живлення рослин, як калій та фосфор (Razrobotat osnovnyu priyomu 1979, Strutinsky & Tarnopilsky 2017). З метою підвищення родючості трофотопу та інтенсифікації росту головної породи в насадженні до складу лісових культур уводять рослини-меліоранти, із деревних порід це здебільшого вільха сіра (*Alnus incana* (L.) Moench) та вільха клейка (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.).

У Північно-Чеському буровугільному басейні для проведення робіт з лісової рекультивациі порушених земель як меліоративні породи використовували вільху сіру та чорну (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.), як головні – дуб червоний, модрина європейська (*Larix decidua* Mill.), ясен звичайний (*Fraxinus excelsior* L.), клен гостролистий (*Acer platanoides* L.) (Simpozium po voprosam rekultivatsii 1970).

З метою поліпшення росту культур на піщаних і піщано-карбонатних відвалах і гідровідвалах Курської магнітної аномалії рекомендовано вводити до складу культур до 50 % карагани дерев'янистої (*Caragana arborescens* Lam.) та вільхи сірої, що сприяло збільшенню накопичення гумусу в 15–20 річних культурах у верхньому (0–10 см) шарі на 1,2–2,42 % (Burykin & Stifeev 1973).

Однією з перших вдалих спроб створення в Україні лісових культур дуба звичайного (*Quercus robur* L.) та дуба червоного на рекультивованих землях у Лісостепу було закладення досліді з добору порід у 1968 р. на відвалах Юрківського вуглерозрізу (Tarnopilsky et al. 2001). Відповідно до класифікації лісорослинних умов УкрНДІЛГА (Rekomendatsiyi do biolohichnykh sposobiv 1993) рекультивованих земель, ґрунти ділянки належать до II класу за трофністю й до свіжих за вологістю умов місцезростання, ТУМ П₂. За результатами багаторічних досліджень встановлено, що ріст культур дуба з часом стає інтенсивнішим, що відбивається у зростанні класу бонітету насадження. За дослідженнями (Brovko 2008), у

лісостеповій зоні культури дуба звичайного ростуть за I класом бонітету, а дуба червоного – за I^a–I^b класом бонітету.

Часто незадовільний стан лісових культур дуба на рекультивованих землях спонукає шукати способи інтенсифікації їхнього росту та розвитку. У зв'язку з необхідністю вирішення зазначеної проблеми результати багаторічних досліджень на стаціонарному об'єкті щодо створення й вирощування штучних дубових насаджень є актуальними.

Мета роботи – вивчити ріст і стан штучних насаджень дуба червоного з уведенням до складу лісових культур вільхи сірої як меліоративної породи і визначити ефективність меліоративного впливу вільхи сірої.

Матеріали й методи. Дослідження проводили на стаціонарному досліді, закладеному в 3 виділі 90 кварталу Козачанського лісництва ДП «Звенигородське ЛГ». Площа досліді з використанням вільхи сірої в культурах дуба червоного як азотонакопичувача становить 0,37 га. Дослідна ділянка розміщена на нижній частині схилу південної експозиції стрімкістю 8°. Ґрунтосуміші ділянки представлені глауконітовими харківськими легкими суглинками з нерівномірною й незначною домішкою бучакських надвугільних пісків – ТУМ II–III₂ (Rekomendatsiyi do biolohichnykh sposobiv 1993). Дослід закладено у двох варіантах – контрольний – чисті культури дуба – і дослідний зі схемою садіння 1рДчр1рВлс та розміщенням садивних місць 2,5 × 0,6 м. З метою створення дослідних культур було використано дворічний садивний матеріал дуба червоного і однорічний вільхи сірої, вирощений в Пехівському лісництві Звенигородського лісгоспу. Вільху сіру було вирощено з насіння, яке було отримано з Естонії та Литви. Садіння саджанців проводили механізованим способом із використанням лісосадивної машини СЛН-1. Дослідження росту та розвитку культур дуба червоного із вільхою сірою, розрахунок та аналіз лісівничо-таксаційних показників виконували із використанням загальноприйнятих у лісівництві методик і нормативних матеріалів (Izyumskiy 1972, Kobranov 1973, Shvidenko et al. 1987, Goroshko et al. 2004, Hrom 2007, Ploshchi probni lisovporyadni 2007).

Результати та обговорення. У 3-річному віці дуб на контролі мав дещо меншу приживлюваність – 55,8 % проти 75,1 % у досліді, але кращі показники росту за висотою – 28,0 і 24,2 см відповідно (табл. 1). Вільха сіра в 3-річному віці мала висоту 179,5 см і середній річний приріст 90,5 см, що було в 10 разів більшим, ніж приріст у дуба червоного. Понад 75 % дерев дуба за категорією стану належали до ослаблених і сильно ослаблених, у більшості дерев спостерігалось всихання верхівок. (Sanitarni pravyla 2016). Вільха сіра росла щільним кушем і мала переважно I категорію стану. Підвищення інтенсивності росту в дуба червоного в суміші з вільхою почалося на 5 році після створення культур. Дослідженнями 1978 р. встановлено позитивний вплив вільхи на накопичення азоту в ґрунті, його біологічну активність і ріст деревних порід (Razrobotat osnovnye priyomy 1979).

У восьмирічному віці середня висота дуба червоного на контролі становила 141,2 см, середній поточний приріст за висотою – 34,0 см. У суміші з вільхою висота в дуба червоного становила 218,8 см, приріст за висотою за останній рік – 45,9 см. Висота вільхи сірої була 580 см, середній періодичний приріст $Z^{c.пер.}$ за 6 років дорівнював 66,8 см. У дуба червоного на контролі та в культурах з вільхою він становив 18,9 та 32,4 см відповідно.

Після завершення фази приживлюваності (Kobranov 1973) вільха сіра сформувала пірамідальну, низько опущену крону, і завдяки швидкому росту у висоту частина дубків опинилася під наметом вільхи.

З метою вивчення росту та стану дуба в культурах із суцільним видаленням вільхи для уникнення затінення з її боку та культурах без її вирубування в 12-річному насажденні було закладено двосекційний дослід. Результати осінніх обліків показали, що за висотою дуб червоний у суміші з вільхою перевищував дуб на контролі більше ніж у 2 рази (секція з рубкою – 3,69 м, без рубки – 3,65 м, контроль – 1,78 м), а за діаметром – майже у 2 рази (2,8; 2,7 і 1,5 см відповідно). На контролі дуб ріс за V класом бонітету, а з вільхою – за III. На цей час висота вільхи була 8,2 м, а діаметр – 7,0 см, що відповідає I^a класу бонітету.

Таблиця 1

**Лісівничо-таксаційні показники дуба червоного та вільхи сірої на рекультивованих землях
 Козачанського лісництва ДП «Звенигородське ЛГ» у віці 3,8 та 12 років**

Варіант	Порода	Висаджено, шт.	Збережуваність, %	N , шт. · га ⁻¹	$H_{\text{ср.}}$, см	Δh , см
Вік лісових культур 3 роки						
Контроль	Дчр	807	55,8	2434	28,0 ± 1,4	10,4 ± 0,8
1рДчр1рВлс	Дчр	471	75,1	1912	24,2 ± 1,1	8,4 ± 0,5
	Влс	584	68,4	2159	179,5 ± 4,4	90,5 ± 2,4
Вік лісових культур 8 років						
Контроль	Дчр	807	50,6	2207	141,2 ± 5,39	34,0 ± 1,90
1рДчр1рВлс	Дчр	471	75,0	1909	218,8 ± 6,76	45,9 ± 2,25
	Влс	584	77,4	2131	580,0 ± 13,28	66,8 ± 4,91
Вік лісових культур 12 років. Весняні обліки						
Контроль	Дчр	807	42,2	1841	155,3 ± 5,25	–
Без рубки 1рДчр1рВлс	Дчр	235	74,8	1904	306,2 ± 12,15	–
	Влс	292	66,8	2108	765,3 ± 18,21	–
З рубкою 1рДчр1рВлс	Дчр	236	78,0	1985	328,8 ± 12,57	–
	Влс	292	78,7	2484	860,5 ± 25,82	–
Вік лісових культур 12 років. Осінні обліки.						
Контроль	Дчр	807	42,2	1841	178,3 ± 5,84	–
Без рубки 1рДчр1рВлс	Дчр	235	74,8	1904	365,2 ± 15,27	–
	Влс	292	63,8	2014	820,8 ± 28,25	–
З рубкою 1рДчр1рВлс	Дчр	236	76,7	1952	369,4 ± 13,82	–
	Влс	292	–	–	–	–

Закінчення таблиці 1

Варіант	Порода	$D_{1,3}$, см	Повнота	G , м ² · га ⁻¹	Клас бонітету	M , м ³ · га ⁻¹
Вік лісових культур 3 роки						
Контроль	Дчр	–	–	–	–	–
Без рубки 1рДчр1рВлс	Дчр	–	–	–	–	–
	Влс	–	–	–	–	–
Вік лісових культур 8 років						
Контроль	Дчр	–	–	–	–	–
1рДчр1рВлс	Дчр	–	–	–	–	–
	Влс	–	–	–	–	–
Вік лісових культур 12 років. Весняні обліки.						
Контроль	Дчр	1,4 ± 0,06	0,04	0,28	V	0,2
Без рубки 1рДчр1рВлс	Дчр	2,3 ± 0,12	0,1	0,79	III	1,3
	Влс	6,3 ± 0,19	0,6	6,57	I ^a	33,0
З рубкою 1рДчр1рВлс	Дчр	2,2 ± 0,10	0,1	0,75	III	1,3
	Влс	7,5 ± 0,17	0,9	10,96	I ^a	60,0
Вік лісових культур 12 років. Осінні обліки						
Контроль	Дчр	1,5 ± 0,07	0,05	0,32	V	0,3
Без рубки 1рДчр1рВлс	Дчр	2,7 ± 0,14	0,2	1,08	III	2,1
	Влс	7,0 ± 0,22	0,7	7,74	I ^a	41,0
З рубкою 1рДчр1рВлс	Дчр	2,8 ± 0,13	0,2	1,20	III	2,4
	Влс	–	–	–	–	–

За результатами осінніх обліків, після видалення рядів вільхи дуб червоний на контролі сформував запас 0,3 м³ · га⁻¹, у варіанті з вільхою – 2,1 м³ · га⁻¹ та з видаленням вільхи –

2,4 м³·га⁻¹. Запас вільхи сірої в досліді становив 41 м³·га⁻¹ (див. табл. 1). У 17-річних лісових культурах на контролі дуб червоний так і не сформував зімкнутого насадження. Зімкнутість намету була 0,4–0,5. Трав'янистий покрив був представлений переважно рудеральними видами. У змішаних культурах сформувалося лісове середовище із лісовою підстилкою мулььового і модер-мулььового типу, де трав'янистий покрив фактично був відсутній. Позитивний вплив вільхи сірої на інтенсивність росту дуба червоного відбився у значному збільшенні висоти й діаметра. Зокрема, у суміші з вільхою сірою середні значення цих параметрів майже в 2 рази перевищували контрольні. Дуб червоний на контролі ріс за III класом бонітету.

У секції із вільхою обидві породи мали I^a бонітет (висота дуба 8,6 м, вільхи – 8,9 м), з вирубуванням вільхи – дуб мав I клас бонітету, а пнева поросль вільхи – II (табл. 2). На секції без рубки у вільхи сірої утворилася зріджена, високо піднята крона. Стовбур очистився від сучків. Зімкнутість намету – 0,7. Вільха сіра не пригнічувала дуб, оскільки сформувала ажурну крону і відігравала роль підгону для дуба. Індекс санітарного стану дуба в секції без рубки – 1,52, у секції з рубкою – 1,73. (Sanitarii pravyla 2016). Висота дуба в секції без вирубування вільхи на 22,1 % перевищувала висоту дуба на секції із вирубуванням вільхи – 8,6 м проти 7,7 м за майже однакових діаметрів 6,4 і 6,6 см відповідно.

Таблиця 2

**Лісівничо-таксаційні показники дуба червоного та вільхи сірої на рекультивованих землях
 Козачанського лісництва ДП «Звенигородське ЛГ» у віці 17 та 28 років**

Варіант	Порода	Висаджено, шт.	Збережуваність, %	N, шт.·га ⁻¹	H _{сер.} , м	D _{сер. зв.} , см
Вік лісових культур 17 років						
Контроль	Дчр	807	41,9	1828	4,3 ± 0,21	3,4
Без рубки 1рДчр1рВлс	Дчр	235	50,6	1288	8,6 ± 0,14	6,4
	Влс	292	49,3	1556	8,9 ± 0,3	9,8
З рубкою 1рДчр1рВлс	Дчр	236	46,6	1186	7,7 ± 0,24	6,6
	Влс	292	58,9	1859	6,6 ± 0,14	–
Вік лісових культур 28 років						
Контроль	Дчр	807	24,7	1077	–	11,3
Без рубки 1рДчр1рВлс	Дчр	235	28,0	713	–	13,6
	Влс	292	9,2	290	–	14,5
З рубкою 1рДчр1рВлс	Дчр	236	39,0	992	–	15,3
	Влс	292	–	–	–	–

Закінчення таблиці 2

Варіант	Порода	D _{1,3} , см	H _{сер.} , м	Повнота	G, м ² ·га ⁻¹	Клас бонітету	M, м ³ ·га ⁻¹
Вік лісових культур 17 років							
Контроль	Дчр	3,4 ± 0,33	4,3	0,2	1,66	III	4
Без рубки 1рДчр1рВлс	Дчр	6,4 ± 0,33	8,6	0,3	4,13	I ^a	18
	Влс	9,8 ± 0,33	8,9	0,7	11,73	I ^a	66
З рубкою 1рДчр1рВлс	Дчр	6,6 ± 0,30	7,7	0,3	4,06	I	16
	Влс	4,0 ± 0,08	6,6	0,2	2,33	II	10
Вік лісових культур 28 років							
Контроль	Дчр	9,8 ± 0,39	13,0	0,6	10,79	I	71
Без рубки 1рДчр1рВлс	Дчр	11,7 ± 0,87	14,5	0,5	10,35	I ^a	75
	Влс	13,7 ± 0,51	12,8	0,3	4,786	I	35
З рубкою 1рДчр1рВлс	Дчр	12,7 ± 0,71	15,0	0,9	18,23	I ^a	137
	Влс	–	–	–	–	–	–

На секції із вирубуванням вільхи зімкненість намету становила 0,9. Більшість кореневої порослі вільхи всохла, досягнувши 3-метрової висоти. Зменшилася кількість порослевих стовбурів. Їх в середньому залишилося по 2–3 від пня з кронами протяжністю 3,0–3,5 м.

Після вирубування вільхи витягнуті стовбури дуба червоного набули певної викривленості, яка частково збереглася й до цього часу.

Найбільшим запас насадження був у секції, де не проводили рубок, – $84 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$. Основну його масу становив запас вільхи $66 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$. Запас дуба червоного на дослідних секціях був практично однаковим – $18 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$ на секції без рубки і $16 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$ на секції з рубкою. Дуб червоний на контролі мав запас $4 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$. Приріст за запасом за 5 років на контролі в дуба червоного становив $2 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$, або $0,4 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$ в рік, у секції без рубки – $16 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$ та $3,2 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$ і в секції з рубкою – $14 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$ і $2,8 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$ відповідно. Середній періодичний приріст вільхи сірої за 5 років на секції без її вилучення становив $25 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$ і $5 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$ в рік, у секції з рубкою вільхи запас її порослі був $10 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$ із середнім періодичним річним приростом $2 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$.

У 28-річному віці на контролі чистий дуб червоний сформував зімкнуте насадження. На секції без вирубки збережуваність вільхи сірої становила 9 % з $I_c = 3,0$. Вона суховершинить, має дуже компактні високо підняті крони, її бонітет знизився з I^a до I класу. У секції з вирубкою вона повністю випала. У всіх секціях сформувалося лісове середовище. Найбільшою зімкнутістю намету була в секції з вирубленою вільхою – 0,9, найменшою – на контролі – 0,7. За всіма таксаційними показниками дуб червоний на секції з вирубуванням вільхи випереджає дуб і вільху в секції без вирубування та на контролі (див. табл. 2). Стрімке зростання біометричних показників на цій секції в дуба червоного спостерігається з 17-річного віку. Це наочно відображено на графіках ходу росту за висотою та діаметром (рис. 1, 2). Криві ходу росту достовірно описуються рівнянням поліному другого або третього ступеня виду $y = ax^3 + bx^2 + cx + d$, де a , b , c і d – коефіцієнти рівняння, а x – вік культур.

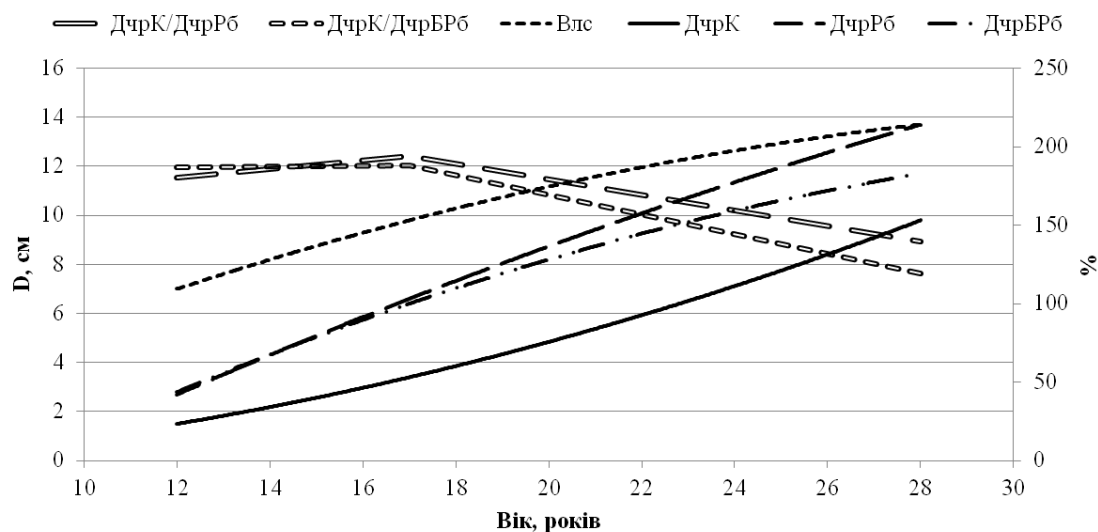


Рис. 1 – Хід росту за діаметром дуба червоного та вільхи сірої в дослідних культурах

Для кожного із перерахованих таксаційних показників у відносних одиницях визначено їхнє співвідношення між дубом на контролі та дубом у секціях з вирубуванням вільхи (ДчрК/ДчрРб) та без вирубування (ДчрК/ДчрБРб), що також відображено на графіках.

Криві ходу росту за діаметром дуба червоного на секціях мають випуклу конфігурацію, а на контролі – увігнуту, що свідчить про те, що інтенсивність росту дуба за діаметром на контролі із часом зростає і є дещо вищою, порівнюючи з варіантами на секціях (див. рис. 1). Після 12 років ріст за діаметром у дуба на секції із вилученою вільхою був інтенсивнішим, якщо порівняти з дубом, що росте разом із вільхою. До 28 років діаметр уже є на 20 % більшим за діаметр дуба у варіанті з вільхою (13,7 см та 11,7 см відповідно) та вирівнюється

із діаметром вільхи, хоча її збережуваність становить лише 9,2 %, і це кращі дерева, які залишилися.

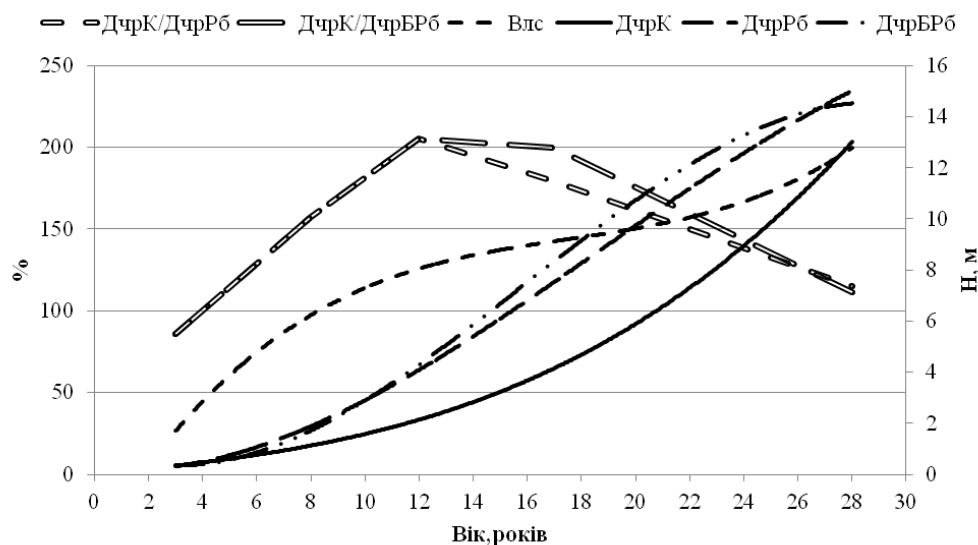


Рис. 2 – Хід росту за висотою дуба червоного та вільхи сірої в дослідних культурах

Відносна динаміка діаметра між дубом на контролі та дубом на секціях з рубкою і без вирубування вільхи демонструє (див. рис. 1), що, починаючи із 17 років, різниця між діаметрами контролю та секцій зменшується. На секції із залишеною вільхою зближення зазначеного показника із контролем відбувалося швидше. На 28 рік після створення культур ця різниця на секції з вирубуванням вільхи становила 39,8 % і без вирубування – 19,4 %, хоча в 12-річних культурах вона була 80,0 % та 86,7 % відповідно. Тобто на секції з рубкою вільхи вона зменшилася більше ніж на 40 % і без вирубування – більше ніж на 67 %. У нашому випадку зменшення інтенсивності росту за діаметром було найсуттєвішим у варіанті з вільхою. Вочевидь, присутність вільхи створює конкуренцію за вологу та мінеральне живлення, незважаючи на її функцію підживлення ґрунту азотом.

У перші роки в дослідних культурах найбільш інтенсивним ростом у висоту вирізнялася вільха сіра. У трирічних культурах різниця між висотою вільхи та дуба була майже в 6,5 разу більшою на користь вільхи, у 8-річних – більше ніж у 2,5 разу. Сповільнення росту у висоту у вільхи сірої (див. рис. 2) почалося із 6–7-річного віку. Вочевидь, після зімкнення в рядах фаза диференціації (Кобранов 1973) у невластивих для неї умовах на рекультивованих землях із дефіцитом вологи проходить особливо напружено. У цей же час спостерігаємо інтенсифікацію росту дуба на початку фази диференціації, що також склало жорстку конкуренцію вільсі, насамперед, за вологу. У 17-річних культурах висоти вільхи та дуба (8,9 і 8,6 м відповідно) на секції без її вилучення зрівнялися, а надалі спостерігаємо відставання вільхи від дуба за ростом у висоту. У 28-річному насадженні вона була нижчою за дуб майже на 2 м, а її збережуваність становила лише 9,2 %. Тобто на рекультивованих землях у ТУМ II₂ у культурі із дубом червоним після завершення стадії диференціації за класами Крафта вільха сіра фактично випала із насадження.

Випередження за ростом у висоту дуба червоного у досліді з вільхою щодо контролю у 8 років становило більше ніж 1,5 разу – 218,8 см проти 141,2 см. Після вирубування вільхи у 12-річних культурах на одній із секцій (ДчрРб) і її залишення на іншій (ДчрБРб) ріст дуба у висоту різнився. На секції без рубки він ріс краще, оскільки вільха виконувала функцію як азотонакопичувача, так і підгону. У 17-річному насадженні різниця у висоті становила 0,9 м. У 28 років висота дуба у цих секціях була майже однаковою із незначним перевищенням на 0,5 м на секції із вилученою вільхою. Незначну перевагу у рості за висотою незрубана вільха сіра в культурах дуба червоного забезпечувала з 14 до 24 років (див. рис. 2).

Про інтенсивний ріст за висотою в дуба на контролі говорить увігнута форма кривої висот, початок якого припадає на 14–15 років, що, безперечно, також пов'язане з фазою розвитку насадження, а саме початком диференціації за класами росту (Кобранов 1973). Вікова різниця між початком цієї фази розвитку в культурах дуба з вільхою і без становила близько 6 років, тобто зімкнення в культурах та інтенсивний ріст у дуба з вільхою відбувався у 8–9 років, а в чистих культурах дуба червоного – у 14–15 (див. рис. 2).

Співвідношення між висотами чистого дуба і на секціях з вільхою до вирубування вільхи, а саме до 12 років, зросло більше ніж у 2 рази. У 17 років у секції з вирубуванням перевага дуба у висоті над контролем становила 179 %, а в секції без рубки вільхи – 200 %. У 28 років ця перевага зменшилася до 111 % на секції без рубки і до 115 % з рубкою.

Також було розраховано середній загальний ($Z^{c.za2.}$) та середній періодичний ($Z^{c.nep.}$) прирости за висотою та запасом.

За загальним середнім приростом за висотою $Zh^{c.za2.}$ у перші 12 років безперечним лідером була вільха сіра, що є закономірним (рис. 3).

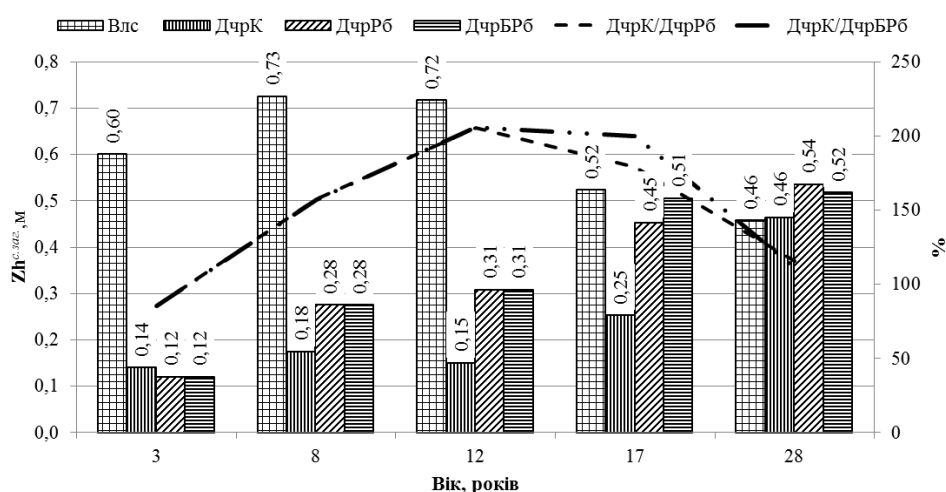


Рис. 3 – Загальний середній приріст за висотою дуба червоного та вільхи сірої в дослідних культурах

Пік $Zh^{c.za2.}$ припадав на 8–12 років. Зокрема, у 8 років приріст вільхи був більшим за приріст дуба червоного на контролі в 4,1 рази і на варіанті із вільхою – у 2,6 рази. У 17 років вільха за приростом перевищувала контроль у 2 рази, була однаковою з дубом на секції без вирубування та лише на 15 % випереджала за приростом дуб на секції із вирубуванням вільхи. Далі відбувалося зниження приросту, і у 28-річному віці вона за загальним середнім приростом поступалася дубу червоному в усіх секціях досліджу.

У випадку із середнім періодичним приростом у висоту $Zh^{c.nep.}$ (рис. 4) до 12 років зберігалася закономірність, як і в загальному середньому прирості. Однак за 5-річний період з 12 до 17 років відбулося значне падіння приросту вільхи та його інтенсивне зростання у дуба на всіх секціях. Найбільший середній щорічний приріст дуба на секції без вирубування вільхи становив майже 1 м, 80 см на секції із вирубуваною вільхою і 60 см на контролі.

Кардинальна зміна приросту у висоту на секціях дуба відбулася за період із 17 до 28 років. Найбільший середній періодичний приріст відзначено на контрольному варіанті – 0,79 см, на секції із вирубуванням вільхи – 0,66 см і на секції без вирубування – 0,54 см. Інтенсивність росту дуба червоного за цей період є дзеркальним відображенням середніх періодичних приростів за попередній проміжок (12–17 років). Незначне збільшення середнього періодичного приросту вільхи з 17 до 28 років є не чим іншим, як результатом відпаду всохлих дерев, коли збережуваність знизилася з 58,9 % у 17 років до 9,2 % у 28, і залишилися лише найвищі дерева, що витримують конкуренцію (див. табл. 2). Як у першому ($Zh^{c.za2.}$), так і в другому ($Zh^{c.nep.}$) випадку найбільші відносні показники між приростами дуба

на контролі та на секціях із вільхою у 12-річних культурах до 28 років вирівнювалися з тією лише різницею, що показники $Zh^{c.заг.}$ визначали з урахуванням накопичення приросту за всі попередні роки, а $Zh^{c.пер.}$ – за сумою приростів за певний період часу (кількість років).

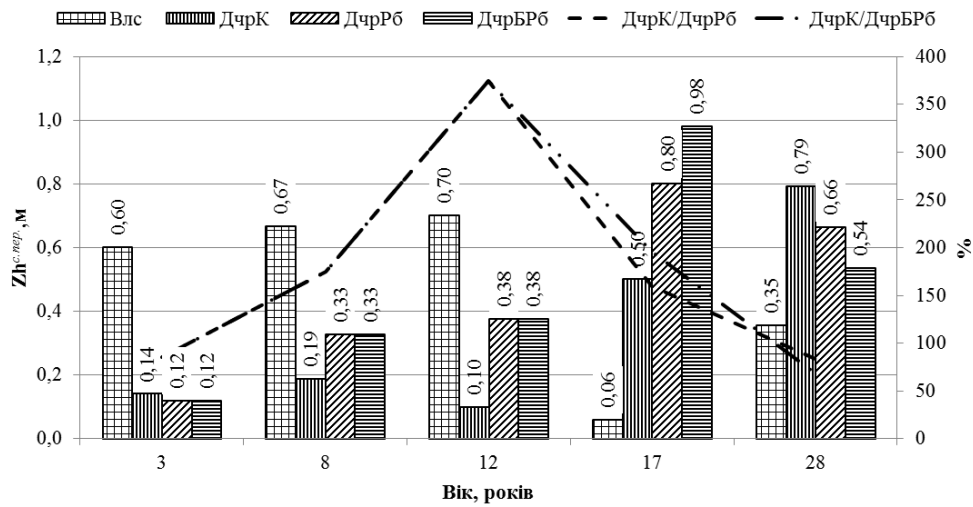


Рис. 4 – Середній періодичний приріст за висотою дуба червоного та вільхи сірої в дослідних культурах

За ходом росту за об’ємом стовбура та запасом до 17–18-річного віку безперечним лідером була вільха сіра (рис. 5, 6).

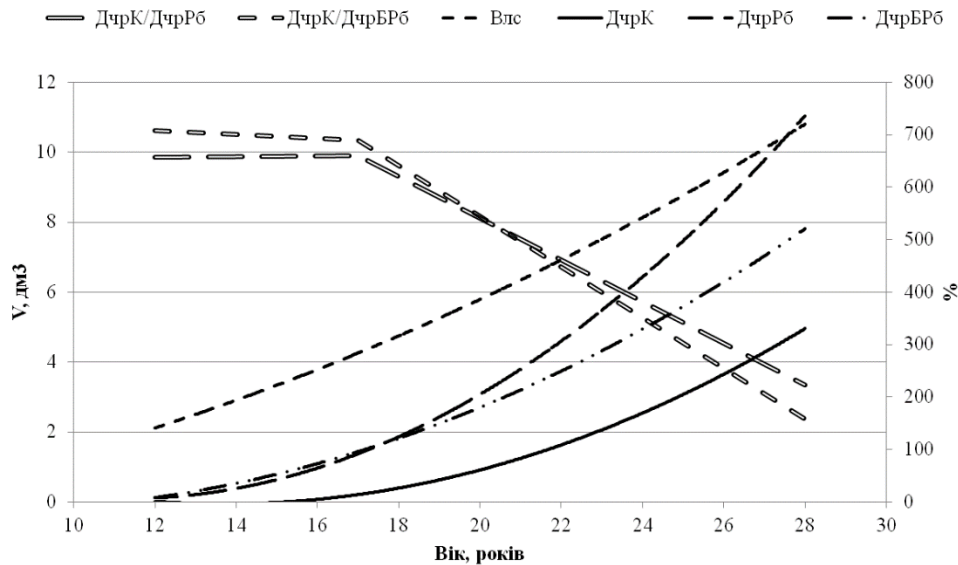


Рис. 5 – Хід росту за об’ємом стовбура дуба червоного та вільхи сірої в дослідних культурах

Початок найбільш інтенсивного росту за об’ємом стовбура дуба червоного в досліді відзначено на 17 та 19 році після створення культур, якщо судити за перегином кривих (див. рис. 5). У секціях з вільхою це – 17 років, на контрольному варіанті – 19. Особливо інтенсивним нарощуванням об’єму стовбура вирізнявся дуб у секції із вирубаною вільхою. На 28 році він займав провідні позиції, перевершуючи вільху.

Співвідношення між об’ємом стовбурів дуба на контролі та секціях з вільхою у 12 років становило 7,1 разу, у 17-річних культурах на секції без вирубування вільхи (ДчрК/ДчрБРБ) – 6,9, з її вилученням (ДчрК/ДчрРБ) – 6,6 разу. До 28 років різниця між об’ємами стовбурів дуба червоного на контролі та на секції дуба із вирубаною вільхою зменшувалася до 2,2 разу, на секції із залишеною – до 1,6 разу.

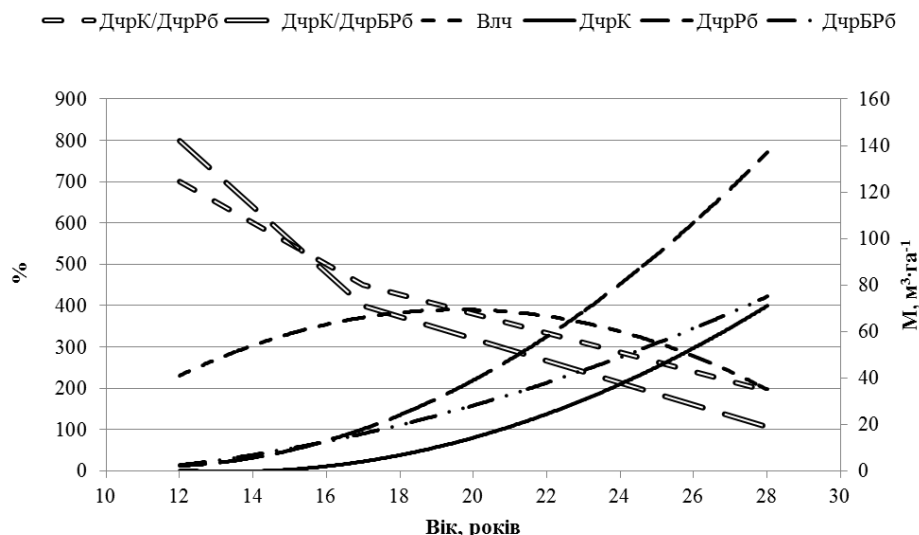


Рис. 6 – Хід росту за запасом дуба червоного та вільхи сірої в дослідних культурах

На секції із суцільним вилученням рядів вільхи клас бонітету дуба червоного із 17 до 28 років виріс з I до I^a. Запас у 28 років сягав 137 м³·га⁻¹. Його середній річний періодичний приріст протягом 11 років становив 11 м³·га⁻¹. У дуба червоного на контролі аналогічні показники становили 71 м³·га⁻¹ і 6,1 м³·га⁻¹. У дуба червоного на секції без вирубки вільхи – 75 м³·га⁻¹ і 5,2 м³·га⁻¹ відповідно. За рахунок сильного відпаду запас вільхи на секції без рубки за 11-річний період з 17 до 28 років знизився з 66 м³·га⁻¹ до 35 м³·га⁻¹, незважаючи на те, що середні діаметр і висота зросли. Бонітет дуба на контролі зріс з III до I класу, у секції без вирубування вільхи залишився незмінним і з вирубуванням зріс із I до I^a.

Хід росту деревних порід описують поліноми другого або третього ступеня виду $y = ax^3 + bx^2 + cx + d$, де a, b, c і d – коефіцієнти рівняння, а x – вік культур (табл. 3).

Таблиця 3

Коефіцієнти рівнянь, що описують хід росту деревних порід у досліді з використанням вільхи сірої в культурах дуба червоного у ДП «Звенигородське ЛГ»

Порода і варіант	a	b	c	d	R
Діаметр, см					
ДчрК	0,0126	0,0142	-0,4868	–	1
ДчрБрб	-0,0149	1,1517	-8,8768	–	1
ДчрРб	-0,0084	1,0239	-8,3755	–	1
ВЛС	-0,0128	0,9324	-2,3395	–	1
Висота, м					
ДчрК	0,5767	-3,9571	9,0462	-5,404	1
ДчрБрб	0,1217	-0,2893	1,529	-1,032	1
ДчрРб	0,3133	-1,8786	5,2481	-3,412	1
ВЛС	0,4	-3,7929	13,107	-8,02	0,99
Об'єм стовбура, дм ³					
ДчрК	0,0246	-0,675	4,5753	–	1
ДчрБрб	0,0198	-0,3095	0,9929	–	1
ДчрРб	0,0391	-0,8818	5,0613	–	1
ВЛС	0,0104	0,1256	-0,8936	–	1
Запас, м ³					
ДчрК	0,3344	-8,9585	59,644	–	1
ДчрБрб	0,1652	-2,0716	3,4664	–	1
ДчрРб	0,4774	-10,664	61,327	–	1
ВЛС	-0,4886	19,17	-118,68	–	1

Висновки. Уведення вільхи сірої в лісові культури дуба червоного дає можливість суттєво покращити їхній ріст, зменшити тривалість фаз розвитку насадження, а саме скоротити період до зімкнення культур і сприяти швидшому формуванню лісового середовища. У 8 років середня висота дуба червоного в суміші з вільхою сірою була на 64 % більшою, ніж у чистих культурах дуба – 2,2 м проти 1,4 м, а середній загальний приріст за висотою становив 46 см проти 34 см. У 12 років чисті культури дуба червоного росли за V класом бонітету, а мішані – за III, вільха сіра – за I^a. У 17 років дуб у чистому насадженні ріс за III класом бонітету, у суміші з вільхою – за I^a класом. У 28 років чисте насадження дуба росло за I класом бонітету, а мішане – за I^a. Вільха у 28 років росла за I класом бонітету, проте її збережуваність дорівнювала 9,2 %. Залишилися кращі дерева, решта випали із насадження, бо не могли конкурувати за вологу із дубом червоним. Граничним віком, до якого можна не вирубувати вільху сіру в культурах дуба червоного, є 15–17 років. Після цього часу починається сильна конкуренція за вологу, що призводить до майже повного випадання з насадження вільхи, до збільшення відпаду дуба червоного проти секції, де було проведено вирубування рядів вільхи, а також до зменшення темпів приросту за запасом дуба червоного в секції без вилучення вільхи проти секції з її вирубуванням і навіть проти контролю.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

Brovko, F. M. 2008. Kulturfitotsenozy duba na vidvalnykh landshaftah Prydniprovskoyi vysochiny [Antrophycocenosis of an oak on dump terraces landscapes of Pridneprovskaja highlands]. [Electronic resource]. Naukovi dopovidi NAU, 1(9). Available from: <http://www.nbu.gov.ua/e-Journals/nd/2008-1/08bfmlph.pdf> (last accessed date 10.10.2018) (in Ukrainian).

Burykin, A. M. and Stifeev, A. I. 1973. Rol lesnykh kultur v rekultivatsii zemel [The role of forest crops in land reclamation]. Lesnoye khozyaystvo, 6: 65–70 (in Russian).

Byallovich, Yu. P. 1970. O nekotorykh biogeotsenologicheskikh osnovakh obshchey teorii fitomelioratsii [On some biogeocenological fundamentals of the general theory of phytomelioration]. Trudy MOIP, 38: 5–16 (in Russian).

Goroshko, M. P. Miklush, S. I., Homyuk, P. G. 2004. Biometriya [Biometrics]. Lviv, Kamula, 236 p. (in Ukrainian).

Hrom, M. M. 2007. Lisova taksatsiya [Forest inventory]. Lviv, RVV NLTU, 416 p. (in Ukrainian).

Izyumskiy, P. P. 1972. Taksatsiya tonkomernogo lesa [Inventory of small wood]. Moscow, Lesnaya Promyshlennost, 88 p. (in Russian).

Kobranov, N. P., 1973. Obsledovaniye i issledovaniye lesnykh kultur [Survey and study of forest crops]. N. P. RIO LTA, 77 p. (in Russian).

Ploshchi probni lisovporyadni. Metod zakladannya. SOU 02.02-37-476:2006. [Forest inventory sample plots. Establishing method. Corporate standard 02.02-37-476:2006]. 2007. Valid from May 1, 2007. Kyiv, Minahropolityky Ukrayiny, 32 p. (in Ukrainian).

Razrabotat osnovnye priyomy vyrashchivaniya lesnykh nasazhdeniy (na modelnykh obyektakh razlichnykh regionov) i vydat rekomendatsii dlya proektirovaniya. 1979. Otchet po NIR (zaklyuchitelnyy). URIFFM, Minleshoz USSR; No GR 76063223. [Final Report GR 76063223]. Kharkiv, 232 p. (in Russian).

Rekomendatsiyi do biolohichnykh sposobiv intensyfikatsiyi rostu lisovykh kultur na karyerakh i vidvalakh, doboru porid i zalisennyu mizhterasnykh prostoriv [Recommendations for biological methods of intensifying of growth of forest cultures in quarries and dumps, selection of tree species and forest cultivation of intermediate spaces]. 1993. URIFFM; Danko, V. M., Tarnopilskiy, P. B., Choni, L. I., Pasternak, P. S. (Eds.). Kharkiv, URIFFM, p. 42–53 (in Ukrainian).

Sanitarni pravyla v lisakh Ukrayiny [Sanitary Forests Regulations in Ukraine]. 2016. [Electronic resource]. Postanova Kabinetu Ministriv Ukrayiny vid 26 zhovtnya 2016 r. No 756. Available from: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/555-95-п> (last accessed date 10.10.2018) (in Ukrainian).

Shvidenko, A. Z., Stochinsky, A. A., Savich, Yu. N., Kashpor, S. N. (Eds.). 1987. Normativno-spravochnyye materialy dlya taksatsii lesov Ukrainy i Moldavii [Regulatory reference materials for forest inventory in Ukraine and Moldova]. Kyiv, Urozhay, 559 p. (in Russian).

Simpozium po voprosam rekultivatsii narushennykh promyishlennostyu territoriy (sbornik dokladov) [Proceedings of the Symposium on reclamation of territories disturbed by industry]. 1970. Institut landshaftovedeniya i ohrany prirody Akademii s.-h. nauk. Leipzig. Ch. I, II, 460 p. (in Russian).

Strutinsky, O. V. and Tarnopilsky, P. B. 2017. Morfologichni i agrohimični pokaznyky ltozemiv pid lisovymy nasazhennyamy na rekultyvovanykh zemlyah Zhitomyrskoho Polissya [Morphological and agrochemical characteristics of lithozems under forest plantations on recultivated lands of Zhytomyr Polissia]. Lisivnytstvo i ahrolisomelioratsiya [Forestry and Forest Melioration], 131: 113–122 (in Ukrainian).

Tarnopilsky, P. B., Malyuga, Yu. E., Gavrilenko, A. P. 2001. Rist i formuvannya nasadzen duba звичайного та червоного на рекультивованих землях [Growth and formation of stands of English oak and red oak on reclaimed lands]. Visnyk HNAU. Ser. Gruntoznavstvo, agrokhimiya, zemlerobstvo, lisove hospodarstvo [Bulletin of Kharkov agrarian university named after V. V. Dokuchayev], 1: 178–184 (in Ukrainian).

Tarnopilsky P. B.

FOREST PLANTED STANDS OF RED OAK (*QUERCUS RUBRA* L.) WITH GREY ALDER (*ALNUS INCANA* (L.) MOENCH) ON RECLAIMED LANDS IN THE FOREST-STEPPE

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

In a permanent trial on forest reclamation, we studied the growth characteristics of planted red oak stands from I to III age classes with the participation of gray alder as ameliorative species. The changes in mensuration variables and the mutual influence of the tree species have been studied in pure and mixed (with grey alder) planted red oak stands during the entire period of their growth. It was found that, over the 28 years, the intensity of growth has increased both in pure oak stands and in mixed ones. From 12 to 28 years old, oak site class grew from class V to class I in a pure oak stand and from class III to class I^a in a mixed one. For each variant of the trial and each breed, the coefficients for the equations for the course of growth by mensuration variables of a stand have been determined. The age for the removal of gray alder from the stand due to its drying out and loss of ameliorative function has been defined. The introduction of gray alder into the red oak plantations makes it possible to significantly improve their growth and to reduce the stand development phases, namely, to shorten the period for the planted stands to become closing, as well as promotes more rapid formation of the forest environment.

Key words: forest reclamation, forest planted stands, red oak, grey alder, reclamation species, mensuration characteristics.

Тарнопільський П. Б.

ЛЕСНЫЕ КУЛЬТУРЫ ДУБА КРАСНОГО (*QUERCUS RUBRA* L.) С ОЛЬХОЙ СЕРОЙ (*ALNUS INCANA* (L.) MOENCH) НА РЕКУЛЬТИВИРОВАННЫХ ЗЕМЛЯХ В ЛЕСОСТЕПИ

Український науково-дослідницький інститут лісного господарства і агролесомеліорації ім. Г.М. Висоцького

На стационарном опыте по лесной рекультивации проводили исследования особенностей роста лесных культур дуба красного от I до III классов возраста с участием ольхи серой как мелиоративной породы. В чистых культурах дуба красного, а также смешанных (дуб красный с ольхой серой), изучена динамика таксационных показателей и взаимовлияние древесных пород в течение всего периода их роста. Установлено, что в течение 28 лет увеличивается интенсивность роста как в чистых культурах дуба, так и в смешанных. С 12 до 28 лет в чистом насаждении дуба его бонитет вырос с V до I класса, а в смешанных – с III до I^a класса. Определены коэффициенты уравнений хода роста по таксационным показателям насаждения для каждого варианта опыта и каждой породы в частности. Установлен возраст удаления ольхи серой из насаждения в связи с ее усыханием и потерей мелиоративной функции. Введение ольхи серой в лесные культуры дуба красного дает возможность существенно улучшить их рост, уменьшить продолжительность фаз развития насаждения, а именно сократить период до смыкания культур, и способствует более быстрому формированию лесной среды.

К л ю ч е в ы е с л о в а : лесная рекультивация, лесные культуры, ольха серая, дуб красный, мелиоративная порода, таксационные показатели.

E-mail: parts16@ukr.net

Одержано редколегією 26.10.2018

ЕКОЛОГІЯ І МОНІТОРИНГ

УДК 630.182.59

<https://doi.org/10.33220/1026-3365.133.2018.65>



М. А. БОНДАРУК, О. Г. ЦЕЛИЩЕВ

АДВЕНТИВНА КОМПОНЕНТА ЛІСОВИХ ФІТОЦЕНОЗІВ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького

У роботі наведено аналіз проблеми прогресивного розвитку адвентивізації флори України, актуальності питань щодо інвентаризації різноманітності адвентивних видів і моніторингу стану їхніх популяцій, дослідження фітоінвазій у лісових фітоценозах. Згідно з положеннями, передбаченими Глобальною та Європейською стратегіями розвитку щодо необхідності контролю інвазії та інтродукції неаборигенних адвентивних видів у природні та синантропізовані місцезростання (процес неофітизації) та запровадження моніторингу їхньої чисельності та поширення, проведено дослідження щодо забруднення лісових фітоценозів неаборигенними видами судинних рослин (їхньої рясності-покриття та участі у складі рослинного покриву, розповсюдження в межах Лісостепоного регіону та за його окремими адміністративними областями). Апробовано методичні підходи із визначенням адвентивних і високоінвазійних видів, застосуванням індексів адвентивізації й модернізації лісової флори для організації моніторингу інвазій неаборигенних видів рослин у лісові фітоценози. Об'єкти досліджень – ділянки моніторингу 1-го рівня (642 ділянки) у межах Лісостепу України. Ключові слова: фітоінвазії, адвентивні види, інтродуковані види, високоінвазійні види, лісові фітоценози, лісова флора.

Вступ. Неаборигенні (non-native species), адвентивні види (alien species) – це види, які поширені в місцях або регіонах за межами їхнього природного ареалу і які можуть стати інвазійними або експансивними, тобто становити загрозу аборигенним видам, ценозам, екосистемам. Ця термінологія охоплює як несвідомо, так і свідомо (introduced species) переселені або акліматизовані людиною види, що можуть вийти з-під контролю (здичавіти з культури) і становити небезпеку для довкілля. Загальні та специфічні загрози з боку неаборигенних організмів та сектори (галузі), яких ці загрози стосуються, зокрема природоохоронний, аграрний та лісовий сектори, а також основні стратегічні відповіді на ці загрози наведено в Глобальній (Світовій) стратегії з проблеми інвазійних неаборигенних видів (Global Strategy 2001). Основною метою Національної стратегії є попередження негативного впливу адвентивних рослин на біорізноманіття на різних рівнях організації (видовому, ценотичному, екосистемному) (Protoporova et al. 2002). Для досягнення мети пропонується встановлювати різноманітність як самих інвазійних видів, так і вплив різних компонентів певних екосистем на стійкість і життєздатність цих видів, запроваджувати національну систему моніторингу, зокрема галузевого моніторингу (Polozhennya 1998).

Адвентивна компонента флори України становить 14 % від загальної кількості видів судинних рослин та репрезентована 830 видами (18 % археофітів та 82 % кенофітів), з яких близько 100 видів є високо інвазійними (Protoporova et al. 2003). Природно-зональний спектр адвентивної флори України виглядає таким чином: Карпати – 301 вид (36,3 % від загальної кількості адвентивних видів та 5,0 % від загальної кількості всіх судинних рослин), Полісся – 322 види (відповідно 38,8 % та 5,4 %), Лісостеп – 371 вид (44,7 % та 6,2 %), Степ – 477 видів (57,5 % та 7,9 %), Крим – 455 видів (54,8 % та 7,6 %). Лісова флора вищих судинних рослин України налічує понад 1370 видів (25,8 % флори України), її адвентивізація прогресивно розвивається (Protoporova et al. 2003). Проте адвентивна компонента та природно-зональний спектр лісової флори України залишаються недостатньо дослідженими, а методика системного моніторингу фітоінвазій у лісових фітоценозах – нерозробленою.

Мета досліджень – апробація методів дослідження щодо забруднення лісових фітоценозів неаборигенними видами вищих судинних рослин Лісостепу для організації системного моніторингу фітоінвазій у лісових фітоценозах усіх природних зон рівнинної України.

Об'єкти досліджень – 642 ділянки моніторингу в межах Лісостепу України.

Матеріали й методи. Підбір та закладання дослідних ділянок (кругових перелікових площадок) здійснювали з використанням методичних рекомендацій з моніторингу лісів

(Metodychni rekomendatsiyi 2008). Лісові угруповання на ділянках моніторингу репрезентативно представлені листяними, мішаними та хвойними лісами різної вікової структури в різних типах лісорослинних умов, типах лісу та типах деревостанів (Ostapenko 1997). Загальний геоботанічний опис включав повний перелік видів, які входять до складу деревостану, підросту, підліску, живого надґрунтового покриву, та оцінку їхньої рясності-покриття за комбінованою шкалою Г. М. Висоцького та Д. В. Воробйова (у балах і %) (Vorobyov 1953, 1969, Vysotsky 1962). Для уточнення та визначення назв видів використовували визначник та номенклатурний чекліст вищих судинних рослин України (Opredelitel vysshikh rasteniy 1987, Mosyakin & Fedoronchuk 1999).

Дослідження щодо забруднення лісових фітоценозів неаборигенними видами судинних рослин проведено із визначенням їхньої рясності-покриття, участі у складі рослинного покриву та розповсюдження в межах Лісостепу та за його окремими адміністративними областями. Види адвентивних рослин визначали за списками адвентивних видів на території України (Protoporova 1991) та суміжних територіях (Tokarska-Guzik et al. 2012). Розподіл видів на окремі групи залежно від часу їхнього занесення на територію України (археофіти, кенофіти, евкенофіти) здійснювали за Географічно-історичною класифікацією синантропної рослинності за Корнасом (Kornaś 1968): археофіти – занесені в Україну до XV ст. (до відкриття Колумбом Америки); кенофіти – потрапили до України з XV до XX ст.; евкенофіти – занесені у XX ст., після Першої світової війни. Аналіз фітоінвазій (проникнення й натуралізації) адвентивних видів у природні та синантропізовані місцезростання передбачав також розрахунок функціональних показників видового складу рослин, зокрема індексів адвентизації – А (частка адвентивних видів у загальній кількості видів), модернізації флори – М (частка кенофітів і евкенофітів в адвентивному елементі флори) (Jaskowiak 1990). Із загального списку адвентивних видів за анованим списком виділяли види судинних рослин, які перебувають у стані експансії або мають високу інвазійну спроможність (Protoporova et al. 2003), для здійснення моніторингу за темпами їхнього поширення й характером розвитку.

Результати та обговорення. На ділянках моніторингу в межах Лісостепу виявлено 54 види деревно-чагарникового та 348 видів чагарничково-трав'яно-мохового ярусів (загалом 402 види). Адвентивна компонента лісової флори ділянок моніторингу представлена 42 видами (25 кенофітів та 17 археофітів), третина з яких (14 видів) є високоінвазійними потенційно небезпечними видами (табл. 1). Адвентивна компонента лісової флори на ділянках моніторингу становить 11,3 % від 371 адвентивних рослин Лісостепу; 5,1 % від 830 адвентивних видів України. Адвентивну компоненту деревно-чагарникового ярусу становлять 16 кенофітів (з них 4 види є високоінвазійними), чагарничково-трав'яно-мохового ярусу – 17 археофітів (з них 7 видів є високоінвазійними) та 9 кенофітів (з них 3 види є високоінвазійними).

Індекси адвентизації (А) флори досліджених лісових фітоценозів Лісостепу (10,5 %) та їхнього чагарничково-трав'яно-мохового ярусу (7,4 %) є нижчими, якщо порівняти з аналогічним показником для флори України (14,0 %) (Protoporova et al. 2003). Проте індекс адвентизації видового складу деревно-чагарникового ярусу (29,6 %) свідчить про порушеність ценотичної структури лісових угруповань та погіршення їхнього стану.

Індекс модернізації (М) адвентивної флори досліджених лісових фітоценозів Лісостепу становить 59,5 %, зокрема розрахований окремо для чагарничково-трав'яно-мохового ярусу – 34,6 %, для деревно-чагарникового ярусу – 100,0 %. Такі показники відповідають загальним тенденціям модернізації адвентивної компоненти флори України (82,0 %) (Protoporova et al. 2003), проте є істотно нижчими, за винятком деревно-чагарникового ярусу з інтенсивними темпами модернізації адвентивної компоненти. Інтенсифікація темпів модернізації адвентивної компоненти деревно-чагарникового ярусу лісових фітоценозів зумовлена лісокультурною діяльністю, введенням північноамериканських, середньо- та

Список видів рослин на ділянках моніторингу 1-го рівня в межах Лісостепу України

п/п	Латинська назва	Українська назва	Область
<i>Деревно-чагарниковий ярус:</i>			
1	^{kn} <i>Abies concolor</i> (Gold.) Hildebr.	ялиця одноколірна	Вн
2	^{kn*} <i>Acer negundo</i> L.	клен ясенелистий	См
3	^{kn} * <i>Ailanthus altissima</i> (Mill.) Swingle	айлант найвищий	Чк
4	^{kn} <i>Caragana arborescens</i> Lam.	карагана дерев'яниста	Од
5	^{kn} <i>Castanea sativa</i> Mill.	каштан їстівний	Вн
6	^{kn} <i>Chionanthus virginica</i> L.	сніговець віргінський	Хр
7	^{kn} <i>Fraxinus lanceolata</i> Borkh.	ясен зелений	Хм, Чк
8	^{kn} <i>Gleditsia triacanthos</i> L.	гледичія колюча	Рв
9	^{kn} <i>Juglans regia</i> L.	горіх грецький	Чк
10	^{kn*} <i>Padus serotina</i> (Ehrh.) Ag.	черемха пізня	Чц, Чк
11	^{kn} <i>Phellodendron amurense</i> Rupr.	бархат амурський	Чк, Вн
12	^{kn} <i>Physocarpus opulifolius</i> (L.) Maxim.	пухироплідник калинолистий	Чк
13	^{kn} <i>Pinus pallasiana</i> D. Don	сосна кримська	Хм, Вн, Хр
14	^{kn} <i>Quercus borealis</i> Michx	дуб північний	Вл, Льв, Ів, Тр, Чн, Чк, См
15	^{kn*} <i>Robinia pseudoacacia</i> L.	робінія звичайна	Рв, Ів, Чц, Кв, Чк, Вн, См, Чн, Кв, Пл
16	^{kn} <i>Ulmus pumila</i> L.	в'яз низький	Тр, См, Кв
<i>Мохово-трав'яно-чагарничковий ярус</i>			
1	^{ar} <i>Artemisia abrotanum</i> L.	полин лікарський	Пл
2	^{ar*} <i>Artemisia absinthium</i> L.	полин гіркий	Чк, Хр, См
3	^{kn} <i>Atriplex hortensis</i> L.	лутига садова	Од
4	^{ar} <i>Avena fatua</i> L.	вівсюг	Од
5	^{ar*} <i>Ballota ruderalis</i> Sw	м'яточник бур'яновий	См
6	^{ar*} <i>Brassica campestris</i> L.	капуста польова	Пл
7	^{ar} <i>Bromus arvensis</i> L.	бромус польовий	Пл
8	^{kn} <i>Bromus squarrosus</i> L.	бромус розчепірений	Чк
9	^{ar*} <i>Carduus acanthoides</i> L.	будяк акантовидний	Чк, Пл
10	^{ar*} <i>Conium maculatum</i> L.	болиголов плямистий	Чк, Од
11	^{ar} <i>Coronopus squamatus</i> (Forsk.) Aschers.	вороняча лапка луската	Тр
12	^{kn*} <i>Erigeron canadensis</i> L.	злінка канадська	Рв, Од, Хр, См
13	^{ar} <i>Euphorbia cyparissias</i> L.	молочай кипарисовидний	См, Пл
14	^{ar*} <i>Galeopsis ladanum</i> L.	жабрій ладанний	Хр
15	^{kn*} <i>Impatiens parviflora</i> DC.	розрив-трава дрібноквіткова	Льв, Тр, Кв, Жт, Вн, Од, Чн, Кв, Хр, См
16	^{ar} <i>Lamium album</i> L.	глуха кропива біла	Рв, Чк, Од, См, Чн, Пл, Хр
17	^{ar} <i>Leonurus cardiaca</i> L.	собача кропива звичайна	Чк, См, Пл
18	^{kn} <i>Lupinus polyphyllus</i> Lindl.	люпин багатолистий	См
19	^{ar*} <i>Matricaria perforata</i> Merat	ромашка непахуча	Кв, Чк
20	^{kn} <i>Oenothera biennis</i> L.	енотера дворічна	Рв
21	^{kn*} <i>Rumex confertus</i> Willd.	щавель кінський	Вн, См
22	^{kn} <i>Urtica cannabina</i> L.	кропива коноплева	Чк, Вн, Од, См
23	^{ar} <i>Urtica urens</i> L.	кропива жалка	Рв, Льв, Хм, Чк, Кд, Вн, Од, Хр, См, Пл
24	^{ar} <i>Verbena officinalis</i> L.	вербена лікарська	Кв
25	^{ar} <i>Viola arvensis</i> Murr.	фіалка польова	Льв, Тр, Хм, Кв, Чк, Вн, Од, Хр, Пл
26	^{kn} <i>Vitis amurensis</i> Rupr.	виноград амурський	Пл

Примітка. Вл – Волинська, Рв – Рівненська, Льв – Львівська, Тр – Тернопільська, Хм – Хмельницька, Ів – Івано-Франківська, Чц – Чернівецька, Кв – Київська, Чк – Черкаська, Кд – Кіровоградська, Жт – Житомирська, Вн – Вінницька, Од – Одеська, Хр – Харківська, См – Сумська, Чн – Чернігівська, Пл – Полтавська області; аг – археофіт, kn – кенофіт, * – високоінвазійний адвентивний вид

східноазійських, китайських, кримських, кавказьких і середземноморських інтродуцентів до складу деревостану (нерідко як основної породи) і підліску та спонтанним розповсюдженням останніх у Лісостеповому регіоні.

Негативною рисою адвентивної компоненти досліджених лісових фітоценозів Лісостепу України є те, що серед загальної кількості виявлених адвентивних видів значна частка (33,3 %) припадає на види із високою інвазійною спроможністю. Серед адвентивних видів деревно-чагарникового ярусу частка видів із високою інвазійною спроможністю становить 25,0 %, а чагарничково-трав'яно-мохового ярусу – 38,5 %. Позитивним є те, що більшість перелічених адвентивних видів, зокрема інвазійних, трапляється спорадично в окремих областях на невеликій кількості ділянок із незначною рясністю-покриттям (не більше ніж 5 %).

Серед видів мохово-трав'яно-чагарникового ярусу із невисокою рясністю-покриттям найбільш широко розповсюдженими в межах Лісостепу є археофіти – *Lamium album* L., *Leonorus cardiaca* L., *Urtica urens* L., *Viola arvensis* Murr. та кенофіт *Urtica cannabina* L. Значними показниками рясності-покриття (20–50 %) та розповсюдженням на достатньо великій кількості ділянок моніторингу по окремих областях та по Лісостепу вирізняються адвентивні види-кенофіти із високою інвазійною спроможністю *Erigeron canadensis* L. (у Харківській області – 4 ділянки, Сумській – 3, Одеській – 2, Рівненській – 1) та *Impatiens parviflora* DC. (у Харківській області – 3 ділянки, Сумській – 1, Київській – 12, Чернігівській – 2, Житомирській – 1, Вінницькій – 4, Одеській – 2, Львівській – 4 та Тернопільській – 1). Тому під час здійснення контролю за станом популяцій адвентивних видів особливу увагу слід приділяти *Erigeron canadensis* L. та *Impatiens parviflora* DC., які становлять найбільшу загрозу для фіторізноманіття в Лісостеповому регіоні серед видів мохово-трав'яно-чагарникового ярусу.

Дотримання положень Національної стратегії контролю інвазійних неаборигенних видів рослин обумовлює організацію контролю методами моніторингу за станом популяцій найбільш широко розповсюджених серед видів деревно-чагарникового ярусу лісів Лісостепу із рясністю-покриттям часто понад 50 %: високоінвазійного кенофіта – *Robinia pseudoacacia* L. (у Сумській області – 2 ділянки, Чернігівській – 2, Київській – 4, Полтавській – 5, Черкаській – 9, Вінницькій – 2, Рівненській – 1, Івано-Франківській – 1 і Чернівецькій – 2) та кенофіта *Quercus borealis* Michx. (у Сумській області – 3 ділянки, Чернігівській – 1, Черкаській – 2, Київській – 2, Житомирській – 1, Вінницькій – 8, Волинській – 1, Львівській – 2, Івано-Франківській – 1 і Тернопільській – 2), які становлять найбільшу загрозу для фіторізноманіття в Лісостеповому регіоні серед видів деревно-чагарникового ярусу. Небезпечними інвазійними видами, які перебувають у стадії експансії в південній частині Полісся та по всій Україні, а окремі осередки яких фіксують на ділянках моніторингу, є *Padus serotina* (Ehrh.) Ag. (Черкаська та Чернівецька області) та *Acer negundo* L. (у Сумській області). Також потенційно небезпечними інтродуцентами, розповсюдження яких може бути неконтрольованого характеру в Лісостепу, є *Gleditsia triacanthos* L., *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle та *Caragana arborescens* Lam. (у разі аридизації клімату можлива інвазія видів у Рівненській і Львівській, Черкаській та Одеській областях відповідно), *Fraxinus lanceolata* Borkh. (у Черкаській та Хмельницькій областях), *Abies concolor* (Gold.) Hildebr. (потенційна можливість гібридизації з аборигенним видом *Abies alba* Mill. у Вінницькій області). Використання інтродуцентів у лісовому господарстві України вимагає здійснення моніторингу за станом і розвитком їхніх популяцій, вивчення потенційної можливості гібридизації з аборигенними видами та ймовірності негативних наслідків їхнього впливу на аборигенні види та структуру лісової флори; обмеження (або навіть заборону) використання виду в лісокультурній діяльності, а в окремих випадках – застосування спеціальних заходів боротьби.

Висновки. Адвентивна компонента флори досліджених лісових фітоценозів Лісостепу репрезентована 42 видами (25 кенофітів та 17 археофітів), третина з яких (14 видів) є

високоінвазивними потенційно небезпечними видами. Найбільшу загрозу для фіторізноманіття лісів Лісостепу становлять: серед видів деревно-чагарникового ярусу – *Robinia pseudoacacia* L., *Quercus borealis* Michx., серед видів мохово-трав'яно-чагарничкового ярусу – *Impatiens parviflora* DC. та *Erigeron canadensis* L.

Індекси адвентивізації (А) флори та модернізації (М) адвентивної флори досліджених лісових фітоценозів Лісостепу (10,5 % та 59,5 %) та їхнього чагарничково-трав'яно-мохового ярусу (7,4 % та 34,6 %) є нижчими, якщо порівняти з аналогічними показниками для флори України (14,0 % та 82,0 %). Індекс адвентивізації видового складу деревно-чагарникового ярусу (29,6 %) свідчить про порушеність ценотичної структури лісових угруповань та погіршення їхнього стану. Інтенсифікація темпів модернізації адвентивної компоненти деревно-чагарникового ярусу (100,0 %) є наслідком інтродукційної діяльності під час створення лісових культур.

Методику дослідження щодо забруднення лісових фітоценозів неаборигенними видами судинних рослин рекомендовано для організації системного моніторингу фітоінвазій у лісових фітоценозах (раз на 3–5 років) усіх природних зон рівнинної України.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

- Global Strategy on Invasive Alien Species. 2001. Convention of Biological Diversity, SBSTTA Sixth Meeting. Montreal. 52 p.
- Jackowiak, B.* 1990. Antropogeniczne przemiany flory roślin naczyniowych Poznania [Anthropogenic changes of vascular plants flora in Poznan]. Poznan, Publ. of University named after A. Mickiewicz, Ser. Biol. 42, 232 p. (in Polish).
- Kornaś, J.* 1968. Geograficzno-historyczna klasyfikacja roślin synantropijnych [Geographic and historical classification of synanthropic plants]. Synantropizacja szaty roślinnej [Synanthropization of vegetation]. I. Neofityzm i apofityzm w szacie roślinnej Polski [Neophytism and apophytism in the Polish vegetation]. Materiały Zakładu Fitosocjologii Stosowanej Uniwersytetu Warszawskiego [Materials of the Fitosociology Department of the Warsaw University]. No. 25. Warsaw-Białowieża, p. 33–41 (in Polish).
- Metodychni rekomendatsiyi z vedennya monitorynhu lisiv Ukrayiny I rivnya [Methodical recommendations for forest monitoring in Ukraine Level I]. 2008. Kharkiv, URIFFM, 47 p. (in Ukrainian).
- Mosyakin, S. L. and Fedoronchuk, M. M.* 1999. Vascular plants of Ukraine. A nomenclatural checklist. Kyiv: Institute of Botany. 346 p.
- Opredelitel vysshikh rasteniy Ukrainy [The determinant of higher plants of Ukraine]. 1987. Dobrochaeva, D. N., Kotov, M. I., Prokudin, Yu. N. et al. (Eds.). Kyiv, Naukova Dumka, 548 p. (in Russian).
- Ostapenko, B. F.* 1997. Typolohichna riznomanitnist lisiv Ukrayiny. Lisostep [Typological diversity of forests of Ukraine. Forest-Steppe]. Kharkiv, Kharkiv State Agrarian University, 128 p. (in Ukrainian).
- Polozhennya pro derzhavnu systemu monitorynhu dovkillya [Provisions on the state system of environmental monitoring]. 1998. Postanova Kabinetu Ministriv Ukrayiny [Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine] No. 391 of March 30, 1998. Ofitsiyyny visnyk Ukrayiny [Official Bulletin of Ukraine]. No. 13, article 91 (in Ukrainian).
- Protopopova, V. V.* 1991. Sinantropnaya flora Ukrainy i puti yeye razvitiya [The synanthropic flora of Ukraine and the ways of its development]. Kyiv, Naukova dumka. 204 p. (in Russian).
- Protopopova, V. V., Mosyakin, S. L., Shevera, M. V.* 2002. Fitoinvaziya v Ukrayini yak zahroza bioriznomanittyu: suchasnyi stan i zavdannya na maybutnye [Phytoinvasions in Ukraine as a threat to biodiversity: the current state and tasks for the future]. Kyiv, Institute of Botany named after M.G. Kholodny of the National Academy of Sciences of Ukraine, 32 p. (in Ukrainian).
- Protopopova, V. V., Mosyakin, S. L., Shevera M. V.* 2003. Vplyv adventyvnykh vydiv roslin na fitobiotu Ukrayiny. Otsinka i napryamky zmenshennya zahroz bioriznomanittyu Ukrayiny [Influence of adventitious plant species on phytobiote of Ukraine. Assessment and directions of reduction of threats to biodiversity of Ukraine]. Kyiv, Khimdzhest, p. 129–155; 366–372 (in Ukrainian).
- Tokarska-Guzik, B., Dajdok, Z., Zajac, M. et al.* 2012. Rośliny obcego pochodzenia w Polsce ze szczególnym uwzględnieniem gatunków inwazyjnych [Plants of foreign origin in Poland, with particular reference to invasive species]. Warsaw, 196 p. (in Polish).
- Vorobyov, D. V.* 1953. Typy lesov Yevropeyskoy chasti SSSR [Types of forests in the European part of the USSR]. Kyiv, Academy of Sciences of the Ukrainian SSR, 452 p. (in Russian).
- Vorobyov, D. V.* 1967. Metodika lesotipolohicheskikh issledovaniy [Methods of forest typology research]. Kyiv, Urozhay, 388 p. (in Russian).

Vysotsky, G. N. 1962. Biologicheskiye, pochvennyye i fenologicheskiye nablyudeniya i issledovaniya v Veliko-Anadole. 1901–1902 [Biological, soil and phenological observations and studies in Veliko-Anadol. 1901–1902]. Selected works. V. 1. Moskow, Academy of Sciences of the USSR, p. 159–497 (in Russian).

Bondaruk M. A., Tselishchev O. G.

THE ADVENTITIOUS CONSTITUENT IN FOREST PHYTOCOENOSES OF FOREST-STEPPE OF UKRAINE
Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G. M. Vysotskiy

The problem of the progressive development of Ukrainian flora adventization, the relevance of issues concerning the inventory of adventitious species diversity and monitoring of their populations, as well as the investigation of phytointroductions in forest phytocoenoses are analyzed in the article. According to the provisions of the Global and European Development Strategies on the need for control of invasion and the introduction of non-native adventitious species in natural and synantropized habitats (the process of neophytization) and the introduction of monitoring of their abundance and distribution, the investigation of contamination of forest phytocoenoses with non-native species of vascular plants (their abundance – coverage and participation in the vegetation composition, distribution within administrative regions and forest-steppe zone) was conducted. The methodological approaches to the identification of adventitious and highly-invasive species, the use of indices for forest flora adventization and modernization were tested for monitoring of invasions of non-native plant species to forest phytocoenoses. The subject of the research were first level monitoring plots (642 plots) located within the forest-steppe zone of Ukraine.

Key words: phytointroductions, adventitious species, introduced species, highly invasive species, forest phytocoenoses, forest flora.

Бондарук М. А., Целищев А. Г.

АДВЕНТИВНАЯ КОМПОНЕНТА ЛЕСНЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ

Украинский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации им. Г. Н. Высоцкого

В работе приводится анализ проблем прогрессивного развития адвентизации флоры Украины, актуальности вопросов инвентаризации разнообразия адвентивных видов и мониторинга состояния их популяций, исследования фитоинвазий в лесных фитоценозах. Согласно положениям, предусмотренным в Глобальной и Европейской стратегиях развития о необходимости контроля инвазии и интродукции неаборигенных адвентивных организмов в природные и синантропизированные местопроизрастания (процесс неофитизации) и организации мониторинга их численности и распространения, проведено исследование относительно загрязнения лесных фитоценозов неаборигенными видами высших сосудистых растений (определены их обилие-покрытие и участие в сложении растительного покрова, распространение в пределах Лесостепного региона и по его отдельным административным областям). Апробированы методические подходы с выявлением адвентивных и высокоинвазивных видов, применением индексов адвентизации и модернизации лесной флоры для организации мониторинга инвазий неаборигенных растительных видов в лесные фитоценозы. Объекты исследований – площадки мониторинга 1-го уровня (642 площадки) в пределах Лесостепи Украины.

Ключевые слова: фитоинвазии, адвентивные виды, интродуцированные виды, высокоинвазивные виды, лесные фитоценозы, лесная флора.

E-mail: bm1961@ukr.net; tse_s@ukr.net

Одержано редколегією: 27.09.2018



В. Д. ГУДИМА, Т. В. ПАРПАН, П. П. ПЛІХТЯК

ФУНКЦІОНАЛЬНО-ЦІЛЬОВА ТА ВІКОВА СТРУКТУРА ГІРСЬКИХ ЛІСІВ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ

Український науково-дослідний інститут гірського лісівництва ім. П. С. Пастернака.

У гірських лісах лісостани з домінуванням бука лісового займають 43 % площі, ялини європейської – 42 %, ялиці білої – 8 %, інших видів – 7 %. Експлуатаційні ліси займають 45,5 % площі, захисні – 27,7 %, природоохоронні – 17,5 %, рекреаційно-оздоровчі – 9,3 %. У кожній категорії є ліси, можливі для головного користування і виключені з користування. Ліси, можливі для експлуатації, займають близько 487 тис. га, виключені з розрахунку головного користування – 479,8 тис. га. Результатом лісосічних рубок є фрагментація лісового покриву, переважання одновікових деревостанів, зміни розподілу за класами віку. У лісах, можливих для експлуатації, частка деяких вікових груп у лісостанах усіх панівних видів у разі відрізняється від оптимальної. У виключених із головного користування лісах на практиці застосовують такі самі критерії оптимальності вікової структури, що й для експлуатаційних лісів. Водночас у них доцільнішим є застосування ідеї «різновікового лісу», за якої основним показником стану має бути стійкість і стабільність лісових екосистем. Розглядати вікову структуру похідних ялиників з погляду оптимальності недоречно, оскільки їх треба замінити на корінні деревостани. Наявність їхніх молодняків свідчить про певні недоліки в лісовідновленні.

Ключові слова: гірські ліси, категорії лісів, видова і вікова структура, класи віку, групи віку, бук лісовий, ялина європейська, ялиця біла.

Вступ. Ліси Українських Карпат мають поліфункціональне екологічне і народно-господарське значення, а тому під час їхнього використання має застосовуватися диференційований підхід (Parpan et al. 1997). Особливості лісокористування насамперед залежать від функціональних категорій лісів (Pravulya rubok 2008). Їм повинні відповідати типи господарювання: природоохоронний, рекреаційно-оздоровчий, захисний і господарський (Parpan et al. 1997). Кожному типу господарювання має відповідати певна, оптимальна для нього, структурна організація лісових екосистем. Структурний аналіз є основою для практичної розробки заходів збалансованого багатоцільового використання лісових екосистем (Parpan 1994) з урахуванням їхньої функціональної, видової та вікової структури (Parpan et al. 1997).

Інтерес до оцінювання вікової структури лісів виник ще в XVIII сторіччі у зв'язку із застосуванням різних систем рубок (вибіркової, поступової, суцільної). Тому в лісівничій науці виникли два протилежні напрями, або «теорії»: учення про «нормальний ліс» і «природний, абсолютно різновіковий ліс» (Parpan 1994).

Вікову структуру лісів можна характеризувати за календарним або біологічним віком. Календарний вік використовують під час поділу деревостанів на класи віку. Вони є результатом застосування лісосічних рубок і донині є складовими вікової структури, яку враховують у практичних лісотаксаційних роботах і лісівничих дослідженнях. Розподіл лісів за групами віку об'єднує календарний і біологічний вік. «Нормальним» вважається ліс, який рівномірно представлений деревостанами всіх класів віку та вікових груп (від молодняків до стиглих). Поліпшення вікової структури лісів із урахуванням їхнього функціонального призначення є актуальною теоретичною і практичною проблемою.

Мета цієї публікації – виявити особливості сучасної структури гірських лісів Українських Карпат за панівними видами та групами віку у межах функціональних категорій.

Матеріали й методи. Під час досліджень використано повидільну базу даних станом на 01.01.2011 гірських лісів Українських Карпат, які перебувають у постійному користуванні підприємств Держлісагентства України. Визначали розподіл лісів за функціональним призначенням, панівними видами й групами віку. Функціональні категорії лісів відповідають нормативним документам (Pogyadok podilu lisiv 2007): 1 – природоохоронні, 2 – рекреаційно-оздоровчі, 3 – захисні, 4 – експлуатаційні. Фактичні дані зіставляли з оптимальним

розподілом лісів за групами віку, який встановлено на основі прийнятих віків стиглості для лісів України.

Результати та обговорення. Гірські ліси Українських Карпат займають площу 1 млн 457 тис. га, з яких на ліси Держлісагентства припадає близько 70 % (1021 тис. га). Площа вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок становить 967,1 тис. га, запас деревини – 321,5 млн м³, середня річна зміна запасу – 4,66 млн м³. Площа зрубів становить 20,1 тис. га, незімкнених лісових культур – 25,0 тис. га, інших категорій лісових ділянок – близько 8,2 тис. га.

У сучасному лісовому покриві лісостани з переважанням бука лісового (*Fagus sylvatica* L.) займають площу 413,6 тис. га (43 %), ялини європейської (*Picea abies* L.) – 411,0 тис. га (42 %), з яких 83,8 тис. га – похідні ялинники, ялиці білої (*Abies alba* Mill.) – 79,7 тис. га (8 %) (рис. 1). Участь цих насаджень у загальному запасі лісів становить 44, 44 і 7 % відповідно. На інші породи припадає 7 % площі (62,9 тис. га) і 5 % запасу (13,9 млн м³). Внесок кожної породи у загальну річну зміну запасу дещо інший. На букові деревостани припадає 39 % приросту, на ялинові – 49, ялицеві – 7, на деревостани інших порід 5 %.

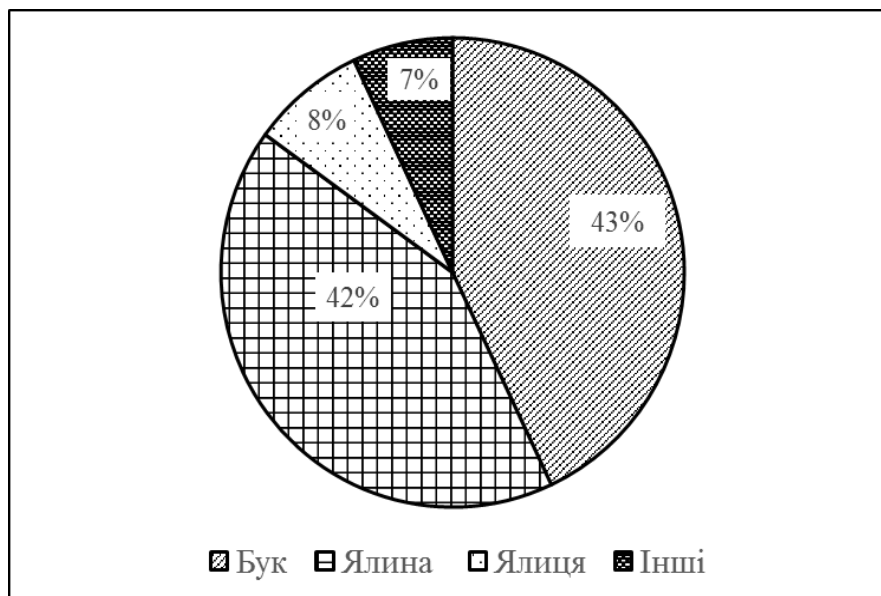


Рис. 1 – Розподіл гірських лісів за панівними породами

За функціональним призначенням на експлуатаційні ліси припадає 440,1 тис. га (45,5 %), захисні – 267,5 (27,7 %), природоохоронні – 169,7 (17,5 %), рекреаційно-оздоровчі – 89,8 тис. га (9,3 %). Розподіл загального запасу та приросту в межах категорій лісів приблизно такий самий, як і за площею. У кожній категорії є ліси, можливі для експлуатації, де дозволено рубки головного користування, і виключені з розрахунку рубок головного користування (Pro vrehulivannia pytan 2007) (рис. 2).

Більша частина експлуатаційних лісів припадає на деревостани бука – 212,3 тис. га, їхній запас становить 70,3 млн м³, 16 % з яких належать до особливо захисних лісових ділянок (ОЗД) і виключені з розрахунку головного користування. Ялинові деревостани займають площу 159,0 тис. га, їхній запас – 54,7 млн м³, з яких 43,0 тис. га – це похідні ялинові деревостани із запасом 14,3 млн м³. Загалом виключено з користування близько 10 % ялинових лісів (16,7 тис. га), зокрема 4,9 тис. га похідних ялинників із запасом 1,9 млн м³. Більшість сучасних ялицевих лісостанів (43,0 тис. га) припадає на експлуатаційні ліси, їхній запас становить 11,6 млн м³. Деревостани інших порід займають близько 6 % площі експлуатаційних лісів (табл. 1).

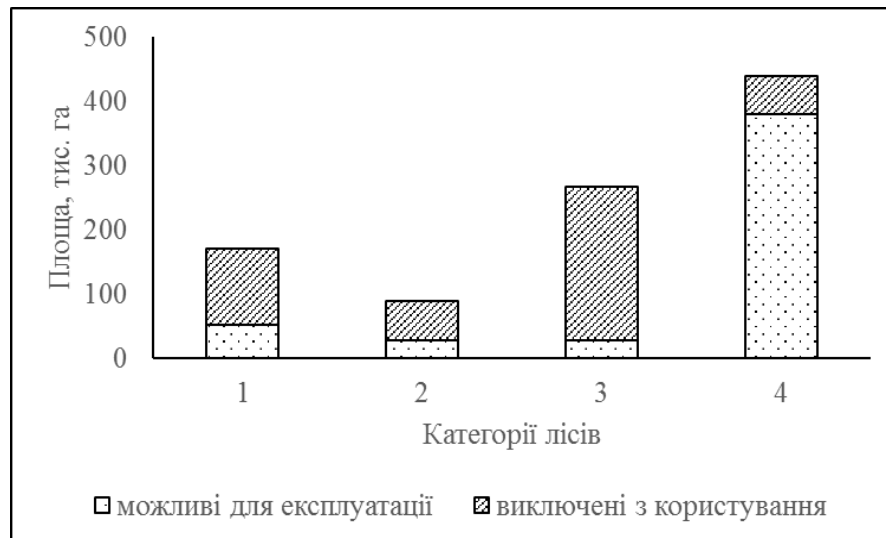


Рис. 2 – Розподіл лісів за функціональним призначенням (1 – природоохоронні, 2 – рекреаційно-оздоровчі, 3 – захисні, 4 – експлуатаційні)

Площа захисних лісів становить 267,5 тис. га, їхній запас – 91,2 млн м³, а середня річна зміна запасу – 1,2 млн м³. Більшу частину захисних лісів займають ялинові насадження (161,9 тис. га), зокрема 14,5 тис. га – похідні ялинники, на букові припадає 88,7 тис. га, на ялицеві і деревостани інших порід – відповідно 5,8 і 11,1 тис. га. (див. табл. 1). Переважну більшість захисних лісів виключено з користування: 76 % ялицевих, 86 % букових і 92 % ялинових деревостанів.

Рекреаційно-оздоровчі ліси серед інших категорій мають найменшу площу – 89,8 тис. га і загальний запас – 31,0 млн м³. Вони представлені переважно буковими деревостанами, на які припадає 48,9 тис. га. Ялинові деревостани займають 19,5 тис. га, з яких 6,7 тис. га – похідні, деревостани інших порід – 15,2 і ялицеві – 8,2 тис. га. Більшість букових (71,9 %), ялинових (93,7 %), похідних ялинових (53,4 %) і насаджень інших порід (66 %) виключено з користування. Ялицевих деревостанів із користування виключено 40 %.

Природоохоронні ліси займають площу 169,7 тис. га, їхній запас становить 56,6 млн м³, середня річна зміна запасу – 781,7 тис. м³. На ялинові ліси припадає 43 % їхньої площі, зокрема 10 % (17,1 тис. га) – на похідні ялинники, на букові – 38, на ялицеві – 13, на деревостани інших порід – 6 %. Більшість природоохоронних лісів також виключено з користування, зокрема букових – 73 %, ялинових – 76, ялицевих – 37, деревостанів інших порід – 68 %.

Загальна площа лісів, виключених із розрахунку головного користування, становить близько 479,8 тис. га (майже 50 %) із запасом 168,4 млн м³ (52 %). Їхня середня річна зміна запасу становить 2,15 млн м³. В експлуатаційних лісах виключено з користування ОЗД, частка яких становить 13,6 % (59,7 тис. га). У захисних лісах частка лісів, виключених із користування, сягає близько 90 %, їхня площа становить 240,4 тис. га, загальний запас – 82,4 млн м³, середня річна зміна запасу – близько 1,1 млн м³. У природоохоронних і рекреаційно-оздоровчих лісах виключено з користування 117,8 і 61,9 тис. га відповідно.

Лісова господарська політика, яка склалася протягом останніх століть, була орієнтована переважно на використання сировинних ресурсів лісу – деревинних і недеревинних. Це призвело до негативних екологічних та економічних наслідків, деградації лісових ресурсів і зобов'язує до перегляду сучасної лісової політики, переорієнтації її із сировинного напрямку на еколого-стабілізаційний та рекреаційний (Krunytskyj & Tretyak 2003, Shelyag-Sosonko & Yemelyanov 2003).

Результатом застосування лісосічних (суцільних і двохприймних рівномірно-поступових) рубок є фрагментація лісового покриву, переважання одновікових деревостанів

і їхній сучасний розподіл за класами віку. За таких умов безперервне лісокористування, яке задекларовано в правилах головного користування, передбачає оптимальний розподіл деревостанів за групами віку, тобто використовується принцип «нормального лісу». Основною базою для використання деревинних ресурсів є ліси, можливі для експлуатації. Їхня площа становить близько 487 тис. га, з яких 78 % припадає на експлуатаційні, 5 – на захисні, 6 – на рекреаційно-оздоровчі та 11 % – на природоохоронні ліси.

Таблиця 1

**Функціонально-цільова та вікова структура гірських лісів Карпат,
над ризикою – площа, тис. га, під ризикою – %**

Групи віку	Можливі для експлуатації				Виключені з користування			
	Бук	Ялина	Ялина похідна	Ялиця	Бук	Ялина	Ялина похідна	Ялиця
<i>Експлуатаційні</i>								
Молодняки	<u>26,6</u> 14,9	<u>33,5</u> 32,2	<u>2,8</u> 7,3	<u>17,9</u> 48,1	<u>1,5</u> 4,5	<u>2,1</u> 17,8	<u>0,1</u> 2,8	<u>1,2</u> 21,8
Середньовікові	<u>98,2</u> 55,1	<u>41,3</u> 39,7	<u>7,8</u> 20,5	<u>4,7</u> 12,6	<u>11,0</u> 32,5	<u>3,7</u> 31,2	<u>0,4</u> 8,8	<u>0,6</u> 10,2
Пристиглі	<u>29,1</u> 16,3	<u>16,7</u> 16,0	<u>7,9</u> 20,7	<u>5,1</u> 13,6	<u>6,1</u> 17,9	<u>2,0</u> 17,0	<u>0,6</u> 12,6	<u>0,9</u> 15,1
Стигли і перестійні	<u>24,3</u> 13,7	<u>12,6</u> 12,1	<u>19,7</u> 51,6	<u>9,6</u> 25,8	<u>15,4</u> 45,2	<u>4,0</u> 34,0	<u>3,7</u> 75,9	<u>3,0</u> 52,9
Разом	<u>178,3</u> 100	<u>104,1</u> 100	<u>38,1</u> 100	<u>37,2</u> 100	<u>34,0</u> 100	<u>11,9</u> 100	<u>4,9</u> 100	<u>5,7</u> 100
<i>Захисні</i>								
Молодняки	<u>1,9</u> 15,3	<u>3,0</u> 31,8	<u>0,3</u> 13,3	<u>0,7</u> 50,7	<u>4,4</u> 5,7	<u>24,0</u> 17,7	<u>0,8</u> 5,6	<u>1,1</u> 24,6
Середньовікові	<u>7,7</u> 63,3	<u>5,7</u> 60,6	<u>0,5</u> 17,7	<u>0,4</u> 32,1	<u>39,8</u> 52,0	<u>81,0</u> 59,8	<u>1,2</u> 8,3	<u>1,6</u> 36,2
Пристиглі	<u>1,2</u> 9,8	<u>0,5</u> 5,1	<u>0,9</u> 35,1	<u>0,2</u> 13,4	<u>5,9</u> 7,7	<u>12,5</u> 9,2	<u>5,2</u> 36,2	<u>0,7</u> 16,4
Стигли і перестійні	<u>1,4</u> 11,6	<u>0,2</u> 2,5	<u>0,9</u> 33,9	<u>0,1</u> 3,8	<u>26,4</u> 34,6	<u>18,0</u> 13,3	<u>7,2</u> 49,8	<u>1,0</u> 22,9
Разом	<u>12,2</u> 100	<u>9,4</u> 100	<u>2,6</u> 100	<u>1,4</u> 100	<u>76,5</u> 100	<u>135,6</u> 100	<u>14,4</u> 100	<u>4,4</u> 100
<i>Рекреаційно-оздоровчі</i>								
Молодняки	<u>1,4</u> 10,3	<u>0,3</u> 46,1	<u>0,2</u> 6,9	<u>1,8</u> 34,5	<u>2,5</u> 7,2	<u>2,0</u> 19,4	<u>0,2</u> 5,0	<u>0,5</u> 15,4
Середньовікові	<u>8,7</u> 63,2	<u>0,2</u> 35,7	<u>1,0</u> 33,4	<u>2,3</u> 43,8	<u>25,5</u> 72,5	<u>7,2</u> 70,9	<u>0,3</u> 8,8	<u>1,7</u> 55,7
Пристиглі	<u>2,2</u> 16,2	<u>0,1</u> 15,2	<u>1,3</u> 40,5	<u>0,8</u> 15,9	<u>2,2</u> 6,3	<u>0,4</u> 3,8	<u>0,9</u> 25,7	<u>0,5</u> 15,0
Стигли і перестійні	<u>1,4</u> 10,3	<u>0,0</u> 3,0	<u>0,6</u> 19,2	<u>0,3</u> 5,9	<u>4,9</u> 14,0	<u>0,6</u> 5,9	<u>2,2</u> 60,4	<u>0,4</u> 13,9
Разом	<u>13,8</u> 100	<u>0,7</u> 100	<u>3,1</u> 100	<u>5,1</u> 100	<u>35,2</u> 100	<u>10,2</u> 100	<u>3,6</u> 100	<u>3,1</u> 100
<i>Природоохоронні</i>								
Молодняки	<u>2,1</u> 12,4	<u>3,2</u> 36,4	<u>0,5</u> 5,7	<u>8,1</u> 57,1	<u>2,9</u> 6,3	<u>9,2</u> 19,7	<u>0,3</u> 3,0	<u>2,5</u> 29,1
Середньовікові	<u>12,2</u> 71,8	<u>5,0</u> 56,8	<u>1,6</u> 18,3	<u>4,3</u> 30,7	<u>29,7</u> 63,6	<u>25,5</u> 54,8	<u>1,0</u> 11,0	<u>4,0</u> 46,5
Пристиглі	<u>1,4</u> 8,1	<u>0,5</u> 5,9	<u>4,5</u> 53,0	<u>1,0</u> 7,4	<u>3,5</u> 7,4	<u>3,9</u> 8,4	<u>3,3</u> 37,8	<u>1,1</u> 12,4
Стигли і перестійні	<u>1,3</u> 7,7	<u>0,1</u> 0,9	<u>1,9</u> 22,9	<u>0,7</u> 4,8	<u>10,6</u> 22,7	<u>8,0</u> 17,2	<u>4,1</u> 48,1	<u>1,0</u> 12,0
Разом	<u>17,0</u> 100	<u>8,8</u> 100	<u>8,5</u> 100	<u>14,2</u> 100	<u>46,8</u> 100	<u>46,6</u> 100	<u>8,6</u> 100	<u>8,6</u> 100

В експлуатаційних лісах вікова структура лісостанів усіх панівних видів значно відрізняється від оптимальної. У букових – частка молодняків є нижчою за оптимальну майже в 2,5 разу, а середньовікових, стиглих і перестійних – більшою в 1,5 разу. У ялинових – частка молодняків є нижчою за оптимальну у 1,3 разу, середньовікових і пристиглих – більшою в 1,6 і 1,5 разу відповідно. У ялицевих деревостанах площа стиглих і перестійних є у 2,7 разу більшою, а середньовікових – у стільки ж меншою від оптимальної (див. табл. 1).

У лісах із обмеженим режимом користування вікова структура лісостанів також є далекою від оптимальної. У букових лісостанах переважає середньовікова група, її частка у 1,4–1,5 разу більша від оптимальної, частка молодняків – у 2–3 рази менша. У ялинових – площа молодняків є близькою до оптимальної, середньовікових – більшою в 1,3 разу, а пристиглих – меншою майже у 3 рази, частка стиглих і перестійних становить лише 1–3 %. У ялицевих лісах домінують молодняки, їхня площа є більшою за оптимальну, а всіх інших вікових груп – недостатньою (див. табл. 1).

У похідних ялинниках усіх категорій лісів, як можливих для експлуатації, так і виключених з розрахунку головного користування, домінують пристиглі, стиглі й перестійні деревостани. Розглядати вікову структуру похідних ялинників із погляду оптимальності недоречно, оскільки їх слід замінити на корінні деревостани. Наявність їхніх молодняків свідчить про певні недоліки в лісовідновленні.

Ідея «нормального лісу» не знаходить відображення в багатофункціональному призначенні лісів, виконанні ними захисних, санітарно-оздоровчих, естетичних та інших корисних функцій. У лісах із особливим режимом користування доцільнішим є наближене до природи ведення лісового господарства, а основним показником стану лісу – тривала стійкість лісової екосистеми (Cherniavskiy et al. 2011). Таким критерієм відповідають клімаксові деревостани (Holubets & Tsarik 1992, Parpan et al. 2009). Вони найкраще виконують екологічні функції, зокрема гідрологічні (Oliynyk 2013).

Нині у лісах, виключених із головного користування, які мають переважно екологічне значення, також ведеться активна господарська діяльність. На експлуатаційні ліси припадає лише 58 % загального обсягу заготівлі деревини, решта – на ліси інших категорій: захисні – 25, рекреаційно-оздоровчі – 11 і природоохоронні – 6 %. Приблизно таке саме співвідношення за категоріями лісів мають суцільні зруби, щорічна площа яких у гірських лісах становить близько 8,5 тис. га. В експлуатаційних лісах 65 % заготівель припадає на рубки головного користування, зокрема 31 % на поступові рубки. Санітарно-оздоровчими заходами заготовлюється 27 %, рубками догляду та іншими рубками – по 4 % ліквідної деревини. У лісах інших категорій на головне користування припадає близько 5 % заготівель, зокрема на поступові рубки – 3 %. Санітарно-оздоровчими заходами заготовлюється 84 %, рубками догляду – 3, лісовідновними – 6, іншими рубками – 2 % (Parpan et al. 2017). Вибіркова система рубок проектується на рівні 1,2 % і практично не застосовують (Нудума 2016). Наслідком є неухильне зменшення площі різновікових лісів складної структури. На їхні збереження та облік звертають недостатню увагу, а критерії оптимальності вікової структури є аналогічними тим, що застосовують для експлуатаційних лісів.

Висновки. Вікова структура лісів, можливих для головного користування, є нерівномірною, у лісостанах усіх панівних видів частка деяких вікових груп у рази відрізняється від оптимальної. У лісах, виключених із головного користування, на практиці застосовують критерії оптимальності вікової структури, аналогічні тим, що й для експлуатаційних лісів. З огляду на функціональне призначення лісів, тут доцільнішим є застосування ідеї «абсолютно різновікового лісу» та наближеного до природи лісівництва, а основним показником стану має бути тривала стійкість і стабільність лісових екосистем. Розглядати вікову структуру похідних ялинників з погляду оптимальності недоречно,

оскільки їх слід замінити на корінні деревостани. Наявність їхніх молодняків свідчить про певні недоліки у лісовідновленні.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

Cherniavskiy, M. V., Krynytskyi, H. T., Parpan, V. I., 2011. Nablyzhene do pryrody vedennia lisovoho hospodarstva [Close-to-nature forest management]. Naukovi pratsi Lisivnychoyi akademiyi nauk Ukrayiny [Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine], 9: 29–35 (in Ukrainian).

Holubets, M. A. and Tsaryk, Y. V. 1992. Stykist, stabilnist – vazhlyvi oznaky zhyvykh system [Resilience and stability as important features of living systems]. Oykumena, 1: 21–26 (in Ukrainian).

Hudyma, V. D. 2016. Suchasna struktura rubok holovnoho korystuvannya u lisakh karpatskoho rehionu [Current structure of final felling in forests of Carpathian region] In: Suchasni problemy lisivnycho-ekolohichnoi typolohii: materialy vseukr. nauk-prakt. konf. [Current problems of forest and ecological typology. Proceedings of the Ukrainian Sci. Conf.]. Ivano-Frankivsk, NAIR, p. 138–142 (in Ukrainian).

Krynytskyj, G. and Tretyak, P. 2003. Stan lisiv Ukrayinskykh Karpat, ekologichni problemy ta perspektyvy [Condition of forests of Ukrainian Carpathian mountains, environmental problems and prospects]. Ekologichni problemy Karpatskogo regionu [Environmental problems of the Carpathian region], XII: 54–65 (in Ukrainian).

Oliyinyk, V. S. 2013. Hidrolohichna rol lisiv Ukrayinskykh Karpat [Hydrological role of forests in the Ukrainian Carpathians]. Ivano-Frankivsk, NAIR, 231 p. (in Ukrainian).

Parpan, V. I. 1994. Struktura, dinamika, ekologicheskie osnovy ratsionalnogo ispolzovaniya bukovykh lesov Karpatskogo regiona Ukrainy [Structure, dynamics, ecological bases of rational use of beech forests in the Carpathian region of Ukraine]. Diss. na soiskaniye uchenoy stepeni dokt. biol. nauk [PhD dissertation]. Ivano-Frankivsk, 411 p. (in Russian).

Parpan, V. I., Chernyavskiy, M. V., Ilchuk, V. M. 1997. Ekologichni zasady klasyfikatsiyi lisiv Ukrayiny z urahuvannyam yih tsilovogo pryznachennya [Ecological bases of forest classification of Ukraine taking into account their purpose]. Ekologiya ta noosferologiya [Ecology and noospheriology], 3(1–2): 16–24 (in Ukrainian).

Parpan, V. I., Hudyma, V. D., Parpan, T. V. 2017. Sposoby rubok i obsiahy zahotivli derevyny v hirskykh lisakh Ukrayinskykh Karpat [Methods of logging and its volumes of wood in mountain forests of Ukrainian Carpathians]. Lisivnytstvo i ahrolisomeliorsiya [Forestry and Forest Melioration], 131: 135–142 (in Ukrainian).

Parpan, V. I., Sannikov, S. N., Parpan, T. V. 2009. The hypothesis of the pulsed dynamics of virgin beech forests. Russian Journal of Ecology, 40(7): 1–14.

Poryadok podilu lisiv na kategoriyi ta vydilennya osoblyvo zahysnykh lisovykh dilyanok [Procedure for dividing forests into categories and allocating specially protected forest areas]. Postanova vid 16 travnya 2007 r. № 733. Kyiv, KMU, 22 p. (in Ukrainian).

Pravyla rubok golovnoho korystuvannya u girskykh lisakh Karpat [Rules of felling for the main use in the mountain forests of the Carpathians]. Postanova vid 22 zhovtnya 2008 r. № 929. Kyiv, KMU, 12 p. (in Ukrainian).

Pro vrehuliuvannya pytan shchodo spetsialnoho vykorystannia lisovykh resursiv [Settlement of the issues regarding the special use of forest resources]. Postanova vid 23 travnya 2008 r. № 761 [Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine No 761, 23.05.2008]. Kyiv, KMU (in Ukrainian).

Shelyag-Sosonko, Y. and Yemelyanov, I., 2003. Suchasnyy stan biorozmayittya ta yogo planetarne znachennya [Present conditions of a biodiversity and his clobal value]. Ekologichni problemy Karpatskogo regionu [Environmental problems of the Carpathian region], XII: 135–146 (in Ukrainian).

Hudyma V. D., Parpan T. V., Plikhtiak P. P.

THE FUNCTIONAL AND AGE STRUCTURE OF THE MOUNTAIN FORESTS OF THE UKRAINIAN CARPATHIANS

Ukrainian Research Institute of Mountain Forestry named after P. S. Pasternak

In the mountain forests of the Ukrainian Carpathians, forest stands with a predominance of European beech occupy 43 % of the area, Norway spruce – 42 %, European pine – 8 %, other tree species – 7 % of the area. By functional purpose, exploitable forests account for 45.5 %, protective forests – 27.7 %, nature protection forests – 17.5 %, recreational forests – 9.3 %. In each category, there are forests possible for main use and excluded from use. Forests possible for main use occupy about 487 thousand hectares, of which 78 % fall on exploitable forests, 5 – on protective forests, 6 – on recreational forests and 11 % on nature protection forests. Forests excluded from use occupy 479.8 thousand hectares (almost 50 %). The result of the use of clearcutting is the fragmentation of forest cover, the prevalence of even-aged stands and their modern distribution by age classes. In the forests possible for main use, age structure is uneven, the proportion of some age groups in the stands of all the dominant species is several times different from the optimal one. In forests excluded from main use, the optimality criteria for the age structure are similar to those used for exploitable forests. Considering their functional purpose, the idea of an “absolutely uneven-aged forest” is more appropriate here, and the main indicator should be the long-term sustainability and resilience of forest ecosystems. It is inappropriate to consider the age structure of derived spruce trees from the point of view of optimality since they

require replacement with aboriginal tree stands. The presence of their young stands indicates certain shortcomings in reforestation.

Key words: mountain forests, forest categories, species composition, age structure, age classes, age groups, European beech, Norway spruce, silver fir.

Гудыма В. Д., Парпан Т. В., Плихтяк П. П.

ФУНКЦИОНАЛЬНО-ЦЕЛЕВАЯ И ВОЗРАСТНАЯ СТРУКТУРА ГОРНЫХ ЛЕСОВ УКРАИНСКИХ КАРПАТ

Украинский научно-исследовательский институт горного лесоводства им. П. С. Пастернака

В горных лесах древостои с доминированием бука лесного занимают 43 % площади, ели европейской – 42, пихты белой – 8, других видов – 7 %. Эксплуатационные леса занимают 45,5 % площади, защитные, – 27,7 %, природоохранные – 17,5 %, рекреационно-оздоровительные – 9,3 %. В каждой категории есть леса, возможные для главного пользования и исключенные из пользования. Леса, возможные для пользования, занимают около 487 тыс. га, исключенные из пользования – 479,8 тыс. га. Результатом лесосечных рубок является фрагментация лесного покрова, преобладание одновозрастных древостоев, их распределение по классам возраста. В лесах, возможных для пользования, часть некоторых возрастных групп в древостоях всех господствующих видов в разы отличается от оптимальной. В исключенных из пользования лесах на практике применяют критерии оптимума возрастной структуры, аналогичные таковым для эксплуатационных лесов, хотя здесь целесообразнее применение идеи «разновозрастного леса», а основным показателем состояния должна быть стойкость и стабильность лесных экосистем. Рассматривать возрастную структуру производных ельников с точки зрения оптимума нецелесообразно, поскольку они нуждаются в замене на коренные древостои. Наличие их молодняков свидетельствует об определенных недостатках при лесовосстановлении.

Ключевые слова: горные леса, категории лесов, видовая и возрастная структура, классы возраста, группы возраста, бук лесной, ель европейская, пихта белая.

E-mail: hudlis29@gmail.com

Одержано редколлегією 10.10.2018



І. М. КОВАЛЬ, В. П. ВОРОН, С. Г. СИДОРЕНКО

ДЕПОНУВАННЯ ВУГЛЕЦЮ В ПРОГЕННО ПОШКОДЖЕНИХ
СОСНОВИХ МОЛОДНЯКАХ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ

Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького

Визначено особливості депонування вуглецю в молодому сосновому насадженні Лівобережного Лісостепу, пошкодженому низовою пожежею, за нормативами оцінювання компонентів надземної фітомаси в насадженнях та дендрохронологічними методами, які дали можливість кількісно оцінити динаміку депонування вуглецю в стовбуровій масі деревини *Pinus sylvestris* L. За нормативами П. І. Лакиди, втрати депонованого вуглецю для компонентів надземної фітомаси на пошкоджених пожежею пробних площах становили 22–30 % проти контролю. Дендрохронологічними методами виявлено, що маса вуглецю в стовбурах дерев варіює протягом онтогенезу. Накопичення вуглецю в стовбуровій деревині суттєво не відрізнялося в контролі та пошкодженому вогнем насадженні протягом допожежного періоду (2006–2010 рр.), але впродовж післяпожежного періоду (2011–2017 рр.) відбувалося збільшення продукування вуглецю в стовбуровій деревині сосни пошкодженого насадження на 20 % унаслідок інтенсивного відпаду дерев, за рахунок яких покращилися умови освітлення та живлення для дерев, що залишилися живими. Швидкість акумулювання вуглецю в стовбурах дерев коливалася протягом онтогенезу, і водночас його маса збільшувався з віком дерев. При цьому запаси вуглецю всохлих дерев не було враховано. Приріст маси депонованого вуглецю після пожежі став інтенсивнішим, ніж на контролі, однак не компенсував загальні втрати від пожежі.

Ключові слова: депонування вуглецю, низова пожежа, *Pinus sylvestris* L., дендрохронологічні методи.

Вступ. Ліси є важливим компонентом наземного вуглецевого циклу, а лісова рослинність утримує близько 80 % вуглецю. Серед наземних екосистем ліси є основним поглиначем вуглекислого газу, здатним природним шляхом зменшувати його концентрацію в атмосфері (Dixon et al. 1994, Vyshenska 2014). Проведено багато досліджень з визначення запасів органічного вуглецю у фітомасі лісів (Matthews 1993, Lakyda 1998, 2002, Brown 2002, Utkin et al. 2003, Pasternak 2004, Buksha & Pasternak 2005, Somogyi et al. 2007, Lakyda et al. 2011, Prokopuk & Netsvetov 2016, Rieger 2017).

Ліс в умовах антропогенного впливу, виконуючи природоохоронні функції та поліпшуючи якість природного середовища, сам підпадає під вплив несприятливих факторів, зокрема пожеж. У результаті цього він може частково або повністю втратити свої корисні властивості. Однією з таких екологічних функцій є продукування кисню та депонування вуглецю в атмосферу. Пошкоджені пожежами деревостани втрачають ці основні функції. Динаміка деревного запасу тісно пов'язана зі зміною депонування вуглецю та продукування кисню (Liera 1980).

Метою роботи було визначення особливостей депонування вуглецю та динаміки його поглинання стовбурами дерев у пошкодженому низовою пожежею сосновому молодняку Лівобережного Лісостепу.

Матеріали й методи. Об'єкт дослідження – сосновий молодняк, пошкоджений низовою пожежею 2011 року, що росте в лісостеповій зоні в Харківській області (Васищевське лісництво, ДП «Жовтневе ЛГ»). Тип умов місцезростання – свіжий суббір (В₂). Ґрунти – супіщані дерново-опідзолені. Вік насадження становить 18 років. Клімат помірно-континентальний. За даними Харківської метеостанції (1960–2017 рр.) найтеплішим (+21,9°C) та найвологішим (70 мм опадів) місяцем є липень, а найхолоднішим – січень (-4,6°C). Найменшою кількістю опадів відзначаються лютий (38 мм) і березень (38 мм).

У 2009, 20012 та 2017 рр. сталися посухи протягом вегетаційного періоду. Відхилення кількості опадів від норми за 1960–2017 рр. становили 23–56 %, а температури – 15–18 %.

Масу депонованого вуглецю в стовбурах визначали на трьох постійних пробних площах (ППП) із різним рівнем пошкодження дерев пожежею (висота нагару на стовбурах становила 1,21, 0,95 та 0 м – контроль) (табл. 1).

Таблиця 1

Таксаційна характеристика ППП в соснових молодняках із різним рівнем пошкодження пожежею за даними обстеження 2011 р.

№ ППП	$D_{\text{ср.}}$, см	$H_{\text{ср.}}$, м	Запас, $\text{м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$	Дехромація, %	Висота нагару, м
1	7,00	5,08	13,5	69,4	1,21
2	7,06	5,34	19,3	53,0	0,94
Контроль	7,04	5,48	20,1	–	0

Використано два методичних підходи. Перший базувався на оцінюванні маси депонованого вуглецю в надземній фітомасі сосни звичайної на пошкоджених пожежами ППП та контролі за нормативами оцінювання компонентів надземної фітомаси в насадженнях. За даними висоти та діаметра кожного дерева визначали масу вуглецю в стовбурах усіх дерев до пожежі та після за таблицями нормативів (Lakyda et al. 2011). Зміни маси вуглецю оцінювали після пожежі відносно контролю.

За другою методикою було оцінено депонування вуглецю в стовбуровій деревині з використанням дендрохронологічних методів (Cook & Kairiukstis 1990). З кожної біогрупи насадження на ППП та на контролі відібрано буравом Преслера по 15 зразків. Керни висушували та зрізали верхній шар деревини з метою отримання чіткіших меж між шарами пізньої та ранньої деревини. Товщину шарів річної, ранньої та пізньої деревини визначали цифровим приладом для вимірювання деревних кілець HENSON із точністю до 0,01 мм. Проведено перехресне датування з метою встановлення календарної дати формування кожного деревного кільця. На базі деревно-кільцевих хронологій створено хронології для кожної ППП. Спочатку визначено кумулятивний радіус дерев, потім обчислено зміну площ поперечного перерізу S_i за формулою $S_i = \pi r_i^2$, де r_i – кумулятивний радіус в i -тому році. Наступним кроком було визначення динаміки приросту дерев у висоту, для розрахунку якого використали рівняння залежності висоти дерева від віку на основі лісовпорядних матеріалів. Форму стовбура взято за конусоподібну, тому щорічну зміну об'єму стовбура V_i розраховано за формулою $V_i = S_i H_i / 3$, де S_i – площа поперечного перерізу стовбура i -того року; H_i – висота дерева i -того року. Для розрахунків фітомаси стовбура використано щільність сухої речовини для стовбурової деревини сосни звичайної $420 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$ (Lakyda et al. 2011), а для визначення маси депонованого в ній вуглецю – коефіцієнт 0,5 (Matthews 1993, Prokopuk & Netsvetov 2016).

Результати та обговорення. У 2013 р., тобто через два роки після пожежі, на найбільш пошкодженій ППП № 1 (висота нагару 1,21 м) усохло 83 % дерев, на менш пошкодженій ППП № 2 (висота нагару 0,94 м) всохло 37 %, на контролі – 17 %.

За нормативами оцінювання компонентів надземної фітомаси в насадженнях (Lakyda et al. 2011) виявлено, що маса депонованого вуглецю на найбільш пошкодженій ППП № 1 становив $7700 \text{ кг} \cdot \text{га}^{-1}$, а на менш пошкодженій ППП № 2 – $9000 \text{ кг} \cdot \text{га}^{-1}$. Втрати депонованого вуглецю внаслідок пожеж становили на ППП № 1 34 %, на ППП № 2 – 22 % (табл. 2).

Таблиця 2

Сума депонованого вуглецю на пошкоджених пожежею ППП та його втрати

№ ППП	Висота нагару, м	Депонований вуглець	
		Сума, $\text{кг} \cdot \text{га}^{-1}$	Втрати, %
1	1,21	7700	34
2	0,94	9000	22
Контроль	0	11600	–

Обчислено параметри регресійних моделей, які апроксимують зв'язки між висотою дерев і масою депонованого вуглецю у надземній фітомасі дерев на ППП із різним рівнем пошкодження дерев пожежею (табл. 3). Висоти дерев виміряно у 2013 р. Для молодого насадження характерна конкуренція між деревами, і в цьому віці виявляється значна

диференціація відносної висоти дерев, що вплинуло на депонування вуглецю в надземній фітомасі дерева. Зв'язки між висотою дерев на ППП з різним рівнем пошкодження та масою депонованого вуглецю у надземній фітомасі описано кривими 2-го порядку. Тіснота зв'язку є сильною (див. табл. 3).

Таблиця 3

Залежність маси депонованого вуглецю в надземній фітомасі дерева від його висоти та діаметра

Рівняння	Коефіцієнт детермінації, R^2	Кореляційне відношення (η)
Залежність від висоти дерева		
ППП з висотою нагару на стовбурах дерев 1,21 м		
$y = 0,1466x^2 + 0,1359x - 0,6085$	0,447	0,67*
ППП з висотою нагару на стовбурах дерев 0,94 м		
$y = 0,3145x^2 - 1,4556x + 2,7504$	0,5107	0,71*
Контроль		
$y = 0,3701x^2 - 1,7163x + 1,8277$	0,694	0,83*
Залежність від діаметра дерева		
ППП з висотою нагару на стовбурах дерев 1,21 м		
$y = 0,1035x^2 - 0,1752x - 0,0691$	0,920	0,96*
ППП з висотою нагару на стовбурах дерев 0,94 м		
$y = 0,1263x^2 - 0,5116x + 1,1008$	0,907	0,95*
Контроль		
$y = 0,1245x^2 - 0,4813x + 0,897$	0,974	0,98*

*0,1 % рівень статистичної значущості

Коефіцієнти детермінації свідчать, що на ППП з найбільшим рівнем пошкодження вогнем висота дерева впливає на масу депонованого вуглецю на 45 %, із середнім рівнем пошкодження – на 51 %, а на контролі – на 69 % (див. табл. 3).

Отже, зі зменшенням рівня пошкодження дерев пожежами збільшується залежність депонованого вуглецю від висоти дерева.

Обчислено також параметри регресійних моделей зв'язку між масою депонованого вуглецю в надземній фітомасі та діаметром дерев, які апроксимовані кривими 2-го порядку. Зв'язки між діаметром дерев на всіх ППП та масою депонованого вуглецю виявилися сильнішими, ніж між висотою та масою депонованого вуглецю. На ППП № 1 з найбільшим рівнем пошкодження вогнем діаметр дерева впливає на масу депонованого вуглецю на 92 %, із середнім рівнем пошкодження – на 91 %, а на контролі – на 97 %, про що свідчать коефіцієнти детермінації (табл. 3).

Отже, простежується тенденція збільшення тісноти зв'язку між діаметром дерев і накопиченням вуглецю в стовбурах дерев зі зменшенням рівня пошкодження дерев пожежами. При цьому зв'язки між діаметром і накопиченням вуглецю в надземній фітомасі є тіснішими, ніж між висотою та накопиченням вуглецю. Тобто виявлені зв'язки між висотою та діаметром дерев з одного боку та депонованим вуглецем в надземній фітомасі дерева з іншого апроксимовані кривими 2-го порядку і посилюються зі зменшенням рівня пошкодження пожежею насадження.

Багатьма дослідниками виявлено, що всі види пожеж призводять до зниження біологічної продуктивності насаджень і втрат депонованого вуглецю (Pasternak 2004, Rieger et al. 2017).

Багаторічне накопичення вуглецю в стовбуровій деревині сосни звичайної оцінювали на основі аналізу радіального приросту на двох ППП (пошкоджена ППП та контроль)

Вік дерев визначали шляхом підрахунку річних кілець. Для кожного стовбура за щорічним приростом розраховували кумулятивний радіус на пошкодженій пожежею ППП та контролі. На пошкодженій пожежею ППП виявлено, що в період до пожежі коливання кумулятивного радіусу становили 3,75–5,8 мм. У післяпожежний період кумулятивний радіальний приріст становив 8,9–51,7 мм. На контролі в допожежний період кумулятивний приріст становив 8,9 мм, у післяпожежний – 44,5 мм.

Відомо, що завдяки світловому приросту радіальний приріст дерев за зниження повноти збільшується, при цьому темп цього збільшення залежить від віку, тобто чим і є насадження, тим швидше воно росте за діаметром (Antanaytys & Zahreev 1981).

Було обчислено кумулятивну площу поперечного перерізу на двох ППП – пошкодженій пожежею та контролі. У допожежний період площа поперечного перерізу на пошкодженій ППП становила 0,004–0,17 м², у середньому – 0,03 м². У післяпожежний період ці значення варіювали від 0,02 до 0,84 м², а середнє становило 0,29 м².

На контролі площа поперечного перерізу в допожежний період становила 0,025–0,2 м², а протягом післяпожежного періоду – від 0,01 до 0,7 м². Середнє значення площі поперечного перерізу – 0,23 м².

Обчислено об'єм стовбурів через площі перерізу. Між приростами за площею перерізу та об'ємом існують тісні кореляційні зв'язки (Antanaytys & Zahreev 1981).

Для пошкодженої ППП в допожежний період об'єм стовбура становив від 0,001 до 0,26 м³, а у післяпожежний – 0,03–2,87 м³.

Використовуючи дані об'єму стовбура, обчислено масу накопиченого вуглецю в стовбуровій деревині сосни звичайної на пошкодженій ППП та контролі (рис. 1–3).

На пошкодженій ППП у допожежний період маса вуглецю становила від 0,2 до 55,08 кг·рік⁻¹, а середнє значення за цей період – 9,3 кг·рік⁻¹. У післяпожежний період маса накопиченого вуглецю становила від 5,6 до 378 кг·рік⁻¹, середні значення – 159,2 кг·рік⁻¹ (рис. 1). На контролі протягом 2006–2010 рр. (допожежний період) маса накопиченого вуглецю становила від 0,01 до 63,4 кг·рік⁻¹, а у післяпожежний період – 15,8–450 кг·рік⁻¹. Середні значення маси накопиченого вуглецю в стовбуровій деревині за зазначений період сягали 126,08 кг·рік⁻¹ (рис. 2).

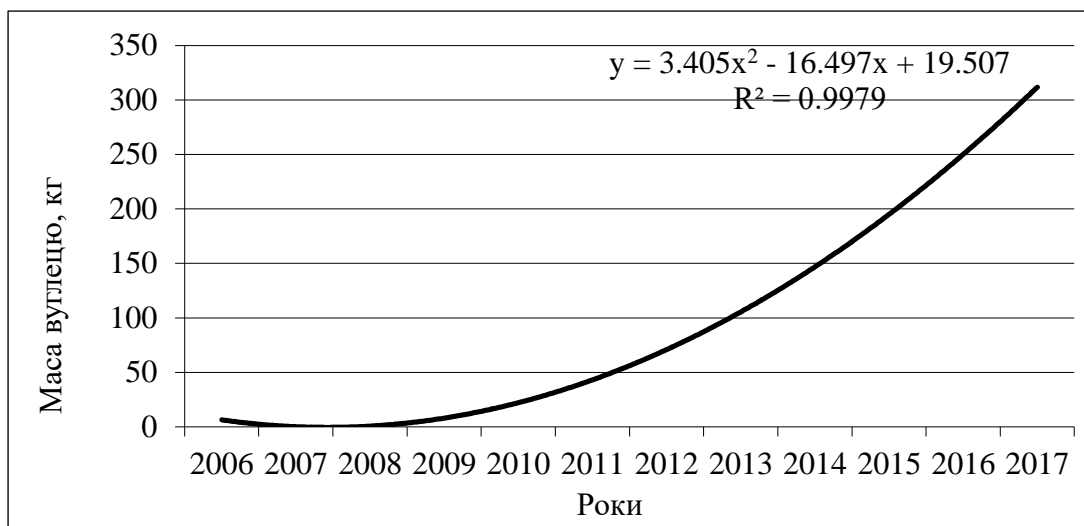


Рис. 1 – Усереднена динаміка накопичення вуглецю в стовбурах сосни звичайної для 15 дерев на пошкодженій пожежею ППП

Наступним кроком був аналіз щорічної динаміки вуглецю. На пошкодженій ППП у допожежний період щорічна маса вуглецю становила 0,17–34,6 кг / рік. Середнє значення щорічної динаміки вуглецю за цей період становило 4,89 кг·рік⁻¹. Протягом післяпожежного періоду маса вуглецю становила від 4,89 до 117,6 кг·рік⁻¹. Для контролю протягом

допожежного періоду щорічна маса вуглецю перебувала в межах від 0,03 до 3,36 кг·рік⁻¹. Середнє значення маси вуглецю за цей період становило 0,69 кг·рік⁻¹. Для післяпожежного періоду відзначено коливання маси вуглецю на контролі від 0,93 до 8,44 кг·рік⁻¹ із середнім значенням за період 2011–2017 рр. 3,16 кг·рік⁻¹ (рис. 2).

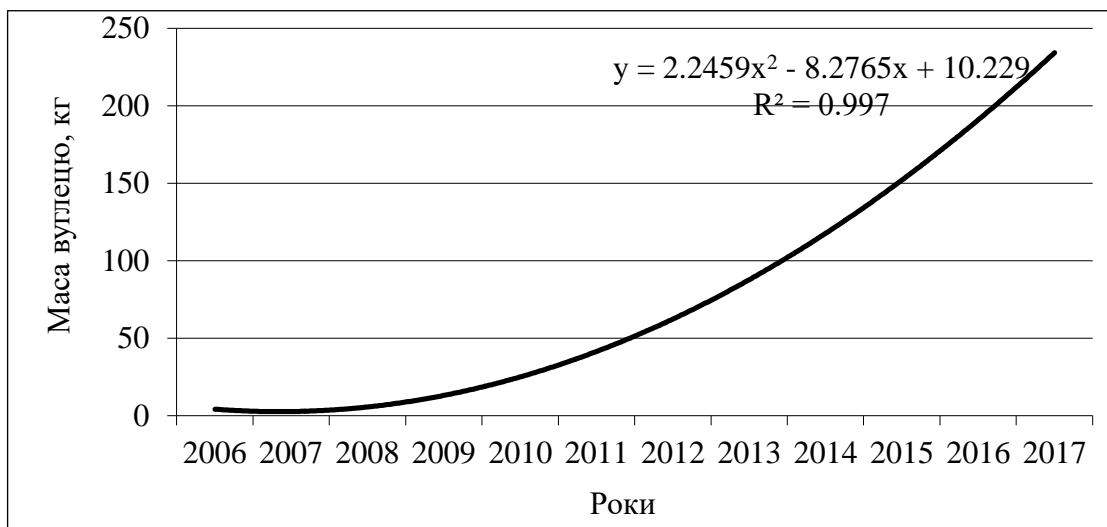


Рис. 2. – Усереднена динаміка накопичення вуглецю в стовбурах сосни звичайної для 15 дерев на контролі

Виявлено, що накопичення вуглецю в стовбуровій деревині суттєво не різнилося на обох ППП протягом допожежного періоду (2006–2010 рр.), але після пожежі 2011 р. продукування вуглецю збільшилося у стовбуровій деревині пошкодженого насадження, яке триває й нині. За післяпожежний період різниця між масою вуглецю в стовбуровій деревині на контролі та на пошкодженій ППП сягала 20 % (рис. 3).

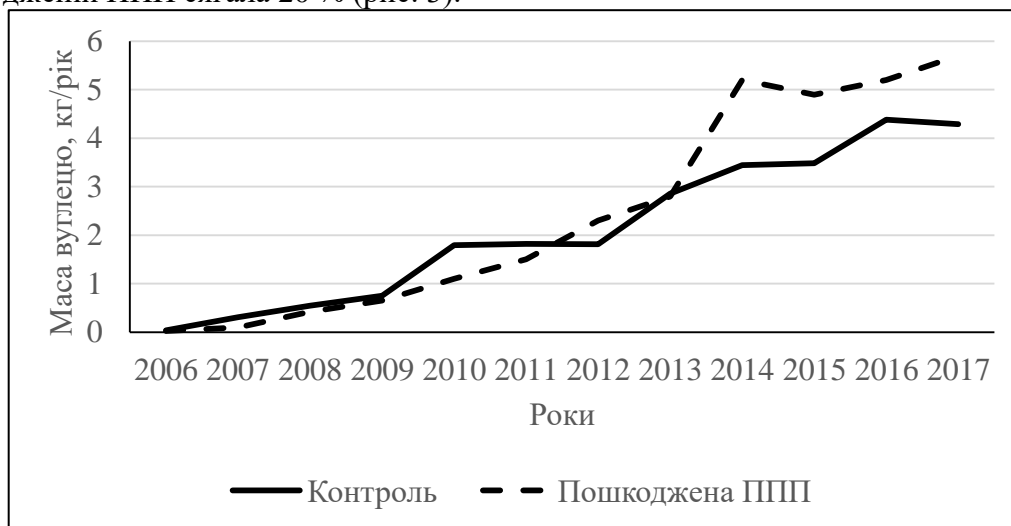


Рис. 3 – Динаміка приросту щорічної маси вуглецю на ППП, пошкодженій пожежею, та контролі

Дослідження динаміки депонованого вуглецю у молодому сосняку показали, що маса акумульованого вуглецю в стовбурах дерев коливається протягом онтогенезу, але встановлено тенденцію до збільшення її з віком (рис. 3). Подібні результати отримано під час дослідження акумуляції вуглецю в стовбурах вікових дерев дуба звичайного в парку «Феофанія» в м. Києві (Prokoruk & Netsvetov 2016). Дослідження депонування вуглецю в стовбуровій деревині дуба звичайного на основі дендрохронологічного аналізу дало змогу реконструювати щорічну варіацію приросту стовбурової біомаси й накопиченого вуглецю.

Динаміка накопичення вуглецю в стовбурах змінюється з року в рік, але водночас виявлено тенденцію до збільшення маси вуглецю для пошкодженої ПППІ та контролю. Пік збільшення маси вуглецю зафіксовано в 2014 р. для обох ПППІ, а мінімум його накопичення виявлено в 2015 р.

Протягом післяпожежного періоду внаслідок пошкодження вогнем всохло 30 % дерев на пошкодженій ПППІ. За рахунок цього відпаду дерева, які залишилися живими, отримали більше світла та більшу площу живлення, що вплинуло на збільшення накопичення вуглецю в стовбуровій деревині у порівнянні з контролем (див. рис. 3).

Висновки. У насадженнях, пошкоджених пожежею (з висотою нагару на стовбурах 1,21 та 0,94 м), маса депонованого вуглецю перевищувала контроль на 30 і 22 % відповідно.

Маса депонованого вуглецю в надземній фітомасі дерева залежать від висоти й діаметра, причому ці зв'язки посилюються за меншого пошкодження пожежею насадження.

Дендрохронологічний аналіз дає можливість кількісно оцінити динаміку депонування вуглецю в стовбуровій масі деревини. Темпи акумулювання вуглецю в стовбурах дерев варіюють протягом онтогенезу, але його маса збільшується з віком. Приріст маси вуглецю не компенсував загальні втрати від пожежі. Накопичення вуглецю в стовбуровій деревині суттєво не різнилося протягом допожежного періоду (2006–2010 рр.) на контролі та пошкодженою ПППІ. Упродовж післяпожежного періоду (2011–2017 рр.) продукування вуглецю в стовбуровій деревині сосни пошкодженого насадження збільшилося, тому що покращилися умови освітлення та живлення внаслідок значного відпаду дерев. За післяпожежний період (2011–2017 рр.) маса вуглецю в стовбуровій деревині виявилася на 20 % більшою в пошкодженому насадженні, ніж на контролі.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

- Antanaytys, V. V. and Zahreev, V. V.* 1981. Pryrost lesa [Forest growth]. Moscow, Lesnaya promyshlennost, 200 p. (in Russian).
- Brown, S.* 2002. Measuring carbon in forests: current status and future challenges. *Environmental Pollution*, 116: 363–372 (in English).
- Buksha, I. F. and Pasternak, V. P.* 2005. Inventaryzatsiya ta monitorynh parnykovykh haziv u lisovomu hospodarstvi [Inventory and monitoring of greenhouse gases in forestry]. Kharkiv, 124 p. (in Ukrainian).
- Cook, E. R. and Kairiukstis, L.* 1990. *Methods of Dendrochronology - Applications in the Environmental Sciences.* Dordrecht, Netherlands, Kluwer Academic Publishers and International Institute for Applied Systems Analysis, 394 p.
- Dixon, R. K., Brown, S., Houghton, R. A., Solomon, A. M., Trexler, M. C., Wisniewski, J.* 1994. Carbon pools and flux of global forest systems. *Science*, 263: 185–190.
- Lakyda, P. I.* 1998. Metodychni aspekty otsinky richnoho stoku vuhletsyu v lisovykh nasadzhennyakh [Methodological aspects of estimation of annual carbon stock in forest stands]. *Naukovyy visnyk NAU [Bulletin NAU]*, 8: 221–227 (in Ukrainian).
- Lakyda, P. I.* 2002. Fitomasa lisiv Ukrainy [Phytomass of forests of Ukraine]. Ternopil, Zbruch, 256 p. (in Ukrainian).
- Lakyda, P. I., Vasylyshyn, R. D., Lashchenko, A. H., Terentiev, A. Yu.* 2011. Normatyvy otsinky komponentiv fitomasy derev holovnykh liso tvirnykh porid Ukrainy [Standards for estimating components of phytomass of trees of main forest species of Ukraine]. Kyiv, EKO-inform, 192 p. (in Ukrainian).
- Liepa, I. Ya.* 1980. Dinamika drevesnykh zasposov. Prohnozirovanie i ekolohiya [Dynamics of wood stocks. Forecasting and ecology]. Ryga, Znatne, 180 p. (in Russian).
- Mathews, G.* 1993. The carbon content of trees. *Forestry Commission Technical Paper*, 4: 21.
- Pasternak, V. P.* 2004. Metodychni pidkhody do monitorynhu dynamiky vuhletsyu u lisovykh ekosystemakh [The methodical approach to monitoring of carbon dynamics in forest ecosystems]. *Naukovyy visnyk NLTU Ukrainy [Scientific Bulletin of UNFU]*, 14.2: 177–181 (in Ukrainian).
- Prokopuk, Yu. S. and Netsvetov, M. V.* 2016. Dynamika deponuvannya vuhletsyu v stovburovii biomasi *Quercus robur* L. parku «Feofaniya» [Dynamics of depositing carbon in the stubble biomass of *Quercus robur* L. in the park Theophania]. *Naukovyy visnyk NLTU Ukrainy [Scientific Bulletin of UNFU]*, 26.3: 158–164 (in Ukrainian).
- Rieger, I., Kowarik, I., Cherubini, P., Cierjacks, A.* 2017. A novel dendrochronological approach reveals drivers of carbon sequestration in tree species of riparian forests across spatiotemporal scales. *Sci. Total Environ.*, 574: 1261–1275 (in English).
- Somogyi, Z., Cienciala, E., Makipaa, R., Muukkonen, P., Lentonen, A., Weiss, P.* 2007. Indirect methods of large-scale forest biomass estimation. *Eur. J. Forest Res.*, 126: 197–207 (in English).

Utkin, A. Y., Zamolodchikov, D. H., Pryazhnikov, A. A. 2003. Metody opredeleniya deponirovaniya ugleroda fytomassy i netto-produktivnosti lesov (na primere respubliki Belarus [Methods of determination of deposit of carbon of phytomass and net productivity of forests (on the example of the republic of Belarus)]. Lesovedeniye [Forest Studies], 1: 48–57 (in Russian).

Vyshenska, I. G. 2014. Rol komponentiv lisovykh ekosystem v akumulatsiyi vuhletsyu yak faktora pidtrymky yikh stabilnosti do zovnishnikh chynnykiv [Role of the components of forest ecosystems in carbon accumulation as factor in maintaining their stability to external impacts]. Naukovi zapysky. Biolohiya ta ekolohiya [Proceedings. Ecology and biology], 158: 61–64 p. (in Ukrainian).

Koval I. M., Voron V. P., Sydorenko S. H.

CARBON SEQUESTRATION IN THE YOUNG PINE STANDS DAMAGED BY FIRE WITHIN LEFT-BANK FORST-STEPPE

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

The features of carbon sequestration in young pine stand in the Left-bank Forest-Steppe, damaged by surface fire, are revealed according to the standards for assessing the components of the phytomass in stands and by dendrochronological methods, which allowed to quantify the dynamics of carbon sequestration in the stem mass of *Pinus sylvestris* L. Using standards of P. Lakyda, we revealed that the loss of deposited carbon in the fire-damaged stands was 22–30 % compared with the control. Using dendrochronological methods we have found that the carbon content in the trunks of trees varies during ontogenesis but its trend increases with age. The accumulation of carbon in the stem wood did not significantly differ during the pre-fire period (2006–2010) between the control and the damaged stand. However, during the post-fire period (2011–2017), an increase in the amount of carbon in the stem wood of the pine stand was detected as a result of intensive fall of trees due to which there were the improved lighting and nutrition conditions for trees that remained alive. During the post-fire period, the difference between the mass of carbon in the stem wood on the control and the amount of carbon in the trunk on the damaged trees was 20 %. The rate of carbon sequestration in tree stems fluctuated in the period of ontogenesis and at the same time, its quantity increased with age. However, the indicated increase in the mass of carbon did not compensate for the losses due to fire.

К е у w o r d s : carbon sequestration, surface fire, *Pinus sylvestris* L., dendrochronological methods.

Коваль И. М., Ворон В. П., Сидоренко С. Г.

ДЕПОНИРОВАНИЕ УГЛЕРОДА В ПРОГЕННО ПОВРЕЖДЕННЫХ СОСНОВЫХ МОЛОДНЯКАХ ЛЕВОБЕРЕЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ

Украинский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации им. Г. Н. Высоцкого

Выявлены особенности депонирования углерода в молодом сосновом насаждении Левобережной Лесостепи, поврежденном низовым пожаром, по нормативам оценки компонентов надземной фитомассы в насаждениях и дендрохронологическими методами, которые позволили количественно оценить динамику депонирования углерода в стволовой массе древесины *Pinus sylvestris* L. По нормативам П. И. Лакиды потери депонированного углерода на поврежденных пожаром пробных площадях составили 22–30 % по сравнению с контролем. Дендрохронологическими методами обнаружено, что содержание углерода в стволах деревьев колеблется в течение онтогенеза. В течение допожарного периода (2006–2010 гг.) накопление углерода в стволовой древесине в контроле и поврежденном насаждении существенно не отличалось, но в течение послепожарного периода (2011–2017 гг.) возростала масса углерода в стволовой древесине сосны поврежденного насаждения в результате интенсивного отпада деревьев, за счет которых улучшились условия освещения и питания для деревьев, которые остались живы. В течение послепожарного периода разница между массой углерода в стволовой древесине на контроле и в поврежденном насаждении составила 20 %. Запасы углерода в стволовой древесине мертвых деревьев не были учтены. Скорость депонирования углерода в стволах деревьев варьировала на протяжении онтогенеза, но его масса возростала с возрастом. Однако указанный прирост массы углерода не компенсировал потери от пожара.

К л ю ч е в ы е с л о в а : депонирование углерода, низовой пожар, *Pinus sylvestris* L., дендрохронологические методы.

E-mail: koval_iryana@ukr.net; 52corvus@gmail.com; serhii88sido@gmail.com

Одержано редколегією: 04.11.2018



П. І. ЛАКИДА¹, В. М. ЛОВИНСЬКА²

**ФІТОМАСА КОМПОНЕНТІВ КРОНИ ДЕРЕВ *PINUS SYLVESTRIS* L.
ПІВНІЧНОГО СТЕПУ УКРАЇНИ**

1. Національний університет біоресурсів та природокористування України, Навчально-науковий інститут лісового і садово-паркового господарства
2. Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Представлено результати моделювання фітомаси компонентів крони дерев сосни звичайної, що формує штучні лісові насадження на території Північного Степу України. Наведено результати кореляційного аналізу та основні статистичні характеристики розподілу компонентів фітомаси крони модельних дерев. Виявлено тісний прямий кореляційний зв'язок між масами деревної зелені, гілок і хвої та значенням діаметра стовбура дерев. Розроблено математичні моделі, що описують фітомасу досліджуваних компонентів залежно від таксаційних ознак дерев сосни звичайної. Отримані регресійні моделі залежності компонентів крони від біометричних параметрів демонструють вищі коефіцієнти детермінації для рівнянь розрахунку фітомаси деревної зелені та хвої, тоді як для фітомаси гілок вони є менш значущими. Наведено результати розроблення нормативно-довідкового забезпечення для оцінювання компонентів фітомаси крони дерев сосни звичайної в абсолютно сухому стані. Значення фітомаси деревної зелені, гілок і хвої збільшується зі збільшенням значення діаметра, тоді як зі збільшенням висоти стовбура для всіх досліджуваних компонентів крони виявлено їхнє зменшення.

К л ю ч о в і с л о в а: сосна звичайна, модель фітомаси, крона, деревна зелень, гілки, хвоя.

Вступ. Ліси відіграють ключову роль у регулюванні кругообігу речовин у біосфері, що визначається можливістю накопичувати й тривалий час утримувати хімічні елементи в компонентах надземної й підземної фітомаси дерев. Для моделювання кругообігу речовин у біосфері та прогнозування довгострокової динаміки лісових екосистем знання про фітомасу та продукцію органічної маси лісонасаджень є вкрай важливими. Продуктивність лісів є багатовимірним об'єктом досліджень, який вимагає комплексного підходу під час вивчення всіх її складових. Фітомасу головних лісоутворювальних порід на сьогодні досконало вивчено для різних регіонів України, унаслідок чого вченими, які працюють у цьому напрямку, створено нормативно-інформаційну базу для оцінювання її компонентів залежно від варіювання лісорослинних умов. Компоненти фітомаси крони, які є носіями асиміляційних органів, мають ключову роль у життєдіяльності рослин, синтезують органічні речовини та беруть участь у процесах газообміну, депонуванні CO₂ та киснетвірній продуктивності (Molchanov 1971).

Сосна звичайна (*Pinus sylvestris* L.) є найбільш поширеною із хвойних порід в усій Європі та, зокрема, в Україні. Біопродуктивність компонентів крони сосни досліджувало багато вчених, зокрема українських. Динаміку біопродуктивності надземної фітомаси крони соснових деревостанів зони Полісся, Лісостепу, Степу (Нижньодніпровські піски) наведено в роботах П. І. Лакиди, А. Є. Шамрая, І. П. Терелі та інших (Lakyda 2002, Lakyda & Shamrai 2013, Terela et al. 2014).

Вивченням біологічної продуктивності асиміляційної частини соснових насаджень у країнах близького та далекого зарубіжжя займались А. А. Молчанов (Molchanov 1971), А. І. Уткін (Utkin 2003), В. А. Усольцев (Usoltsev 2007), А. З. Швиденко (Shvidenko et al. 2008) та багато інших дослідників (Claesson et al. 2001, Xiao & Ceulemans 2004, Mikšys et al. 2007, Tahvanainen & Forss 2008, Turski et al. 2008, Jelonek et al. 2011, 2012, Jagodziński et al. 2018).

В. А. Усольцев (Usoltsev 2007) сформував базу даних пробних площ для сосни звичайної, яка містить інформацію про фітомасу й таксаційні характеристики її дерев та деревостанів для території Західного Сибіру та Казахстану. Цей же автор дослідив та аналітично описав закономірності вертикально-фракційного розподілу фітомаси крон дерев у природних та штучних сосняках залежно від віку, морфології дерев, а також походження деревостану.

Результати подібних досліджень є вагомим внеском під час вирішення складних питань регулювання та розроблення концепції управління лісовими екосистемами в умовах трансформації навколишнього середовища. Але, з огляду на різні лісорослинні умови природно-кліматичних зон, несумісність методичних підходів, а часто й невідповідність та недостатню кількість досліджуваних компонентів фітомаси, такі результати неможливо використати для оцінювання біопродуктивності в певному регіоні.

На території Північного Степу України, а саме в Дніпропетровському регіоні, деревостани сосни звичайної займають 24,6 % вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок, формуючи переважно чисті насадження та виконуючи санітарно-гігієнічні функції. Відсутність нормативів оцінювання компонентів фітомаси дерев та деревостанів для цієї деревної породи у вказаному регіоні й визначила напрямок нашої роботи.

Отже, метою дослідження стало розроблення комплексу нормативно-довідкового забезпечення оцінювання компонентів фітомаси крони сосни звичайної Північного Степу України.

Матеріали й методи. Для дослідження надземних компонентів фітомаси крони (гілок, кори гілок і хвої) соснових деревостанів використано дані, отримані за результатами дослідження на 20 тимчасових пробних площах (ТПП) на території Північного Степу України в межах лісового фонду державних підприємств Дніпровського обласного управління лісового і мисливського господарства. Оцінювання фракцій надземної фітомаси крони дерев здійснено за методикою проф. П. І. Лакиди (Lakyda 2002). На ТПП проводили відбір модельних дерев (МД) за принципом їхньої репрезентативності щодо розподілу за ступенями товщини з урахуванням значень висот дерев.

Було сформовано робочий масив даних таксаційних показників для модельних дерев із включенням таких характеристик: вік (a), діаметр (d), висота (h), маса деревної зелені ($q_{дз}$), маса гілок ($q_{гил}$), маса хвої ($q_{хв}$) та таксаційний показник тимчасових пробних площ – відносна повнота деревостану (P).

Для розрахунку фітомаси окремих фракцій компонентів крони модельних дерев застосовували регресійні рівняння. З метою оцінювання залежності формування фітомаси фракцій деревної зелені (ДЗ), гілок у свіжозрубаному стані, хвої в абсолютно сухому стані від діаметра та висоти дерева було проаналізовано придатність ряду рівнянь ступеневого виду ($y = ax^b$) із уведенням у нього різних факторів впливу – віку (a), діаметра на висоті 1,3 м ($d_{1,3}$), висоти дерева (h), протяжності ($l_{кр}$) та діаметра ($d_{кр}$) крони, а також повноти деревостану (P). Прийнятність зв'язку визначали за достовірності апроксимації кривої регресійної моделі R^2 .

Результати та обговорення. З метою визначення інформативних факторів впливу на результат оцінювання компонентів фітомаси крони дерев сосни – маси деревної зелені ($q_{дз}$), маси гілок ($q_{гил}$), маси хвої ($q_{хв}$), на першому етапі досліджень ми аналізували таксаційні ознаки обраних модельних дерев та дослідних площ, а саме вік (a), висоту (h), діаметр стовбура дерева на висоті грудей ($d_{1,3}$), а також відносну повноту деревостану (P), які підлягали процесу статистичної обробки даних. Значення основних статистик для модельних дерев сосни звичайної наведено в табл. 1.

Розподіл показників віку та діаметра стовбура на висоті 1,3 м, а також ексцес висоти дерева відповідають вимогам нормального розподілу, оскільки отримані значення є нижчими за теоретичні ($A \leq 0,723$; $E \leq 0,843$). Від'ємне значення асиметрії знайдено для показника висоти дерева, що свідчить про зсув кривої розподілу ліворуч. Статистичний розподіл показників фітомаси деревної зелені $q_{дз}$, гілок $q_{гил}$ та хвої $q_{хв}$ модельних дерев не задовольняє умови нормального розподілу (значення асиметрії та ексцесу перевищують теоретичні).

Таблиця 1

Статистична характеристика розподілу таксаційних показників та компонентів фітомаси крони сосни звичайної

Ознака	Значення			Статистики		
	мінімальне	максимальне	середнє	σ	A	E
a, років	9	90	53	23,2	-0,513	-0,673
$d_{1,3}$, см	4	41,7	20,6	7,67	0,189	0,748
h, м	4,2	30	18,9	6,27	-1,101	0,650
$q_{дз}$	2,5	94	21,7	17,15	2,270	6,753
$q_{гил}$	0,5	86	15	14,90	2,830	9,888
$q_{хв}$	0,95	38,4	6,8	5,96	3,125	13,545
P	0,48	1,44	0,72	0,24	1,736	2,594

Для визначення коефіцієнтів математичних моделей необхідним є попередній аналіз кореляційних зв'язків між незалежними показниками (табл. 2).

Таблиця 2

Коефіцієнти кореляції компонентів фітомаси крони з основними таксаційними показниками дерев

Таксаційний показник дерев	Компонент фітомаси крони		
	Маса деревної зелені $q_{дз}$, кг	Маса гілок $q_{гил}$, кг	Маса хвої $q_{хв}$, кг
a, роки	0,35*	0,37*	0,24
$d_{1,3}$, см	0,70*	0,62*	0,60*
h, м	0,33*	0,32*	0,24

*Дані є значущими на 5%-му рівні ($p < 0,05$).

Для компонентів фітомаси крони спостерігається наявність прямого кореляційного зв'язку з усіма таксаційними показниками. Найтісніший зв'язок виявлено між компонентами деревної зелені, гілок і хвої з діаметром стовбура дерева на висоті 1,3 м (див. табл. 2).

Характеристику рівнянь залежності фракцій фітомаси крони від діаметра та висоти стовбура, діаметра та довжини крони, віку дерева, а також відносної повноти деревостану наведено в табл. 3. Виявлено, що зв'язок окремих компонентів фітомаси крони із різними факторами впливу описується алометричними регресійними рівняннями з $R^2 = 0,41...0,80$.

Таблиця 3

Моделі для оцінювання фітомаси параметрів крони дерев сосни звичайної

Номер моделі	Вид рівняння	Коефіцієнт детермінації
<i>Деревна зелень (свіжозрубаний стан)</i>		
1	$q_{дз} = 0,552 \cdot a^{0,249} \cdot d_{1,3}^{1,815} \cdot h^{-1,447} \cdot d_{кр}^{0,693} \cdot l_{кр}^{0,288}$	0,80
2	$q_{дз} = 0,438 \cdot d^{2,826} \cdot h^{-1,628}$	0,72
3	$q_{дз} = 0,306 \cdot d^{2,531} \cdot h^{-1,096} \cdot P^{0,755}$	0,80
4	$q_{дз} = 0,041 \cdot d^{1,770} \cdot l_{кр}^{0,375}$	0,60
5	$q_{дз} = 0,124 \cdot d^{1,379} \cdot d_{кр}^{0,767}$	0,68
6	$q_{дз} = 0,361 \cdot d^{2,370} \cdot h^{-1,076} \cdot (0,446 + 0,422 \cdot P^2)$	0,80
<i>Гілки (свіжозрубаний стан)</i>		
7	$q_{гил} = 0,239 \cdot d^{2,374} \cdot h^{-1,017} \cdot P^{0,306}$	0,49
8	$q_{гил} = 0,253 \cdot d^{2,489} \cdot h^{-1,199}$	0,48
9	$q_{гил} = 0,288 \cdot d^{2,347} \cdot h^{-0,903} \cdot (0,462 + 0,210 \cdot P^2)$	0,50
10	$q_{гил.коро} = 0,095 \cdot d^{2,434} \cdot h^{-1,481}$	0,41
<i>Хвоя (абсолютно сухий стан)</i>		
11	$q_{хв} = 0,154 \cdot d^{3,144} \cdot h^{-2,011}$	0,63
12	$q_{хв} = 0,126 \cdot d^{2,806} \cdot h^{-1,487} \cdot P^{0,736}$	0,68
13	$q_{хв} = 0,195 \cdot d^{2,873} \cdot h^{-1,512} \cdot (0,295 + 0,252 \cdot P^2)$	0,68

Отримані регресійні моделі залежності компонентів крони від біометричних параметрів демонструють вищі коефіцієнти детермінації для рівнянь розрахунку фітомаси деревної

зелені ($R^2 = 0,60 \dots 0,80$) та хвої ($R^2 = 0,63 \dots 0,68$), тоді як для фітомаси гілок вони є меншими ($R^2 = 0,41 \dots 0,50$). Як показав аналіз отриманих моделей, уведення у рівняння окрім висоти та діаметра стовбура дерева таких додаткових аргументів, як діаметр та протяжність крони дерева, не давало позитивних очікуваних результатів зростання коефіцієнта детермінації, тоді як повнота деревостану цей показник збільшувала, що краще прослідковується під час розрахунку для ДЗ порівняно з гілками.

Усі розраховані математичні моделі мають від’ємний знак коефіцієнта при показнику висоти дерева, що узгоджується із даними, отриманими для інших регіонів України (Lakyda 2002, Lakyda & Shamrai 2013), та твердженням про те, що зі збільшенням віку насаджень у них відбувається зменшення концентрації фітомаси асимілюючих органів (Usoltsev 2013). У зв’язку із цим накопичення компонентів фітомаси крони має зворотній зв’язок із висотою деревостану.

Для своїх подальших розрахунків ми віддали перевагу рівнянням за номером моделей 2, 8, 11 за двома входами – d , h (див. табл. 3), зважаючи на їхнє переважне використання під час визначення запасів фітомаси в натурних умовах, а отже, на зручність для порівняння результатів різних авторів. Фрагмент нормативів оцінювання маси деревної зелені, гілок та хвої наведено у табл. 4–6.

Таблиця 4

Фітомаса деревної зелені дерев сосни звичайної (свіжозрубаний стан) залежно від їхнього діаметра та висоти, кг

Діаметр, см	Висота, м									
	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
4	2,3	1,2	0,7	0,5	–	–	–	–	–	–
6	7,3	3,7	2,3	1,6	1,2	–	–	–	–	–
8	–	8,4	5,3	3,7	2,7	2,1	–	–	–	–
10	–	–	9,9	6,9	5,1	4,0	–	–	–	–
12	–	–	16,6	11,6	8,6	6,7	5,4	–	–	–
14	–	–	–	17,9	13,3	10,3	8,3	6,9	–	–
16	–	–	–	26,1	19,4	15,1	12,1	10,0	8,4	–
18	–	–	–	–	27,0	21,0	16,9	14,0	11,8	–
20	–	–	–	–	36,4	28,3	22,8	18,8	15,9	13,6
22	–	–	–	–	–	37,1	29,8	24,6	20,8	17,8
24	–	–	–	–	–	47,4	38,2	31,5	26,5	22,7

Таблиця 5

Фітомаса гілок дерев сосни звичайної (свіжозрубаний стан) залежно від їхнього діаметра та висоти, кг

Діаметр, см	Висота, м									
	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
4	1,5	0,9	0,7	0,5	–	–	–	–	–	–
6	2,6	2,6	1,8	1,4	1,1	–	–	–	–	–
8	–	5,2	3,7	2,8	2,3	1,9	–	–	–	–
10	–	–	6,4	4,9	4,0	3,3	–	–	–	–
12	–	–	10,1	7,8	6,2	5,2	4,4	–	–	–
14	–	–	–	11,4	9,2	7,6	6,5	5,6	–	–
16	–	–	–	15,9	12,8	10,6	9,0	7,9	6,9	–
18	–	–	–	–	17,1	14,2	12,1	10,5	9,3	–
20	–	–	–	–	22,3	18,5	15,8	13,7	12,1	10,8
22	–	–	–	–	–	23,5	20,0	17,4	15,3	13,6
24	–	–	–	–	–	29,1	24,8	21,5	19,0	16,9

Таблиця 6

Фітомаса хвої дерев сосни звичайної залежно від їхнього діаметра та висоти, кг

Діаметр, см	Висота, м									
	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
4	0,7	0,3	0,2	0,1	–	–	–	–	–	–
6	2,7	1,2	0,7	0,4	0,3	–	–	–	–	–
8	–	2,9	1,6	1,0	0,7	0,5	–	–	–	–
10	–	–	3,3	2,1	1,4	1,1	–	–	–	–
12	–	–	5,8	3,7	2,6	1,9	1,4	–	–	–
14	–	–	–	6,0	4,2	3,1	2,3	1,8	–	–
16	–	–	–	9,2	6,4	4,7	3,6	2,8	2,3	–
18	–	–	–	–	9,2	6,7	5,2	4,1	3,3	–
20	–	–	–	–	12,8	9,4	7,2	5,7	4,6	3,8
22	–	–	–	–	–	12,7	9,7	7,7	6,2	5,1
24	–	–	–	–	–	16,7	12,7	10,1	8,1	6,7

Отже, фітомаса деревної зелені та гілок у свіжозрубаному стані для сосни звичайної зростає зі збільшенням діаметра дерев. У той же час фіксується зменшення маси деревної зелені та гілок у дерев однакового діаметра зі збільшенням висоти, що й було прогнозовано під час визначення моделей для їхньої оцінки. Фітомаса хвої (абсолютно сухий стан) має максимальне значення, коли діаметр дерева досягає 32 см, висота – 16 м. У міру збільшення розмірів дерева маса хвої зменшується, і ця закономірність є подібною до результатів, отриманих для інших проаналізованих компонентів крони.

Фітомасу крон дерев сосни звичайної в абсолютно сухому стані розраховували шляхом сумування фітомаси гілок та хвої (табл. 7).

Таблиця 7

Фітомаса крони дерев сосни звичайної в абсолютно сухому стані залежно від їхнього діаметра та висоти, кг

Діаметр, см	Висота, м									
	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
4	1,8	0,9	0,5	0,3	–	–	–	–	–	–
6	6,4	3,1	1,8	1,2	0,9	–	–	–	–	–
8	–	7,4	4,4	3,0	2,1	1,6	–	–	–	–
10	–	–	8,8	5,9	4,2	3,2	–	–	–	–
12	–	–	15,4	10,3	7,4	5,6	4,4	–	–	–
14	–	–	–	16,6	11,9	9,0	7,1	5,8	–	–
16	–	–	–	25,0	18,0	13,6	10,7	8,7	7,2	–
18	–	–	–	–	25,9	19,6	15,4	12,5	10,4	–
20	–	–	–	–	35,8	27,1	21,3	17,3	14,3	12,1
22	–	–	–	–	–	36,4	28,6	23,2	19,2	16,2
24	–	–	–	–	–	47,6	37,4	30,3	25,1	21,2

Із наведених даних видно, що фітомаса крони зменшується зі збільшенням висоти в межах одного ступеня товщини, що й було встановлено для окремих її компонентів.

Порівняльну характеристику отриманих результатів досліджень фітомаси деревної зелені та гілок (свіжозрубаний стан) сосни звичайної, що росте в умовах Північного Степу, та даних проф. П. І. Лакиди, який розробив нормативи оцінювання для цієї породи у Поліссі та Лісостепу, наведено на рис. 1 (Lakyda 2002).

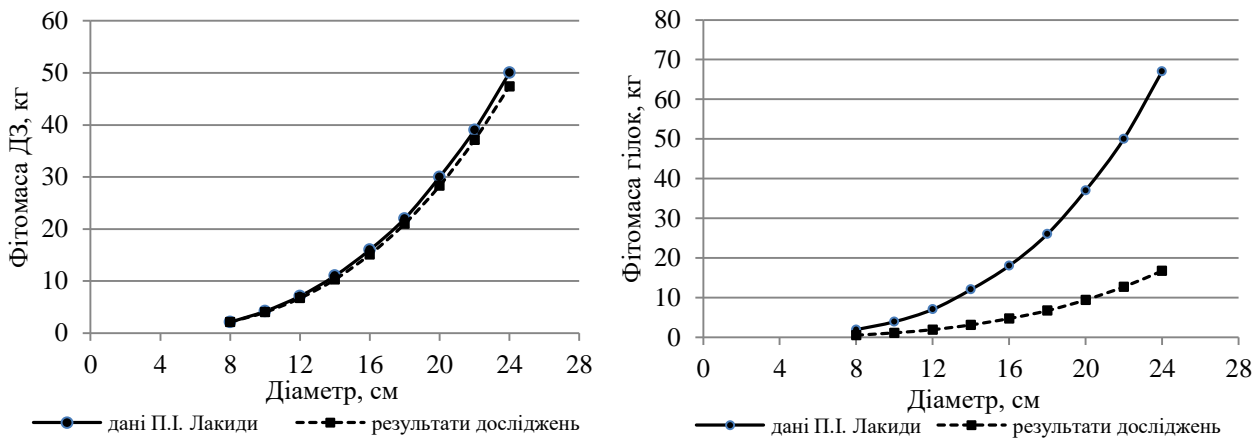


Рис. 1 – Порівняльний аналіз фітомаси деревної зелені (ДЗ) і гілок у свіжозрубаному стані залежно від діаметра за сталої висоти (14 м) та даних П. І. Лакиди (2002)

Меншу розбіжність даних виявлено для фітомаси деревної зелені, тоді як для фітомаси гілок вона є досить суттєвою, що чітко прослідковується для максимальних значень діаметра стовбура. Такі відмінності даних пояснюються насамперед різними природно-кліматичними зонами та інтенсивнішим нагромадженням свіжозрубаної фітомаси компонентів крони дерев за сприятливіших умов (Полісся, Лісостеп), порівнюючи зі Степом.

Результати досліджень, отриманих для оцінювання фітомаси хвої (абсолютно сухий стан), порівнювали із даними В. А. Усольцева (Usoltsev 2007), який розробив нормативно-довідникові дані для Казахстану (Аман-Карагайський бір) та Тюменської області Російської Федерації (культури сосни), та П. І. Лакиди (для Полісся та Лісостепу) (Lakyda 2002). Фрагмент нормативів фітомаси хвої згідно з даними зазначених авторів наведено в табл. 8.

Таблиця 8

Фітомаса хвої дерев сосни звичайної в абсолютно сухому стані
 (А – дані В. А. Усольцева (2007), Б – дані П. І. Лакиди (2002), В – результати досліджень)

Варіант	Діаметр	Висота	Фітомаса хвої, кг
А	4,54	4,74	0,58
Б	4	4	0,50
В	4	4	0,74
А	7,66	8,2	1,41
Б	8	8	1,40
В	8	8	1,62
А	8,95	10,4	1,82
Б	8	10	1,0
В	8	10	1,04
А	9,85	9,1	2,37
Б	10	10	1,9
В	10	10	2,09
А	12,34	11,36	2,45
Б	12	12	2,50
В	12	12	2,57
А	–	–	–
Б	14	14	3,10
В	14	14	3,06
А	–	–	–
Б	16	16	3,80
В	16	16	3,56

Порівняльний аналіз не виявив чіткої закономірності розбіжностей у наведених даних. Під час порівняння результатів із даними В. А. Усольцева зафіксовано перевищення визначеного параметра в молодих екземплярах, що досягають висоти 10 м і мають діаметр

8 см, а в подальшому тенденція є зворотною. Розбіжність даних пояснюється зростанням дерев у різних географічних зонах, а також застосуванням різних методичних підходів під час вивчення компонентів фітомаси крони. Якщо порівняти з Поліссям і Лісостепом, отримані результати є вищими за показники фітомаси хвої в абсолютно сухому стані для дерев із найменшим ступенем товщини, тоді як для дерев старшого віку досліджувані показники є нижчими (Lakyda, 2002).

Висновки. Сформовані нормативно-довідкові таблиці показово репрезентують досліджувані дерева сосни звичайної та є придатними для практичного використання з метою оцінювання продукції компонентів крони цієї деревної породи на території Північного Степу України.

Проведені нами дослідження показників фітомаси компонентів крони на засадах системного підходу дають змогу глибше пізнати механізм біопродукційного процесу на рівні дерева та розробити нормативно-довідкову базу для його оцінювання та регулювання.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

Claesson, S., Sahlén, K., Lundmark, T. 2001. Functions for biomass estimation of young *Pinus sylvestris*, *Picea abies* and *Betula* spp. from Stands in Northern Sweden with High Stand Densities. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 16(2): 138–146.

Jagodziński, A. M., Marcin K., Dyderski, M., Gęsikiewicz, K., Horodecki, P., Cysewska, A., Wierczyńska, S., Maciejczyk, K. 2018. How do tree stand parameters affect young Scots pine biomass? – Allometric equations and biomass conversion and expansion factors. *Forest Ecology and Management*, 409: 74–83.

Jelonek, T., Pazdrowski, W., Walkowiak, R., Arasimowicz-Jelonek, M., Tomczak, A. 2011. Allometric Models of Foliage Biomass in Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.). *Polish Journal of Environmental Studies*, 20(2): 355–364.

Jelonek, T., Pazdrowski, W., Walkowiak, R., Tomczak, A. 2012. Modelling needle biomass in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) stands on former farmland and forest soils. *Forest Research Papers*, 73(2): 97–106.

Lakyda, P. I. 2002. Fitomasa lisiv Ukrainy [Phytomass of forests of Ukraine]. Ternopil, Zbruch, 256 p. (in Ukrainian).

Lakyda, P. I. and Shamrai, A. E. 2013. Fitomasa krony derev sosny zvychnoyi u nasadzhennyakh Cherkas'koho boru [Phytomass of pine trees in forest plantations in Cherkassky pine forests]. *Bioresursy i pryrodokorystuvannya* [Biological Resources and Nature Management], 5(1–2): 79–83 (in Ukrainian).

Mikšys, V., Varnagiryte-Kabasinskiene, I., Stupak, I., Armolaitis, K., Kukkola, M., Wójcik, J. 2007. Aboveground biomass functions for Scots pine in Lithuania. *Biomass and Bioenergy*, 31: 685–692.

Molchanov, A. A. 1971. Produktivnost' orhanycheskoy massy v lesakh razlychnykh zon [The productivity of organic matter in forests of different zones]. Moscow, Nauka, 276 p. (in Russian).

Shvydenko, A. Z., Shchepashchenko, D. H., Nyl'sson, S. and Buluy, Yu. Y. 2008. Tablitsy i modeli khoda rosta i produktivnosti Nasazhdeniy osnovnykh lesoobrazuyushchikh porod Severnoy yevrazii (normativno-spravochnyye materialy) [Tables and models of the growth and productivity of forests of major forest-forming species of Northern Eurasia (normative reference materials)]. Moscow, Moskovskaya tipohrafiya 6, 888 p. (in Russian).

Tahvanainen, T. and Forss, E. 2008. Individual tree models for the crown biomass distribution of Scots pine, Norway spruce and birch in Finland. *Forest Ecology and Management*, 255: 455–467.

Terela, I., Kendzyora, N., Zaika V. 2014. Struktura fitomasy derev khvoynykh porid ta fiziolooho-biokhimichni osoblyvosti yiyi formuvannya [The structure of coniferous species phytomass and physiological-biochemical peculiarities of its forming]. *Naukovi pratsi Lisivnychoyi akademiyi nauk Ukrainy* [Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine], 12: 44–51 (in Ukrainian).

Turski, M., Beker, C., Kaźmierczak, K., Najgrakowski, T. 2008. Allometric equations for estimating the mass and volume of fresh assimilational apparatus of standing scots pine (*Pinus sylvestris* L.) trees. *Forest Ecology and Management*, 255: 2678–2687.

Usoltsev V. A. 2007. Biologicheskaya produktivnost' lesov Severnoy Yevrazii. Metody, baza dannykh i yeye prilozheniya [Biological productivity of Northern Eurasia's forests: Methods, datasets, applications]. Yekaterinburg, Ural branch of Russian Academy of sciences, 638 p. (in Russian).

Usoltsev V. A. 2013. Vertikalno-fraktsionnaya struktura fitomassy derevyev. Issledovaniye zakonornostey. [Structure of tree biomass-height profi les: studying a system of regularities]. Yekaterinburg, Ural State Forest Engineering University, 603 p. (in Russian).

Utyn, A. Y., Zamolodchykov, D. H., Pryazhnykov, A. A. 2003. Metody opredeleniya deponirovaniya ugleroda fitomassy i netto-produktivnosti lesov (na primere Respubliki Belarus) [Methods for Determination of Carbon Accumulation in Phytomass and Net Productivity of Forests (on the example of the Republic of Belarus)]. *Lesovedeniye* [Russian Journal of Forest Science], 1: 48–57 (in Russian).

Xiao, Chun-Wang and Ceulemans, R. 2004. Allometric relationships for below- and aboveground biomass of young Scots pines. *Forest Ecology and Management*, 203(1–3): 177–186.

Lakyda P. I.¹, Lovynska V. M.²

PHYTOMASS OF THE CROWNS COMPONENTS OF *PINUS SYLVESTRIS* L. TREES WITHIN NORTHERN STEPPE OF UKRAINE

1. *The National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Educational and Research Institute of Forestry and Landscape-Park Management*

2. *Dnipro State Agrarian and Economic University*

The results of modeling of phytomass of the crown components of pine trees, which forms artificial forest stands within the territory of the Northern Steppe of Ukraine, are presented. The results of correlation analysis and basic statistics of the distribution of phytomass of the crown components of model trees are presented. A close direct correlation between the mass of tree greenery, branches and needles with the value of the diameter at breast height of trees was revealed. The mathematical models, which adequately describe the phytomass of the studied components depending on the biometric indexes of the pine trees, are developed. The obtained regression models of the dependence of the crown components on biometric parameters show higher determination coefficients for the equations of phytomass of tree greenery and needles, whereas they are less significant for phytomass branches. The results of the development of normative and reference support for estimating of phytomass of the crown components of pine trees in an absolutely dry matter are presented. The phytomass value of the tree greenery, branches and needles increases with an increase in the diameter at breast height. In the same time with the increase of the stem height, the decline for all the studied crown components is revealed.

К е у w o r d s : Scots pine, phytomass model, crown, tree greenery, branches, needles.

Лакида П. И.¹, Ловинская В. Н.²

ФИТОМАССА КОМПОНЕНТОВ КРОНЫ ДЕРЕВЬЕВ *PINUS SYLVESTRIS* L. СЕВЕРНОЙ СТЕПИ УКРАИНЫ

1. *Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, Учебно-научный институт лесного и садово-паркового хозяйства*

2. *Днепропетровский государственный аграрно-экономический университет*

Представлены результаты моделирования фитомассы компонентов кроны деревьев сосны обыкновенной, формирующей искусственные лесные насаждения на территории Северной Степи Украины. Представлены результаты корреляционного анализа и основные статистические характеристики распределения компонентов фитомассы кроны модельных деревьев. Выявлена сильная прямая корреляционная связь между массой древесной зелени, веток и хвои и значением диаметра ствола деревьев. Разработаны математические модели, адекватно описывающие фитомассу исследуемых компонентов в зависимости от таксационных признаков деревьев сосны обыкновенной. Полученные регрессионные модели зависимости компонентов кроны от биометрических параметров демонстрируют более высокие коэффициенты детерминации для уравнений расчета фитомассы древесной зелени и хвои, тогда как для фитомассы ветвей они менее значимы. Приведены результаты разработки нормативно-справочного обеспечения для оценки компонентов фитомассы кроны деревьев сосны обыкновенной в абсолютно сухом состоянии. Значения фитомассы древесной зелени, веток и хвои увеличивается с увеличением диаметра, тогда как с увеличением высоты ствола для всех исследуемых компонентов кроны фиксируется их уменьшение.

К л ю ч е в ы е с л о в а : сосна обыкновенная, модель фитомассы, крона, древесная зелень, ветви, хвоя.

E-mail: lakyda@nubip.edu.ua, glub@ukr.net

Одержано редколегією: 01.11.2018



Є. Є. МЕЛЬНИК

**ДИНАМІКА РАДІАЛЬНОГО ПРИРОСТУ ПОШКОДЖЕНИХ НИЗОВОЮ
ПОЖЕЖЕЮ СЕРЕДНЬОВІКОВИХ СОСНЯКІВ ЗЕЛЕНОЇ ЗОНИ МІСТА ХАРКІВ**

Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького

Дендрохронологічними методами оцінено наслідки весняної низової пожежі 2009 р. у 70-річному чистому сосновому насадженні в лісах зеленої зони міста Харків (на прикладі лісів ДП «Жовтневе ЛГ»). Виявлено, що після пошкодження пожежею деревостану, поряд із погіршенням стану дерев, в подальші роки відбувалася депресія радіального приросту сосни, яку посилювали несприятливі погодні умови. На основі відхилення основних метеорологічних показників від середнього багаторічного значення температури та опадів розраховано аномальність погодних умов за вегетаційний період різних років. У пошкодженому низовою пожежею сосновому деревостані порівняли динаміку радіального приросту для груп дерев однакового ступеня товщини з різною висотою нагару на стовбурах між собою та з контролем. Особливості формування шарів ранньої та пізньої деревини в пошкодженому сосняку оцінено у зв'язку з основними погодними чинниками в різні місяці.

Ключові слова: лісова пожежа, висота нагару, метеорологічні дані, радіальний приріст, сосняки, рання деревина, пізня деревина.

Вступ. Харківська область у зв'язку з географічним положенням та кліматичними умовами належить до малолісних регіонів країни. Ліси розташовані фрагментарними ділянками більшої чи меншої площі (Kurakyn 2006).

Ліси зеленої зони міста Харків виконують переважно екологічні функції – водоохоронні, захисні, рекреаційні, природоохоронні, санітарно-гігієнічні – та мають обмежене експлуатаційне значення (Ostapenko & Gerushynsky 1975, Ostapenko et al. 1998, Kurakyn 2006, Tkach 2012).

У зв'язку з особливостями клімату лісові пожежі на досліджуваній території зеленої зони м. Харкова трапляються впродовж усього вегетаційного періоду. Вони призводять до суттєвих економічних втрат і негативних екологічних наслідків. Погодні умови протягом пожежонебезпечного періоду можуть суттєво впливати на частоту виникнення пожеж і післяпожежний розвиток пошкоджених дерев (Leshchenko 2009, Voron et al. 2009).

Найчастіше пожежі виникають у соснових лісах, при цьому переважна більшість їх – низові. Наслідки від пожеж різної інтенсивності можуть різнитися, тому дослідження в цьому напрямі та зменшення збитків за рахунок вчасного проведення необхідних санітарних заходів є доволі актуальними (Leshchenko 2009, Voron et al. 2009).

Основною ознакою пошкодження дерев низовими пожежами є висота нагару на стовбурі, яку найчастіше використовують для оцінювання негативного впливу вогню на деревостан і прогнозування його розвитку та подальших змін (Voron et al. 2012ab). Оскільки всихання дерев відбувається лише частково, особливо внаслідок низових пожеж низької інтенсивності, досліджено зміни стану насаджень у подальші роки. У низці публікацій висвітлено, що низові пожежі насамперед призводять до погіршення санітарного стану сосняків і впливають на радіальний приріст дерев. Дослідження зміни радіального приросту як інтегрального показника стану та продуктивності насаджень є необхідним для оцінювання збитків від пожеж у подальші роки (Voron & Koval 2011, Voron et al. 2011).

Реакція середньовікових соснових деревостанів на дію вогню визначається не лише характером та інтенсивністю пожежі, але й особливостями ґрунтів, погодних умов у різні роки, віком і біологічними, екологічними та лісівничими властивостями лісоутворювальних порід (Koval et al. 2016). Річні кільця дерев відбивають вплив змін зовнішніх умов природного середовища на їхнє формування, тому показник радіального приросту використовують як біоіндикатор розвитку деревостанів під впливом пожеж, вивчення процесів відновлення чи подальшої деградації насаджень.

Мета роботи – оцінити особливості динаміку радіального приросту середньовікових сосняків після пошкодження низовою пожежею різної інтенсивності навесні 2009 р.,

порівняти ці дані до пожежі та за тривалий післяпожежний період (5 років), а також зіставити їх із основними погодними чинниками за вегетаційний період.

Матеріали й методи. Весна настає в березні після стійкого переходу температури повітря через 0°C. Кількість годин сонячного випромінювання зростає до 160–190, тоді як, наприклад, у січні їхня кількість становила 34–45. Дати початку весни залежать від дат приходу теплих повітряних мас, які розтоплюють сніг на великому просторі (Klymenko & Kluban 2011).

Літо починається із середини травня, коли відбувається стійкий перехід температури повітря через +15°C. Від травня до червня температура повітря підвищується на 3–4°C. Літо є помірно теплим, з достатньою кількістю опадів, інколи – жарким із невеликою кількістю опадів.. Найтепліший місяць – липень (Klymenko & Kluban 2011). Під час переходу середньодобової температури повітря вниз через +10°C починається осінь, яка відзначається затяжними незначними опадами, особливо її друга половина (Klymenko & Kluban 2011).

Абсолютний максимум температури повітря за останні 30 років становив +31...+39°C. За даними багаторічних спостережень, у Харкові в середньому за рік випадає 522 мм опадів. Велика кількість опадів у місті (352 мм) випадає в теплий період року, з квітня до жовтня, з максимумом у липні, але в різні роки дані можуть доволі сильно різнитися, на що обов'язково слід звертати увагу під час дослідження впливу погодних чинників на ліс (Babychenko et al. 1984, Klymenko & Kluban 2011).

Застосовано методики, запропоновані лабораторією екології лісу для вивчення стану деревостанів (Vorobyov 1967), та методи, загальноприйняті в дендрохронології (Lovelius 1998). Керни відібрано по 20–25 штук буром Преслера зі стовбура дерева на висоті 1,3 м. Проаналізовано розміри шарів річної, пізньої та ранньої деревини, які виміряно цифровим приладом HENSON із точністю до 0,01 мм. Для пробних площ із різною висотою нагару абсолютні значення проросту осереднено. Проведено якісний аналіз (зіставлення графіків динаміки радіального приросту сосни та кліматичних даних). Радіальний приріст дерев досліджуваного сосняку порівнювали за період до (2004–2008 рр.) та після пожежі (2009–2013 рр.).

Для дослідження впливу кліматичних чинників на радіальний приріст використано метеодані з архіву погоди на метеостанції Харківського аеропорту (Arkhiv pogody 2018). Використавши як критерій аномальності погодних умов за вегетаційний період (з IV по IX місяці) середнє квадратичне відхилення (σ) від середнього багаторічного рівня температури та опадів за період з 1945 по 2017 р., розраховано показник аномальності погодних умов на Харківщині (табл. 1) (Dospekhov 1985, Marynych 1989).

Таблиця 1

Аномальність погодних умов за вегетаційний період для лісів зеленої зони м. Харків

Відхилення від багаторічного рівня	За опадами		За температурою	
	Оцінка	Кількість, мм	Оцінка	°C
$\geq +2\sigma$	Аномально мокрий	≥ 498	Аномально теплий	$\geq 16,9$
$+1,01\sigma \dots +1,99\sigma$	Мокрий	421–497	Теплий	15,8–16,8
$-1\sigma \dots +1\sigma$	Нормальний	263–420	Нормальний	13,9–15,7
$-1,01\sigma \dots -1,99\sigma$	Сухий	187–262	Холодний	12,9–13,8
$\leq -2\sigma$	Аномально сухий	≤ 186	Аномально холодний	$< 12,9$

Примітка. σ – середнє квадратичне відхилення

Посушливість погодних умов вегетаційного періоду загалом та окремо для кожного місяця за період спостережень оцінювали за гідротермічним коефіцієнтом (ГТК) Г. Т. Селянінова, що визначається як співвідношення між кількістю опадів за період, коли температура повітря перевищує 10°C, та сумою температур за цей період, зменшеною в 10 разів (Marynych 1989).

ГТК розраховували за формулою (1):

$$ГТК = \frac{\sum R}{\sum t \cdot 0,1}, \quad (1)$$

де $\sum R$ – кількість опадів за період з температурами понад 10°C, мм;

$\sum t$ – сума температур понад 10°C за той же час.

Дефіцит опадів і високі температури створюють особливо небезпечне явище – посуху. Класифікація умов залежно від значення ГТК: ГТК < 0,4 – дуже сильна посуха, ГТК від 0,4 до 0,5 – сильна посуха, ГТК від 0,5 до 0,6 – середня посуха, ГТК від 0,7 до 0,9 – слабка посуха, ГТК від 1,0 до 1,5 – достатньо волого, ГТК > 1,5 – надмірно волого.

Для дослідження наслідків пошкодження низовою пожежею різної інтенсивності використано дані постійних пробних площ (ППП), закладених 29.07.2009 у середньовікових соснових насадженнях Васищевського лісництва ДП «Жовтневе ЛГ», які були пошкоджені вогнем 6 квітня 2009 р. Досліджувані сосняки – це середньовікові високоповнотні високопродуктивні деревостани, що ростуть у умовах В₂. $D_{сер.}$ становить 26–29 см, $H_{сер.}$ – 22,1–24,1 м, запас – 326–360 м³·га⁻¹, повнота – 0,66–0,80. На ППП відзначено пошкодження вогнем різної інтенсивності. Для порівняння за контроль вибрали частину цього самого деревостану, не пошкоджену пожежею (табл. 2).

Таблиця 2

Таксаційна характеристика середньовікових сосняків у 2009 р.

№ ППП	H нагару, м	$H_{сер.}$, м	$D_{сер.}$, см	Клас бонітету	M , м ³ ·га ⁻¹	N , шт.·га ⁻¹	Повнота
1	0,79	22,1	26,0	I	353	675	0,80
2	3,45	24,1	27,4	I	326	522	0,66
3	2,88	23,4	28,6	I	360	544	0,75
Контроль	–	23,2	26,2	I	330	550	0,75

Під час дослідження пірогенної зміни радіального приросту сосни використано дерева діаметром 28 см із різною інтенсивністю пошкодження низовою пожежею. При цьому на ППП 1 вибрано групу дерев із висотою нагару на стовбурі до 0,5 м, на ППП 2 – 0,5–1,5 м та на ППП 3 – понад 1,5 м. Ці дані порівняли з даними групи дерев на контрольній ППП та використали для оцінювання зміни приросту залежно від пошкодження вогнем, враховуючи погодні умови за вегетаційний період у різні роки. Проаналізовано величини шарів річної, пізньої та ранньої деревини. Обчислено післяпожежні відхилення абсолютних значень приросту від відповідних значень на контролі.

Результати та обговорення. Внаслідок впливу пожеж стан сосняків суттєво погіршився вже в рік пожежі (2009 р.). Індекс стану деревостанів на всіх ППП становив від 2,73 до 3,19, тобто їх оцінено як сильно ослаблені. В усіх пошкоджених пожежею деревостанах були відсутні дерева, які за рівнем дефоліації можна вважати здоровими. Основну частку дерев становили сильно ослаблені дерева з рівнем дефоліації від 33 до 66 %. На ППП 2 та 3, які були найсильніше пошкоджені пожежею, частка сухостою досягла 14–26 % (табл. 3).

Через більш тривалий період, у 2013 р., значна частина деревостану, від 18 до 24 %, перейшла до категорії старого сухостою. Окрім пожежі, на стан дерев вплинули й інші чинники, оскільки на ППП 1 з меншою висотою нагару дерева й надалі всихали. Куртинний характер всихання свідчить про можливу роль кореневої губки у розвитку осередку всихання. Ґрунтові дослідження підтвердили наявність похованих гумусових горизонтів на глибині до 1 м на цій території. Зазначені факти було враховано під час дослідження приросту дерев на всіх ППП.

Під час порівняння приросту груп дерев із різною висотою нагару в окремі роки за період до пожежі (2004–2008 рр.) та за тривалий післяпожежний період (2009–2013 рр.) встановлено, що річний радіальний приріст соснового деревостану в більшості років майже на всіх пошкоджених вогнем ППП до пожежі 2009 р. навіть перевищував приріст дерев на контролі.

Таблиця 3

Стан середньовікових сосняків у рік пожежі (2009 р.) та через чотири роки після неї (2013 р.)

№ ППП	H нагару, м	Індекс стану	Розподіл дерев за категоріями стану, %					
			1	2	3	4	5	6
2009								
1	0,79	2,73	0	27	73	0	0	0
2	1,45	3,19	0	11	62	26	2	0
3	2,88	2,93	0	21	64	14	0	0
Контроль	–	2,35	13	39	48	0	0	0
2013								
1	0,79	3,40	0	37	35	0	4	23
2	1,45	2,85	0	10	66	0	0	24
3	2,88	2,84	0	15	67	0	0	18
Контроль	–	2,41	14	31	55	0	0	0

Примітка: У контролі пошкодження пожежею відсутнє

Більшість максимальних значень приросту відзначено в 2006 та 2007 рр., тобто за два роки до того, як деревостан було пошкоджено пожежею (рис. 1).

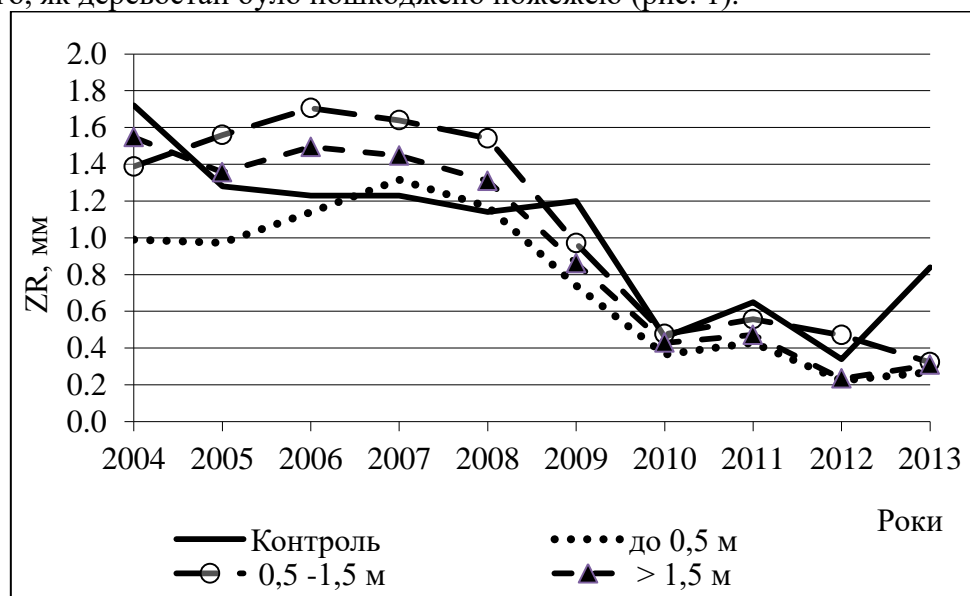


Рис. 1 – Динаміка річного радіального приросту в пошкодженому пожежею середньовіковому сосняку для груп дерев із різною висотою нагару та на контролі

Після пошкодження вогнем навесні 2009 р. радіальний приріст сосни зменшився лише на пошкоджених ППП, причому різниці між групами дерев із різною висотою нагару не перевищували 0,8–1 мм. Для дерев на контрольній ППП показник приросту майже не змінився, якщо порівняти з попереднім роком (1,2 мм). Наступного року після радіальний приріст був меншим приблизно на 0,4 мм у порівнянні з періодом до пожежі як у груп дерев на пошкоджених ППП, так і на контролі (див. рис 1). Подібні невеликі значення приросту для пошкоджених дерев та контролю визначено також у 2011 та 2012 рр., що може свідчити про вплив додаткових чинників, крім пожежі, насамперед погодних умов.

За багаторічними метеоданими у Харкові за досліджуваний період встановлено, що в окремі роки показники аномальності суттєво варіювали як за кількістю опадів, так і за

температурою. Посухи та суховії різної інтенсивності й тривалості реєстрували майже щорічно.

У зеленій зоні м. Харкова під час аналізу температури повітря та кількості опадів за вегетаційний період (з квітня до жовтня) 2004–2013 рр. визначені аномальні роки з погляду впливу на стан насаджень (табл. 4).

Таблиця 4

Основні метеорологічні чинники за вегетаційний період (з квітня до жовтня) упродовж 2004–2013 рр.

Рік	Опади		Температура	
	Кількість, мм	Характеристика періоду	Середня температура, °С	Характеристика періоду
2004	478	Мокрий	14,8	Нормальний
2005	319	Нормальний	16,1	Теплий
2006	273	Нормальний	15,2	Нормальний
2007	349	Нормальний	16,8	Теплий
2008	308	Нормальний	15,1	Нормальний
2009	223	Сухий	16,3	Теплий
2010	366	Нормальний	17,9	Аномально теплий
2011	379	Нормальний	16,9	Аномально теплий
2012	324	Нормальний	18,5	Аномально теплий
2013	392	Нормальний	16,6	Теплий

Виявлено, що за кількістю опадів за вегетаційний період сухим був 2009 рік, мокрим – 2004 рік, а нормальними – всі інші роки. За середньою температурою аномально теплими були 2010–2012 роки, теплими – 2005, 2007–2009, 2013 роки, нормальними – лише 2004, 2007, 2008 роки (див. табл. 4).

Характерним є те, що за період з 2009 до 2013 рр., коли «аномально теплих» і «тепліх» років було найбільше, за середньою температурою встановлено «сухий» 2009 рік за кількістю опадів за вегетаційний період. У цьому році зафіксовано помітне зменшення приросту не тільки після пошкодження пожежею навесні, але й у наступні 4 роки. Водночас на контрольній ППП приріст різко впав до рівня пошкоджених ППП у 2010 р., коли відзначено початок аномально теплих років за середньою температурою впродовж вегетаційного періоду. Саме в цьому році різко зменшилися показники приросту як пошкоджених вогнем дерев, так і на контролі (див. рис. 1). Це можна пояснити тим, що окрім несприятливих погодних умов у цьому (аномально теплий вегетаційний період за температурою) і в попередньому 2009 році та пожежі, на приріст вплинули також сухий вегетаційний період за опадами та теплий за температурою. Саме в цьому році вже почав формуватися приріст наступного 2010 р. Радіальний приріст із 0,8–1 мм/рік у 2009 р. знизився до 0,2–0,5 мм/рік у 2010 р., тобто в окремих випадках понад удвічі. Водночас майже таке саме зменшення приросту зареєстровано на контрольній ППП, тобто у дерев, не пошкоджених вогнем (табл. 5).

Таблиця 5

ГТК вегетаційного періоду та в окремі місяці 2005–2013 рр. у Харківській області

Рік	За вегетаційний період	За місяцями						
		IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
2005	1,2	0,4	1,1	1,4	1,9	1,0	0,1	2,3
2006	1,0	0,6	1,1	1,6	0,6	0,6	1,3	1,0
2007	1,1	2,8	1,1	1,4	0,5	0,6	1,4	1,0
2008	0,7	2,2	0,6	0,5	0,8	0,2	1,2	0,6
2009	0,6	0,2	0,8	0,4	0,7	0,3	0,6	2,5
2010	1,0	0,4	1,2	0,4	1,4	0,2	2,6	3,3
2011	1,1	1,8	0,5	1,9	1,8	0,2	0,3	1,2
2012	1,0	0,2	0,8	0,5	0,3	1,3	0,2	3,6
2013	1,1	0,2	0,7	0,5	1,3	0,8	3,3	2

Починаючи з 2009 р., показник ГТК більшості місяців вегетаційного періоду був меншим за 0,7, що свідчить про посушливість. Подібну особливість можна простежити для багатьох наступних років, особливо з IV по VIII, тобто в період формування основної частини річної деревини. Це пояснює формування вузьких шарів річної деревини дерев як пошкоджених вогнем, так і не пошкоджених вогнем (див. табл. 5).

Для вивчення пірогенних змін приросту дерев важливим є виявлення особливостей формування ранньої та пізньої деревини. Початком активного росту вважають третю декаду квітня – першу половину травня. Формування ранньої деревини завершується наприкінці червня – липня, а всього річного кільця – до початку вересня (Rusalenko 1986).

Радіальний приріст ранньої деревини для всіх трьох виділених груп дерев із різною висотою нагару зменшився вже в 2009 р. Залежності зміни приросту від висоти нагару в цьому випадку також не виявлено. На контролі суттєвої різниці у прирості з попереднім роком не визначено (рис. 2). Суттєве зменшення цього показника як у пошкоджених дерев, так і на контролі зафіксовано в 2010 р. та в наступні три роки, його він становив від 0,16 до 0,37 мм.

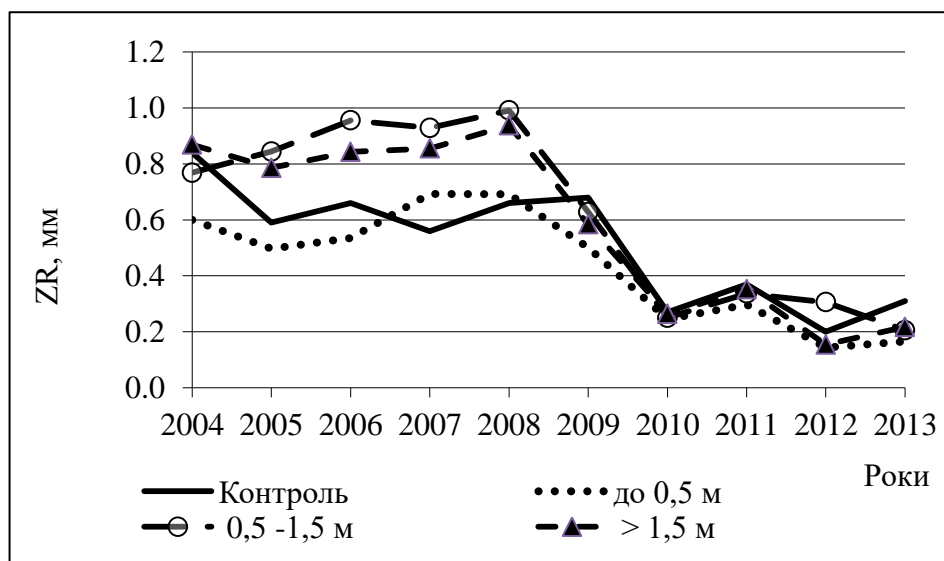


Рис. 2 – Динаміка раннього приросту сосни в пошкодженому пожежею сосняку для груп дерев із різною висотою нагару та на контролі

Подібні особливості динаміки приросту встановлено і для пізньої деревини (рис. 3).

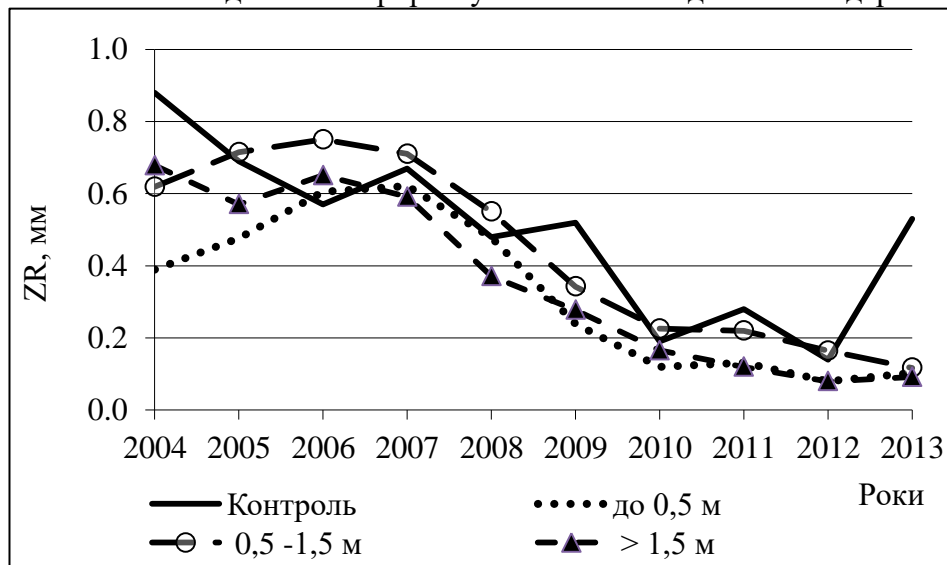


Рис. 3 – Динаміка пізнього приросту сосни в пошкодженому пожежею сосняку для груп дерев із різною висотою нагару та на контролі

Максимальне значення цього показника у дерев у наступні роки після пошкодження пожежею становило 0,24 мм, а мінімальне – 0,09 мм. Пізній приріст на контролі в окремі роки був більшим, особливо у 2013 р., коли значення становило 0,52 мм, тобто приріст відновився до передпожежного рівня (2008 р.).

Подібність зміни приросту груп дерев із різною висотою нагару та на контролі в наступні три роки після пошкодження пожежею свідчить, що в цьому випадку основним чинником таких змін є погодні умови. Саме за період 2010–2012 рр. зареєстровано вкрай несприятливі посушливі погодні умови впродовж майже всього вегетаційного періоду.

Під час порівняння середньорічного значення приросту на пошкоджених вогнем ППП у періоди до пожежі (2004–2008 рр.) та після пожежі (2009–2013 рр.) виявлено зменшення товщини всіх шарів деревини у 2,2–4,1 разу (табл. 6). Максимальні відмінності виявлено на ділянках за висоти нагару понад 1,5 м.

Таблиця 6

Зміни радіального приросту сосни на ППП у пошкодженому сосняку та на контролі

H нагару	Вид деревини	Середня товщина шарів деревини, мм		Достовірність різниці між середньою товщиною шарів деревини до та після пожежі		Зміна приросту до та після пожежі, рази
		до пожежі (2004–2008 рр.)	після пожежі (2009–2013 рр.)	$t_{\text{факт.}}$	$t_{\text{теор.}}$	
До 0,5 м	Річна	1,12	0,40	5,92*	2,57	2,8
	Пізня	0,51	0,14	5,57*	2,57	3,6
	Рання	0,60	0,27	5,15*	2,57	2,2
0,5–1,5 м	Річна	1,56	0,56	7,36*	2,45	2,8
	Пізня	0,67	0,21	7,81*	2,45	3,2
	Рання	0,90	0,34	5,64*	2,45	2,6
Понад 1,5 м	Річна	1,43	0,46	8,42*	2,16	3,1
	Пізня	0,57	0,14	7,81*	2,16	4,1
	Рання	0,85	0,31	5,64	2,16	2,7
Контроль	Річна	1,32	0,70	3,34	5,84	1,9
	Пізня	0,66	0,33	3,85	5,84	2,0
	Рання	0,66	0,37	2,72	5,84	1,8

*Різниця достовірна на 5%-му рівні значущості

У результаті пожежі товщина шару ранньої деревини в усіх трьох пошкоджених вогнем групах дерев з різною висотою нагару зменшилася у порівнянні з допожежним періодом у 2,2–2,7 разу (рис. 2), а пізньої – у 3,2–4,1 разу (рис. 3). На ці зміни вплинули також посушливі погодні умови післяпожежного періоду, коли ГТК протягом багатьох місяців вегетаційного періоду становив 0,2–0,7. Про значення цієї погодної аномалії свідчить зменшення товщини всіх шарів деревини саме в цей період також на контролі, де зміни були меншими: для ранньої деревини – 1,8 разу, пізньої – 2,0 разу. Тобто на пошкоджених вогнем ППП приріст зменшився більш помітно.

Під час порівняння середньої товщини шарів деревини до пожежі (2004–2008 рр.) та після пожежі для всіх трьох груп дерев, пошкоджених пожежею, виявлено достовірну різницю на 5%-му рівні значущості. На контролі статистичну достовірність впливу фактора не доведено.

У рік пошкодження весняною низовою пожежею середньовікових деревостанів відзначено зменшення їхнього приросту у порівнянні з контролем на 19–38 %, причому більшою мірою зменшився приріст пізньої деревини. Суттєвої різниці радіального приросту груп дерев із різною висотою нагару не виявлено, тому що на всіх пошкоджених пожежею ППП усохли ослаблені дерева, внаслідок чого покращилися умови освітлення та живлення

для дерев, які залишилися живими. Упродовж усього життя дерева важливим чинником, який впливає на варіювання радіального приросту, є кліматичний.

Висновки.

1. Залежності зміни радіального приросту дерев на ППП з різною висотою нагару у післяпожежний період не виявлено.

2. Через чотири роки після пожежі на пошкоджених ППП радіальний приріст сосни ще не досяг допожежного рівня.

3. Динаміку радіального приросту сосни на всіх ППП визначають кліматичні чинники, зокрема несприятливі погодні умови поглиблюють депресії приросту.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

Arkhib pogody v Kharkove (aeroport) [Weather Archive, Kharkiv airport]. 2018. [Electronic resource]. Rp5.ua. Available from: <https://tinyurl.com/ya6o96nl> (last accessed date 02.11.2018) (in Ukrainian).

Babychenko, V. N., Barabash, M. B., Logvynov, K. T. et al. 1984. *Pryroda Ukraynskoy SSR. Klimat* [The nature of the Ukrainian SSR. The climate]. Kyiv, Naukova Dumka, 232 p. (in Russian).

Dospikhov, B. A. 1985. *Metodyka polevoho opyta* [Methodology of field research]. Kyiv, Ahropromyzzdat, 351 p. (in Russian).

Klymenko, V. G. and Kluban, S. S. 2011. *Gidroklimatychni resursy Kharkivskoyi oblasti* [Hydroclimatic resources of the Kharkiv region]. Kharkiv, V. N. Karazin Kharkiv National University, 34 p. (in Ukrainian).

Koval, I. M., Tokareva, N. A., Nevmyvaka, M. O., Voronin, V. O. 2016. *Dynamika radialnogo pryrostu derev, poshodzhenykh pozhezhayu, v sosnovykh nasadzhennyakh lisostepovoyi zony Kharkivshhyny* [Dynamics of radial increment of trees damaged by fire in pine stands within Steppe zone of Kharkiv region]. *Visnyk of the V. N. Karazin Kharkiv National University. Ekology*, 15: 81–88 (in Ukrainian).

Kurakyn, L. V. 2006. *Lisy Kharkivshchyny*. [Forests of Kharkiv region]. Kharkiv, Zhurnalistskyj fond Slobozhanshchyny, 324 p. (in Ukrainian).

Leshchenko, V. O. 2009. *Pryami vtraty lisovoho hospodarstva vid pozhezh u sosnyakakh derzhavnogo pidpryyemstva «Zmiivske lisove hospodarstvo»* [Direct losses of forestry from fires in the pine forests of State Enterprise “Zmiivsk Forest District”]. *Naukovyy visnyk NLTU Ukrainy* [Scientific Bulletin of UNFU], 19.8: 91–96 (in Ukrainian).

Loveliuss, N. V. 1998. *Lesnye ekosistemy Ukrainy i teplovlahoobespechennost* [Forest ecosystems and heat and water availability]. Sankt-Peterburg, 335 p. (in Russian).

Marynych, O. M. (Ed.) 1989. *Neohrafichna entsyklopediya Ukrainy*. [Geographic Encyclopedia of Ukraine]. Vol. 1. Kyiv, Ukrayinska radyanska entsyklopediya im. M. P. Bazhana, 416 p. (in Ukrainian).

Ostapenko, B. F. and Gerushynsky, Z. Yu. 1975. *Tipologicheskyy analiz lesov* [Typological analysis of the forests]. *Ekologia* [Ecology], 3: 36–41 (in Russian).

Ostapenko, B. F., Fedets, I. P., Pasternak, V. P. 1998. *Typologichna riznomanitnist lisiv Ukrainy. Zona shyrokolistyanykh lisiv* [Typological diversity of forests of Ukraine. The zone of deciduous forests]. Kharkiv, Kharkivskyy derzhavnyy ahrarnyy universytet im. V. V. Dokuchayeva, 127 p. (in Ukrainian).

Rusalenko, A. Y. 1986. *Godichnyy prirost derevyev i vlagoobespechennost* [Tree annual tree growth and moisture supply]. Minsk, Nauka i tekhnika, 238 p. (in Russian).

Tkach, V. P. 2012. *Lisy ta lisyysty v Ukraini: suchasnyi stan i perspektyvy rozvytku* [Forests and forest cover in Ukraine: the current state and perspectives of development]. *Ukrainian Geographical Journal*, 2: 49–55 (in Ukrainian).

Vorobyov, D. V. 1967. *Metodyka lesotipologicheskikh issledovaniy* [Methods of forest typology research]. Kyiv, Urozhay, 388 p. (in Russian).

Voron, V. P. and Koval, I. M. 2011. *Vplyv nyzovykh pozhezh na dynamiku radialnogo pryrostu sosny v lisostepoviy zoni Ukrainy* [Influence of ground fire on dynamic of pine radial growth in forest steppe zone of Ukraine]. *Naukovyy visnyk NLTU Ukrainy* [Scientific Bulletin of UNFU], 21.7: 45–50 (in Ukrainian).

Voron, V. P., Koval, I. M., Leman, A. V. 2011. *Metodychni pidkhody do vyvchennya vplyvu nehatyvnykh faktoriv na radialnyy pryrost sosnyakiv v Polissi* [Methodological approaches to research of negative factors on pine radial growth in Polissya]. *Naukovi pratsi Lisivnychoyi akademiyi nauk Ukrainy* [Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine], 9: 156–161 (in Ukrainian).

Voron, V. P., Leschenko, O. A., Melnik, Ye. Ye. 2009. *Tendentsiyi vynyknennya pozhezh u lisakh dvokh derzhavnykh pidpryyemstv zelenoyi zony m. Kharkova* [The tendencies of fires in the forests of two enterprises of the green zone of the city of Kharkiv]. *Naukovyy visnyk NLTU Ukrainy* [Scientific Bulletin of UNFU], 19.3: 22–28 (in Ukrainian).

Voron, V. P., Melnik, Ye. Ye., Sydorenko, S. G. 2012a. *Tendentsiyi vynyknennya pozhezh v lisakh zelenoyi zony m. Kharkova* [Tendencies of fire development in the forests of green belt of Kharkov]. *Problemy pozharney bezopasnosti* [Fire safety issues], 32: 37–42 (in Ukrainian).

Voron, V. P., Melnik, Ye. Ye., Sydorenko, S. G. 2012b. Diagnostyka poszkodzhennya stovburiv sosny pry nyzovykh pozhezhakh [Determination of pine stems damage value from surface fires]. Naukovyy visnyk NLTU Ukrainy [Scientific Bulletin of UNFU], 22.10: 64–68 (in Ukrainian).

Melnyk Ye. Ye.

THE RADIAL INCREMENT DYNAMICS OF MIDDLE-AGED PINE FORESTS DAMAGED BY SURFACE FIRES IN THE GREEN ZONES OF KHARKIV CITY

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

The effects of the spring surface fire in 2009 were estimated in a 70-year-old pure pine stand in the forests of Kharkiv city's green zone using dendrochronological methods (on the example of the State Enterprise «Zhovtneve Forest Economy»). After fire damage, there was a depression of radial increment of pine trees in subsequent years in addition to the deterioration of the trees. Adverse weather conditions contributed to the increment depression. Based on the deviation of the main meteorological indicators from the average multi-year temperature and precipitation values, the abnormality for weather conditions during the growing seasons of different years was calculated. In the pine stand damaged by a surface fire, the changes in radial increment were compared for groups of trees of similar thickness degree having different heights of scorch on the trunks among themselves and with the control. The features of the formation of layers of spring and summer wood in the damaged pine forest were evaluated in comparison with the main weather indicators in different months.

Key words: forest fire, stem char height, meteorological data, radial increment, pine stand, spring wood, summer wood.

Мельник Е. Е.

ДИНАМИКА РАДИАЛЬНОГО ПРИРОСТА ПОВРЕЖДЕННЫХ НИЗОВЫМ ПОЖАРОМ СРЕДНЕВОЗРАСТНЫХ СОСНЯКОВ ЗЕЛЁНОЙ ЗОНЫ ГОРОДА ХАРЬКОВА

Український науково-дослідницький інститут лісного господарства і агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького

Дендрохронологічними методами оцінені наслідки весняного низового пожеги 2009 г. в 70-літньому чистому сосновому насадженні в лісах зеленої зони міста Харків (на прикладі лісів ГП «Октябрське ЛХ»). Після пошкодження пожегою древостоя, поряд з погіршенням стану дерев, в наступні роки відзначена депресія радіального прироста сосни, яка посилювалася несприятливими погодними умовами. На основі відхилення основних метеорологічних показувачів від середнього багаторічного значення температури і опадів розраховано аномальність погодних умов за вегетаційний період різних років. В пошкодженому низовим пожегою сосновому древостое порівнювали динаміку радіального прироста груп дерев подібної ступені товщини з різною висотою нагара на стовбах між собою і з контролем. Особливості формування шарів ранньої і пізньої деревини в пошкодженому сосняку оцінювали в зв'язі з основними погодними показувачами в різні місяці.

Ключевые слова: лесной пожар, высота нагара, метеорологические данные, радиальный прирост, сосняки, ранняя древесина, поздняя древесина.

E-mail: wudckij@bigmir.net

Одержано редколегією: 13.11.2018



**О. О. ОРЛОВ, О. В. ЖУКОВСЬКИЙ, О. В. ЗБОРОВСЬКА, В. В. ШЕВЧУК,
О. В. ЛЕВКІВСЬКИЙ**

**РЕЗУЛЬТАТИ ТРЕТЬОГО ЕТАПУ МОНІТОРИНГУ АКУМУЛЯЦІЇ ^{137}Cs ВИДАМИ
ТРАВ'ЯНО-ЧАГАРНИЧКОВОГО ЯРУСУ ДУБОВО-СОСНОВИХ ЛІСІВ
У ВОЛОГИХ СУГРУДАХ ЖИТОМИРСЬКОГО ПОЛІССЯ**

*Поліський філіал Українського науково-дослідного інституту лісового господарства та агролісомеліорації
ім. Г. М. Висоцького*

Дослідження проведено в липні 2018 р. на стаціонарі, закладеному в умовах вологого дубово-соснового сугруду. Вивчено акумуляцію ^{137}Cs 45 видами судинних рослин трав'яно-чагарничкового ярусу. Виявлено, що в межах масиву даних діапазон середніх значень КП (тут і далі – коефіцієнт переходу) з ґрунту до надземної фітомаси становив від $0,18 \pm 0,024 \text{ м}^2 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot 10^{-3}$ (у чорниць) до $5,90 \pm 0,873 \text{ м}^2 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot 10^{-3}$ (у щитника чоловічого). У межах дослідженого масиву види за середніми значеннями КП розподілилися на 9 однорідних дисперсійних груп, різнорідних у таксономічному відношенні. Показано, що представники найбільших родин на стаціонарі розподілилися за різними однорідними групами, що визначається глибиною розташування їхніх кореневих систем. Зроблено висновок, що у вологих сосново-дубових сугрудах види трав'яно-чагарничкового ярусу акумулюють ^{137}Cs з невисокою інтенсивністю й належать до груп організмів із дуже слабким і слабким накопиченням радіонукліду. Виявлено, що середні значення КП ^{137}Cs з ґрунту до надземної фітомаси більшості досліджених видів протягом 2014–2018 рр. продовжували зменшуватися, також змінився порядок видів у ранжованому ряду за середніми значеннями КП.

Ключові слова: питома активність, щільність забруднення ґрунту, інтенсивність акумуляції.

Вступ. Віддалений період після аварії на Чорнобильській АЕС характеризується поступовим зменшенням питомої активності техногенного ^{137}Cs у ґрунтово-рослинному покриві. Насамперед це явище зумовлено фізичним розпадом радіонукліда, менш значущими є необмінне закріплення радіонукліда в ґрунті (так зване «старіння»), а також вертикальна міграція радіонукліда за межі найбільш щільно коренезаселеного шару ґрунту. Однак, як свідчать наші попередні дослідження, згадане зменшення питомої активності ^{137}Cs у судинних рослинах та, відповідно, інтенсивності акумуляції ^{137}Cs з ґрунту в надземній фітомасі істотно різнилися (Orlov et al. 2013). Як ми вказували раніше (Orlov et al. 2013), видовий склад трав'яно-чагарничкового ярусу у вологих сосново-дубових сугрудах є найбільш багатим серед едотопів Полісся. До нього входять ягідні види – *Vaccinium myrtillus* L., *V. vitis-idaea* L., *Fragaria vesca* L., *Rubus saxatilis* L.; лікарські види, занесені до Державної фармакопеї України (Derzhavna Farmakopeya Ukrayiny 2001, Derzhavna Farmakopeya Ukrayiny 2004, Derzhavna Farmakopeya Ukrayiny 2008, Derzhavna Farmakopeya Ukrayiny 2009), зокрема *Betonica officinalis* L., *Hypericum perforatum* L., *Origanum vulgare* L., *Digitalis grandiflora* Mill., *Achillea millefolium* L.; кормові види трав – *Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth, *Trifolium medium* L., *T. pratense* L., *Poa pratensis* L. та інші. Саме тому визначення сучасних параметрів акумуляції ^{137}Cs в надземній фітомасі видів трав'яно-чагарничкового ярусу є важливим завданням.

Метою дослідження є детальний аналіз інтенсивності акумуляції ^{137}Cs надземною фітомасою видів трав'яно-чагарничкового ярусу в межах чергового, третього етапу багаторічного радіоекологічного моніторингу на стаціонарі, закладеному у вологому дубово-сосновому сугруді в 1994 р.

Матеріали й методи. Дослідження проведено в липні 2018 р. на стаціонарі у кварталі 49, виділі 16 Повчанського лісництва ДП «Лугинське ЛГ» Житомирського ОУЛМГ у вологому дубово-сосновому сугруді (СЗДС). На пробній площі деревостан мав склад 4Дз6Сз+Бп+Ос, вік 70 років, повноту 0,8. Підріст деревних порід зріджений, представлений поодинокими екземплярами *Pinus sylvestris* L., *Quercus robur* L. та *Populus tremula* L. Негустий підлісок (зімкнутістю до 0,1) утворювали *Frangula alnus* Mill. та *Sorbus aucuparia* L. Трав'яно-чагарничковий ярус густий, куртинного розміщення, з проективним покриттям 50–70%. Співдомінували в ньому *Convallaria majalis* (20–25%) та *Pteridium*

aquilinum (20–30 %). Постійними видами, які мали проективне покриття 3–5 %, були: *Polygonatum odoratum* (Mill.) Druce, *Betonica officinalis* L., *Potentilla alba* L., *Rubus saxatilis* L., *Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth, *Vaccinium myrtillus* L. тощо. Меншою є участь у формуванні ярусу таких видів: *Ajuga reptans* L., *Campanula persicifolia* L., *Galium intermedium* Schult., *Viola reichenbachiana* Jord. ex Boreau, *Veronica chamaedrys* L. тощо. Представлений фітоценоз *Querceto-Pinetum pteridoso-convallarioso-variatherbosum*.

Для оцінювання середнього значення щільності забруднення ґрунту ^{137}Cs у 25 рівномірно розташованих точках відібрано точкові зразки ґрунту циліндричним буром діаметром 5 см на глибину 10 см. Ці зразки об'єднано по 5 шт. у збірні зразки, які надалі використовували для вимірювань. На стаціонарі у трикратній повторності відбирали надземну фітомасу 45 видів судинних рослин.

Усі зразки висушували в сушильних шафах до повітряно-сухої ваги впродовж 72 годин за температури 80°C. Висушені зразки гомогенізували на пробопідготовлювачах ППП та ПРГ, уміщували у вимірювальні посудини та зважували. Вимірювання питомої активності ^{137}Cs проводили на багатоканальному спектроаналізаторі СЕГ-001 «АКП-С» з сцинтиляційними детекторами БДЕГ-20Р2 в еталонованих посудинах об'ємом 1,0 л, 0,5 л (посудини Марінеллі), 130 мл (Дента), 70 мл (ґрунтовий бюкс). Відносна похибка вимірювання згаданого показника не перевищувала 15 %.

Показником інтенсивності акумуляції ^{137}Cs надземною фітомасою рослин із ґрунту є коефіцієнт переходу (КП), який розраховували як відношення питомої активності ^{137}Cs у фітомасі ($\text{Бк}\cdot\text{кг}^{-1}$) до щільності забруднення ґрунту радіонуклідом (As , $\text{кБк}\cdot\text{м}^{-2}$), тому він мав загальноживану розмірність – $\text{м}^2\cdot\text{кг}^{-1}\cdot 10^{-3}$ (Shcheglov 1999).

Вміст ^{137}Cs у лікарських рослинах визначали згідно із чинним нормативним документом (Нігієнічний норматив 2008).

Статистичний аналіз отриманих результатів проводили із застосуванням пакету Excel загальноприйнятими методами варіаційної статистики (Lakin 1973).

Українські назви рослин наведено за (Dobrochaeva et al. 1999), латинські – за (Mosyakin & Fedoronchuk 1999).

Результати та обговорення. На пробній площі відібрано 45 видів рослин трав'яно-чагарничкового ярусу, середні значення питомої активності ^{137}Cs у їхній надземній фітомасі наведено в таблиці 1. У межах досліджуваного масиву видів існує значна міжвидова різниця середніх значень питомої активності ^{137}Cs у надземній фітомасі. Мінімальне значення згаданого показника відзначено в чорниць – $43 \pm 5,5 \text{ Бк}\cdot\text{кг}^{-1}$, а максимальне – у щитника чоловічого – $1377 \pm 203,9 \text{ Бк}\cdot\text{кг}^{-1}$. Таким чином, виявлено, що міжвидова різниця вмісту ^{137}Cs у надземній фітомасі трав'яно-чагарничкового ярусу на стаціонарі сягала 32 разів, що є досить типовим показником (Orlov 2013, Orlov et al. 2013).

Окремо слід навести середнє значення питомої активності ^{137}Cs , отримане для надземної фітомаси під'ялинника звичайного (*Monotropa hypopitys* L., *Monotropaceae* Nutt.), яке випадає з наведеного вище ряду, – $363840 \pm 58192,6 \text{ Бк}\cdot\text{кг}^{-1}$, що потребує ретельного дослідження в наступний період. Наведене значення в 36 разів перевищує відповідне значення, встановлене для твердих радіоактивних відходів ^{137}Cs ($10 \text{ кБк}\cdot\text{кг}^{-1}$) (Osnovni sanitarni pravyla 2005). Цілком імовірно, що такий високий вміст ^{137}Cs у під'ялиннику звичайному зумовлений його сапротрофічністю, живленням переважно з розкладеного шару лісової підстилки, в якому вміст радіонукліду є максимальним з усього ґрунтового профілю, а також відсутністю ґрунтового геохімічного бар'єру на шляху поглинання радіонукліду цим видом рослин.

Серед статистичних закономірностей величин питомої активності ^{137}Cs у надземній фітомасі всіх досліджених видів слід виділити значний діапазон (1,7–2,0 разу) мінімального та максимального значень, що відображається на величинах коефіцієнтів варіювання згаданого показника. Так, мінімальне значення коефіцієнту варіювання розраховано для свербіжниці польової – 17,70 %, а максимальне – для звіробою звичайного – 36,95 %.

Наведені дані в таблиці 1 свідчать, що вміст ¹³⁷Cs у надземній фітомасі чорниць був у 3,3 разу меншим за відповідний показник конвалії, що дослідниками відзначалося й раніше (Ermakova et al. 1990, Ermakova et al. 1995).

Таблиця 1

Середні значення питомої активності ¹³⁷Cs (Бк·кг⁻¹) у надземній фітомасі видів трав'яно-чагарничкового ярусу у вологому сугруді (As = 233,5 ± 13,61 кБк·м⁻²)

№	Родина	Вид рослин	Статистичні показники				
			M ± m	V, %	P, %	min	max
1	<i>Ericaceae</i> Juss.	Чорниця (<i>Vaccinium myrtillus</i> L.)	43 ± 5,5	22,2	12,8	33	52
2	<i>Lamiaceae</i> Lindl.	Пахучка звичайна (<i>Clinopodium vulgare</i> L.)	54 ± 6,7	21,4	12,3	41	63
3	<i>Poaceae</i> Barnhart	Перлівка поникла (<i>Melica nutans</i> L.)	65 ± 10,1	27,0	15,6	47	82
4	<i>Primulaceae</i> Vent.	Вербозілля звичайне (<i>Lysimachia vulgaris</i> L.)	129 ± 25,6	34,4	19,8	100	180
5	<i>Rosaceae</i> Juss.	Суніці лісові (<i>Fragaria vesca</i> L.)	132 ± 19,0	25,0	14,4	94	152
6	<i>Rosaceae</i> Juss.	Костяниця (<i>Rubus saxatilis</i> L.)	137 ± 21,7	27,5	15,9	96	170
7	<i>Convallariaceae</i> Horan.	Конвалія звичайна (<i>Convallaria majalis</i> L.)	141 ± 29,7	36,2	20,9	106	200
8	<i>Oxalidaceae</i> R.Br.	Кислиця звичайна (<i>Oxalis acetosella</i> L.)	152 ± 18,8	21,5	12,4	118	183
9	<i>Convallariaceae</i> Horan.	Купина запашна (<i>Polygonatum odoratum</i> (Mill.) Druce)	155 ± 21,9	24,5	14,2	123	197
10	<i>Primulaceae</i> Vent.	Одинарник європейський (<i>Trientalia europaea</i> L.)	177 ± 25,2	24,6	14,2	147	227
11	<i>Asteraceae</i> Dumort.	Міцеліс постінний (<i>Mycelis muralis</i> (L.) Dumort.)	179 ± 23,2	22,5	13,0	144	223
12	<i>Rosaceae</i> Juss.	Перстач прямостоячий (<i>Potentilla erecta</i> (L.) Raeusch.)	180 ± 28,6	27,5	15,9	130	229
13	<i>Cyperaceae</i> Juss.	Осока гірська (<i>Carex montana</i> L.)	184 ± 28,6	26,9	15,5	139	237
14	<i>Rosaceae</i> Juss.	Гравілат міський (<i>Geum urbanum</i> L.)	191 ± 28,7	26,0	15,0	139	196
15	<i>Campanulaceae</i> Juss.	Дзвоники скупчені (<i>Campanula glomerata</i> L.)	195 ± 30,9	27,5	15,9	135	238
16	<i>Campanulaceae</i> Juss.	Дзвоники персиколісті (<i>Campanula persicifolia</i> L.)	221 ± 29,6	23,2	13,4	182	279
17	<i>Juncaceae</i> Juss.	Ожика волосиста (<i>Luzula pilosa</i> (L.) Willd.)	221 ± 36,4	28,5	16,5	169	291
18	<i>Rosaceae</i> Juss.	Перстач білий (<i>Potentilla alba</i> L.)	230 ± 31,4	23,7	13,7	177	286
19	<i>Dipsacaceae</i> Juss.	Свербіжниця польова (<i>Knautia arvensis</i> (L.) Coult.)	232 ± 23,7	17,7	10,2	199	278
20	<i>Apiaceae</i> Lindl.	Смовдь болотна (<i>Peucedanum palustre</i> (L.) Moench)	238 ± 37,4	27,3	15,7	187	311
21	<i>Apiaceae</i> Lindl.	Ториліс японський (<i>Torilis japonica</i> (Houtt) DC.)	240 ± 25,3	18,3	10,6	208	290
22	<i>Violaceae</i> Batsch.	Фіалка Рейхенбахіана (<i>Viola reichenbachiana</i> Jord. ex Boreau)	242 ± 31,9	22,9	13,2	193	302
23	<i>Lamiaceae</i> Lindl.	Живучка повзуча (<i>Ajuga reptans</i> L.)	242 ± 42,7	30,6	17,7	183	325
24	<i>Lamiaceae</i> Lindl.	Кадило сарматське (<i>Melittis sarmatica</i> Klokov)	256 ± 41,1	27,8	16,0	176	312
25	<i>Poaceae</i> Barnhart	Куничник очеретяний (<i>Calamagrostis arundinacea</i> (L.) Roth)	259 ± 50,6	33,9	19,6	160	327

№	Родина	Вид рослин	Статистичні показники				
			$M \pm m$	V, %	P, %	min	max
26	<i>Ranunculaceae</i> Juss.	Жовтець кашубський (<i>Ranunculus cassubicus</i> V.Koch)	264 ± 48,1	31,6	18,3	200	358
27	<i>Clusiaceae</i> Lindl.	Звіробій звичайний (<i>Hypericum perforatum</i> L.)	288 ± 61,4	37,0	21,3	167	367
28	<i>Ranunculaceae</i> Juss.	Анемона дібровна (<i>Anemone nemorosa</i> L.)	296 ± 37,3	21,8	12,6	224	349
29	<i>Scrophulariaceae</i> Juss.	Вероніка дібровна (<i>Veronica chamaedrys</i> L.)	318 ± 42,2	23,0	13,3	251	396
30	<i>Asteraceae</i> Dumort.	Серпій фарбувальний (<i>Serratula tinctoria</i> L.)	328 ± 51,4	27,2	15,7	237	415
31	<i>Poaceae</i> Barnhart	Костриця овеча (<i>Festuca ovina</i> L.)	357 ± 56,3	27,3	15,8	251	443
32	<i>Poaceae</i> Barnhart	Щучник дернистий (<i>Deschampsia cespitosa</i> (L.) P.Beauv.)	369 ± 67,4	31,7	18,3	237	459
33	<i>Caryophyllaceae</i> Juss.	Гвоздика стиснуточашечкова (<i>Dianthus pineticola</i> Клеоров)	444 ± 85,4	33,3	19,2	345	614
34	<i>Rubiaceae</i> Juss.	Підмаренник середній (<i>Galium intermedium</i> Schult.)	445 ± 63,9	24,9	14,4	351	567
35	<i>Lamiaceae</i> Lindl.	Буквиця лікарська (<i>Betonica officinalis</i> L.)	445 ± 59,2	23,1	13,3	330	527
36	<i>Caryophyllaceae</i> Juss.	Смілка поникла (<i>Silene nutans</i> L.)	547 ± 90,8	28,8	16,6	378	689
37	<i>Dennstaedtiaceae</i> Lotsy	Орляк звичайний (<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn)	556 ± 99,9	31,1	18,0	442	755
38	<i>Scrophulariaceae</i> Juss.	Наперстянка великоквіткова (<i>Digitalis grandiflora</i> Mill.)	576 ± 117,5	35,3	20,4	345	729
39	<i>Athyriaceae</i> Alston	Безщитник жіночий (<i>Athyrium filix-femina</i> (L.) Roth)	725 ± 135,8	32,4	18,7	455	885
40	<i>Convallariaceae</i> Horan.	Веснівка дволиста (<i>Maianthemum bifolium</i> (L.) F.W. Schmidt)	841 ± 138,5	28,5	16,5	569	1022
41	<i>Rubiaceae</i> Juss.	Круціата гола (<i>Cruciana glabra</i> (L.) Ehrend.)	860 ± 134,2	27,0	15,6	600	1048
42	<i>Poaceae</i> Barnhart	Костриця гігантська (<i>Festuca gigantea</i> (L.) Vill.)	1065 ± 188,5	30,7	17,7	804	1431
43	<i>Dryopteridaceae</i> Ching	Щитник картузіанський (<i>Dryopteris carthusiana</i> (Vill.) H.P. Fuchs)	1280 ± 222,7	30,1	17,4	869	1634
44	<i>Dryopteridaceae</i> Ching	Щитник чоловічий (<i>Dryopteris filix-mas</i> (L.) Schott.)	1377 ± 203,9	25,6	14,8	1000	1700

Дані таблиці 1 свідчать, що досліджені види судинних рослин трав'яно-чагарничкового ярусу лісу належали до 23 родин, представлених у більшості випадків 1–2 видами і лише незначна кількість – 3 і більше видами. Значний інтерес становить порівняльний аналіз питомої активності саме цих родин.

Навіть у межах тієї самої родини питома активність ^{137}Cs перебувала в широкому діапазоні. Наприклад, у родині *Lamiaceae* найменше із середніх значень згаданого показника зареєстровано в пахучки звичайної – $54 \pm 6,7 \text{ Бк} \cdot \text{кг}^{-1}$, а найбільше – у буквиці лікарської – $445 \pm 59,2 \text{ Бк} \cdot \text{кг}^{-1}$ (різниця становила 8,2 разу). Підвищену акумуляцію ^{137}Cs надземною фітомасою буквиці лікарської ми спостерігали й раніше (Orlov & Krasnov 1997, Orlov et al. 2013). У родині *Rosaceae* мінімальним середнім умістом згаданого радіонукліда відзначалися суниці лісові – $132 \pm 19,0 \text{ Бк} \cdot \text{кг}^{-1}$, а максимальним – перстач білий – $230 \pm 31,5 \text{ Бк} \cdot \text{кг}^{-1}$ (різниця – 1,7 разу), у родині *Poaceae* – перлівка поникла – $65 \pm 10,1 \text{ Бк} \cdot \text{кг}^{-1}$

та костриця гігантська – $1065 \pm 188,5$ Бк·кг⁻¹ (різниця – 16,4 разу), у родині *Convallariaceae* – конвалія звичайна – $141 \pm 29,5$ Бк·кг⁻¹ та веснівка дволиста – $841 \pm 138,5$ Бк·кг⁻¹ відповідно.

Нами обчислено середній вміст ¹³⁷Cs у надземній фітомасі всіх представників кожної з наведених вище родин на досліджуваному стаціонарі (табл. 2).

Таблиця 2

Середній вміст ¹³⁷Cs у надземній фітомасі представників окремих родин, Бк·кг⁻¹

Родина	Види на стаціонарі	Статистичні показники			
		<i>M</i>	<i>m</i>	<i>Std</i>	<i>V, %</i>
<i>Rosaceae</i>	Суниці лісові, костяниця, перстач прямостоячий, перстач білий, гравілат міський	174	13,9	53,84	30,94
<i>Lamiaceae</i>	Пахучка звичайна, живучка повзуча, кадило сарматське, буквиця лікарська	247	46,5	160,98	65,31
<i>Convallariaceae</i>	Конвалія звичайна, купина запашна, веснівка дволиста	379	122,7	368,01	97,07
<i>Poaceae</i>	Перлівка поникла, куничник очеретяний, костриця овеча, костриця гігантська, щучник дернистий	423	97,6	377,86	89,33

За середнім значенням питомої активності ¹³⁷Cs у надземній фітомасі (див. табл. 2) наведені вище родини судинних рослин можна розмістити в такому рангованому ряду: *Poaceae* > *Convallariaceae* > *Lamiaceae* > *Rosaceae*. Слід, однак, наголосити на тому, що в межах родин з найбільшим середнім вмістом досліджуваного радіонукліда в надземній фітомасі (*Poaceae* та *Convallariaceae*) згаданий показник варіював максимально, коефіцієнт варіації у них становив 97,07 та 89,33 % відповідно. Таке значне варіювання зумовлено різною будовою кореневих систем досліджуваних видів, що відзначалося й раніше (Rysin & Rysina 1987). Наприклад, у родині *Poaceae* високим середнім вмістом ¹³⁷Cs відзначаються рихлодерновинна костриця гігантська та купинно-щільнодерновинні костриця овеча та щучник дернистий. Саме життєва форма останніх двох видів, система галуження пагонів, яка формує щільні купини, розташування молодих сисних корінців у шарі дернини зумовлюють інтенсивну акумуляцію радіонукліда надземною фітомасою цих видів, адже в дернині відсутній ґрунтовий геохімічний бар'єр на шляху міграції радіонуклідів. У родині *Convallariaceae* мінімальний вміст ¹³⁷Cs спостерігали в конвалії звичайної, яка формує багатоярусну кореневу систему за рахунок розвитку довгих кореневищ. Причому I ярус кореневищ розміщується на глибині 5–10 см (шар ґрунту з високим вмістом ¹³⁷Cs), а II ярус кореневищ – на глибині 25–35 см (шар ґрунту з низьким вмістом ¹³⁷Cs). Максимальний вміст згаданого радіонукліда в родині *Convallariaceae* був характерним для веснівки дволистої – короткочореневищного виду з глибиною розташування кореневої системи 2–5 см – у найбільш радіоактивно забруднених шарах гумусово-елювіального горизонту ґрунту.

Методом однофакторного дисперсійного аналізу визначено істотність різниці середніх значень питомої активності ¹³⁷Cs у надземній фітомасі представників різних родин. Результати згаданого аналізу продемонстрували, що в масиві даних достовірна різниця середніх значень питомої активності ¹³⁷Cs наявна лише між родинами *Rosaceae* та *Poaceae* ($F_{\text{факт.}} = 7,25 > F_{0,95} = 4,23$; $p = 0,01$) і *Rosaceae* та *Convallariaceae* ($F_{\text{факт.}} = 5,53 > F_{0,95} = 4,35$; $p = 0,03$). Між рештою дисперсійних пар досліджуваних родин статистично достовірна різниця вмісту ¹³⁷Cs у надземній фітомасі відсутня ($F_{\text{факт.}} < F_{0,95}$).

Також для кожного дослідженого виду розраховано середні значення КП ¹³⁷Cs з ґрунту до надземної фітомаси, а методом однофакторного дисперсійного аналізу за цим показником досліджені види розподілено на однорідні дисперсійні групи, між якими різниця середніх значень КП ¹³⁷Cs з ґрунту до надземної фітомаси є істотною на 95 % довірчому рівні (табл. 3). Відповідні дані подано на рисунку 1.

Результати дисперсійного аналізу середніх значень КП ^{137}Cs між дисперсійними групами видів судинних рослин

Дисперсійна пара	$F_{\text{факт.}}$	$F_{0,95}$	p
Група I – група II	46,95	4,28	< 0,001
Група II – група III	10,45	4,15	0,003
Група III – група IV	12,06	4,05	0,001
Група IV – група V	9,44	4,08	0,004
Група V – група VI	7,04	4,28	0,014
Група VI – група VII	5,49	4,35	0,030
Група VII – група VIII	7,11	4,60	0,018
Група VIII – група IX	10,51	4,49	0,005

Результати, наведені у таблиці 3, свідчать, що між усіма виділеними однорідними групами видів середні значення КП відрізняються суттєво на 95 % довірчому рівні, причому найбільша різниця досліджуваного показника спостерігається між групами I і II, а також між групами III і IV.

Дані рисунку 1 демонструють, що досліджені 44 види судинних рослин розподілилися за 9 однорідними дисперсійними групами. I дисперсійну групу з діапазоном середніх значень КП від $0,18 \pm 0,024 \text{ м}^2 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot 10^{-3}$ у чорниць до $0,28 \pm 0,043 \text{ м}^2 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot 10^{-3}$ у перлівки пониклої утворювали 3 види. II дисперсійна група складалася з 6 видів із діапазоном середніх значень КП від $0,55 \pm 0,110 \text{ м}^2 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot 10^{-3}$ у вербозілля звичайного до $0,66 \pm 0,094 \text{ м}^2 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot 10^{-3}$ у купини запашної. До III дисперсійної групи також входили 6 видів, діапазон середніх значень КП ^{137}Cs у цій групі коливався від $0,76 \pm 0,108 \text{ м}^2 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot 10^{-3}$ в одинарника європейського до $0,84 \pm 0,132 \text{ м}^2 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot 10^{-3}$ у дзвоників скупчених. IV однорідна група за кількістю видів була найбільшою в досліджуваному масиві даних, до її складу входили 11 видів, які належали до 9 родин судинних рослин. Діапазон середніх значень КП у представників IV однорідної групи становив від $0,95 \pm 0,127 \text{ м}^2 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot 10^{-3}$ у дзвоників персиколистих до $1,13 \pm 0,206 \text{ м}^2 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot 10^{-3}$ у жовтецю кашубського. До складу V однорідної групи увійшли 4 види з діапазоном середніх значень КП від $1,23 \pm 0,263 \text{ м}^2 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot 10^{-3}$ у звіробою звичайного до $1,40 \pm 0,220 \text{ м}^2 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot 10^{-3}$ у серпію фарбувального. VI однорідна група включала 5 видів з коливаннями середніх значень КП від $1,53 \pm 0,241 \text{ м}^2 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot 10^{-3}$ у костриці овечої до $1,91 \pm 0,254 \text{ м}^2 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot 10^{-3}$ у буквиці лікарської. VII та VIII однорідні групи склалися з 3 видів, кожна з діапазонами середніх значень КП ^{137}Cs з ґрунту до надземної фітомаси від $2,34 \pm 0,389 \text{ м}^2 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot 10^{-3}$ у смілки пониклої до $2,47 \pm 0,503 \text{ м}^2 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot 10^{-3}$ у наперстянки великоквіткової та від $3,10 \pm 0,581 \text{ м}^2 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot 10^{-3}$ у безщитника жіночого до $3,68 \pm 0,575 \text{ м}^2 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot 10^{-3}$ у круціати голої відповідно. IX однорідна група складалася з 3 видів і відзначалася максимальною інтенсивністю акумуляції ^{137}Cs з ґрунту, діапазон середніх значень КП коливався в ній від $4,56 \pm 0,807 \text{ м}^2 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot 10^{-3}$ у костриці гігантської до $5,90 \pm 0,873 \text{ м}^2 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot 10^{-3}$ у щитника чоловічого. Під'ялинник звичайний нами не був розміщений у загальному ряду видів, однак середнє значення КП для нього обчислено: $1558 \pm 249,18 \text{ м}^2 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot 10^{-3}$, цей вид потребує більш детальних подальших досліджень.

Загалом усі виділені однорідні групи видів були різнорідними в таксономічному відношенні, що нами відзначалося й раніше (Orlov et al. 2013). Із загальних закономірностей також слід наголосити на незначній, загалом, інтенсивності акумуляції ^{137}Cs надземною фітомасою з ґрунту, адже середні значення КП перебувають у діапазоні від $0,18 \pm 0,024 \text{ м}^2 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot 10^{-3}$ у чорниць до $5,90 \pm 0,873 \text{ м}^2 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot 10^{-3}$ у щитника чоловічого. Таким чином, виявлено, що у відносно багатих умовах вологих сосново-дубових сугрудів види трав'яно-чагарничкового ярусу акумулюють ^{137}Cs з невисокою інтенсивністю й належать до груп дуже слабкого та слабкого накопичення згаданого радіонукліда (Orlov & Krasnov 1997).

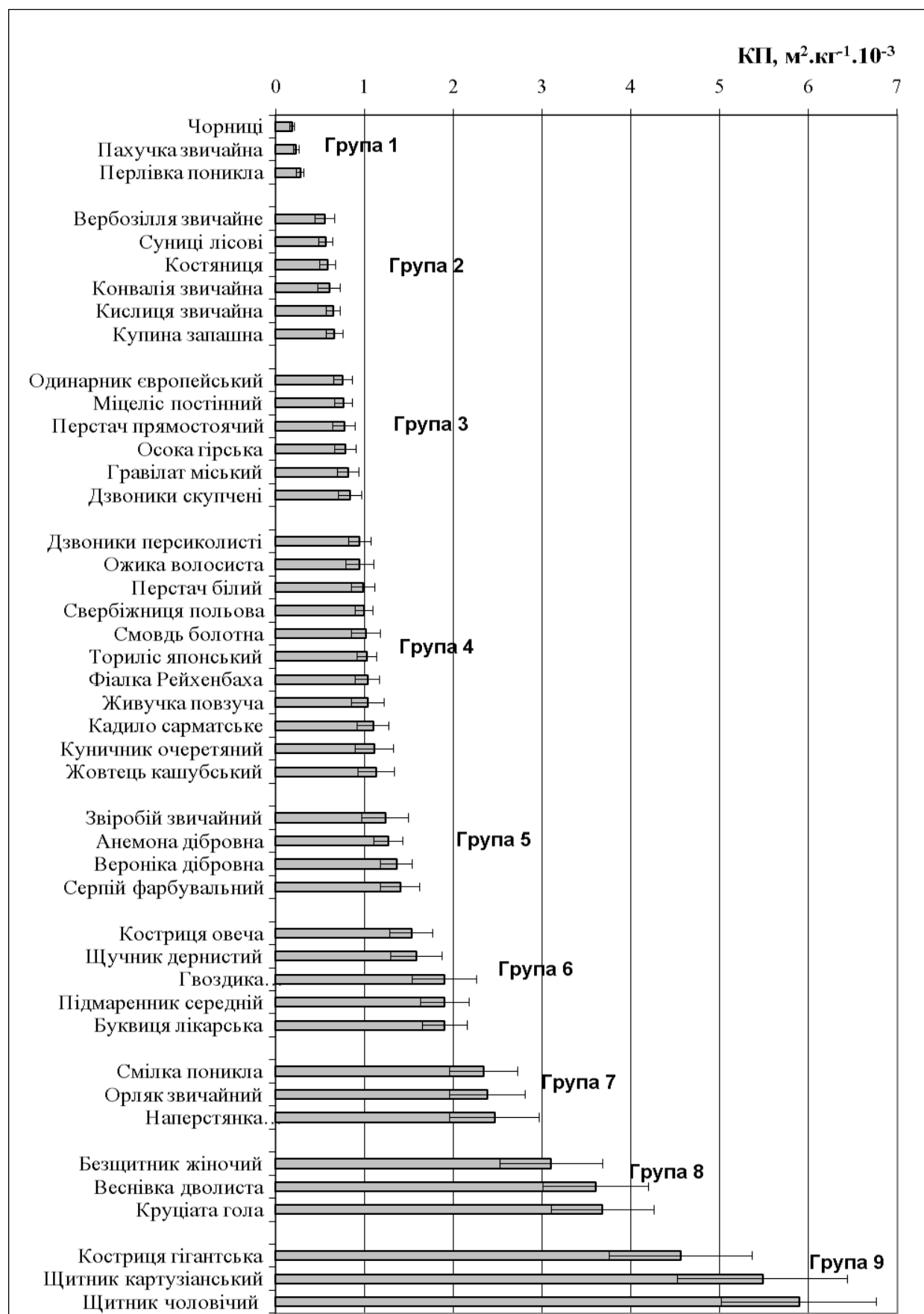


Рис. 1 – Середні значення КП ^{137}Cs з ґрунту до надземної фітомаси видів трав'яно-чагарничкового ярусу на стаціонарі у 2018 р.

Також вивчено акумуляцію ^{137}Cs видами лікарської сировини в дослідженому едатопі та визначено граничні значення щільності забруднення ґрунту цим радіонуклідом, за яких можливо отримати нормативно чисту в радіаційному відношенні лікарську сировину (табл. 4).

Таблиця 4

Акумуляція ^{137}Cs видами лікарської сировини та граничні значення щільності забруднення ґрунту радіонуклідом для її заготівлі

Лікарська сировина	Середнє значення КП, $\text{м}^2 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot 10^{-3}$	Граничний вміст* ^{137}Cs , $\text{Бк} \cdot \text{кг}^{-1}$	Гранична щільність забруднення ґрунту ^{137}Cs для заготівлі лікарської сировини	
			$\text{кБк} \cdot \text{м}^{-2}$	$\text{Кі} \cdot \text{км}^{-2}$
<i>Digitalis grandiflora</i> , трава	2,47	500	202,43	5,47
<i>Betonica officinalis</i> , трава	1,91	500	261,78	7,08
<i>Hypericum perforatum</i> , трава	1,23	500	406,50	10,99
<i>Potentilla alba</i> , трава	0,98	500	510,20	13,79
<i>Convallaria majalis</i> , трава	0,61	500	555,00 (819,67)**	15,00**
<i>Fragaria vesca</i> , трава	0,57	500	555,00 (877,19)**	15,00**
<i>Vaccinium myrtillus</i> , пагони	0,18	600	555,00 (3333,33)**	15,00**

*Граничний вміст ^{137}Cs , $\text{Бк} \cdot \text{кг}^{-1}$ наведено за «Гігієнічним нормативом питомої активності радіонуклідів ^{137}Cs та ^{90}Sr у рослинній лікарській сировині (субстанції), що використовується для виготовлення лікарських засобів» від 2008 р.

**Гранична щільність забруднення ґрунту ^{137}Cs , визначена з урахуванням Закону України «Про правовий режим території, що зазнала радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи» від 19.12.1991. У дужках подано розрахункову щільність забруднення ґрунту для заготівлі лікарської сировини.

Дані таблиці 4 свідчать, що, зважаючи на невисокі середні значення КП ^{137}Cs з ґрунту до лікарської сировини видів у проаналізованому едатопі, заготівля нормативно чистої в радіаційному відношенні лікарської рослинної сировини в ньому може проводитися за значних величин щільності забруднення ґрунту згаданим радіонуклідом – від 202,43 $\text{кБк} \cdot \text{м}^{-2}$ у трави *Digitalis grandiflora* до 510,20 $\text{кБк} \cdot \text{м}^{-2}$ у трави *Potentilla alba*. Проте три види лікарської сировини, які відзначалися мінімальними середніми значеннями КП, можна заготовляти за високих щільностей забруднення території – від 819,67 $\text{кБк} \cdot \text{м}^{-2}$ у трави *Convallaria majalis* до 3333,33 $\text{кБк} \cdot \text{м}^{-2}$ в олистяних пагонів *Vaccinium myrtillus*. Однак, оскільки господарське використання території, зокрема вкритої лісом, допускається за щільності радіоактивного забруднення ґрунту ^{137}Cs не вище ніж 555,0 $\text{кБк} \cdot \text{м}^{-2}$, гранична щільність забруднення ґрунту ^{137}Cs для заготівлі згаданих трьох видів лікарської сировини становить саме це значення.

Таким чином, загалом середні значення КП ^{137}Cs з ґрунту до надземної фітомаси більшості досліджених видів продовжують зменшуватися. Також добре помітно, що порядок видів у рангованому ряду за середніми значеннями КП став іншим, що залежить від багатьох факторів, з яких основним є глибина розташування кореневих систем рослин.

Висновки.

1. Найбільшим із середніх значень КП відзначається *Dryopteris filix-mas* – $5,90 \pm 0,873 \text{ м}^2 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot 10^{-3}$, а найменшим – *Vaccinium myrtillus* – $0,18 \pm 0,024 \text{ м}^2 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot 10^{-3}$, міжвидова різниця середніх значень КП у межах згаданого едатопу становила 32,8 разу. Причинами цього є значна різниця глибини розташування кореневих систем рослин (види з поверхневою кореневою системою зазвичай акумулюють ^{137}Cs інтенсивніше), а також потреби в калії, який є аналогом ^{137}Cs .

2. Види трав'яно-чагарничкового ярусу лісу у фітоценозі *Querceto-Pinetum pteridioso-convallarioso-variabosum* розподілилися між 9 однорідними групами.

3. Усі однорідні групи за величиною КП виявилися різнорідними в таксономічному відношенні.

4. Представники однієї родини судинних рослин присутні в кількох однорідних групах.

5. Заготівлю нормативно чистої в радіаційному відношенні лікарської сировини в дослідженому едатопі можна проводити за щільності забруднення ґрунту ^{137}Cs від $202,43 \text{ кБк/м}^2$ у трави *Digitalis grandiflora* до $555,00 \text{ кБк/м}^2$ у пагонів *Vaccinium myrtillus*, трави *Fragaria vesca* та трави *Convallaria majalis*.

6. Упродовж 2014–2018 рр. у більшості досліджених видів судинних рослин на стаціонарі середні значення КП ^{137}Cs продовжували зменшуватися, а також змінився порядок видів у рангованих рядах, виділених за згаданим показником, що зумовлено, з одного боку, різною глибиною кореневих систем видів, а з іншого, поступовим переміщенням центру запасу радіонуклідів до глибших горизонтів.

На досліджуваній постійній пробній площі слід продовжити багаторічні моніторингові спостереження акумуляції ^{137}Cs видами трав'яно-чагарничкового ярусу.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

Derzhavna Farmakopeya Ukrainy [State pharmacopoeia of Ukraine]. 2001. Kharkiv, RIREH, 1126 p. (in Ukrainian).

Derzhavna Farmakopeya Ukrainy. Dopovnennya 1 [State pharmacopoeia of Ukraine. Addition 1]. 2004. Kharkiv, RIREH, 520 p. (in Ukrainian).

Derzhavna Farmakopeya Ukrainy. Dopovnennya 2 [State pharmacopoeia of Ukraine. Addition 2]. 2008. Kharkiv, RIREH, 620 p. (in Ukrainian).

Derzhavna Farmakopeya Ukrainy. Dopovnennya 3 [State pharmacopoeia of Ukraine. Addition 3]. 2009. Kharkiv, RIREH, 280 p. (in Ukrainian).

Dobrochaeva, D. N., Kotov, M. Y., Prokudyn, Yu. N. et al. 1999. *Opredelytel vysshykh rastenyy Ukrainy* [Determinant of higher plants]. Kyiv, Fytosotsyosentr, 548 p. (in Russian).

Ermakova, O. O., Kazey, A. P., Kuzmych, O. T. 1990. *Akkumulyatsiya radionuklidov v lekarstvennykh rasteniyakh lesnykh fitotsenozov* [Accumulation of radionuclides in medicinal plants of forest phytocenoses]. In: *Osnovy organizatsii i vedeniya lesnogo khozyaystva v usloviyakh radioaktivnogo zagryazneniya: tez. dokl. Vsesoyuz. nauch.-prakt. konf.* [Basis for the organization and management of radioactively-contaminated forests]. Gomel, p. 28 (in Russian).

Ermakova, O. O., Kuzmych, O. T., Kazey, A. P. 1995. *Osobennosti nakopleniya radionuklidov razlichnymi vidami napochvennogo pokrova v lesnykh fitotsenozakh v zavisimosti ot urovnya radioaktivnogo zahryazneniya pochv* [Peculiarities of accumulation of radionuclides by various species of soil cover in forest phytocenoses depending on the level of radioactive contamination of soils]. In: *Radyoaktivnoe zahryazneniye rastitelnosti Belarusi (v svyazi s avariey na Chernobylskoy AES)* [Radioactive contamination of vegetation in Belarus (due to the accident at the Chernobyl nuclear power plant)]. Minsk, Nauka i tekhnika, p. 129–189 (in Russian).

Hihiyenichnyy normatyv pytomoyi aktyvnosti radionuklidiv ^{137}Cs ta ^{90}Sr u roslynnyy likarskiy syrovyni (substantsiyi), shcho vykorystovuyetsya dlya vyhotovlennya likarskykh zasobiv: HN 6.6.1-159-2008 [Hygienic standard of specific activity of radionuclides of ^{137}Cs and ^{90}Sr in plant medicinal raw material (substance), which is used for production of medicinal drugs: HN 6.6.1-159-2008]. 2008. Kyiv, MOZ, 6 p. (in Ukrainian).

Lakin, H. F. 1990. *Biometriya* [Biometry]. Moscow, Vysshaya shkola, 352 p. (in Russian).

Mosyakin, S. L. and Fedoronchuk M. M. 1999. *Vascular plants of Ukraine. A nomenclatural checklist.* Kyiv, 345 p.

Orlov, O. O. 2013. *Rozpodil ^{137}Cs v ekosystemi skladnogo vilkhovoho lisu u volohomu suhrudi Ukrayinskoho Polissya* [Distribution of ^{137}Cs in the ecosystem of complex alder forest in moist fairly fertile site type in Ukrainian Polissya]. In: *Dovkilliya Ukrainy. Radioekolohiya-2013. Chornobyl-Fukusima. Naslidky: nauk.-prakt. konf. v ramkakh mizhnar. Forumu* [Environment of Ukraine. Radioecology-2013. Chernobyl-Fukusima. Consequence: scientific and Practical Conference]. Zhytomyr, ZhDU im. I. Franka, p. 16–21 (in Ukrainian).

Orlov, A. A. and Krasnov, V. P. 1997. *Intensivnost nakopleniya ^{137}Cs vidami zhivogo napochvennogo pokrova dubovykh i sosnovo-dubovykh lesov v sugrudakh Ukrainського Poles'ya: klassifikatsiya, ordinatsiya, zakonomernosti* [Intensity of ^{137}Cs accumulation by species of living ground cover of oak and pine-oak forests in sugruds of Ukrainian Polesye: classification, ordination, regularities]. *Problemy ekolohyy lesov y lesopol'zovanyya v Poles'e Ukrainy* [Problems of ecology and forest use on Polissya of Ukraine], 4: 25–35 (in Russian).

Orlov, O. O., Tarasevich, O. V., Zborovska, O. V., Zhukovskiy, O. V., 2013. *Intensyvnyy akumulyatsiyi ^{137}Cs vydamy travyano-chaharnychkovoho yarusu dubovo-sosnovykh lisiv u volohykh suhrudakh Zhytomyrskoho Polissya* [Intensity of accumulation of ^{137}Cs by species of grass-dwarf-shrub layer of oak-pine forests in wet sugruds of

Zhytomyr Polissya]. *Lisivnytstvo i ahrolisomelioratsiya* [Forestry and Forest Melioration], 123: 178–186 (in Ukrainian).

Osnovni sanitarni pravyla zabezpechennya radiatsiynoyi bezpeky Ukrainy: z0552-05 [Basic Sanitary Regulations for Ensuring of Radiation Safety of Ukraine: z0552-05]. 2005. Kyiv, MOZ, 116 p. (in Ukrainian).

Rysin, L. P. and Rysina, H. P. 1987. Morfostruktura podzemnykh organov lesnykh travyanistykh rasteniy [Morphostructure of underground organs of forest herbaceous plants]. Moscow, Nauka, 207 p. (in Russian).

Shcheglov, A. Y. 1999. Byogeokhimiya tekhnogennykh radionuklidov v lesnykh ekosistemakh: po materialam 10-letnikh issledovaniy v zone vliyaniya avarii na ChAES [Biogeochemistry of technogenous radionuclides in forest ecosystems: based on 10-year research in the zone of impact of accident on Chornobyl NPP]. Moscow, Nauka, 268 p. (in Russian).

Orlov O. O., Zhukovskiy O. V., Zborovska O. V., Shevchuk V. V., Levkivskiy O. V.

RESULTS OF THE THIRD MONITORING STAGE OF ¹³⁷Cs ACCUMULATION BY SPECIES OF GRASS-DWARF-SHRUB LAYER OF OAK-PINE FORESTS IN MOST FAIRLY FERTILE SITES WITHIN ZHYTOMYR POLISSYA

Polisskiy Branch of Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G. M. Vysotskiy

The study was carried out in July, 2018, on experimental plot laid down in moist oak-pine relatively fertile site type. Accumulation of ¹³⁷Cs by 45 species of vascular plants of grass-dwarf-shrub layer was investigated. It was found that in the massif of our data, the diapason of the mean values of ¹³⁷Cs transfer factor (TF) from the soil to aboveground phytomass were from $0,18 \pm 0,024 \text{ m}^2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot 10^{-3}$ in *Vaccinium myrtillus* to $5,90 \pm 0,873 \text{ m}^2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot 10^{-3}$ in *Dryopteris filix-mas*. Within the studied data massif, according to the mean TF values, plant species were distributed into 9 homogeneous groups, however taxonomically heterogeneous. It was shown that representatives of the largest families were distributed among different homogeneous groups on experimental plot. The distribution was determined by the depth of placing the plants' root systems in the soil. It was found that the mean values of TF for ¹³⁷Cs from the soil to aboveground phytomass for the majority of the species continued to decrease during 2014–2018. The order of the species in the ranked row has also changed according to the mean values of TF.

К е у в о р д с : specific activity, density of radioactive ground deposition, radionuclide accumulation intensity.

Орлов А. А., Жуковский О. В., Зборовская О. В., Шевчук В. В., Левковский А. В.

РЕЗУЛЬТАТЫ ТРЕТЬЕГО ЭТАПА МОНИТОРИНГА АККУМУЛЯЦИИ ¹³⁷Cs ВИДАМИ ТРАВЯНО-КУСТАРНИЧКОВОГО ЯРУСА ДУБОВО-СОСНОВЫХ ЛЕСОВ ВО ВЛАЖНЫХ СУГРУДКАХ ЖИТОМИРСКОГО ПОЛЕСЬЯ

Полесский филиал Украинского научно-исследовательского института лесного хозяйства и агролесомелиорации им. Г. Н. Высоцкого

Исследования проведены в июле 2018 г. на стационаре, заложенном в условиях влажного дубово-соснового сугрудка. Изучена аккумуляция ¹³⁷Cs 45 видами сосудистых растений травяно-кустарничкового яруса. Выявлено, что в массиве данных диапазон средних значений КП ¹³⁷Cs из почвы в надземную фитомассу составлял от $0,18 \pm 0,024 \text{ м}^2 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot 10^{-3}$ у черники до $5,90 \pm 0,873 \text{ м}^2 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot 10^{-3}$ у щитовника мужского. Исходя из средних значений КП, в исследуемом массиве данных виды распределились на 9 однородных дисперсионных групп, разнородных, однако, в таксономическом отношении. Показано, что представители наибольших семейств на стационаре распределились по разным однородным группам, что определяется глубиной расположения их корневых систем в почве. Выявлено, что средние значения КП ¹³⁷Cs из почвы в надземную фитомассу большинства исследованных видов на протяжении 2014–2018 гг. продолжали уменьшаться, также изменился порядок видов в ранжированном ряду, построенном по средним значениям КП.

К л ю ч е в ы е с л о в а : удельная активность, плотность радиоактивного загрязнения почвы, интенсивность аккумуляции радионуклида.

E-mail: orlov.botany@gmail.com

Одержано редколегією: 30.10.2018



І. Ф. ШИШКАНИНЕЦЬ¹, В. Г. МАЗЕПА²

**ВПЛИВ КЛІМАТУ НА РАДІАЛЬНИЙ ПРИРІСТ БУКА В СЕРЕДНЬОВІКОВИХ
ДЕРЕВОСТАНАХ У ВЕРХІВ'Ї БАСЕЙНУ РІЧКИ ЛАТОРИЦЯ**

*1. Національний природний парк «Зачарований край»
2. Національний лісотехнічний університет України*

Досліджено вплив кліматичних показників на радіальний приріст бука в середньовікових деревостанах та особливості його формування в гірських умовах на схилах різної експозиції. Річні прирости букових деревостанів, що ростуть на схилах північної експозиції, дещо тісніше корелюють з кліматичними показниками, ніж прирости тих, що ростуть на південних схилах. Виявлено кореляційні зв'язки та отримано регресивні моделі взаємозв'язку радіального приросту букових деревостанів із комплексом кліматичних показників за вегетаційний період: дефіцитом вологи, вологістю повітря, середньорічною температурою повітря та кількістю опадів. У середньовікових букових деревостанах найбільш суттєво на радіальний приріст впливають вологість і температура повітря. Виявлено значення кліматичних показників, за яких визначено мінімальні або максимальні радіальні прирости букових деревостанів. За середньої багаторічної температури повітря 11–12°C, дефіциту вологи повітря 3–4 мб, зі збільшенням кількості опадів до 800–1100 мм і вологості повітря до 76–80 % значення радіального приросту бука є максимальним і становить 1,92–2,28 мм.
Ключові слова: букові деревостани, радіальний приріст, експозиція схилу, кореляційні залежності, кліматичні показники.

Вступ. За даними Міжнародної групи експертів зі зміни клімату (МГЗЕК), сторічний (1906–2005 рр.) лінійний тренд підвищення температури в повітряному басейні становить 0,74°C (IPCC 2007). В Україні протягом останніх п'ятдесяти років (1961–2010 рр.) приземна температура повітря підвищувалася і на початку XXI ст. була найбільшою за весь період регулярних метеорологічних спостережень з 1891 р. (Adaptatsiya do zminy klimatu 2015). Упродовж минулих двадцяти років (1991–2010 рр.) середня річна температура повітря в межах рівнинної частини території України збільшилася на 0,8°C, а в гірських регіонах (Українські Карпати) – на 0,7°C, якщо порівняти з кліматичною нормою (1961–1991 рр.). На Закарпатті середня річна температура повітря збільшилася на 0,7–0,8°C відносно кліматичної норми. У верхів'ї басейну річки Латориця за 1992–2012 рр. середня річна температура повітря збільшилася з 6,6 до 7,3°C, а кількість опадів – з 1046 до 1137,5 мм, у порівнянні з кліматичною нормою (1949–2000 рр.) (Mazepa & Shyshkanynets 2013).

У лісотвірному процесі (сілвагенезі) й функціонуванні лісових екосистем вирішальне значення мають кліматичний і ґрунтовий чинники (Stoiko 2011), причому роль останнього, особливо у формуванні приросту за діаметром, є незначною (Zhuravleva 2014). Для виявлення впливу комплексу зовнішніх чинників на окремі дерева й деревостани більшість дослідників використовують дендрохронологічні та дендрокліматичні методи, що базуються на вивченні радіального приросту (Bitvinskas 1974, Lovelius 1979, Matveev & Rumiantsev 2013). Радіальний приріст є найбільш універсальним і комплексним показником росту деревостанів упродовж усього їхнього віку, а тому дає змогу виявити їхню реакцію на дію комплексу зовнішніх чинників.

В Україні проведено різноманітні дендрохронологічні дослідження. Водночас у просторовому відношенні вони були здійснені нерівномірно, тому залишається ще багато невивчених питань щодо дендрохронології та дендрокліматології (Koval 2006). При цьому розвиток дендрохронологічного напрямку потребує створення дендрокліматичної сітки з охопленням найбільш репрезентативних лісостанів за природними зонами та в Карпатах. Адже Карпати є своєрідною біогеографічною моделлю для з'ясування впливу зміни клімату на рослинний і тваринний світ (Stoiko 2011).

У наших попередніх роботах висвітлено вплив кліматичних показників на радіальний приріст букових деревостанів (Mazepa & Shyshkanynets 2014, Shyshkanynets & Mazepa 2014, Shyshkanynets 2015), зокрема на формування ранньої та пізньої деревини бука (Shyshkanynets & Mazepa 2014, Shyshkanynets 2015). Однак синергійний вплив кліматичних показників на

радіальний приріст бука показаний лише на прикладі двох пар кліматичних показників (дефіциту вологи й вологості повітря та температури повітря й опадів). Тому *метою дослідження* є вивчення впливу кліматичних показників на особливості формування радіального приросту чистих середньовікових букових деревостанів, що ростуть у верхів'ї басейну річки Латориця, а також встановлення синергічного впливу основних кліматичних показників за вегетаційний період (опадів, температури повітря, дефіциту вологи та вологості повітря) на радіальний приріст дерев у бучинах.

Район досліджень характеризується оптимальними для бука умовами росту (Shyshkanynets 2015). Лісистість регіону досягає 61 %, а на бук припадає 83 % вкритих лісовою рослинністю земель. Середньовікові деревостани домінують і становить 52,4 %.

Матеріали й методи. Для вивчення впливу кліматичних показників на формування радіального приросту в бучинах підібрано чисті середньовікові деревостани, які ростуть в оптимальних для бука екологічних умовах. Зважаючи на те, що у насінневі роки бук формує річні шари мінімальної товщини, можна вважати, що у середньовікових букових деревостанах фактор плодоношення є виключеним (Molotkov 1966). Варто також зазначити, що в цих деревостанах криві приростів, не залежно від експозиції схилу, змінюються синхронно (Mazepa & Shyshkanynets 2014). Зокрема простежується закономірне зменшення товщини шарів річної деревини, що свідчить про відсутність впливу рубок на біогрупи дерев бука. Адже під час зріджування в дерев бука формуються широкі річні кільця (Tyshkevich 1984). Лісівничо-таксаційну характеристику деревостанів, в яких закладали пробні площі, наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Лісівничо-таксаційні показники насаджень дослідних ділянок

№ пробної площі/ координати	Склад деревостану	Ярус	Тип лісу	Вік, років	Клас бонітету	Експозиція схилу	Висота над рівнем моря, м
3/ N 48°44'19.34" S 23°4'45.05"	10Бкл+Гз	1	D ₃ - гБк	57	I ^a	Пд-25°	550
4/ N 48°43'42.63" S 23°5'22.37"	10Бкл+Гз	1	D ₃ - гБк	54	I	ПнС-20°	550

На кожній пробній площі в біогрупах із 10 дерев на висоті 1,3 м буравом Преслера відбирали керни деревини. Для кожної біогрупи взято 20 кернів у напрямках північ-південь. Ширину річних кілець вимірювали мікроскопом МБС-1 із точністю до 0,1 мм та визначали середні значення радіальних приростів у біогрупах за роками (1992–2013 рр.). Тісноту зв'язку між абсолютним середнім значенням і кліматичними показниками, а також статистичні показники розраховували за методикою Б. А. Доспехова (Dospikhov 1985). Кліматичні показники взято за даними Нижньоворітської метеостанції, яка знаходиться на висоті 500 м н. р. м. на відстані 4,5 км від дослідних ділянок. Статистичне опрацювання виконували з використанням комп'ютерних програм MS Excel 2010 і Statistica 6 (Rus).

Результати та обговорення. Як показали наші попередні дослідження, у чистих середньовікових букових деревостанах максимальні річні прирости бука (2,0–2,4 мм) зафіксовано за середньорічних температур повітря 6,2–7,3°C, тобто близьких до середньої багаторічної (6,6 °C), а мінімальні прирости (1,2–1,8 мм) – за максимальної (1100–1600 мм) або мінімальної (800–900 мм) кількості опадів (Shyshkanynets 2015).

Варто згадати, що в чистих букових деревостанах тіснота зв'язку приростів бука з основними кліматичними показниками є суттєвішою ($r = 0,55$) у порівнянні з мішаними буковими деревостанами ($r = 0,29$) (von Jazewitsch 1953, Mazepa & Shyshkanynets 2014). При цьому за вегетаційний період радіальні прирости бука в чистих деревостанах утворюють із вологістю повітря, опадами й дефіцитом вологи середні кореляційні зв'язки, а з

температурою повітря – слабкі. З температурою повітря й дефіцитом вологи кореляційний зв'язок є зворотнім, що свідчить про зменшення радіального приросту у міру підвищення температури повітря й дефіциту вологи.

Аналіз множинного кореляційного зв'язку основних кліматичних показників за вегетаційний період (опадів, температури й вологості повітря та дефіциту вологи) з радіальними приростами бука за період 1992–2013 рр. свідчить, що тіснота зв'язку є високою (табл. 2). При цьому на схилі північної експозиції річний приріст бука утворює дещо тісніший кореляційний зв'язок із кліматичними показниками, ніж на південному схилі та схилах південної й північної експозиції загалом.

Таблиця 2

Множинні коефіцієнти кореляції та статистичні показники радіального приросту бука з основними кліматичними чинниками за вегетаційний період

№ пробної площі (Експозиція)	<i>R</i>	<i>R</i> ²	<i>F</i>	<i>F</i> _{крит.}	Стандартна похибка оцінки
3 (Пд)	0,78	0,61	6,61	4,17	0,18
4 (ПнС)	0,83	0,69	9,54	4,17	0,15
3+4	0,77	0,59	13,76	4,39	0,18

Для відображення впливу основних кліматичних показників за вегетаційний період на радіальні прирости бука нами обчислено параметри рівняння зв'язку між температурою повітря (Т), опадами (О), дефіцитом вологи (Дв), вологістю повітря (В) та радіальними приростами (П) у чистих середньовікових деревостанах (1):

$$П = -0,958391 - 0,286924 Т + 0,000087 О + 0,1202 Дв + 0,075903 В \quad (1)$$

та побудовано профілі для передбачення значень (рис. 1).

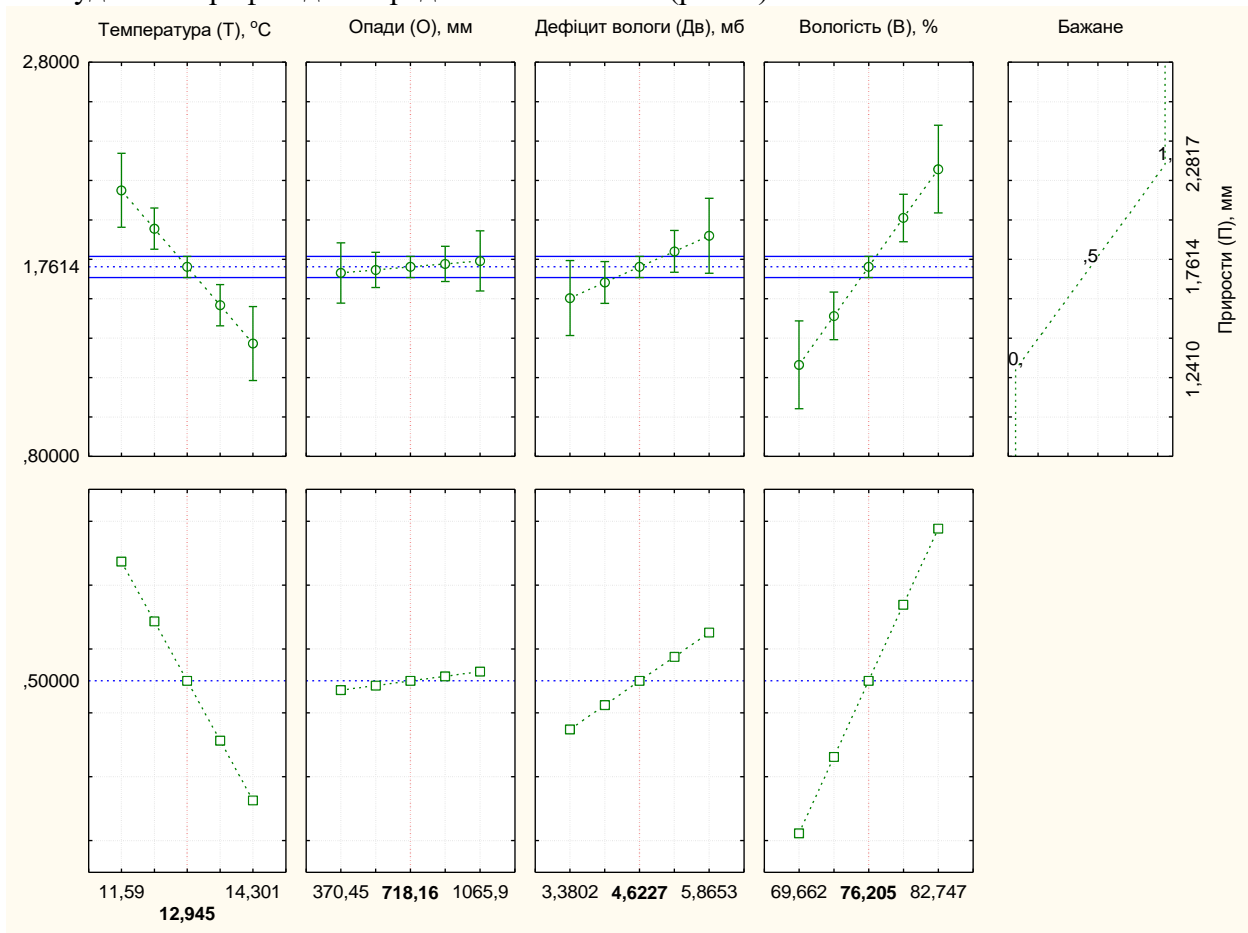


Рис. 1 – Профілі залежності радіального приросту бука в середньовікових чистих деревостанах від кліматичних показників

З наведених на рис. 1 даних видно, що найбільш суттєво на радіальний приріст у букових деревостанах впливають вологість і температура повітря. Дефіцит вологи та опади впливають несуттєво. Така послідовність впливу кліматичних факторів на прирости підтверджується коефіцієнтами еластичності та бета-коефіцієнтами (табл. 3). Зважаючи на те, що радіальні прирости закономірно зменшувалися, символи коефіцієнтів свідчать, що температура повітря зростала, а вологість повітря, дефіцит вологи та опади – зменшувалися.

Таблиця 3

Параметри оцінювання множинної регресії

Фактори впливу	Вологість повітря	Температура повітря	Дефіцит вологи	Опади
Коефіцієнти еластичності	3,284	-2,109	0,315	0,035
Бета-коефіцієнти	0,945	-0,747	0,287	0,058

Середній (1,76 мм) радіальний приріст у букових деревостанах визначено за температури повітря 12,95°C, опадах – 718,2 мм, дефіциту вологи – 4,6 мб та вологості повітря – 76,2 %. У 1992–2012 рр. середня температура повітря за вегетаційний період вже досягла позначки 13°C, а вологість повітря – 76,7 % (фактори, які найбільш суттєво впливають на радіальний приріст) (Mazera & Shyshkanynets 2013). Якщо підвищення температури повітря триватиме, а вологість зменшуватиметься, що є дуже ймовірним (IPCC 2007), то радіальний приріст у букових деревостанах зменшуватиметься (див. рис. 1).

Для оцінювання ступеня впливу комплексу факторів побудовано регресивні моделі взаємозв'язку між радіальним приростом бука й кліматичними показниками (рис. 2). Під час вивчення у чистих середньовікових букових деревостанах залежності радіального приросту (П) від кліматичних показників за вегетаційний період (температури повітря (Т), вологості повітря (В), опадів (О) і дефіциту вологи (Дв)) отримано такі рівняння регресії:

а) температури й вологості повітря:

$$П = -0,1235 - 0,2116Т + 0,0607 В$$

$$R = 0,74; F=24,93; F_{крит.} = 2,41$$

б) температури повітря й дефіциту вологи:

$$П = 2,9857 - 0,0277Т - 0,1872 Дв$$

$$R = 0,48; F=6,12; F_{крит.} = 2,41$$

в) температури повітря та опадів:

$$П = 2,5251 - 0,1005Т + 0,0007 О$$

$$R = 0,56; F=9,2; F_{крит.} = 2,41$$

г) вологості повітря й дефіциту вологи:

$$П = -0,1718 + 0,0324 В + 0,1157 Дв$$

$$R = 0,59; F=11,13; F_{крит.} = 2,41$$

д) опадів і вологості повітря:

$$П = -0,8567 + 0,0004 О + 0,0307 В$$

$$R = 0,58; F=10,37; F_{крит.} = 2,41$$

е) опадів і дефіциту вологи:

$$П = 2,0195 + 0,0005 О - 0,1395 Дв$$

$$R = 0,58; F=10,33; F_{крит.} = 2,41$$

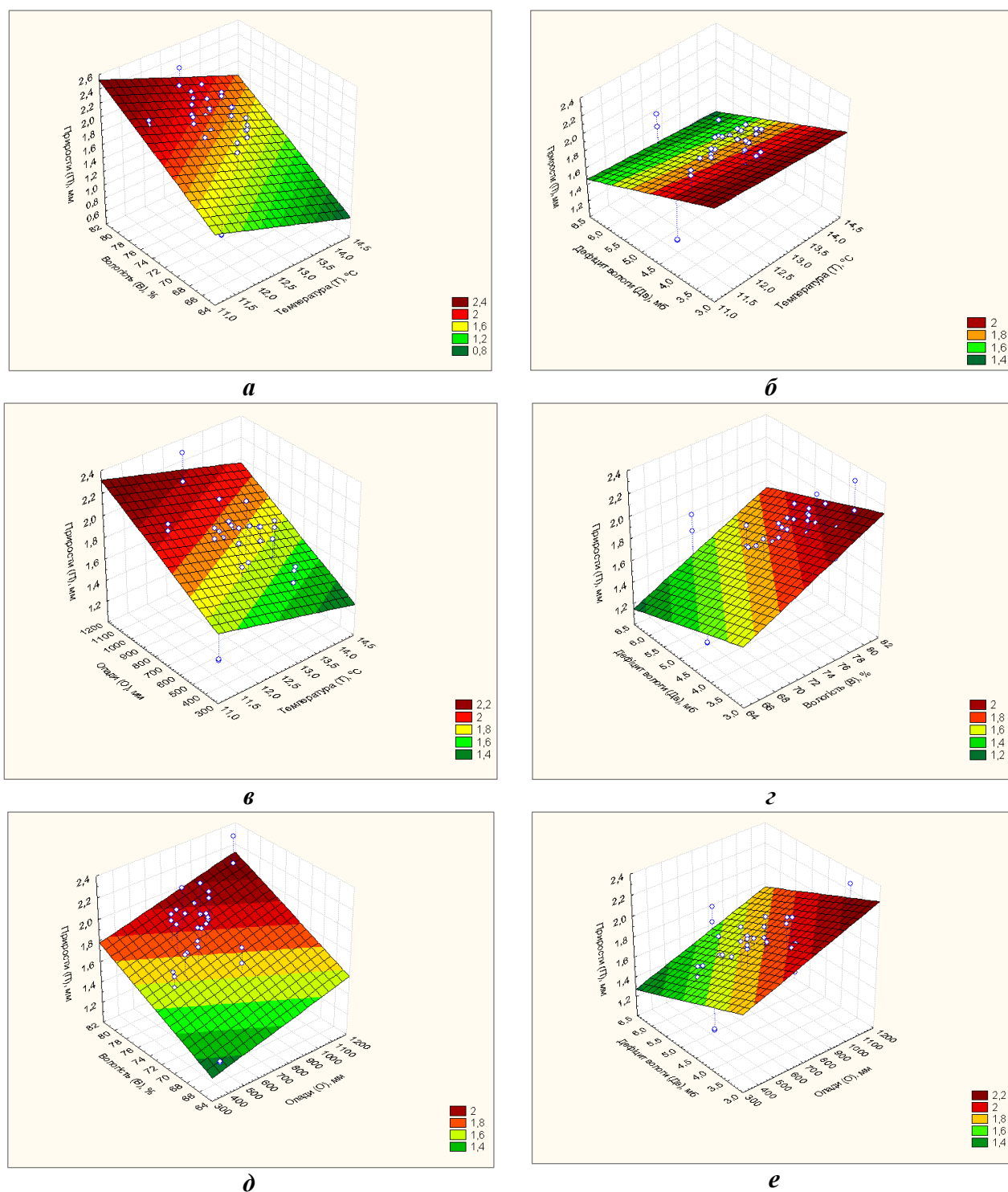


Рис. 2 – Регресійні моделі взаємозв'язку радіального приросту бука в чистих середньовікових деревостанах із кліматичними показниками за вегетаційний період: температурою і вологістю повітря (а), температурою повітря і дефіцитом вологи (б), температурою повітря і опадами (в), вологістю повітря і дефіцитом вологи (г), опадами і вологістю повітря (д), опадами і дефіцитом вологи (е)

Розраховані коефіцієнти свідчать про наявність тісного кореляційного зв'язку між радіальним приростом і температурою повітря й вологістю повітря ($R = 0,74$), помірного – з температурою повітря та дефіцитом вологи ($R = 0,48$) та значного ($R = 0,56...0,59$) – з температурою повітря та опадами, вологістю повітря й дефіцитом вологи, опадами й вологістю повітря, опадами й дефіцитом вологи.

Із рис. 2 випливає, що у міру підвищення температури повітря до 13–14°C і дефіциту вологи до 6–6,5 мб та зі зменшенням кількості опадів до 500–300 мм і вологості повітря до 70–64 % ширина радіального приросту становить у межах 1,21–1,50 мм, а за середньої температури повітря 11–12°C відповідає середнім багаторічним значенням (Mazepa & Shyshkanynets 2013). За дефіциту вологи 3–4 мб та збільшення кількості опадів до 800–1100 мм і вологості повітря до 76–80 % ширина радіального приросту бука є максимальною і становить 1,92–2,28 мм.

Висновки. У чистих середньовікових букових деревостанах, які ростуть в оптимальних для бука умовах, за період 1992–2013 рр. виявлено високі кореляційні зв'язки радіального приросту дерев із комплексом кліматичних показників за вегетаційний період (опадами, температурою і вологістю повітря та дефіцитом вологи) та побудовано відповідні регресійні моделі.

Річні прирости дерев бука, які ростуть на схилах північної експозиції, дещо тісніше корелюють із кліматичними показниками, ніж прирости тих, що ростуть на південних схилах. У середньовікових букових деревостанах найбільш суттєво на радіальний приріст впливають вологість і температура повітря, а дефіцит вологи та опади – неістотно. Виявлено значення кліматичних показників, за яких визначено мінімальний або максимальний радіальний приріст букових деревостанів.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

- Adaptatsiya do zminy klimatu [Adaptation to climate change]. 2015. Karpatskyi Instytut Rozvytku. Agentstvo spryiaannia stalomu rozvytku Karpatskogo regionu „Forza”, 83 p. (in Ukrainian).
- Bitvinskas, T. T. 1974. Dendroklimaticheskie issledovaniya [Dendroclimate studies]. Leningrad, Gidrometeoizdat, 172 p. (in Russian).
- Dospekhov, B. A. 1985. Metodyka polevoho opyta [Methodology of field research]. Kyiv, Ahropromyzzdat, 351 p. (in Russian).
- IPCC. 2007. Climate Change 2007: Synthesis Report. [Electronic resource]. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A. (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 104 p. Available from: <https://www.ipcc.ch/report/ar4/syr/> (last accessed date 15.11.2018).
- Koval, I. M. 2006. Dendrokronologiya v Ukraini: retrospektyva i perspektyvy rozvytku [Dendrochronology in Ukraine: retrospective and prospective of development]. [Electronic resource]. Lisove gospodarstvo, lisova, paperova i derevoobrobna promyslovist [Forestry, forest, paper and woodworking industry], 31: 221–228. Available from: http://base.dnsgb.com.ua/files/journal/Lisove-gospodarstvo-l-p-d-promyslovist/2006_31/221_Koval_LG_31.pdf (last accessed date 15.11.2018) (in Ukrainian).
- Loveliuss, N. V. 1979. Izmenchivost prirosta derevyev. Dendroindikatsiya prirodnykh protsessov i antropogennykh vozdeyitviy [Variability of growth of trees. Dendroindication of natural processes and anthropogenic effects]. Leningrad, Nauka, 232 p. (in Russian).
- Matveev, S. M. and Rumiantsev, D. E. 2013. Dendrokronologiya [Dendrochronology]. Voronezh, FGBOU VPO “VGLTA”, 140 p. (in Russian).
- Mazepa, V. G. and Shyshkanynets, I. F. 2013. Tendentsii do zminy klimatu na foni tsyklichnykh kolyvan aktyvnosti sontsia v raioni verkhnoi tekhii richky Latorytsia [Tendencies of climate change against cyclical fluctuation of solar activity in the Latorytsia river upstream region]. Naukovyy visnyk NLTU Ukrainy [Scientific Bulletin of UNFU], 23.5: 88–94 (in Ukrainian).
- Mazepa, V. G. and Shyshkanynets, I. F. 2014. Osoblyvosti formuvannia radialnoho pryrostu bukovykh derevostaniv Stryisko-Mizhgirskoi Verkhovyny [Peculiarities of radial increment formation of the Stryi-Mizhhirska verhovyna beech stands]. Naukovi pratsi Lisivnychoyi akademiyi nauk Ukrayiny [Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine], 12: 79–85 (in Ukrainian).
- Molotkov, P. I. 1966. Bukovye lesa i khoziaistvo v nikh [Beech forests and their management]. Moscow, Lesnaya promyshlennost, 224 p. (in Russian).
- Shyshkanynets, I. F. 2015. Osoblyvosti formuvannia bukovykh lisostaniv u verkhivi baseinu richky Latorytsia [The peculiarities of beech forest stands formation in Latorytsia river-basin upstream]: Avtoref. dys. na zdobuttya nauk. stupenya kand. s.-h. nauk [Extended abstract of PhD dissertation]. Lviv, 20 p. (in Ukrainian).
- Shyshkanynets, I. F. and Mazepa, V. G. 2014. Vplyv klimatu na radialnyi pryrist rannoyi ta piznoyi derevyny buka v umovakh hirskykh bukovykh lisiv baseynu richky Latorytsia [Climate affecting the radial increment of young and

late beech wood under the conditions of mountain beech forests of Latorytsia water-collecting area]. *Naukovyy visnyk NLTU Ukrainy* [Scientific Bulletin of UNFU], 24.2: 68–74 (in Ukrainian).

Stoiko, S. M. 2011. Vplyv hlobalnoi zminy klimatu na lisovi formatsiyi Karpat [Global climate changes impact on the forest ecosystems in the Carpathians]. *Naukovi pratsi Lisivnychoyi akademiyi nauk Ukrainy* [Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine], 9: 21–28 (in Ukrainian).

Tyshkevich, G. L. 1984. Vliyaniye rubok ukhoda na formirovaniye drevesiny buka v molodykh kulturakh [Effects of thinning on the formation of beech wood in young cultures]. *Lesnoy zhurnal* [Forestry Journal], 5: 8–12 (in Russian).

von Jazewitsch, W. 1953. Jahrringchronologie der Spessart-Buchen. *Forstwissenschaftliches Centralblatt*, 72(7/8): 234–247. <https://doi.org/10.1007/BF01819371>.

Zhuravleva, O. V. 2014. Dendroindikatsiya izmeneniy prirodnoy obstanovki na verhnei granitse lesa v gorakh Altaya [Electronic resource]. Gorno-Altaysk, RIO GAGU, 118 p. Available from: [http://elib.gasu.ru/index.php?option=com_abook&view=book&id=262:dendroindikatsiya-izmenenij-prirodnoj-obstanovki-na-verkhnej-granitse-lesa-v-gorakh-altaya&catid=3:biology&Itemid=161_\(last accessed date 15.11.2018\)](http://elib.gasu.ru/index.php?option=com_abook&view=book&id=262:dendroindikatsiya-izmenenij-prirodnoj-obstanovki-na-verkhnej-granitse-lesa-v-gorakh-altaya&catid=3:biology&Itemid=161_(last%20accessed%20date%2015.11.2018)) (in Russian).

Shyshkanynets I. F.¹, Mazepa V. G.²

INFLUENCE OF CLIMATE ON THE RADIAL INCREMENT OF BEECH IN THE MIDDLE-AGED STANDS IN UPPER REACHES OF THE LATORYTSYA RIVER BASIN

1. National Nature Park "Zacharovanyi Krai"

2. Ukrainian National Forestry University

The influence of climate characteristics on the beech radial increment in the middle-aged stands in the mountain conditions on the slopes of different exposure has been investigated. Annual increment of beech trees growing on the northern slopes are more closely correlated with climatic indices than of those growing on the southern slopes. Significant correlations were found and regression models of the relationship between the beech radial increment and set of climatic indices during the vegetation period (a saturation deficit, air humidity, average annual temperature and rainfall) were obtained. Radial increment of the middle-aged beech stands was the most influenced by humidity and air temperature. The climatic indices values for the observed minimum or maximum radial increment of the beech trees were identified. At the normal air temperature of 11–12°C and the saturation deficit of 3–4 mb and precipitation increase up to 800–1100 mm along with air humidity of 76–80 % the value of radial increment of beech was maximum and was in the range of 1.92–2.28 mm.

Key words: beech forest, radial increment, slope exposure, correlation, climatic indices.

Шишканинец И. Ф.¹, Мазепа В. Г.²

ВЛИЯНИЕ КЛИМАТА НА РАДИАЛЬНЫЙ ПРИРОСТ БУКА В СЕРЕДНЕВОЗРАСТНЫХ ДРЕВОСТЯХ В ВЕРХОВЬЯХ БАССЕЙНА РЕКИ ЛАТОРИЦА

1. Национальный природный парк „Зачарованный край“

2. Национальный лесотехнический университет Украины

Исследовано влияние климатических показателей на радиальный прирост бука в средневозрастных древостоях и особенности его формирования в горных условиях на склонах разной экспозиции. Годовой прирост деревьев бука, растущих на склонах северной экспозиции, более тесно коррелирует с климатическими показателями, чем приросты деревьев, растущих на южных склонах. Выявлены корреляционные связи и получены регрессионные модели взаимосвязи радиального прироста буковых древостоев с комплексом климатических показателей за вегетационный период: дефицитом влаги, влажностью воздуха, среднегодовой температурой воздуха и количеством осадков. В средневековых буковых древостоях наиболее существенно на радиальный прирост влияют влажность и температура воздуха. Выявлены значения климатических показателей, при которых отмечены минимальные или максимальные значения радиального прироста буковых деревьев. При средней многолетней температуре воздуха 11–12°C и дефиците влаги 3–4 мб с увеличением количества осадков до 800–1100 мм и влажности воздуха до 76–80 % величина радиального прироста бука является максимальной и составляет 1,92–2,28 мм.

Ключевые слова: буковые древостой, радиальный прирост, экспозиция склона, корреляционные зависимости, климатические показатели.

E-mail: vasyi.mazepa@gmail.com

Одержано редколегією: 27.11.2018

**CLIMATIC FACTORS INFLUENCING THE VULNERABILITY OF SCOTS PINE TO BARK BEETLES ATTACKS IN THE CENTRAL POLISSYA***Zhytomyr National Agroecological University*

The aim of the research was to evaluate the changes of climate factors in Central Polissya, which can contribute to Scots pine vulnerability to bark beetle attacks and increase of their population density. In 2005–2018 an average annual and growing season air temperature increased, especially in the southern part of the region. On temperature conditions until 2009, multivoltine bark beetles were possible to develop only one full generation. Thermal conditions in Scots pine stands in the vicinity of 5 meteorological stations in 2010, three meteorological stations in 2012, two meteorological stations in 2015, one meteorological station in 2016, and five meteorological stations in 2018 were favorable for the development two bark beetle generations. Average growing season precipitation for 2005–2018 was inferior to the long-term data for all analyzed meteorological stations, except Olevsk. Average G. T. Selyaninov hydrothermal index value fell to the Forest-steppe “standard” in 2005 and 2009 and to the Steppe “standard” in 2015. Such a decrease is unfavorable for forest trees, which are adapted to the high humidity of air and soil.

Key words: forest decline, bark beetles, air temperature, precipitation, G. T. Selyaninov hydrothermal index.

Introduction. Climatic conditions of Central Polissya, in general, are favorable for Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). However, pine stands decline is progressing in the region since the beginning of this decade (Borodavka et al. 2016, Meshkova & Borysenko 2017, 2018, Andreieva et al. 2018, Andreieva & Goychuk 2018, Vyshnevskiy & Turko 2018).

Similar processes are recorded in other regions of Europe (Siitonen 2014, Lieutier et al. 2016, Pineau et al. 2017). They are often explained by climate change (Balabukh et al. 2013, Getmanchuk et al. 2017, Shvydenko et al. 2018) and considerable anthropogenic impact (Meshkova & Borysenko 2018, Sazonov et al. 2017).

Climatic factors have a direct and indirect impact on forest tree species distribution, growth (Vorobyov 1953), and their vulnerability to different unfavorable abiotic and biotic factors, including insect pests (Meshkova 2009). Therefore, the increase of bark beetle foci area is connected with an increase of forest susceptibility and tolerance to damage, change in a microclimate of some plots due to anthropogenic influence, as well as an acceleration of insects' seasonal development (Meshkova et al. 2017). At the same time, the spread of pine forest decline is not homogeneous even within the same region, which is connected both with relief, climate and soil diversity (Dibrov 1969), as well as with different availability of preferable forest plots for colonization (Meshkova & Borysenko 2018).

In declining Scots pine stands of Central Polissya engraver beetle *Ips acuminatus* (Gyllenhal, 1827) and six-toothed bark beetle *Ips sexdentatus* (Boerner, 1767) (Curculionidae, Scolytinae) are the most spread, due to their ability to develop in several generations per year depending on weather conditions (Andreieva et al. 2018).

The aim of the research was to evaluate the changes of climate factors in Central Polissya, which can contribute to Scots pine vulnerability to bark beetle attacks and increase of their population density.

Materials and Methods. Investigations included a statistical and comparative analysis of climate indices, which were evaluated using long-term values of air temperature and precipitation from database <https://climate-data.org> and respective values for 2005–2018 from <http://rp5.ua>.

Six meteorological stations were chosen for analysis: Olevsk, Ovruch, Korosten, Teteriv, Novograd-Volynskij, and Zhytomyr (Table 1).

Annual air temperature, growing season temperature, the sum of positive temperatures for growing season, growing season precipitation and G. T. Selyaninov hydrothermal index (HTI) were evaluated for long-term data and data for 2005–2018.

G. T. Selyaninov hydrothermal index (Selyaninov 1937) was calculated by the formula (1):

$$HTI = 10 \times \frac{\sum P}{\sum t} \quad (1)$$

where $\sum P$ is precipitation for a period with mean month air temperature over 10°C, mm;
 $\sum t$ is the sum of daily air temperature for the same period, °C.

Table 1

Meteorological stations selected for analysis

Meteorological station	Latitude, N	Longitude, E	Nearest Forest Enterprises
Olevsk	51°19'	28°46'	Olevske FE; Bilokorovitske FE
Ovruch	51°19'	28°48'	Ovrutske FE; Narodytske FE; Slovechanske FE
Korosten	50°57'	28°38'	Korostenske FE; Lugynske
Teteriv	50°41'	29°36'	Malynske FE; Radomyshlske FHE
Novograd-Volynskij	50°34'	27°37'	Baranivske FHE; Gorodnyrske FE; Emilchinske FE; Novograd-Volynske EFHE
Zhytomyr	50°15'	28°39'	Zhytomyrske FE; Korostyshivske FE

Notes: meteorological stations are arranged in order of decreasing latitude; FE – Forest Economy; FHE – Forest & Hunting Economy; EFHE – Experimental Forest & Hunting Economy.

Descriptive statistics and correlation analyses were performed with the help of MS Excel (Atramentova & Utevskaia 2008).

Results and Discussion. In the last 14 years, the average annual air temperature has increased in all parts of the region (Fig. 1).

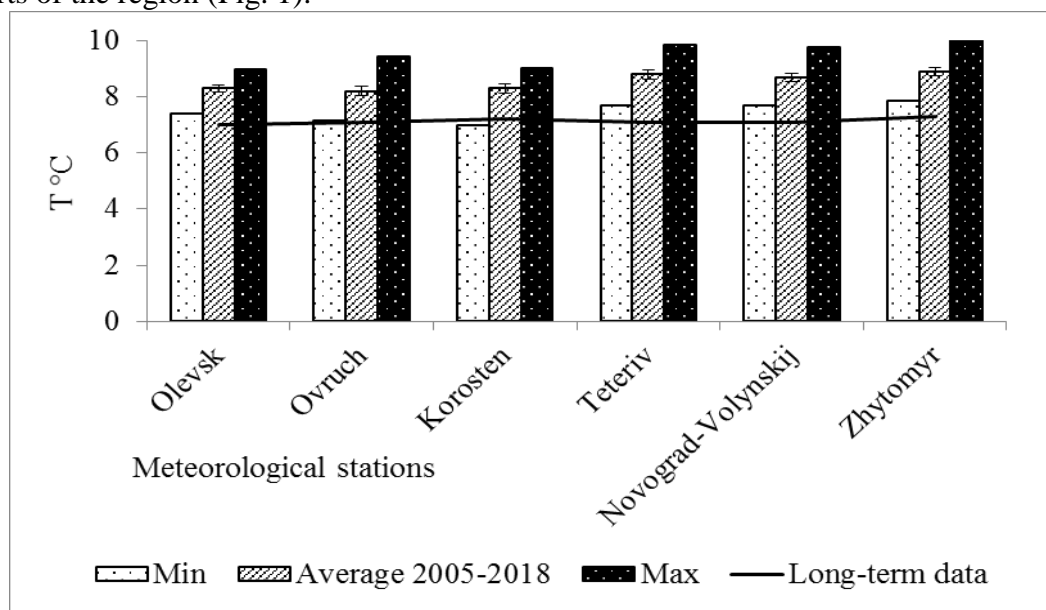


Fig. 1 – Average annual air temperature for 2005–2018 and by long-term data (meteorological stations of Zhytomyr Polissya in order of decreasing latitude)

Such growth was 1.1–1.3°C (15.3–18.6 %) in the northern part of the region, and it reached 1.6–1.7°C (21.9–23.9 %) in the southern part (Table 2). Minimal annual air temperature exceeded long-term values in all analyzed meteorological points, except Korosten, and respective differences with long-term data are the highest in Novograd-Volynskij and Teteriv (8.6 and 8.3°C, or 22.5 and 23.9 %, respectively).

Average air temperature for the growing season also increased more in the southern part of the region, with the highest difference for Teteriv – 2.46°C, or 17.3 %, respectively (Fig. 2).

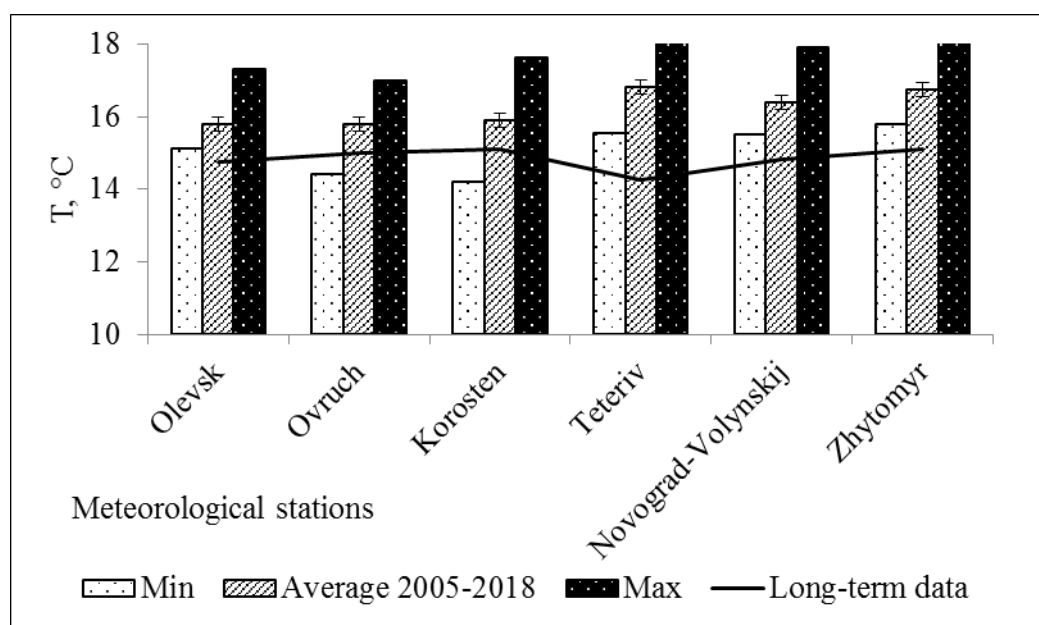
However, the minimal value of growing season air temperature was inferior to long-term data in Ovruch and Korosten and was the highest also for Teteriv (1.31°C, or 9.2 %).

Table 2

**Differences between long-term air temperature and air temperature for 2005–2018
 by different meteorological stations of Zhytomyr Polissya**

Meteorological station	Difference in annual temperature				Difference in growing season temperature			
	M1 – L1, °C	A1 – L1, °C	M1 – L1, %	A1 – L1, %	M2 – L2, °C	A2 – L2, °C	M2 – L2, %	A2 – L2, %
Olevsk	0.41	1.30	5.8	18.6	0.38	1.04	2.6	7.1
Ovruch	0.04	1.10	0.6	15.5	-0.58	0.79	-3.9	5.2
Korosten	-0.23	1.10	-3.1	15.3	-0.90	0.80	-6.0	5.3
Teteriv	0.59	1.70	8.3	23.9	1.31	2.46	9.2	17.3
Novograd-Volynskij	0.61	1.60	8.6	22.5	0.70	1.58	4.7	10.7
Zhytomyr	0.54	1.60	7.4	21.9	0.68	1.65	4.5	10.9

Notes: meteorological stations are arranged in order of decreasing latitude; A1 – average annual air temperature for 2005–2018; M1 – minimal annual air temperature for 2005–2018; L1 – long-term annual air temperature; A2 – average growing season air temperature for 2005–2018; M2 – minimal growing season air temperature for 2005–2018; L2 – long-term growing season air temperature.



**Fig. 2 – Average growing season air temperature for 2005– 2018 and by long-term data
 (meteorological stations of Zhytomyr Polissya in order of decreasing latitude)**

For Olevsk, Ovruch and Korosten the long-term air temperature was exceeded by current data (2005–2018) more for the whole year, than for growing season. For Teteriv exceeding of the long-term data was greater for growing season air temperature, and for Novograd-Volynskij and Zhytomyr, the exceeding of annual and growing season temperature was the same.

For 14 year dynamics of annual air temperature, significant correlation was evaluated for almost all pairs of meteorological stations, except Korosten, which had significant correlation only with Olevsk (Table 3).

Dynamics of annual air temperature for Olevsk significantly correlates with those of all other analyzed meteorological stations, but significance level is lower for neighboring Ovruch and Korosten than for distant Novograd-Volynskij and Zhytomyr. This may be connected with relief features, particularly Ovruch Ridge, which modifies the weather in the surround area (Dibrov 1969).

For dynamics of growing season air temperature, a significant correlation was evaluated for all pairs of meteorological stations, except Ovruch, which had any significant correlation (Table 4).

Sum of positive air temperatures for growing season for 2005–2018 (Fig. 3) was proportional to the average growing season air temperature (see Fig. 2).

Table 3

Correlation of annual air temperature dynamics by different meteorological stations of Zhytomyr Polissya for 2005–2018

Meteorological station	Olevsk	Ovruch	Korosten	Novograd-Volynskij	Teteriv
Olevsk	1	–	–	–	–
Ovruch	<i>0.58 ± 0.234</i> (<i>t = 2.49</i>)*	1	–	–	–
Korosten	<i>0.52 ± 0.246</i> (<i>t = 2.13</i>)*	<i>0.24 ± 0.281</i> (<i>t = 0.84</i>)	1	–	–
Novograd-Volynskij	0.94 ± 0.096 (<i>t = 9.77</i>)**	<i>0.57 ± 0.236</i> (<i>t = 2.43</i>)*	<i>0.47 ± 0.255</i> (<i>t = 1.83</i>)	1	–
Teteriv	0.75 ± 0.209 (<i>t = 3.60</i>)**	<i>0.53 ± 0.269</i> (<i>t = 1.96</i>)*	<i>0.25 ± 0.306</i> (<i>t = 0.80</i>)	0.76 ± 0.206 (<i>t = 3.68</i>)**	1
Zhytomyr	0.90 ± 0.127 (<i>t = 7.04</i>)**	<i>0.60 ± 0.230</i> (<i>t = 2.63</i>)*	<i>0.40 ± 0.264</i> (<i>t = 1.52</i>)	0.97 ± 0.071 (<i>t = 13.65</i>)**	0.79 ± 0.193 (<i>t = 4.09</i>)**

Notes: * – italic, significant at $P < 0.05$; ** – bold, significant at $P < 0.01$.

Table 4

Correlation of growing season air temperature dynamics by different meteorological stations of Zhytomyr Polissya for 2005–2018

Meteorological station	Olevsk	Ovruch	Korosten	Novograd-Volynskij	Teteriv
Olevsk	1	–	–	–	–
Ovruch	<i>0.06 ± 0.288</i> (<i>t = 0.20</i>)	1	–	–	–
Korosten	0.89 ± 0.130 (<i>t = 6.88</i>)**	<i>0.06 ± 0.288</i> (<i>t = 0.21</i>)	1	–	–
Novograd-Volynskij	0.94 ± 0.102 (<i>t = 9.18</i>)**	<i>0.12 ± 0.287</i> (<i>t = 0.41</i>)	0.82 ± 0.164 (<i>t = 5.01</i>)**	1	–
Teteriv	0.88 ± 0.150 (<i>t = 5.86</i>)**	<i>0.14 ± 0.313</i> (<i>t = 0.46</i>)	0.81 ± 0.186 (<i>t = 4.36</i>)**	0.91 ± 0.130 (<i>t = 7.01</i>)**	1
Zhytomyr	0.92 ± 0.114 (<i>t = 8.04</i>)**	<i>0.15 ± 0.286</i> (<i>t = 0.51</i>)	0.74 ± 0.193 (<i>t = 3.85</i>)**	0.95 ± 0.093 (<i>t = 10.23</i>)**	0.94 ± 0.108 (<i>t = 8.70</i>)**

Notes: * – italic, significant at $P < 0.05$; ** – bold, significant at $P < 0.01$.

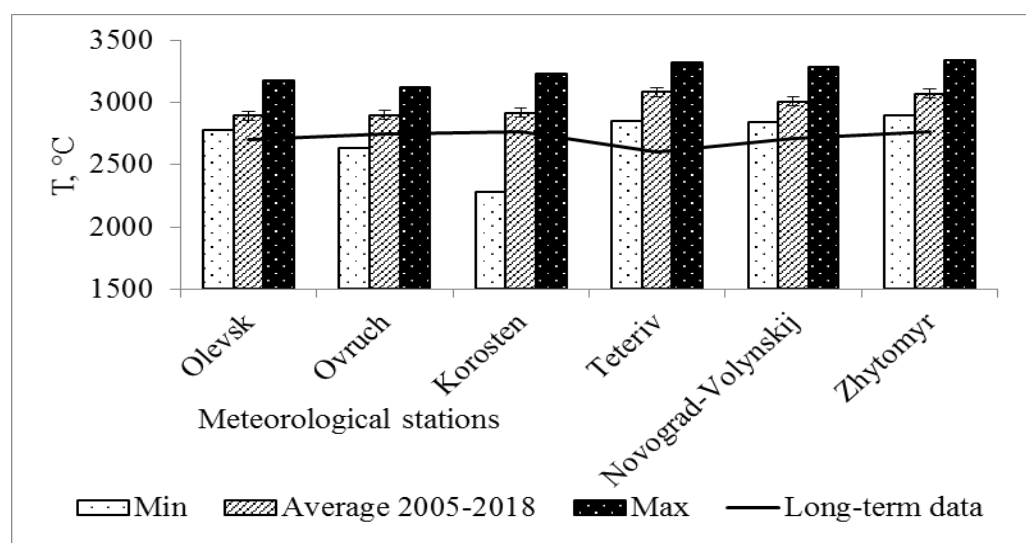


Fig. 3 – Average sum of positive air temperatures for growing season of 2005–2018 and long-term data (meteorological stations of Zhytomyr Polissya in order of decreasing latitude)

Sum of positive air temperatures for growing season was used for prediction the number of generation for multivoltine bark beetles. As the most abundant in the region *Ips acuminatus* and *Ips sexdentatus* demand not more than 1560°C for full development (Meshkova et al. 2015), it is possible to evaluate the maximal number of generations per each year. The calculation shows that at the beginning of the analyzed period the sum of positive air temperatures for growing season was enough only for one full generation of bark beetles (Fig. 4).

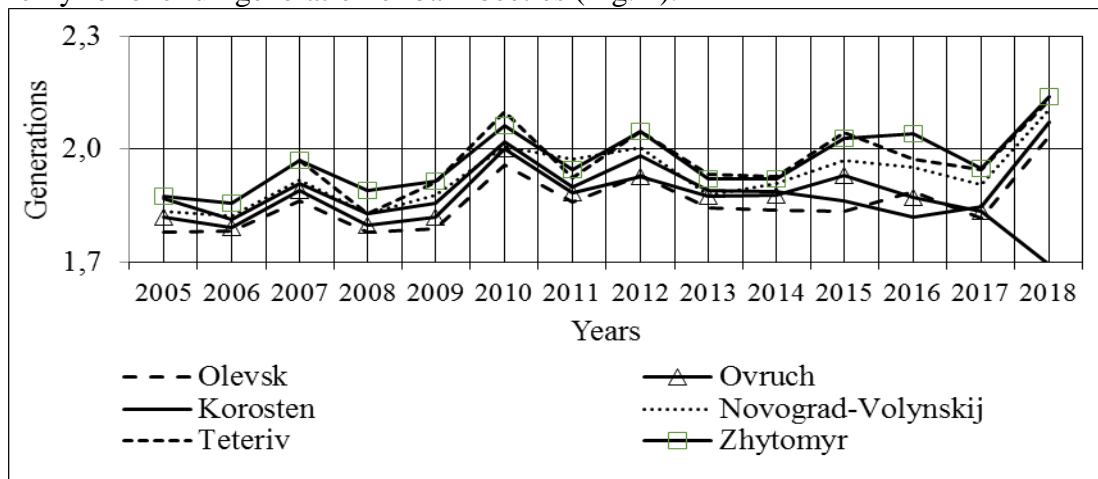


Fig. 4 – Possible number of bark beetle generations evaluated by sum of positive temperatures for 2005– 2018 growing seasons (meteorological stations of Zhytomyr Polissya)

However, in 2010 development of two bark beetle generations became possible in all analyzed parts of the region, except Olevsk. The opportunity of two bark beetle generations development in Olevsk appeared only in 2018. It never since 2010 appeared in Ovruch and only twice for this period (in 2010 and 2018) appeared in Korosten. In Novograd-Volynskij development of two full generations of multivoltine bark beetles was possible in 2010, 2012 and 2018, in Teteriv in 2010, 2012, 2015 and 2018, and in Zhytomyr in 2010, 2012, 2015, 2016 and 2018. The years favorable for two bark beetle generations development often coincided for several parts of the region: there were favorable in vicinity of 5 meteorological stations in 2010, three meteorological stations in 2012, two meteorological stations in 2015, one meteorological station in 2016, and five meteorological stations in 2018 (see Fig. 4). In 2018 there is a trend of increasing the sum of positive air temperature for most meteorological stations (and respective increase of bark beetle generation number), except Ovruch with a decrease of growing season air temperature (see Fig. 4). The growth of the bark beetles number which successfully completed their development was registered in outbreak years in the field researches.

Average precipitation for growing season 2005–2018 was inferior to the long-term data for all analyzed meteorological stations (Fig. 5).

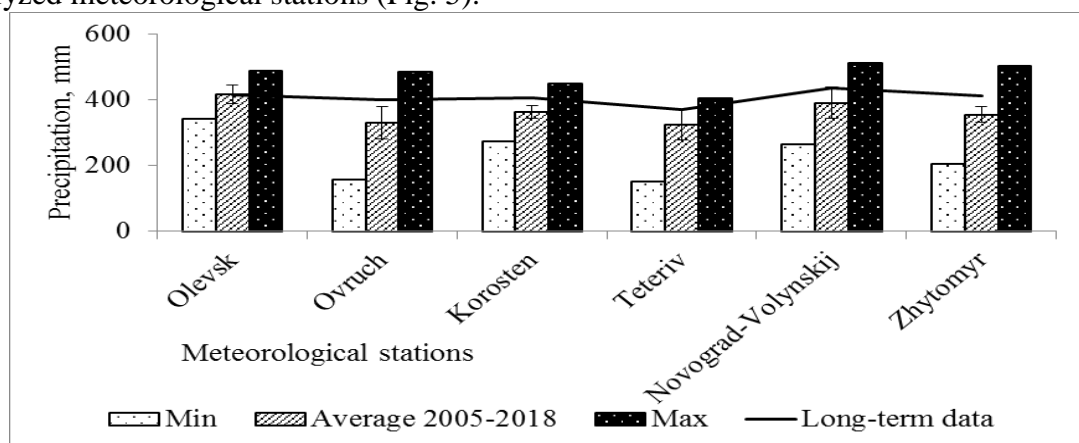


Fig. 5 – Average precipitation for growing season of 2005– 2018 and long-term data (meteorological stations of Zhytomyr Polissya in order of decreasing latitude)

However, in Olevsk current precipitation exceeded the long-term data by 2.8 mm (0.7 %) (Table 5).

Table 5

Differences between long-term precipitation for growing season and hydrothermal index and respective values for 2005–2018 by different meteorological stations of Zhytomyr Polissya

Meteorological station	Difference in precipitation				Difference in hydrothermal index			
	M1 – L1, mm	A1 – L1, mm	M1 – L1, %	A1 – L1, %	M2 – L2	A2 – L2	M2 – L2, %	A2 – L2, %
Olevsk	73.0	2.8	17.6	0.7	0.09	-0.28	5.8	-26.2
Ovruch	85.0	-69.0	21.3	-17.3	0.17	-0.33	11.5	-22.7
Korosten	42.0	-43.1	10.3	-10.6	0.11	-0.24	7.8	-16.5
Teteriv	34.0	-47.7	9.1	-12.8	-0.11	-0.38	-7.9	-26.7
Novograd-Volynskij	76.0	-43.9	17.5	-10.1	0.03	-0.33	2.0	-20.8
Zhytomyr	89.0	-57.8	21.5	-14.0	0.14	-0.33	9.6	-22.1

Notes: meteorological stations are arranged in order of decreasing latitude; A1 – precipitation for growing season for 2005–2018; M1 – maximal precipitation for growing season for 2005–2018; L1 – long-term precipitation for growing season; A2 – HTI for growing season for 2005–2018; M2 – maximal HTI for growing season for 2005–2018; L2 – long-term HTI for growing season.

Maximal precipitation for 2005–2018 exceeded long-term data in all meteorological stations by 42–89 mm (9.1–21.5 %). Decrease of precipitation and increase of air temperature brought to decrease of average hydrothermal index value by 0.2–0.4 (by 16.5–26.7 %) (Fig. 6, see Table 5).

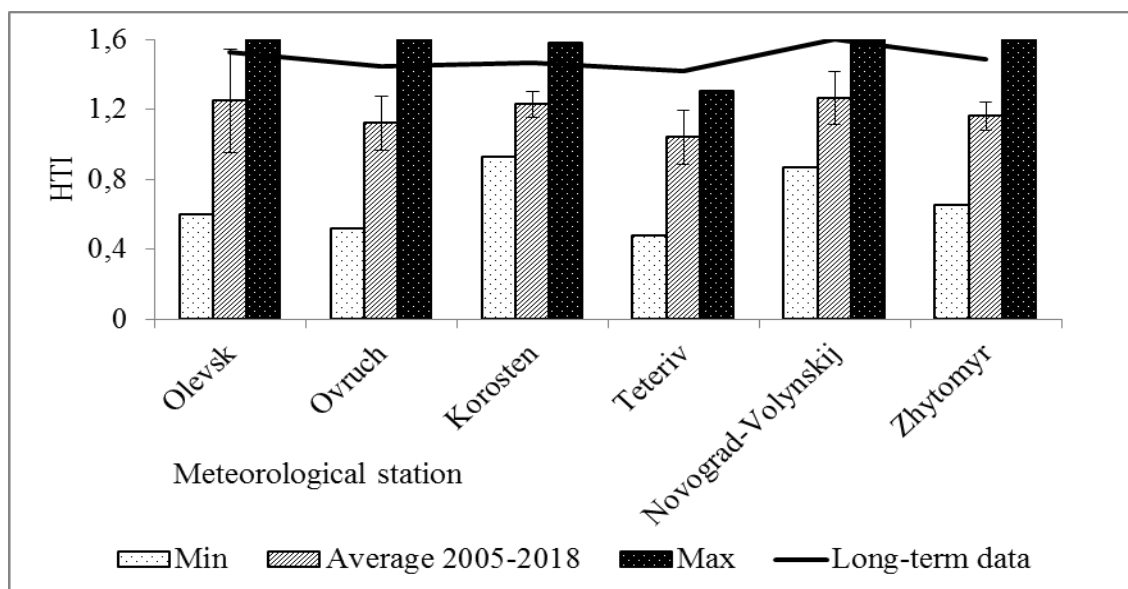


Fig. 6 – Hydrothermal index for growing season of 2005– 2018 and long-term data (meteorological stations of Zhytomyr Polissya in order of decreasing latitude)

The range of hydrothermal index for Polissya was previously evaluated as 1.3–1.6 (Selyaninov 1937). However, only maximal values for 2005–2018 fell into this interval. Average HTI values for this period fell into Forest-steppe “standard” (1–1.3), although the values for Olevsk, Korosten and Novograd-Volynskij are closer to “standard” for Polissya. All minimal values of HTI fell into “standard” for Steppe (0.7–1.0).

Maximal value of the hydrothermal index for 2005–2018 exceeded long-term data by 0.03 (2 %) in Novograd-Volynskij and by 0.09–0.17 (by 5.8–11.5 %) in Olevsk, Ovruch, Korosten, and Zhytomyr. However, the maximal value of the hydrothermal index for 2005–2018 growing season was inferior to the long-term data for Teteriv by 0.11 (7.9 %) (see Table 5).

Unlike air temperature, precipitation for individual meteorological stations was absent in the database for some years. Therefore, before analyzing the dynamics of the hydrothermal index, we evaluated correlation coefficients between its values in particular meteorological stations (Table 6).

Table 6

Correlation of hydrothermal index dynamics by different meteorological stations of Zhytomyr Polissya for 2005–2018

Meteorological station	Olevsk	Ovruch	Korosten	Novograd-Volynskij	Teteriv
Olevsk	1	–	–	–	–
Ovruch	0.96 ± 0.077 (<i>t</i> = 12.5)**	1	–	–	–
Korosten	0.17 ± 0.285 (<i>t</i> = 0.59)	0.53 ± 0.245 (<i>t</i> = 2.18)*	1	–	–
Novograd-Volynskij	0.34 ± 0.271 (<i>t</i> = 1.25)	0.50 ± 0.250 (<i>t</i> = 2.00)	0.89 ± 0.133 (<i>t</i> = 6.65)**	1	–
Teteriv	0.98 ± 0.055 (<i>t</i> = 17.9)**	0.96 ± 0.088 (<i>t</i> = 10.97)**	-0.03 ± 0.316 (<i>t</i> = 0.09)	0.29 ± 0.303 (<i>t</i> = 0.95)	1
Zhytomyr	0.89 ± 0.131 (<i>t</i> = 9.81)**	0.77 ± 0.184 (<i>t</i> = 4.17)**	0.42 ± 0.262 (<i>t</i> = 1.60)	0.58 ± 0.235 (<i>t</i> = 2.47)*	0.92 ± 0.127 (<i>t</i> = 7.21)**

Notes: * – italic, significant at $P < 0.05$; ** – bold, significant at $P < 0.01$.

The correlation was significant at $P < 0.01$ for epy hydrothermal index in Olevsk with those in Ovruch, Teteriv, and Zhytomyr. Novograd-Volynskij and Korosten was another pair of meteorological stations with significant correlation (see Table 6). Precipitation data for some years were missed in the databases of the last two meteorological stations. Therefore, the values of the hydrothermal index for 2005–2018 were averaged for Olevsk, Ovruch, Teteriv, and Zhytomyr (Fig. 7).

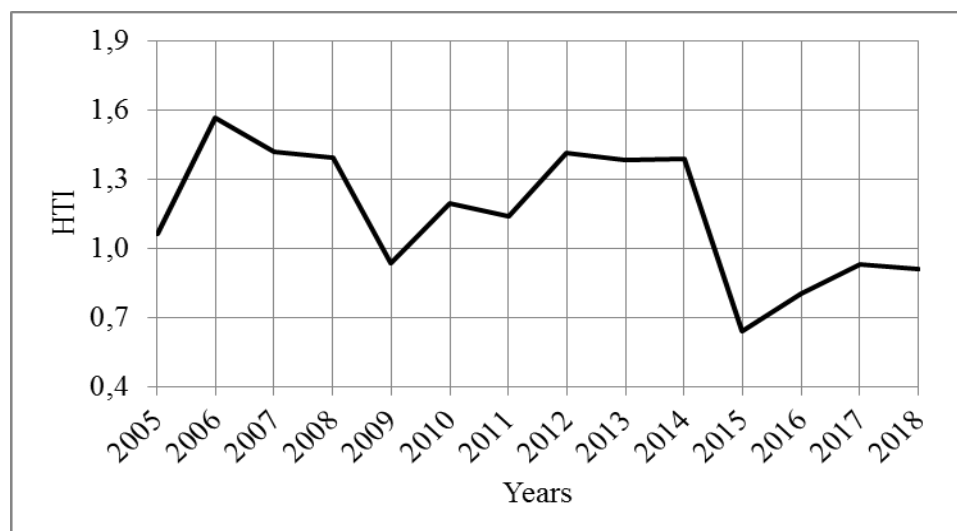


Fig. 7 – Hydrothermal index dynamics for 2005– 2018 growing seasons (averaged for four meteorological stations of Zhytomyr Polissya – Olevsk, Ovruch, Teteriv and Zhytomyr)

Three minimums of the hydrothermal index can be seen for recent 14 years (in 2005, 2009 and 2015), and every next minimum is less than the previous one (Fig. 7). After the first minimum in 2005 (HTI = 1.01), hydrothermal index value returned to “standard” for Polissya for 2006–2008. After the second minimum in 2009 (HTI = 0.94), this index stayed on the level for Forest-steppe “standard” for two years and for the next three years was in the lower level of “standard” for Polissya (1.38–1.41) followed by drastically fell in 2015 to the HTI value below “standard” for Forest-steppe (HTI = 0.64). Despite the increase the HTI value in subsequent years, it remained at the Steppe “standard” level up to now (see Fig. 7). Such decrease in HTI in Polissya is unfavorable for forest trees, which are adapted to the high humidity of air and soil (Vorobyov 1953).

Conclusions. In 2005–2018 an average annual and growing season air temperature has increased in all parts of the Central Polissya. Such growth was greater in the southern part of the region. For 2005–2008 significant correlation of annual and growing season air temperature was proved for most of the meteorological stations.

At temperature conditions until 2009, multivoltine bark beetles were possible to develop only one full generation. Two bark beetle generations development was possible in the vicinity of 5 meteorological stations in 2010, three meteorological stations in 2012, two meteorological stations in 2015, one meteorological station in 2016, and five meteorological stations in 2018.

Decrease of precipitation and increase of air temperature brought to decrease an average hydrothermal index value, which fell to the Forest-steppe “standard” in 2005 and 2009 and to the Steppe “standard” in 2015. Such a decrease is unfavorable for forest trees, which are adapted to the high humidity of air and soil.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

- Andreieva, O. Y. and Goychuk, A. F.* 2018. Spread of Scots pine stands decline in Korostyshiv Forest Enterprise. *Lisivnytstvo i ahrolisomelioratsiya* [Forestry and Forest Melioration], 132: 148–154.
- Andreieva, O. Y., Guzii, A. I., Vyshnevskiy, A. V.* 2018. Poshyrennya osередkiv masovoho rozmnozhennya koroyidiv u osnovnykh nasadzhennyakh Rivnenskogo Polissya [Spread of bark beetles foci in pine stands of Rivne Polissya]. *Naukovyy visnyk NLTU Ukrayiny* [Scientific Bulletin of UNFU], 28(3): 14–17. <https://doi.org/10.15421/40280302> (in Ukrainian)
- Atramentova, L. A. and Utevskaia, O. M.* 2008. *Statisticheskiye metody v biologii* [Statistical methods in biology]. Gorlovka, 148 p. (in Russian).
- Balabukh, V. O., Zhyla, S. M., Orlov, O. O., Yaremchenko O. A.* 2013. Vrazlyvi ekosystemy Poliskoho pryrodnoho zapovidnyka ta yoho okolyts v umovakh hlobalnoho poteplinnya: problemy ta shlyakhy vyrishennya [Vulnerable ecosystems of Polissya natural reserve and its environs in conditions of global warming: problems and ways of solving]. Kyiv, NVP Interservis Ltd., 92 p. (in Ukrainian).
- Borodavka, V. O., Getmanchuk, A. I., Kychyljuk, O. V., Vojtjuk, V. P.* 2016. Patologichni procesy u vsyhajuchykh osnovnykh nasadzhennjah Volynskogo Polissja [Pathological processes of declining pine stands in Volyn Polissya]. [Electronic resource]. *Naukovyj visnyk NUBiP Ukrainy. Serija Lisivnytstvo ta dekoratyvne sadivnytstvo* [Scientific Bulletin of NULES of Ukraine. Series: Forestry and decorative gardening], 238: 102–118. Available from: http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnau_lis_2016_238_14 (last accessed date 01.10.2018) (in Ukrainian).
- Dibrov, B. I.* 1969. *Ahroklimatychnyy dovidnyk po Zhytomyrskiy oblasti*. [Agroclimatic Reference book in Zhytomyr region]. Vernander, N. B. (Ed). Kyiv, Urozhay, 59 p. (in Ukrainian).
- Getmanchuk, A., Kychyljuk, O., Voytyuk, V., Borodavka, V.* 2017. Rehionalni zminy klimatu yak prychna hostrykh vsykhhan sosnyakiv Volynskoho Polissya [Regional climate changes as primary cause of pine stands decline in Volyn Polissya]. *Naukovyy visnyk NLTU Ukrayiny* [Scientific Bulletin of UNFU], 27(1): 120–124 (in Ukrainian).
- Lieutier, F., Mendel, Z., Faccoli, M.* 2016. Bark beetles of Mediterranean conifers. In: Paine T., Lieutier F. (Eds) *Insects and Diseases of Mediterranean Forest Systems*. Springer, Cham. doi: 10.1007/978-3-319-24744-1_6
- Meshkova, V. L.* 2009. *Sezonnoye razvitiye khvoyelistogryzushchikh nasekomykh* [Seasonal development of foliage browsing insects]. Kharkiv, Planeta-print, 396 p. (in Russian).
- Meshkova, V. L. and Borysenko, O. I.* 2017. Dynamics of pine engraver beetle-caused forest decline in Teterivske Forestry Enterprise. *Lisivnytstvo i ahrolisomelioratsiya* [Forestry and Forest Melioration], 131: 171–178.
- Meshkova, V. L. and Borysenko, O. I.* 2018. Prediction for bark beetles caused desiccation of pine stands. *Lisivnytstvo i ahrolisomelioratsiya* [Forestry and Forest Melioration], 132: 155–161.
- Meshkova, V. L., Kochetova, A. I., Zinchenko, O. V.* 2015. Verkhivkovyy koroyid *Ips acuminatus* (Gyllenhal, 1827): Insecta: Coleoptera: Scolytinae u Pivnichno-Skhidnomu Stepu Ukrayiny [The pine engraver beetle *Ips acuminatus* (Gyllenhal, 1827) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) in the NorthEastern Steppe of Ukraine]. *The Kharkov Entomol. Soc. Gaz.*, 23(2): 64–69 (in Ukrainian).
- Meshkova, V. L., Kochetova, A. I., Zinchenko, O. V., Skrylnik, Yu. Ye.* 2017. Biology of multivoltine bark beetles species (Coleoptera: Scolytinae) in the North-Eastern Steppe of the Ukraine. *The Bulletin of Kharkiv National Agrarian University. Series: Phytopathology and Entomology*, 1–2: 117–124.
- Pineau, X., David, G., Peter, Z., Sallé, A., Baude, M., Lieutier, F., Jactel, H.* 2017. Effect of temperature on the reproductive success, developmental rate and brood characteristics of *Ips sexdentatus* (Boern.). *Agricultural and Forest Entomology*, 19(1): 23–33.
- Sazonov, A. A., Kukhta, V. N., Tapchevskaya, V. A.* 2017. Vspyshka massovogo razmnnozheniya vershinnogo koroyeda (*Ips acuminatus* (Gyllenhal, 1827), Scolytinae, Coleoptera) v lesakh Belorusskogo Poles'ya [Outbreak of mass reproduction of pine engraver beetle (*Ips acuminatus* (Gyllenhal, 1827), Scolytinae, Coleoptera) in the forests of the

Byelorussian Polesie]. In: Itogi i perspektivi razvitiya entomologii v Vostochnoy Yevrope: sbornik statey II Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, September 6–8, 2017, Minsk [Results and prospects of development of entomology in Eastern Europe: a collection of articles of the II International Scientific and Practical conference, September 6–8, 2017, Minsk]. Borodin, O. I., Tsinkevich, V. A., Varaksin A. N. (Eds.), p. 366–378 (in Russian).

Selyaninov, G. T. 1937. Metodika selskokhozyaystvennoy kharakteristiki klimata [Methodology of Agricultural Climate Characteristics]. Mirovoy agroklimaticheskij spravochnik [World Agro-climatic reference book]. Leningrad; Moscow, p. 5–29 (in Russian).

Shvydenko, A. Z., Buksha, I. F., Krakovskaya, S. V. 2018. Urazlyvist lisiv Ukrayiny do zminy klimatu [The vulnerability of Ukraine's forests to climate change]. Kyiv, Nika-Center, 184 p. (in Ukrainian).

Siitonen, J. 2014. *Ips acuminatus* kills pines in southern Finland. *Silva Fennica*, 48 (4), article id 1145. 7 p. <http://dx.doi.org/10.14214/sf.1145>.

Vorobyov, D. V. 1953. Tipy lesa yevropeyskoy chasti SSSR. [Forest types of the European part of the USSR]. Kyiv, Izdatelstvo AN USSR, 450 p. (in Russian).

Vyshnevskiy, A. V. and Turko, V. M. 2018. The spread of diseases in Volyn region forests. *Scientific Bulletin of UNFU*, 28(1): 51–54. <https://doi.org/10.15421/40280110>.

Андреева О. Ю.

КЛІМАТИЧНІ ЧИННИКИ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА УРАЗЛИВІСТЬ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ ДО НАПАДІВ КОРОЇДІВ У ЦЕНТРАЛЬНОМУ ПОЛІССІ

Житомирський національний агроекологічний університет

Метою досліджень було оцінити зміни кліматичних чинників у Центральному Поліссі, які можуть сприяти підвищенню уразливості сосни звичайної до нападів короїдів та збільшенню щільності їхніх популяцій. У 2005–2018 рр. збільшилася середня температура повітря за рік і вегетаційний період, особливо у південній частині регіону. За температурними умовами до 2009 р. мультівольтинні короїди були спроможні завершити лише одну повну генерацію. Температурні умови в насадженнях сосни звичайної в районі 5 метеостанцій у 2010 р., трьох метеостанцій у 2012 р., двох метеостанцій у 2015 р., однієї метеостанції в 2016 р. та п'яти метеостанцій у 2018 р. були сприятливими для розвитку двох поколінь короїда. Середня кількість опадів за вегетаційний період 2005–2018 рр. поступалася багаторічним даним усіх проаналізованих метеостанцій, крім Олевська. Середнє значення гідротермічного коефіцієнта (ГТК) за Г. Т. Селяніновим зменшилося до «норми» Лісостепу у 2005 і 2009 рр. та до «норми» Степу у 2015 р. Таке зменшення не є сприятливим для лісових порід, адаптованих до високої вологості повітря та ґрунту.

Ключові слова: вихання лісу, короїди, температура повітря, опади, гідротермічний коефіцієнт (ГТК) за Г. Т. Селяніновим.

Андреева Е. Ю.

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА УЯЗВИМОСТЬ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ К НАПАДЕНИЮ КОРОЕДОВ В ЦЕНТРАЛЬНОМ ПОЛЕСЬЕ

Житомирский национальный агроекологический университет

Целью исследований было оценить изменения климатических факторов в Центральном Полесье, которые могут способствовать повышению уязвимости сосны обыкновенной к нападению короедов и увеличению плотности их популяций. У 2005–2018 возросла средняя температура воздуха за год и вегетационный период, особенно в южной части региона. По температурным условиям до 2009 г. мультівольтинные короеды были способны завершить развитие лишь одной полной генерации. Температурные условия в сосновых насаждениях в окрестностях 5 метеорологических станций в 2010 г., трех метеорологических станций в 2012 г., двух метеорологических станций в 2015 г., одной метеорологической станции в 2016 г. и пяти метеорологических станций в 2018 г. были благоприятными для развития двух поколений короедов. Среднее количество осадков за вегетационный период 2005–2018 гг. было меньшим, чем по многолетним данным всех проанализированных метеостанций, кроме Олевска. Среднее значение гидротермического коэффициента (ГТК) по Г. Т. Селянинову уменьшилось до «нормы» Лесостепи в 2005 и 2009 гг. и до «нормы» Степи в 2015 г. Такое уменьшение неблагоприятно для лесных пород, адаптированных к высокой влажности воздуха и почвы.

Ключевые слова: усыхание леса, короеды, температура воздуха, осадки, гидротермический коэффициент (ГТК) по Г. Т. Селянинову.

Одержано редколегією 08.10.2018

E-mail: andreeva-lena15@ukr.net

V. L. MESHKOVA¹, V. L. BORYSOVA², YU. YE. SKRYLNIK¹, O. V. ZINCHENKO¹

EUROPEAN ASH HEALTH CONDITION

IN THE FOREST-STEPPE PART OF SUMY REGION

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

2. Kharkiv National Agrarian University named after V. V. Dokuchaev

Average health condition index of European ash (*Fraxinus excelsior* L.) in inspected stands of the State Enterprise “Trostyanske Forest Economy” is 2 points. European ash mortality was the highest in Krasnyanske forestry (0.8 % and 3.5 % of recently died trees and the trees died over a year ago respectively). The highest proportion of healthy European ash trees were inspected in Makivske and Krasnyanske forestries (85.3 % and 50.1 % respectively). The trees of European ash of the 1st category of health condition can be reliably distinguished from the trees of other categories of health condition. A total score of “0” for all parameters of health condition (defoliation, dieback, and epicormic shoots occurrence) reliably points the healthy tree. The trees can be assigned to the 1st category of health condition with defoliation, caused by insects, up to 50 %, with up to 10 % dry branches and single epicormic shoots. Multiple epicormic shoots are characteristic for the trees of the 3rd category of health condition. Ambiguous results in distinguishing of European ash trees of the 2nd and the 3rd, the 3rd and the 4th categories of health condition confirm the need for improvement of its assessment and annual monitoring the forest health at key plots.

Key words: *Fraxinus excelsior*, health condition, defoliation, dieback, epicormic shoots occurrence.

Introduction. European ash (*Fraxinus excelsior* L.) is one of the most spread tree species in broadleaved forests of the Left-bank Forest-Steppe of Ukraine (Borysova 2016, Davydenko & Meshkova 2014, 2017).

In recent years the health condition of European ash worsens in many European countries, which is often connected with invasive fungus *Hymenoscyphus fraxineus* (Metzler et al. 2012, Cleary et al. 2017). Apart from this disease, which spread is proved for Ukraine too (Davydenko et al. 2013), many other causes of European ash decline have been reported, particularly wood decay fungi (Matsiakh & Kramarets 2014), bacterial cancer (Goychuk & Kulbanska 2014), foliage browsing (Meshkova et al. 2017) and xylophagous insects (Davydenko & Meshkova 2017).

In previous years in permanent sampling plots in Kharkiv region eight types of damage were revealed in inspected European ash stands: frost cracks, mechanical damage of stems, epicormic shoots, branch dieback, symptoms of bacterial disease and butt rot, signs of wood destroying fungi and insect feeding. Their occurrence in different forest site conditions and depending on stand age was evaluated (Meshkova & Borysova 2017a, 2017b). However, the relations of particular symptoms of ash health worsening with health condition index were not studied.

Our previous research of European ash trees in Kharkiv region show, that the categories of health condition do not always objectively describe the real health condition of deciduous trees. Particularly European ash is classified as a healthy tree by crown appearance and to have stem rot inside the stem, which is not visible at the absence of fruiting bodies. In other cases, European ash trees have a high proportion of dry branches and are classified as severely weakened or drying up trees, and at the same time, they develop the secondary crown due to epicormic shoots in stems and branches. Defoliation caused by foliage browsing insects can be seen in June and be the cause of tree classification as severely weakened or even drying up. However, after two months the same tree can recover the crown and be classified as healthy or weakened.

In 2018, the similar research was carried out in the State Enterprise “Trostyanske Forest Economy”, which is located in the southern part of Sumy region and in the northern part of the Left-bank Forest-Steppe of Ukraine.

Forest inventory data analysis show that an area of European ash stands for 2008–2018 increased in this forest enterprise more than twice (from 892.6 hectares to 2,035.1 hectares, and its proportion in all forested area increased from 4.4 to 10 %).

The aim of the research was to evaluate the different symptoms of European ash health condition and their relations in the forest-steppe part of Sumy region.

Materials and Methods. Survey of 62 forest plots with European ash participation was carried out in 2018 in Neskuchanske, Lytovske, Makivske and Krasnyanske forestries of the State Enterprise “Trostyanets Forest Economy” (SE “Trostyanets FE”) (Table 1).

Table 1

Plot and European ash tree numbers assessed in different forestries of the SE “Trostyanets FE”

Parameter	Krasnyanske	Lytovske	Makivske	Neskuchanske	Total
Number of plots sampled	19	15	8	20	62
Total number of ash trees assessed	513	409	34	573	1529
Mean number of ash trees per plot*±SE	27.0 ± 1.05a (11–33)	27.3 ± 3.56a (1–43)	4.3 ± 1.45b (1–10)	28.7 ± 2.07a (19–61)	24.7 ± 1.51a (1–61)
Proportion of ash trees per plot, %*±SE	54.4 ± 3.17a (32,1–80,0)	46.0 ± 6.01a (3,1–81,8)	10.6 ± 3.73b (2,0–29,4)	51.2 ± 3.19a (27,4–83,7)	45.7 ± 2.70a (2,0–83,7)
Mean tree diameter, cm **	35.8 ± 2.19a (13–54)	31.9 ± 4.44a (3–67)	7.6 ± 1.01b (4–13)	34.4 ± 2.06a (16–53)	30.8 ± 1.82a (3–67)

*Means followed by different letters were significantly different at the 95 % confidence level.

** Figures in brackets show the smallest and largest values in each forestry.

The survey covered 1529 trees of European ash of 5–110 years old in the stands with 0.6–0.8 relative density of stocking and 2–8 units of European ash in forest composition.

In each forest plot, 2–4 subplots of 10×10 m were inspected. The number of plots depended on European ash presence. We tried to assess not less than 25 European ash trees per plot but in inspected stands of Makivske forestry, there were rather few ash trees.

Stand age was not uniform in most of the plots because ashes of vegetative origin and seed specimens of different age were presented. Therefore, we considered the diameter at breast height as a more reliable parameter. Mean ash tree diameter was almost similar in all inspected forestries except Makivske one (see Table 2).

Occurrence (incidence) of each type of damage was evaluated as the proportion of trees with respective symptoms or signs.

The severity of each type of damage as well as tree health condition was estimated using respective scores.

Crown defoliation and proportion of dry branches were estimated as a percentage and then converted to points: 0 – absent; 1 point – up to 10 %; 2 points – 11–50 %; 3 points – 51–75 %; 4 points – over 75 %.

The severity of epicormic shoots was estimated by the score: 0 – absent; 1 – single; 2 – multiple; 3 – completely covered stem.

Category of the health condition of European ash was evaluated on a range of visual characteristics (crown density and color, the presence and proportion of dead branches in the crown, etc.) according to “Sanitary rules in the forests of Ukraine” (Sanitary rules 1995). Each tree was referred to one of six categories of health condition (1st – healthy; 2nd – weakened; 3rd – severely weakened; 4th – drying up; 5th – recently died; 6th – died over a year ago). Health condition index (HCI) for forest stand was calculated as mean weighted from trees number of each category of health condition.

The statistical analyses were carried out using software MS Excel, particularly for descriptive statistics, analysis of variance (ANOVA) as well as a correlation between particular parameters of tree health condition (Atramentova & Utevskaia 2008).

Results and Discussion. According to the “Sanitary rules in the forests of Ukraine”, the European ash stands in the SE “Trostyanetske FE” are weakened (Fig. 1). Health condition index of European ash stands, considering all trees (living and dead ones), was 2 points for the whole forest enterprise and for Neskuchanske forestry. It was the highest (2.2 points) for Lytovske forestry and the lowest (1.2 points) for Makivske forestry with the youngest ash stands. Forest health index for living trees was a bit smaller than for all trees in the forestries with European ash mortality. As mortality rate of European ash trees was rather low, therefore forest health index for all trees and for

living trees differed slightly, except Krasnyanske forestry, where ash mortality was 4.3 % (0.8 % and 3.5 % of recently died trees and the trees died over a year ago) (Fig. 2).

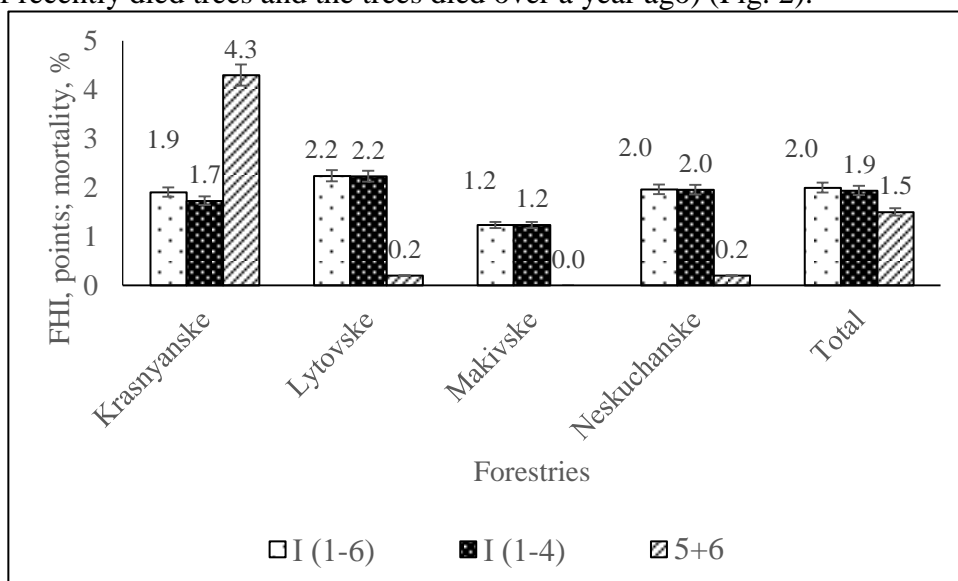


Fig. 1 – Forest health index (FHI) for all European ash trees I₁₋₆, living European ash trees I₁₋₄ and sum of European ash trees of the 5th and 6th categories of health condition in different forestries of SE “Trostyanske FE”

The highest proportion of healthy European ash trees were inspected in Makivske and Krasnyanske forestries (85.3 % and 50.1 % respectively). The number of trees of the 2nd and 3rd categories of health condition was rather low as well as the total number of ash trees in inspected plots of Makivske forestry (see Table 1).

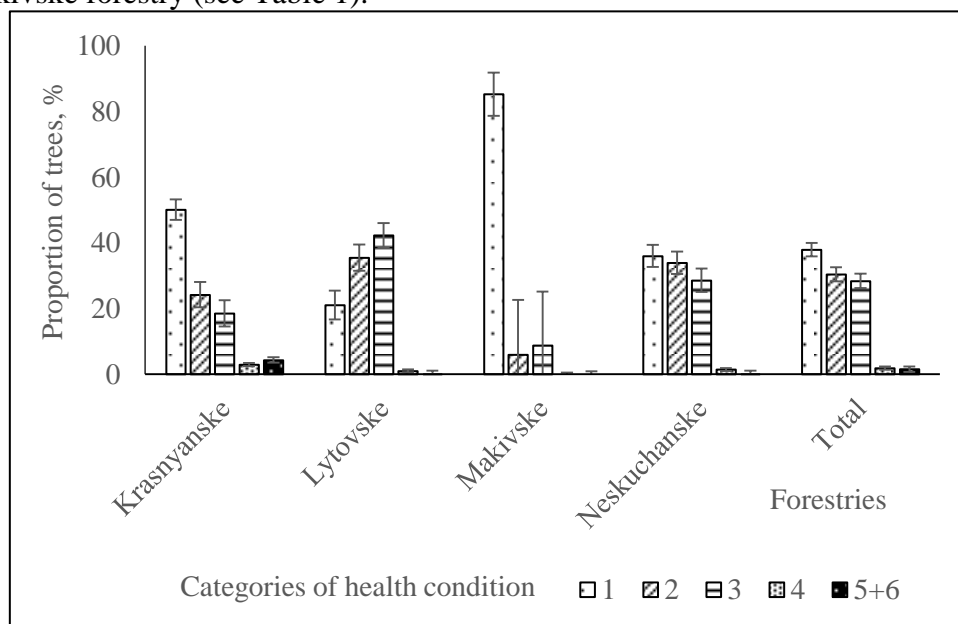


Fig. 2 – Distribution of European ash trees by health condition categories (1–6) in different forestries of SE “Trostyanske FE” (data on trees of 5th and 6th health condition are pooled)

In Krasnyanske and Neskuchanske forestries the proportion of European ash trees decreased with an increase of forest health category, however, in Lytovske forestry such proportion increased from 21 % of healthy trees to 42.3 % of severely weakened trees (see Fig. 2).

Our analysis shows that ash defoliation has a trend to increase with the category of health condition (Fig. 3). However, different defoliation may be found for each category of health condition.

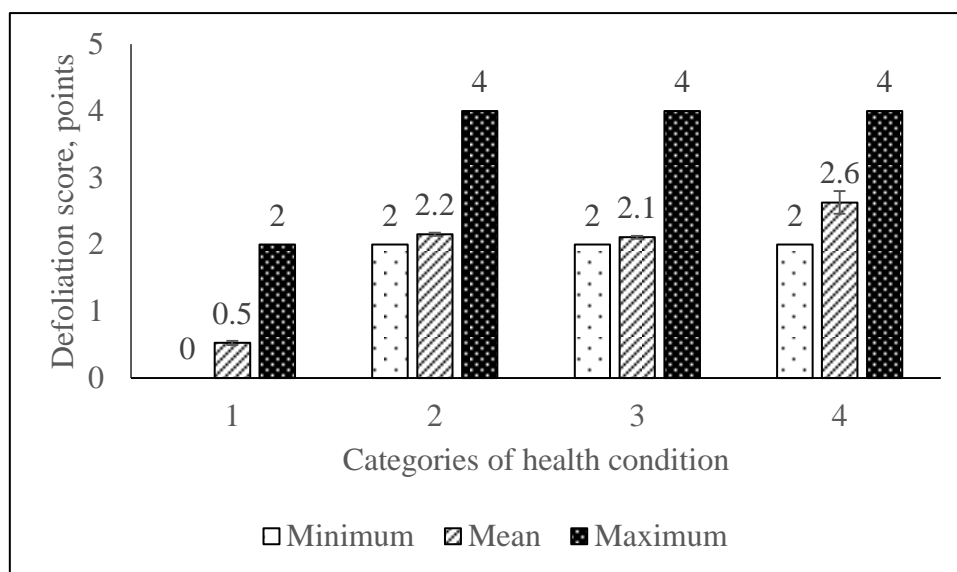


Fig. 3 – Defoliation level for European ash of different categories of health condition (0 – absent; 1 point – up to 10 %; 2 points – 11–50 %; 3 points – 51–75 %; 4 points – over 75 %)

A significant difference was revealed between defoliation score for the ash trees of the 1st category of health condition on the one side and the trees of the 2nd, 3rd or 4th category of health condition on another side ($p < 0.001$). At the same time, the difference of defoliation score between the ash trees of the 2nd category of health condition on the one side and the trees of the 3rd category of health condition on another side was not significant ($p > 0.1$). Such difference between ash trees of 2nd and 4th or between 3rd and 4th health condition categories was significant only at $p < 0.01$.

The score of ash dieback has a trend to increase with the category of health condition (Fig. 4). However, different dieback scores may be found for each category of health condition.

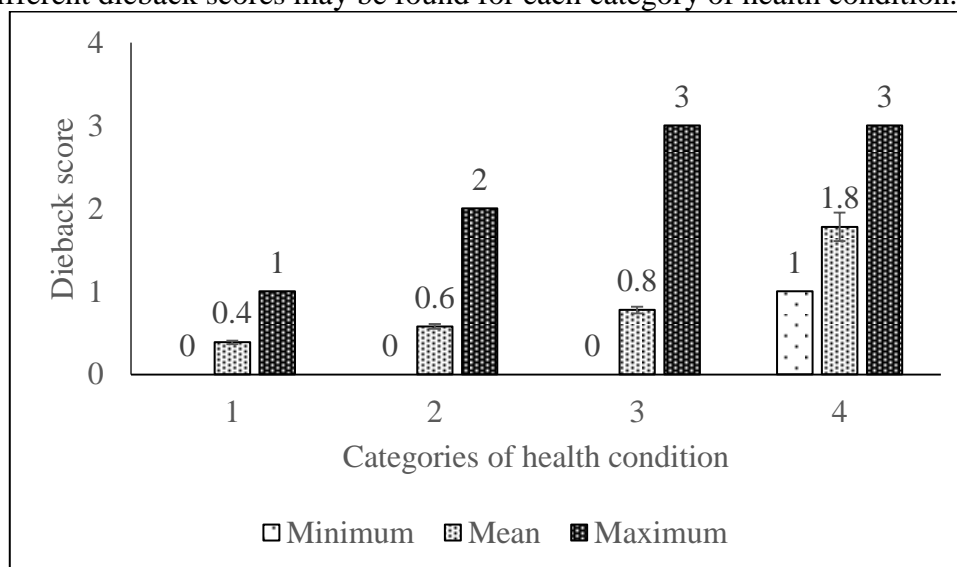


Fig. 4 – Dieback level for European ash of different categories of health condition (0 – absent; 1 point – up to 10 %; 2 points – 11–50 %; 3 points – 51–75 %; 4 points – over 75 %)

A significant difference was observed between dieback score for the ash trees of the 1st category of health condition on the one side and the trees of the 2nd–4th categories of health condition on another side, as well as between each other pair of categories ($p < 0.001$). At the same time, ash trees with 0–1 dieback score were found for each category of health condition, with 0–2 dieback score for 2nd–4th categories, and with 2–3 dieback score for 3rd–4th categories of health condition (see Fig. 4).

In our research, the epicormic shoots' occurrence takes the values "0" and "1" for any category of health condition, and the values from "0" to "2" for the 3rd category of health condition (Fig. 5).

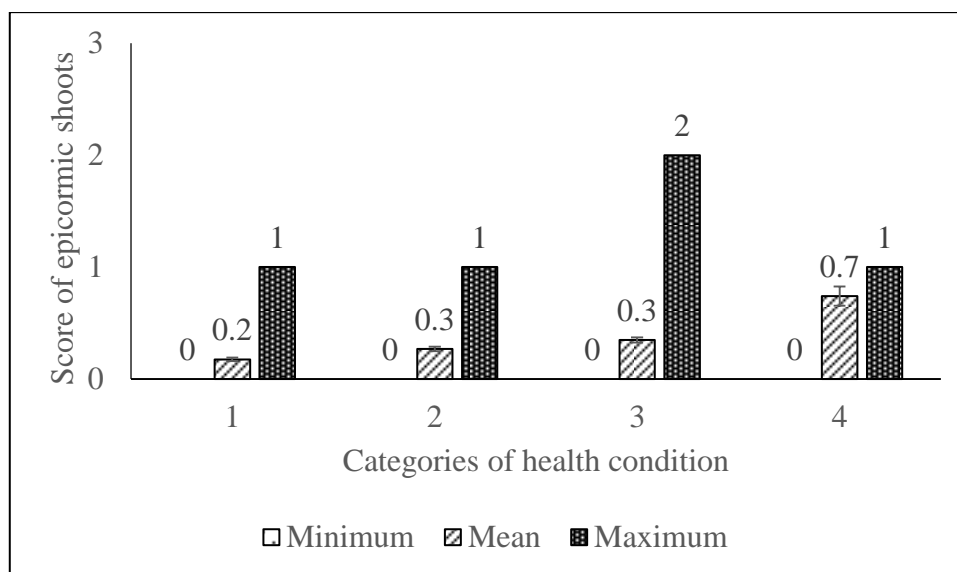


Fig. 5 – Epicormic shoots occurrence for European ash of different categories of health condition (0 – absent; 1 – single; 2 – multiple; 3 – completely covered stem)

Epicormic shoots development in the ash trees of the 3rd category of health condition is crucial for determining the fate of a tree, which can become "drying up" or recover to "weakened" or "healthy" category.

From the database of field assessment for European ash health condition, the score values of defoliation, dieback and epicormic shoots occurrence were determined for each category of living trees health condition (Table 2).

Table 2

Scoring of European ash health condition by the basic symptoms (points)

Category of health condition	Defoliation score	Dieback score	Epicormic shoots occurrence	Total score range
1 st	0; 1; 2	0; 1.	0, 1	0–4
2 nd	2, 3, 4	0; 1; 2	0; 1	2–6
3 rd	2; 3; 4	0; 1; 2; 3	0; 1; 2	2–7
4 th	2; 3; 4	1; 2; 3	0; 1	4–6

It can be seen that the trees of European ash can be assigned to the 1st category of health condition with defoliation score from 0 to 2 points because the tree can recover its foliage after insect damage the current or the next year. Such trees can be healthy with the presence of up to 10 % dry branches and single epicormic shoots. However, the total score of "0" reliably points the healthy tree (see Table 2).

The scores "2"–"4" for defoliation may be characteristic for European ash trees of the 2nd, 3rd and 4th categories of health condition. The scores of dieback can be "0" for the trees of the 1st, 2nd and 3rd categories of health condition. It can be "1" for all health condition of living ash trees, be "2" for the trees of the 2nd, 3rd and 4th categories of health condition, and be "3" for the trees of the 3rd and 4th categories of health condition.

Both the absence of epicormic shoots and single epicormic shoots can be present on the living ash trees of each health condition but multiple epicormic shoots are characteristic mainly for the trees of the 3rd category of health condition. The tree which is not able to recover by forming secondary crown has a trend to become drying up and then die.

Therefore, 82 combinations of scores are possible for defoliation, dieback and epicormic shoots occurrence: 10 combinations for the 1st category, 18 for the 2nd and the 4th categories and 36 for the 3rd category of health condition. Any combination with the total score “0” or “1” is characteristic only for the trees of the 1st category as well as total score “2” with “0” for any one parameter. At the same time total score “2” with “2” points for defoliation and “0” points for other parameters is characteristic only for the trees of the 2nd category of health condition.

The total score “5” or “6” is characteristic for the trees of the 2nd, 3rd and 4th categories of health condition, and the total score “7” only for the trees of the 3rd category of health condition.

Total score distribution of European ash health condition calculated for inspected plots of SE “Trostyanets FE” shows the largest mean and mode values for Krasnyanske forestry and the lowest values for Makivske forestry (Table 3). However, some trees in all forestries were rated by the total score “4” points, in all forestries, except Makivske, the total score exceeded “4” points, and in Krasnyanske forestry several trees were rated even “7” points.

Table 3

Total score range of European ash health condition in different forestries of the SE “Trostyanets FE”

Total score	Krasnyanske	Lytovske	Makivske	Neskuchanske	Total
0	2.2	20.1	85.3	29.9	19.5
1	7.6	1.0	0.0	5.4	4.8
2	21.4	29.9	8.8	30.1	26.7
3	30.8	37.3	2.9	21.3	28.3
4	20.2	9.6	2.9	8.6	12.5
5	11.4	1.7	0.0	3.7	5.6
6	4.5	0.5	0.0	1.0	2.0
7	1.8	0.0	0.0	0.0	0.6
Score statistics:					
Minimum	0	0	0	0	0
Mean	3.2 ± 0.06	2.2 ± 0.07	0.4 ± 0.17	1.9 ± 0.06	2.4 ± 0.04
Maximum	7	6	4	6	7
Mode	3	3	0	2	3
Number of living trees	490	408	34	572	1504

Such ambiguous results confirm the need for a differentiated assessment of European ash health condition and annual monitoring at key plots.

Conclusions. Average health condition index of inspected European ash stands is 2 points. It is the highest (2.2 points) for Lytovske forestry and the lowest (1.2 points) for Makivske forestry. European ash mortality was the highest in Krasnyanske forestry (4,3 %). The highest proportion of healthy European ash trees were inspected in Makivske and Krasnyanske forestries (85.3 % and 50.1 %, respectively).

The trees of European ash of the 1st category of health condition can be reliably distinguished from the trees of other categories of health condition. The total score of “0” for all parameters of health condition reliably points the healthy tree. The trees of European ash can be assigned to the 1st category of health condition with defoliation, caused by insects, up to 50 %, with up to 10 % dry branches and single epicormic shoots. Multiple epicormic shoots and the total score “7” are characteristic for the trees of the 3rd category of health condition.

Ambiguous results in distinguishing of European ash trees of the 2nd and the 3rd, the 3rd and the 4th categories of health condition confirm the need for improvement of its assessment and annual monitoring the forest health at key plots. Further research should be aimed at assessing changes in the viability and productivity of stands, as well as timber quality at certain combinations of parameters of the current health condition.

REFERENCES – ПОСИЛАННЯ

Atramentova, L. A. and Utevsckaya, O. M. 2008. Statisticheskiye metody v biologii [Statistical methods in biology]. Gorlovka, 148 p. (in Russian).

Borysova, V. L. 2016. Poshyrennya yasena zvychnoho u lisovykh nasadzhennyakh lisostepovoyi chastyny Kharkivskoyi oblasti [Spread of European ash in forest stands of the forest-steppe part of Kharkiv region]. *Lisivnytstvo i ahrolisomelioratsiya* [Forestry and Forest Melioration], 128: 12–19 (in Ukrainian).

Clery, M., Nguyen, D., Stener, L. G., Stenlid, J., Skovsgaard, J. P. 2017. Ash and ash dieback in Sweden: A review of disease history, current status, pathogen and host dynamics, host tolerance and management options in forests and landscapes. In: Dieback of European Ash (*Fraxinus* spp.): Consequences and Guidelines for Sustainable Management, p. 195–208.

Davydenko, K. and Meshkova, V. 2017. The current situation concerning severity and causes of ash dieback in Ukraine caused by *Hymenoscyphus fraxineus*. In: R. Vasaitis & R. Enderle (Eds.), Dieback of European Ash (*Fraxinus* spp.): Consequences and Guidelines for Sustainable Management. Uppsala, p. 220–227.

Davydenko, K., Vasaitis, R., Stenlid, J., Menkis, A. 2013. Fungi in foliage and shoots of *Fraxinus excelsior* in eastern Ukraine: a first report on *Hymenoscyphus pseudoalbidus*. *For. Path.*, 43: 462–467.

Davydenko, K. and Meshkova, V. 2014. European ash (*Fraxinus excelsior*) dieback – situation in Europe and Ukraine. [Electronic resource]. Forestry and landscape gardening, 5. Available from: <http://ejournal.studnubip.com/zhurnal-5/ukr/davydenko-k/> (last accessed date 02.10.2018).

Goychuk, A. and Kulbanska, I. 2014. Etiology of common Ash diseases in Podolia, Ukraine. [Electronic resource]. Scientific Journal of NUBiP of Ukraine. Series: Forestry and ornamental plants. Available from: http://ejournal.studnubip.com/wp-content/uploads/2014/01/1_Gojchuk.pdf (last accessed date 02.10.2018).

Matsiakh, I. P. and Kramarets, V. O. 2014. Declining of Common Ash (*Fraxinus excelsior* L.) in Western Ukraine. *Scientific Bulletin of UNFU*, 24.7: 67–74 (in Ukrainian).

Meshkova, V. L. and Borysova, V. L. 2017a. Damage causes of European ash in the permanent sampling plots in Kharkiv region. *Lisivnytstvo i ahrolisomelioratsiya* [Forestry and Forest Melioration], 131: 179–186.

Meshkova, V. L. and Borysova, V. L. 2017b. Sanitarnoye sostoyaniye yasena obyknovennogo (*Fraxinus excelsior* L.) v lesakh lesostepnoy chasti Kharkovskoy oblasti Ukrainy [Health condition of European ash (*Fraxinus excelsior* L.) in the forest stands of the forest-steppe part of Kharkov Region of Ukraine]. *Izvestia Sankt-Peterburgskoy Lesotehnicheskoy Akademii*, 220: 140–154. DOI: 10.21266/2079-4304.2017.220 (in Russian).

Meshkova, V., Kukina, O., Zinchenko, O., Davydenko, K. 2017. Three-year dynamics of common ash defoliation and crown condition in the focus of black sawfly *Tomostethus nigratus* F. (Hymenoptera: Tenthredinidae). *Baltic Forestry*, 23(1): 303–308.

Metzler, B., Enderle, R., Karopka, M., Topfner, K., Aldinger, E. 2012. Development of Ash dieback in a provenance trial on different sites in southern Germany. *Allgemeine Forst Und Jagdzeitung*, 183(7–8): 168–180.

Sanitarni pravyla v lisakh Ukrayiny [Sanitary Forests Regulations in Ukraine]. 1995. Kyiv, DKLH Ukrayiny, 19 p. (in Ukrainian).

Мешкова В. Л.¹, Борисова В. Л.², Скрильник Ю. Є.¹, Зінченко О. В.¹

САНІТАРНИЙ СТАН ЯСЕНА ЗВИЧАЙНОГО У ЛІСОСТЕПОВІЙ ЧАСТИНІ СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ

1. Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького

2. Харківський національний аграрний університет ім. В. В. Докучаєва

Середній індекс санітарного стану ясена звичайного (*Fraxinus excelsior* L.) в обстежених насадженнях Державного підприємства «Гросянське лісове господарство» становить 2 бала. Відпад дерев ясена звичайного є найбільшим у Краснянському лісництві (0,8 та 3,5 % свіжого та старого сухоостою відповідно). Найбільшу частку здорових дерев ясена звичайного виявлено у Маківському та Краснянському лісництвах (85,3 % та 50,1 % відповідно). Дерев ясена звичайного I категорії санітарного стану можливо надійно відрізати від дерев інших категорій санітарного стану. Сумарний бал «0» за всіма параметрами стану (дефоліація, відмирання гілок і наявність водяних пагонів) надійно вказує на здорове дерево. Дерево може характеризуватися I категорією санітарного стану за наявності спричиненої комахами дефоліації до 50 %, відмирання до 10 % гілок і наявності поодиноких водяних пагонів. Наявність численних водяних пагонів характерна для дерев III категорії санітарного стану. Неоднозначні результати у розрізненні дерев ясена звичайного II і III, III та IV категорій санітарного стану підтверджують необхідність удосконалення методів його оцінювання та щорічного моніторингу стану насаджень на ключових ділянках.

Ключові слова: *Fraxinus excelsior*, санітарний стан, дефоліація, відмирання гілок, наявність водяних пагонів.

Мешкова В. Л.¹, Борисова В. Л.², Скрыльник Ю. Е.¹, Зинченко О. В.¹

САНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ ЯСЕНЯ ОБЫКНОВЕННОГО В ЛЕСОСТЕПНОЙ ЧАСТИ СУМСКОЙ ОБЛАСТИ

1. *Украинский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации им. Г. Н. Высоцкого*

2. *Харьковский национальный аграрный университет им. В. В. Докучаева*

Средний индекс санитарного состояния ясеня обыкновенного (*Fraxinus excelsior* L.) в обследованных насаждениях Государственного предприятия «Тростянецкое лесное хозяйство» составляет 2 балла. Наибольший отпад деревьев ясеня обыкновенного отмечается в Краснянском лесничестве (0,8 и 3,5 % свежего и старого сухостоя соответственно). Наибольшая доля здоровых деревьев ясеня обыкновенного обнаружена в Маковском и Краснянском лесничествах (85,3 и 50,1 % соответственно). Деревья ясеня обыкновенного I категории санитарного состояния возможно надежно отличить от деревьев других категорий санитарного состояния. Суммарный балл «0» по всем параметрам состояния (дефолиации, отмирания ветвей и наличия водяных побегов) надежно указывает на здоровое дерево. Дерево может характеризоваться I категорией санитарного состояния при наличии вызванной насекомыми дефолиации до 50 %, отмирания до 10 % ветвей и единичных водяных побегов. Наличие многочисленных водяных побегов характерно для деревьев III категории санитарного состояния. Неоднозначные результаты при различении деревьев ясеня обыкновенного II и III, III и IV категорий санитарного состояния подтверждают необходимость усовершенствования методов его оценки и ежегодного мониторинга состояния насаждений на ключевых участках.

Ключевые слова: *Fraxinus excelsior*, санитарное состояние, дефолиация, отмирание ветвей, наличие водяных побегов.

E-mail: valentynameshkova@gmail.com; borisova.valentina@ukr.net

Одержано редколегією: 18.10.2017



І. В. ПОРОХНЯЧ

**ОСОБЛИВОСТІ ПОШИРЕННЯ ВЕРХІВКОВОГО КОРОЇДА В СОСНОВИХ
ДЕРЕВОСТАНАХ СХІДНОГО ПОЛІССЯ**

ДП «Новгород-Сіверська лісова науково-дослідна станція»

У соснових деревостанах Східного Полісся останнім часом відбувається групове та куртинне всихання дерев за верхівковим типом. Верхівковий короїд, заселяючи дерева, спричиняє стрімку втрату їхньої життєздатності. Короїди заселяють стовбур у районі тонкої кори верхівкової частини, переважно зосереджуючись на відносній висоті стовбура 0,5–0,8. Продукція короїда в районі поселення сягає 100 екз·дм⁻² поверхні. У зимовий період верхівковий короїд найчастіше перебуває на стадії личинки або імаго в районі перехідної кори на відносній висоті дерева 0,2–0,5. Вилучення санітарними рубками заселених цим шкідником дерев сосни в осередках усихання в осінньо-зимово-весняний період є ефективним методом зниження чисельності верхівкового короїда перед початком його весняного масового льоту та заселенням дерев.

К л ю ч о в і с л о в а: сосна звичайна, всихання, верхівковий короїд, санітарні рубки.

Вступ. У Східному Поліссі в останні роки стрімко збільшуються площі всихання соснових деревостанів. Відмирання дерев відбувається безпосередньо внаслідок їхнього заселення верхівковим короїдом *Ips acuminatus* (Gyllenhal, 1827). Початок патологічного всихання дерев сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) у регіоні зареєстровано в 2015 р. – у стиглих чистих сосняках ДП «Остерське ЛГ» Чернігівського обласного управління лісового та мисливського господарства (Zhezhkun & Porokhnjach 2017). Протягом 2016–2017 рр. процеси всихання в соснових насадженнях поширювалися зі заходу та північного заходу на схід регіону. Станом на кінець 2017 р. осередки були наявні у лісовому фонді всіх лісогосподарських підприємств Чернігівського ОУЛМГ і поліської зони Сумського ОУЛМГ. Спочатку відмерлі дерева з'являлися поодинокі або групами, переважно зосереджуючись у стінах лісу південної та південно-західної експозиції біля відкритих ділянок (зрубів, прогалин, полів, просік тощо). Надалі осередки стрімко розширюються, набуваючи куртинного, а в деяких випадках і суцільного типу.

У фаховій літературі накопичено значний обсяг матеріалів щодо особливостей біології та популяційних показників верхівкового короїда для певних регіонів (Vorontsov 1978, Lieutier et al. 2004, Nikitsky & Izhevsky 2005, Meshkova et al. 2015). *Метою досліджень* було уточнення особливостей біології та поширення верхівкового короїда в соснових лісах Східного Полісся та використання їх для визначення термінів застосування заходів з поліпшення санітарного стану.

Матеріали й методи. Дослідження проводили в чистих сосняках різного віку, які містили осередки куртинного всихання дерев, у лісовому фонді лісогосподарських підприємств і природно-заповідному фонді НПП «Деснянсько-Старогутський» на території Східного Полісся протягом 2017–2018 рр.

Поширення верхівкового короїда та показники його продукції вивчали в осередках усихання в середньо- та високоповнотних стиглих чистих соснових деревостанах свіжих соснового бору та дубово-соснового субору різного походження, а також у молодняках. Під час лісопатологічного обстеження сосняків, які зазнали всихання, визначали площу локалізації осередків усихання, тип усихання та приблизний час виникнення. Тип усихання встановлювали за градаціями: поодинокі, групове (до 10 дерев), куртинне (до 0,25 га), суцільне (понад 0,25 га). Для дослідження обирали активні осередки всихання, які виникли або розширилися в поточному році.

На кожному досліджуваному об'єкті в осередку всихання, де розвивалися весняно-літні генерації верхівкових короїдів, для визначення їхніх популяційних показників відбирали по 3 модельних дерева сосни звичайної V категорії за санітарним станом із середнього та вищих ступенів товщини. Хвоя крони таких дерев мала руде забарвлення, але трималася на гілках. Модельні дерева рубали й розкряжували на облікові відрізки, довжина яких відповідала

довжині сортиментів 2 м, або у разі детальнішого дослідження – 1,25 м. На кожному відрізку стовбура фіксували наявність заселення короїдом, а на його зрізі – ураження синявою.

Для вивчення особливості зимівлі верхівкового короїда в осередках усихання наприкінці вегетаційного періоду обирали заселені дерева III–IV категорій санітарного стану, звалювали їх наприкінці зими з подальшим закладанням палеток. У районі поселення візуально встановлювали стан лубу: життєздатний – здорові луб'яні тканини; перехідний – луб, в якому почалися незворотні процеси відмирання тканин, що супроводжувалися їхнім побурінням; відмерлий – мертві луб'яні тканини, які втратили вологу.

Палетки відбирали з верхньої частини стовбура, яку переважно заселяли короїди. Під знятою корою на палетках точно можна було визначити кількість молодих жуків. Кількість маточних і личинкових ходів встановити було доволі важко, оскільки за великої щільності поселення вони часто зливалися. Тому в осередках усихання оцінювали лише продукцію – чисельності жуків молодого покоління, яке розвивалося на заселених деревах.

Палетки розміром 10×10 см (1 дм²) закладали на кожному відрізку стовбура, де було виявлено короїдів. Для можливості зіставлення даних визначали відносну висоту розміщення кожної палетки як відношення висоти, на якій вона розміщувалася, до загальної висоти стовбура. Аналіз у лабораторних умовах проводили відповідно до загальноприйнятих методів (Mozolevskaya et al. 1984, Methodychni rekomendatsiyi 2010).

Результати та обговорення. Протягом 2017 р. площа соснових деревостанів, які мали осередки всихання в лісовому фонді підприємств регіону, становила 12,2 тис. га. За цей період вибіркові санітарні рубки проведено на площі 8,0 тис. га, суцільні – 0,08 тис. га. Обсяг отриманої деревини під час рубок – 226 тис. м³·га⁻¹. Відповідно до аналізу вікової структури пошкоджуються переважно середньовікові та старші деревостани сосни, водночас у поодиноких випадках осередки виявлено в молодняках.

У результаті спостережень встановлено, що в Східному Поліссі дві генерації верхівкового короїда завершують розвиток за вегетаційний період: весняна (протягом травня-червня) та літня (протягом липня-серпня). Личинки другої генерації, що не завершили розвиток восени, надалі зимують поряд із молодими імаго під корою заселених дерев III–IV категорій санітарного стану. Протягом зимового періоду такі дерева переходять до категорії свіжого сухостою, втрачають хвою та кору з верхівкової частини стовбура.

Верхівковий короїд розпочинає заселення дерева з верхівки стовбурів. У міру всихання дерева поселення короїдів поступово поширюються вниз уздовж стовбура, але не нижче за межу району перехідної та грубої кори – до відносної висоти дерева 0,2 (рис. 1).

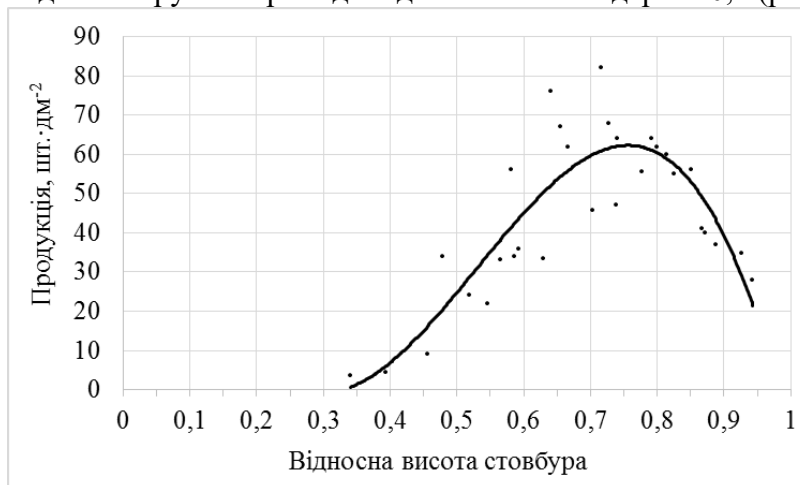


Рис. 1 – Розподіл продукція верхівкового короїда весняно-літніх генерацій уздовж стовбура дерев сосни звичайної

Водночас найбільша щільність популяції зосереджується в районі тонкої кори стовбура на відносній висоті 0,5–0,8, що узгоджується з дослідженнями в інших регіонах (Meshkova et

al. 2015). У цій зоні знаходиться найбільш придатний для розвитку молодого покоління кормовий субстрат. Діаметр стовбура на таких ділянках дає можливість утримувати кількість вологи, достатню для забезпечення живлення личинок протягом усього періоду їхнього розвитку. Тому личинкові ходи під корою на цьому відрізку заселених стовбурів розміщені дуже щільно, часто переплітаються та зливаються, що свідчить про повне використання кормової бази.

Під час лабораторного аналізу встановлено, що чисельність молодого покоління верхівкового короїда в районі тонкої кори у стиглих насадженнях становить в середньому від 41 до 100 шт.:дм² (табл. 1). Ці значення перевищують середні популяційні показники виду (Trofimov 2005, Metoduchni rekomendatsiyi 2010) у 4–9 разів, що вказує на початкову фазу масового розмноження верхівкового короїда (концентрації чисельності).

Таблиця 1

Лісівничо-таксаційні показники досліджуваних соснових деревостанів, які зазнали всихання (за матеріалами лісовпорядкування 2012 р.), та продукція верхівкового короїда у 2017–2018 рр.

Підприємство, лісництво	Квар-тал, виділ	Площа <u>виділу</u> осередку, га	Тип лісу, склад деревостану	Коротка таксаційна характеристика					Мінімальна відносна висота заселення дерев	Продукція у районі тонкої кори та стандартна похибка, екз.:дм ²
				Вік, років	Середня висота, м	Середній діаметр, см	Повнога	Запас, м ³ :га ⁻¹		
2017 рік										
ДП «ХолминськеЛГ», Сосницьке	106, 20	4,6 0,08	B2-дC 10 Сз	96	28	36	0,7	440	0,38	98,0 ± 4,8
ДП «ДобрянськеЛГ», Комарівське	10, 6	<u>8,6</u> 0,3	<u>A2-С</u> 10 Сз	85	20	26	0,8	243	0,54	44,3 ± 2,5
ДП «ДобрянськеЛГ», Олешнянське	7, 13	<u>0,7</u> 0,04	<u>B2-дC</u> 10 Сз	80	25	26	0,8	435	0,45	62,2 ± 4,1
Коропське СЛП «Агролісгосп»	77, 3	<u>47</u> 0,25	<u>B2-дC</u> 10 Сз	87	26	30	0,6	331	0,35	51,0 ± 1,9
НПП «Деснянсько-Старогутський», Старогутське відділення	126, 3	<u>3,8</u> 0,02	<u>B2-дC</u> 10 Сз + Дз	90	26	28	0,7	400	0,44	41,5 ± 3,0
ДП «Новгород-Сіверська ЛНДС», Слобідське дослідне	25, 1	<u>3,0</u> 0,03	<u>B2-дC</u> 10 Сз	50	21	26	0,7	280	0,22	Не визначали
ДП «Добрянське ЛГ», Олешнянське	50, 13	<u>2,4</u> 0,002	<u>B3-дC</u> 6 Сз 3 Бп 1Дз	12	1,7	2	0,7	1	0,41	46,7 ± 2,4
2018 рік										
ДП «Корюківське ЛГ», Брецьке	1, 18	<u>9,1</u> 0,25	<u>B2-дC</u> 7 Сз 2 Дз1 Бп	136	29	50	0,7	375	0,41	64,2 ± 3,2
ДП «Остерське військове ЛГ», Карпилівське	175, 10	<u>1,1</u> 0,25	<u>B2-дC</u> 10 Сз	85	26	26	0,7	445	0,42	100,8 ± 5,1
ДП «Добрянське ЛГ», Олешнянське	55, 10	<u>3,6</u> 0,03	<u>A2-С</u> 10 Сз + Бп	75	23	28	0,7	350	0,46	59,8 ± 4,3
ДП «Городнянське ЛГ», Невклянське	42, 5	<u>10,0</u> 0,005	<u>B3-дC</u> 9 Сз 1 Дз	18	4	4	0,7	30	0,43	31,0 ± 1,3

У молодняках I класу показник продукції короїда був дещо нижчим – від 31 до 47 екз.:дм², оскільки енергетична поживність лубу дрібних стовбурів є меншою, ніж у

великих дерев. Подібні показники продукції має частина стовбура дорослих дерев на висоті понад 0,9 відносної висоти дерева.

Середня щільність поселення батьківського покоління верхівкового короїда в осередках усихання в стиглих сосняках Олешнянського лісництва ДП «Добрянське ЛГ» становила від 5,5 до 7,4 екз.·дм⁻², зокрема щільність родин (шлюбних камер) – 2,3–2,5 шт.·дм⁻², щільність поселення самок (маточних ходів) – 3,9–4,9 шт.·дм⁻². Середня довжина маточного ходу на заселених деревах становила від 4,5 до 5,0 см, що є менше за середні значення популяційних показників виду (Trofimov 2005, Metodichni rekomendatsiyi 2010) та пов'язане з високою щільністю заселення.

Короїди осінньої генерації, які не завершили розвиток, на стадії личинок зимують під корою заселених дерев у районі перехідної кори – на відносній висоті дерева 0,2–0,35. У поселеннях короїдів, які розміщуються вище вздовж стовбура (у районі тонкої кори), личинки найчастіше гинуть унаслідок висихання субстрату протягом зимового періоду. За таких умов під корою верхівкової частини стовбура залишаються молоді жуки, які встигли закінчити розвиток минулого року (табл. 2).

Таблиця 2

Стан популяції верхівкового короїда після зимівлі в насаджені Слобідського дослідного лісництва ДП «Новгород-Сіверська ЛНДС» (кв. 25, вид. 1)

Стадія короїда	Стан особин	Відносна висота дерева					
		0,35		0,40		0,45	
		Стан лубу					
		життє-здатний	перехідний	життє-здатний	відмерлий	життє-здатний	відмерлий
		Кількість особин, екз.·дм ⁻²					
Личинки	Живі	2,9 ± 0,4	0,4 ± 0,3	1,7 ± 0,9	–	На такій висоті відсутній	–
	Мертві	–	0,3 ± 0,3	0,3 ± 0,2	–		–
	Всього	2,9 ± 0,4	0,7 ± 0,5	2,1 ± 0,9	–		–
Імаго	Живі	–	3,0 ± 1,3	0,7 ± 0,3	3,1 ± 1,1	На такій висоті відсутній	7,4 ± 1,0
	Мертві	–	0,5 ± 0,3	0,8 ± 0,5	1,3 ± 0,2		1,6 ± 0,6
	Всього	–	3,5 ± 1,4	1,5 ± 0,7	4,4 ± 0,9		9,1 ± 1,5

За нашими дослідженнями, життєздатність личинок короїда була більшою в межах живого лубу. У поселеннях, де тканини лубу починали відмирати й підсихати, личинок виявляли поодинокі в кількості до 0,7 екз.·дм⁻² (з них 43 % були мертвими), а там, де тканини були відмерлі та висохлі, їх не було взагалі.

Смертність жуків, які зимують, під корою становила від 16,1 до 29,6 % від загальної кількості виявлених імаго. У місцях, де тканини лубу залишалися живими та зберігалася смоловидільна здатність, унаслідок заливання смолою гинуло до 52 % жуків верхівкового короїда, які залишилися на зимівлю.

Кора заселених восени короїдами дерев у верхівковій частині на висоті понад 0,5 відносної висоти дерева за зимовий період відшаровується в результаті висихання, оголюючи деревину стовбура. У такому разі жуки, які могли залишитися зимувати, втрачають ізолювальний захист кори від низьких температур. Зберігаються імаго верхівкового короїда на відносній висоті дерева 0,3–0,5. У цій області поселення у випадку повного висихання субстрату кора тримається на стовбурі до весни, захищаючи жуків, що зимують, від несприятливого впливу екстремальних погодних умов. Щільність батьківського покоління становить від 3,5 до 9,0 шт.·дм⁻². Ці показники наближені до середніх значень популяційних показників верхівкового короїда.

Поселення верхівкового короїда супроводжуються розвитком синяви, оскільки жуки є пасивними переносниками грибів, що є її збудниками (*Ceratocystis* sp. та *Ophiostoma* sp.)

(Lieutier et al. 2004, Nikitsky & Izhevsky 2005), про що можна було переконатися, дослідивши зрізи стовбурів. Пошкодження лубу короїдами поряд із ураженням провідних тканин стовбура збудниками синяви зумовлює порушення водно-мінерального живлення дерев, швидко втрату тканинами деревини вологи, їхнє зневоднення. Це швидко збільшує свіжу принадну кормову базу, яку безперешкодно заселяють стовбурові комахи. У місцях, де стовбур дерева не був заселений короїдами, розвитку синяви не відбувалося. Своєчасне вилучення свіжозаселених дерев дає змогу отримати ділову деревину з 50–80 % стовбура. Водночас заселені дерева, які було вилучено в зимовий період, втрачають технічну якість на 2/3 довжини стовбура. Зосередження короїдів, які зимують, у районі перехідної кори зумовлює ураження деревини цієї частини стовбура синявою.

Отже, популяційні показники верхівкового короїда в Східному Поліссі за 2017–2018 рр. свідчать про розвиток спалаху його розмноження та підвищення чисельності в осередках усихання в соснових деревостанах. Доцільно максимально використовувати період сезонного спокою короїдів для суттєвого зниження чисельності їхньої популяції. Особливо ефективними є вибіркові санітарні рубки заселених дерев до масового весняного льоту комах. Враховуючи стрімке розмноження весняно-літніх популяцій верхівкового короїда, необхідно продовжувати своєчасне вилучення свіжозаселених ним дерев протягом вегетаційного періоду. Ці заходи дадуть змогу запобігти завершенню розвитку молодого покоління верхівкового короїда, подальшому накопиченню його чисельності та заселенню здорових дерев сосни на периферії осередків.

Висновки. У 2015 р. на заході та північному заході Східного Полісся України розпочалися патологічні процеси висихання соснових насаджень, які станом на початок 2018 р. охопили весь регіон. В осередках усихання верхівковий короїд зумовлює безпосереднє відмирання дерев сосни звичайної. Розмноження та розвиток *Ips acuminatus* Gyll. відбуваються переважно в районі тонкої кори. Найбільша чисельність верхівкового короїда зосереджується на відносній висоті 0,5–0,8. Його продукція в районі тонкої кори перевищує середні популяційні показники виду в 4–9 разів і сягає 100 екз.:дм² поверхні. Популяційні показники верхівкового короїда відповідають фазі концентрації чисельності. Підтверджено можливість зимівлі комах у Східному Поліссі на стадіях личинок та імаго під корою заселених дерев. Водночас у районі тонкої кори в зимовий період більшість личинок гинуть унаслідок висихання луб'яних тканин, а імаго – внаслідок відшаровування кори. Тому цей шкідник успішно зимує у районі перехідної кори на відносній висоті дерева 0,2–0,5. Для перешкодження розвитку декількох генерацій верхівкового короїда необхідним є своєчасне вилучення заселених комахами дерев вибірковими санітарними рубками, особливо в осінньо-зимово-весняний період.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

Lieutier, F., Day, K. R., Battisti, A., Gregoire, J.-C., Evans, H. F. (Eds.). 2004. Bark and wood boring insects in living trees in Europe, a synthesis. Dordrecht-Boston-London, Kluwer Acad. publishers, 570 p.

Meshkova, V. L., Kochetova, A. I., Zinchenko, O. V. 2015. Verkhivkovyy koroyid *Ips acuminatus* (Gyllenhal, 1827) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) u Pivnichno-Skhidnomu Stepu Ukrayiny [The pine engraver beetle *Ips acuminatus* (Gyllenhal, 1827) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) in the North-Eastern Steppe of Ukraine]. Visti Khark. entomol. t-va. [The Kharkov Entomol. Soc. Gaz.], XXIII(2): 64–69 (in Ukrainian).

Metodychni rekomendatsiyi shchodo obstezhennya oseredkiv stovburovykh shkidnykiv lisu [Methodical recommendations on inspection of stem forest pests' foci]. 2010. Meshkova V. L. (Ed.). Kharkiv, URIFFM, 27 p. (in Ukrainian).

Mozolevskaya, E. G., Kataev, O. A., Sokolova, Ye. S. 1984. Metody lesopatologicheskogo obsledovaniya ochagov stvolovykh vreditel'ey i bolezney [Methods of pathological examination of stem pests' and diseases' foci]. Moscow, Lesnaya promyshlennost, 152 p. (in Russian).

Nikitsky, N. B. & Izhevsky, S. S. 2005. Zhuki-ksylofagi – vrediteli drevesnykh rasteniy Rossii [Xylophagous beetles – pests of arboreal plants of Russia]. Moscow, Lesnaya promyshlennost, 120 p. (in Russian).

Trofimov, V. N. 2005. Nadzor, uchet i prognoz massovykh razmnozheniy vreditel'ey lesov [Supervision, measurement and prediction outbreaks of forests pests]. Moscow, MGUL, 136 p. (in Russian).

Vorontsov, A. I. 1978. Patologiya lesa [Pathology of the forest]. Moscow, Lesnaya promyshlennost, 271 p. (in Russian).

Zhezhkun, A. M. & Porokhnyach, I. V. 2017. Vsykhannya derevostaniv Skhidnoho Polissya [Dieback in forest stands in Eastern Polissya]. In: Fundamentalni i prykladni problemy suchasnoyi ekolohiyi ta zakhystu roslyn. Materialy mizhnar. nauk.-prakt. konf., prysvyachenoyi 85-richchyu fakultetu zakhystu roslyn (1932–2017) Kharkivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu im. V. V. Dokuchayeva [Fundamental and Applied Aspects of Modern Ecology and Plant Protection: Proceedings of International Scientific and Practical Conference]. Kharkiv, KHNAU, p. 40–43 (in Ukrainian).

Porokhnyach I. V.

FEATURES OF SPREAD OF *IPS ACUMINATUS* GYLL. IN PINE STANDS OF EASTERN POLISSYA

State Enterprise "Novgorod-Siverska Forest Research Station"

In recent years in pine stands of Eastern Polissya there is a group drying of trees by the top type. In the foci of drying, *Ips acuminatus* predominantly colonizes the trees resulting in a rapid loss of their vitality. The insects develop under thin bark of the top stem part, mainly focusing on a relative height of 0.5–0.8. Production of bark beetle in populated area reaches 100 specimens per dm² of surface. In the winter period *Ips acuminatus* can survive at the stage of a larva or imago in the area of the transitional bark at a relative height of the tree of 0.2–0.5. The removal of freshly colonized pine trees in the foci of drying by sanitation felling in the autumn-winter period is an effective method for reducing the number of bark beetles before the beginning of its swarming and colonizing trees in the spring.

К е у w o r d s : Scots pine, drying, *Ips acuminatus*, sanitation felling.

Порохняч И. В.

ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВЕРШИННОГО КОРОЕДА В СОСНОВЫХ ДРЕВОСТОЯХ ВОСТОЧНОГО ПОЛЕСЬЯ

ГП «Новгород-Северская лесная научно-исследовательская станция»

В сосновых древостоях Восточного Полесья в последние годы происходит групповое и куртинное усыхание деревьев по верховому типу. Вершинный короед, заселяя деревья, обуславливает стремительную потерю их жизнеспособности. Короеды заселяют ствол в районе тонкой коры, преимущественно сосредотачиваясь на относительной высоте ствола 0,5–0,8. Продукция короеда в районе поселения достигает 100 экз.·дм² поверхности. В зимний период чаще всего вершинный короед находится на стадии личинки или имаго в районе переходной коры на относительной высоте дерева 0,2–0,5. Изъятие заселенных этим вредителем деревьев сосны в очагах усыхания с помощью санитарных рубок в осенне-зимне-весенний период является эффективным методом для снижения численности вершинного короеда перед началом его массового лета и заселением деревьев весной.

К л ю ч е в ы е с л о в а : сосна обыкновенная, усыхание, вершинный короед, санитарные рубки.

E-mail: desna-90@ukr.net

Одержано редколегією: 03.10.2018



І. М. УСЦЬКИЙ, О. А. МИХАЙЛІЧЕНКО

**ГРАНУЛОМЕТРИЧНИЙ СКЛАД ҐРУНТУ В КУЛЬТУРАХ СОСНИ, УРАЖЕНИХ
КОРЕНЕВОЮ ГУБКОЮ, ТА ВОДНИЙ РЕЖИМ В ОСЕРЕДКАХ УСИХАННЯ**

Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького

Гранулометричний склад дерново-підзолистого ґрунту, вміст вологи на різній глибині в осередках всихання та в здоровій частині соснового насадження VI класу віку, ураженого кореневою губкою, вивчали шляхом закладання свердловин до глибини 1.5 м. Результати аналізів свідчать, що чим більший вміст фізичної глини у верхніх 10–30 см ґрунту, тим гірший стан насадження і, навпаки, за збільшення частки фізичної глини в ґрунтових шарах на глибині 110–130 см він покращується. У шарах ґрунту на глибині 130–150 см за збільшення частки фізичного піску зростають дренаж і втрата вологи, а стан насадження погіршується. За збільшення частки фізичної глини в цих шарах волога затримується, що позитивно впливає на стан насадження. Безпосереднє потрапляння опадів на поверхню ґрунту через прогалини осередків усихання залежно від їхньої площі може збільшити водний баланс насадження на 5–25 мм. Враховуючи загальне зменшення приросту дерев в осередках всихання і частково в міжосередковому просторі в зв'язку з хронічним впливом патологічного процесу, додаткове надходження вологи через прогалини осередків всихання реалізуються в прирості частини насадження зі збереженою структурою.

Ключові слова: соснові насадження, коренева губка, гранулометричний склад ґрунту, водний режим, прогалини осередків всихання.

Вступ. Відомо, що культури сосни, створені на супіщаних землях борових терас річок, що перебували в сільськогосподарському користуванні, тією чи іншою мірою уражуються кореневими гнилями, збудником яких є базидіальний гриб *Heterobasidion annosum* Fr. (Bref). Нерівномірність виникнення осередків та їхню різну активність пояснювали ґрунтовими особливостями, господарським втручанням і генетичними особливостями патогену (Alekseyev 1969, Korhonen 1978, Fyodorov 1984, Negrutskiy 1986, Vasilyauskas 1989). Проблема корневих гнилей хвойних залишається актуальною, незважаючи на більше ніж віковий період досліджень. В останні роки дослідження проводять в напрямі вивчення генетичних особливостей патогену (Capretti et al. 2011), пошуку його антагоністів та розроблення заходів боротьби з хворобою за допомогою препаратів на їхній основі (Demchenko 2001; Johansson et al. 2002). Ефективність заходів боротьби з хворобою із застосуванням найбільш поширеного антагоніста кореневої губки – базидіального гриба пеніофори гіганської (*Phlebiopsis gigantea*) – полягає лише у зменшенні заселення пнів патогеном і дуже зрідка стосується масштабів ураження дерев. Відсутність радикальних заходів боротьби з хворобою пов'язана з недостатнім вивченням причинно-наслідкового механізму виникнення та поширення хвороби, одним із аспектів якого є ґрунтова різноманітність і пов'язані з нею особливості водного режиму насадження. Результати досліджень генетичних особливостей ґрунтів насаджень, уражених кореневою губкою, свідчать, що осередки кореневої губки виникають у місцях з неглибоким заляганням похованих ґрунтів і щільних прошарків різного механічного складу, які затримують глибинний розвиток корневих систем (Ustskiy 2012). З цього погляду важливо з'ясувати, як впливає співвідношення різних фракцій ґрунту та вологи на стан і ріст соснових насаджень у зв'язку з появою осередків усихання.

Мета роботи полягає у вивченні впливу гранулометричного складу ґрунту на різній глибині на стан насаджень і їхній водний режим у зв'язку із появою осередків усихання.

Матеріали й методи. У монокультурах сосни VI класу віку, уражених кореневою губкою в середньому ступені, що знаходяться у кв. 127, урочище «Бугри» Липецького лісництва ДП «Харківська ЛНДС», в осередку всихання та в міжосередковому просторі закладено 8 свердловин до глибини 1,5 м. З кожних 10 см глибини цих свердловин відібрано зразки ґрунту для аналізу на вміст піщаних і мулистих фракцій. Довкола свердловин закладали кругові пробні площі (КПП) радіусом 5,7 м, на яких визначали стан та діаметр дерев (рис. 1).

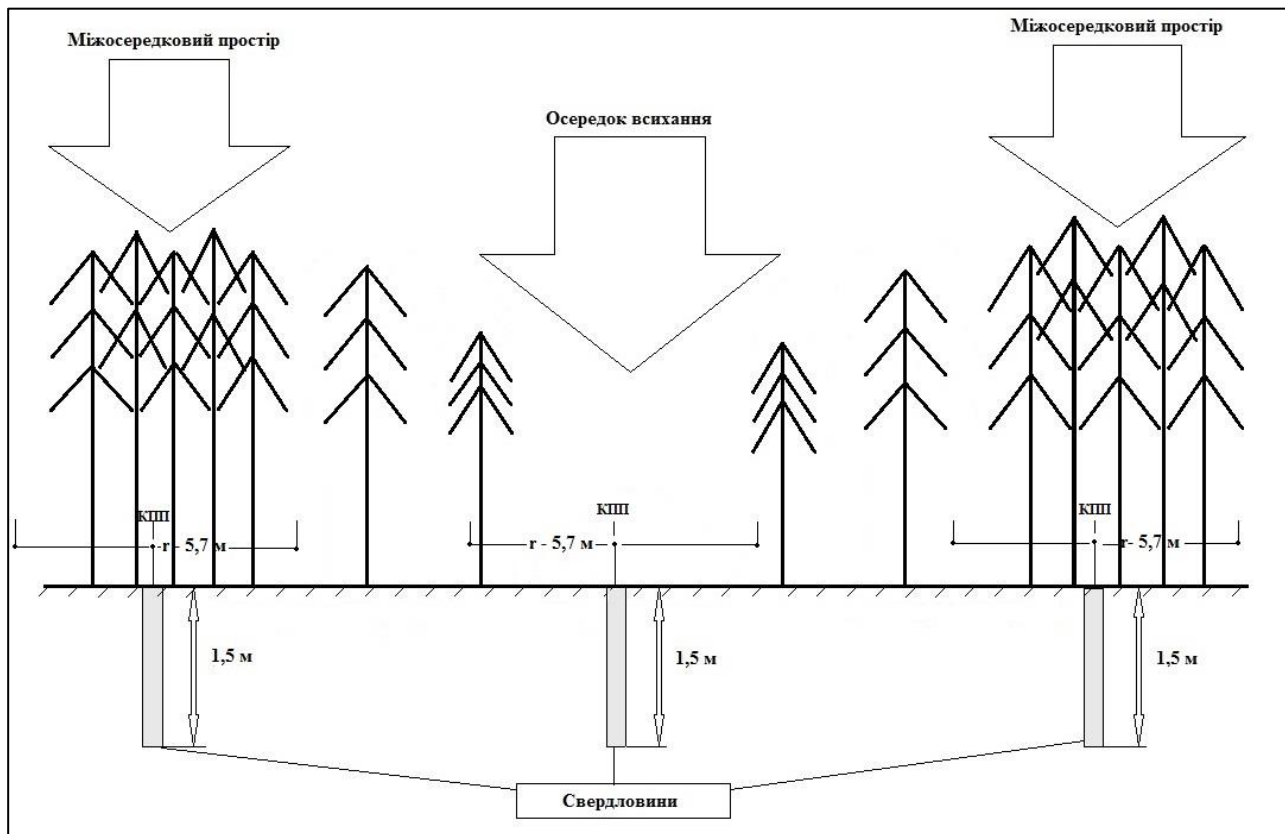


Рис. 1 – Схема розміщення свердловин у сосновому насадженні, ураженому кореневою губкою (кв. 127, вид. 1, Липецьке лісництво, ДП «Харківська ЛНДС»)

Стан насаджень визначали шляхом переліку дерев за категоріями стану відповідно до «Санітарних правил в лісах України» (Sanitarni pravyla 1995). У зразках ґрунту оцінювали вміст вологи, фізичного піску (> 0,01 мм) і фізичної глини (< 0,01 мм). Гранулометричний склад ґрунту визначали за спрощеною методикою Н. І. Качинського (Vadyunina & Korchagina 1973). Відносну вологість ґрунтових шарів визначали ваговим методом за загальноприйнятою методикою. Вплив гранулометричного складу ґрунтів та їхньої вологості на стан насаджень оцінювали шляхом кореляційного аналізу взаємозв'язків між цими показниками та площею перерізу життєздатних дерев і дерев відпаду.

Результати та обговорення. Проведені дослідження свідчать, що ґрунти представлені доволі близькими дерново-слабопідзолистими різновидами, проте на морфологічному рівні й на рівні гранулометричного складу вони дещо відрізняються.

Одержані дані свідчать, що загальна вологість ґрунту до глибини 140 см в осередку всихання була вищою на 21 % проти міжосередкового простору. Вологість шарів ґрунту в осередках усихання на глибині 30–40 см була вищою, ніж у міжосередковому просторі, більше ніж удвічі. Більшу частку вологи в ґрунті осередків усихання відзначали до глибини 120–130 см (рис. 2). У глибших ґрунтових шарах (130–150 см) частка вологи була дещо більшою в міжосередковому просторі, ніж в осередку всихання. Залежність між вмістом вологи та глибиною ґрунтової свердловини в осередку всихання і в міжосередковому просторі описують поліноміальні функції другого порядку. Коефіцієнти детермінації свідчать про наявність тісного зв'язку між глибиною та вологістю ґрунту – $R^2 = 0,89$ та $R^2 = 0,94$ відповідно.



Рис. 2 – Вологість ґрунту на різній глибині в осередку всихання в осередку всихання та міжосередковому просторі соснового насадження, ураженого кореневою губкою (кв. 127, вид. 1, Липецьке лісництво, ДП «Харківська ЛНДС»)

За результатами статистичного аналізу відзначено найбільш тісний кореляційний зв'язок між сумою площ перерізу життєздатних дерев, що ростуть у міжосередковому просторі, та вологістю ґрунтових горизонтів на глибині 30–50 та 50–70 см, $r_{0,05} = -0,82$ та $-0,73$ відповідно (табл. 1).

Таблиця 1

Кореляційна залежність стану дерев і водно-фізичних показників ґрунту в сосновому насадженні VI класу віку, ураженому кореневою губкою (кв. 127, вид. 1, Липецьке лісництво, ДП «Харківська ЛНДС»)

Глибина, см	Сума площ перерізу, м ²		Гранулометричний склад ґрунту		Сума площ перерізу, м ²			
	Живі дерева	Відпад	Фізичний пісок	Фізична глина	Живі дерева	Відпад	Живі дерева	Відпад
	Вологість				Фізичний пісок		Фізична глина	
0–10	-0,26	-0,18	0,11	-0,11	-0,35	0,17	0,35	-0,17
10–30	-0,69	0,36	-0,03	0,03	0,62	-0,86	-0,62	0,86
30–50	-0,82	0,53	0,10	-0,10	0,22	-0,47	-0,22	0,47
50–70	-0,73	0,38	0,07	-0,07	0,41	-0,36	-0,41	0,36
70–90	-0,61	0,09	-0,10	0,10	-0,24	0,41	0,24	-0,41
90–110	-0,18	-0,14	-0,33	0,33	-0,53	0,52	0,53	-0,52
110–130	0,07	-0,18	-0,68	0,68	-0,72	0,67	0,72	-0,67
130–150	0,25	-0,29	-0,82	0,82	-0,55	0,40	0,55	-0,40

Виявлено, що стан соснового насадження залежить від частки вологи у верхньому шарі ґрунту (на глибині 30–70 см). Аналізом встановлено зворотну залежність вмісту вологи від площі перерізу живих дерев ($r = -0,82$). Чим більшою є частка вологи на такій глибині, тим меншою – площа перерізу живих дерев, тобто чим менше живих дерев, тим більше вологи залишається в ґрунті. Результати аналізу свідчать, що вміст вологи в шарах ґрунту на різній глибині залежить від його гранулометричного складу. Так, чим більший уміст фізичної глини на глибині 130–150 см, тим більший запас вологи в цьому шарі ($r_{0,05} = 0,82$). За збільшення частки фізичного піску, навпаки, зменшується вміст вологи ($r_{0,05} = -0,82$).

Сильний зворотній кореляційний зв'язок між часткою фізичного піску в ґрунті та сумою площ перерізу умовно здорових дерев, що ростуть у міжосередковому просторі, відзначений на глибині 110–130 см ($r_{0,05} = -0,72$), вказує на те, що чим менше фізичного піску на глибині 110–130 см, тим стан насадження є кращим. Характер цих зв'язків пояснюється тим, що

піщані фракції ґрунту, на відміну від фракцій фізичної глини, слабо утримують вологу в ґрунті. Так, тісний зворотній зв'язок між умістом фізичного піску та сумою площ перерізу дерев відпаду на глибині 10–30 см ($r_{0,05} = -0,86$) свідчить, що чим більший вміст фізичного піску в шарі, тим меншою є площа перерізу нежиттєздатних дерев. Збільшення частки фізичної глини в шарі ґрунту призведе до погіршення стану насадження, а площа перерізу дерев відпаду збільшиться. Про це свідчить прямий кореляційний зв'язок ($r_{0,05} = 0,86$).

Виявлена нами різниця у зволоженні ґрунту в осередку всихання та в міжосередковому просторі, можливо, пов'язана з накопиченням вологи, яка під час опадів потрапляє безпосередньо до ґрунту і не затримується кронами та стовбурами дерев осередку всихання. Слаборозвинений трав'яний покрив в осередку всихання транспірує незначну частку вологи, відповідно, випаровування відбувається лише з поверхні ґрунту та опаду. У зімкненому насадженні міжосередкового простору опади потрапляють у ґрунт лише після зливових дощів.

Волога, що потрапляє до ґрунту у вигляді опадів, розподіляється в його товщі залежно від фракційного складу шарів. У випадку збільшення частки фізичного піску інфільтрація вологи до глибших шарів ґрунту збільшується, а в разі збільшення частки фізичної глини волога затримується в шарі ґрунту. Відзначено тенденцію до покращення стану насадження за збільшення частки фізичного піску в шарі ґрунту 10–30 см, оскільки волога в шарі не затримується і доходить до фізіологічно активних коренів, які формуються в глибших шарах ґрунту. Зростання частки фізичної глини в шарі ґрунту 10–30 см сприяє накопиченню вологи і стимулює формування поверхневої кореневої системи в дерев, що негативно впливає на стан насадження. У шарі ґрунту 130–150 см збільшення частки фізичного піску сприяє інфільтрації вологи до глибших шарів, і стан насадження погіршується. Але у разі збільшення частки фізичної глини в цьому шарі підвищується вологемність ґрунту, що позитивно впливає на стан насадження.

В соснових насадженнях осередки всихання формуються в місцях найбільшого напруження водного режиму за рахунок водного дефіциту в корененасиченому шарі ґрунту. Тому логічно визначити, за яких обставин виникає це напруження. За порівняно сталої кількості опадів протягом вегетаційного періоду та сталої кількості дерев кількість вологи, необхідної для забезпечення їхніх фізіологічних функцій, з віком збільшуватиметься. Тому в особливо посушливі періоди це призведе до її дефіциту, який виявляється в куртинному всиханні частини насадження. Зі свого боку, через прогалини в осередках усихання в насадження потрапляє більше вологи, що певною мірою зменшує її дефіцит.

Загалом додаткову кількість вологи, що потрапляє до ґрунту через відкритий простір прогалин, наближено можна визначити за формулою (1):

$$\Delta W = W_{vg} (SP_{zd} k_1 + SP_{pr} k_2) \quad (1)$$

де ΔW – додаткова волога, мм;

W_{vg} – опади за вегетаційний період, мм;

k_1 – частка опадів, що потрапляє до ґрунту здорової частини насадження, %;

k_2 – частка опадів, що потрапляє до ґрунту прогалини осередку всихання, %;

SP_{pr} – частка площ прогалин осередків усихання в насадженні, %;

SP_{zd} – частка площі зімкненого насадження, %.

В умовах Харківської області в середньому на рік випадає близько 500 мм опадів, за вегетаційний період близько 290 мм (Babichenko et al. 1984). У непорушеному хворобою насадженні частина опадів затримується кронами та стовбурами дерев, і лише близько 70 % їх потрапляє до ґрунту (Molchanov 1953), тобто 203 мм, які й стають доступними для кореневих систем дерев. На прогалинах осередків усихання до ґрунту проникає близько 95 % опадів, тобто 275 мм.

Припустимо, що насадження уражено кореневою губкою в слабкому ступені, а осередки всихання займають близько 10 % площі всього насадження.

У такому разі на 0,1 площі до ґрунту потрапить $275 \text{ мм} \times 10 / 100 = 27,5 \text{ мм}$, на 0,9 площі відповідно $203 \text{ мм} \times 90 / 100 = 182,7 \text{ мм}$.

На 1,0 площі такого насадження до ґрунту надійде $182,7 \text{ мм} + 27,5 \text{ мм} = 210,2 \text{ мм}$ опадів.

Таким чином, осередки всихання поповнюють ґрунтові води на $210 \text{ мм} - 203 \text{ мм} = 7 \text{ мм}$.

Чим більшою є площа прогалин у насадженні, тим більше вологи надходить до ґрунту. Проте у випадку, коли площа прогалин перевищує 30 %, насадження можна вважати розладнаним. Тому прогалини осередків максимально можуть поповнити водний баланс насадження на 5–25 мм, що деякою мірою зменшить обсяги патологічного відпаду.

Важливо визначити, яка кількість середніх дерев може бути забезпечена додатковим обсягом вологи, що надходить через прогалини осередків усихання. Експериментально під час вивчення біологічного сушіння деревини встановлено, що в літній період сосна діаметром 35 см в середньому використовує в процесі життєдіяльності 40 л води за добу (Lesnaya entsiklopediya 2016), норму, яку ми наближено вважаємо за середню за сезон, оскільки весною витрати є більшими, а восени – меншими (Kramer & Kozlowski 1979). Добові витрати води деревом є надзвичайно мінливими й залежать від багатьох факторів: сезону, лісорослинних умов, віку тощо. Безпосередньо на кількість вологи, яка є необхідною дереву, впливає його об'єм, площа камбіальної поверхні та площа транспіраційної поверхні (біомаса хвої), і чим більшими є ці показники, тим більше вологи потрібно дереву. Загалом, ці показники певною мірою пов'язані з діаметром дерева, величина якого прямо пропорційна витраті вологи.

У зв'язку з цим витрати води деревами у фрагментах соснових насаджень різного віку, уражених кореневою губкою, наближено визначали шляхом пропорційного співвідношення.

Отже, за середнього діаметра 24 см у міжосередковому просторі насадження VI класу віку одне дерево за добу використовує $24 \text{ см} \times 40 \text{ л} / 35 \text{ см} = 27 \text{ л}$ води.

За вегетаційний період кількість води становить $27 \text{ л} \times 195 \text{ днів} = 5265 \text{ л}$.

За нашими розрахунками, прогалини осередків усихання площею 10 % додають 7 мм вологи до водного балансу насадження, або $70000 \text{ л} \cdot \text{га}^{-1}$ ($70 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$), що дає можливість забезпечити вологою $70000 \text{ л} / 5265 \text{ л} = 13$ середніх дерев насадження або зберегти близько $6,1 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$ сиророслого лісу (Normatyvno-informatsiynny dovidnyk 2010).

Враховуючи загальне зниження приросту дерев в осередках усихання й, частково, в міжосередковому просторі у зв'язку із хронічним впливом патологічного процесу, додаткові надходження вологи через прогалини осередків усихання реалізуються в прирості частини насадження зі збереженою структурою й відсутністю відпаду (еталонна частина).

Висновки. Стан монокультур сосни VI класу віку залежить від умісту фракції фізичної глини в шарах ґрунту на різній глибині. Чим більшим є вміст фізичної глини у верхніх 10–30 см ґрунту, тим гіршим є стан насадження, і навпаки, збільшення фракції фізичної глини в ґрунтових шарах на глибині 110–130 см призводить покращення стану насадження, що пояснюється здатністю фізичної глини, на відміну від піщаних фракцій, утримувати вологу. Збільшення фізичної глини у верхніх шарах ґрунту призводить до концентрації вологи в них та до поверхневого розвитку корневих систем. У разі різких змін водного режиму (тривалі посухи) критична маса фізіологічно активних коренів у верхніх зневоднених шарах ґрунту відмирає, і стан дерев різко погіршується. Враховуючи фрагментарність гранулометричного складу піщаних ґрунтів на борових терасах рік, на яких створено більшість таких насаджень, зміни стану насаджень у періоди змін водного режиму також є фрагментарними, що загалом призведе до куртинного відпаду дерев і поширення осередків кореневої губки. Прогалини осередків усихання залежно від їхньої площі можуть збільшити водний баланс насадження на 5–25 мм. У соснових насадженнях, уражених кореневою губкою, в яких осередки всихання займають 10 % площі, за рахунок прогалин водний баланс збільшується на 7 мм,

що певною мірою компенсує втрати від патологічного відпаду дерев, що ростуть в осередку всихання, приростом дерев, що ростуть в міжосередковому просторі насадження.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

Alekseyev, I. A. 1969 Lesokhozyaystvennyye mery borby s kornevoy gubkoy [Forest management measures against root rot]. Moscow, Lesnaya Promyshlennost, 75 p. (in Russian).

Babichenko, V. N., Barabash, M. B., Logvinov, K. T. et al. 1984. Priroda Ukrainy SSR. Klimat [The nature of the Ukrainian SSR. Climate]. Kyiv, Naukova dumka, 232 p. (in Ukrainian).

Capretti, P., Comparini, C., Garbelotto, M., La Porta, N., Santini, A. Firenze, S. 2011. Root and Butt Rot of Forest Trees. Proceeding of the XIII International Conference on Root and Butt Rot of Forest Trees., (Italy, 4th – 10th September 2012). University Press, Firenze., – 280 s. *Martino di Castrozza*

Demchenko, S. I. 2001. Biologichni osoblyvosti hryba *Peniophora gigantea* (Fr.) Mass. – pryrodnoho antahonista *Heterobasidion annosum* Fr.(Bref). [Biological features of fungus *Peniophora gigantea* (Fr.) Mass. – natural antagonist of *Heterobasidion annosum* Fr. (Bref)] . Avtoref. dys. na zdobuttya nauk. stupenya kand. biol. nauk [Extended abstract of PhD dissertation]. Kyiv, 22 p. (in Ukrainian).

Fyodorov, N. I. 1984. Kornevyeye gnili khvoynykh porod [Root rot of coniferous species]. Moscow, Lesnaya Promyshlennost, 160 p. (in Russian).

Johansson, S. M., Pratt, J. E., Asiegbu, F. O. 2002. Treatment of Norway spruce and Scots pine stumps with urea against the root and butt rot fungus *Heterobasidion annosum* – possible modes of action. Forest Ecology and Management, 157: 87–100.

Korhonen, K. 1978. Intersterility groups of *Heterobasidion annosum*. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae, 94 (6): 1–25.

Kramer, P. J. and Kozłowski, T. T. 1979. Physiology of woody plants. 2nd Edition. New York, Academic Press, 826 p.

Lesnaya entsiklopediya. Vol. 1: Transpiratsiya [Forest Encyclopedia. Vol. 1: Transpiration]. 2016. [Electronic resource]. Available from: <http://www.wodyman.ru/pub.103-1-0-4791> (in Russian).

Molchanov, A. A. 1953. Sosnovyy les i vlaga. [Pine forest and moisture]. Moscow, 2-ya tipografiya Izdatelstva Akademii nauk SSSR, 139 p. (in Russian).

Negrutskiy, S. F. 1986. Kornevaya gubka [Root rot]. Moscow, Agropromizdat, 196 p. (in Russian).

Normatyvno-informatsiynyy dovidnyk z lisovoyi taksatsiyi [Normative-information manual on forest taxation]. 2010. A. A. Stochynskyy, S. M. Kashpor (Eds.). Kyiv, 564 p. (in Ukrainian).

Sanitarni pravyla v lisakh Ukrainy [Sanitary Forests Regulations in Ukraine]. 1995. Kyiv, 11 p. (in Ukrainian).

Ustsky, I. M. 2012. Hruntovi osoblyvosti sosnovykh nasadzen Livoberezhnoho Lisostepu urazhenykh kornevoyo hubkoyu. [Soil features of pine plantations of the Left-bank Forest-steppe affected by root rot.] Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu im. V. V. Dokuchayeva, 3: 146–151 (in Ukrainian).

Vadyunina, A. F. and Korchagina, Z. A. 1973. Metody issledovaniya fizicheskikh svoystv pochv i gruntov. [Methods for studying the physical properties of soils]. Moscow, Vysshaya shkola, 400 p. (in Russian).

Vasilyauskas, A. P. 1989. Kornevaya gubka i ustoychivost ekosistem khvoynykh lesov [Root rot and stability of coniferous forest ecosystems]. Vilnyus-Mokslas, 175 p. (in Russian).

Ustsky I. M., Mykhailichenko O. A.

GRANULOMETRIC COMPOSITION OF SOIL IN PLANTED PINE STANDS AFFECTED BY ROOT ROT AND WATER REGIME IN THE FOCI OF DECLINE

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

The granulometric composition of turf-podzolic soils and the moisture content at different depths in the places of declining trees and in the healthy part of the VI-age-class pine stand affected by *Heterobasidion annosum* Fr.(Bref) were studied by the laying of boreholes to a depth of 1.5 m. The results of the analyses show that the higher the content of physical clay in the upper 10–30 cm layer of soil, the worst of the condition of the stand and, conversely, increase in the proportion of physical clay in the soil layers at a depth of 110–130 cm leads to its improvement. In the layers of soil at a depth of 130–150 cm, on the contrary, an increase in the proportion of physical sand contributes to drainage and removing water, and the stand condition deteriorates, whereas the increase in the physical clay in these layers, on the contrary, contributes to its holding, which positively affects the condition of the stand. Mortality-induced gaps caused by *Heterobasidion annosum* allow the direct rainfall on the surface and can increase the water balance of the stand by 5–25 mm depending on the gap area. Taking into account the general decrease in the growth of trees inside the decline centers and partially in the healthy part of the pine stand due to the chronic effects of the pathological process, additional rainfall input through the gaps of the decline centers are realized in the growth of part of the stand with a preserved structure.

Key words: pine stands, *Heterobasidion annosum* Fr.(Bref), soil granulometric composition, water regime, mortality-induced gaps.

Усцький І. М., Михайличенко О. А.

ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОЧВЫ В КУЛЬТУРАХ СОСНЫ, ПОРАЖЁННЫХ КОРНЕВОЙ ГУБКОВОЙ, И ВОДНЫЙ РЕЖИМ В ОЧАГАХ УСЫХАНИЯ

Український науково-дослідницький інститут лісного господарства і агролісомеліорації ім. Г. Н. Высоцького

Гранулометрический состав дерново-подзолистой почвы и содержание влаги на разной глубине в очагах усыхания и в здоровой части пораженного корневой губкой соснового насаждения V класса возраста изучали путем закладки скважин до глубины 1,5 м. Результаты анализов свидетельствуют, что чем больше содержание физической глины в верхних 10–30 см почвы, тем состояние насаждения хуже, и наоборот, увеличение доли физической глины в почвенных слоях на глубине 110–130 см приводит к его улучшению. В слоях почвы на глубине 130–150 см, наоборот, увеличение доли физического песка способствует дренажу и потере воды, и состояние насаждения ухудшается, зато увеличение доли физической глины в этих слоях способствует задержке влаги и положительно влияет на состояние насаждения. Прогалины в очагах усыхания в связи с непосредственным попаданием осадков на поверхность почвы в зависимости от площади могут увеличить водный баланс насаждения на 5–25 мм. Учитывая общее снижение прироста деревьев в очагах усыхания и частично в межочаговом пространстве в связи с хроническим воздействием патологического процесса, дополнительные поступления влаги через прогалины очагов усыхания реализуются в приросте насаждения с сохраненной структурой.

Ключевые слова: сосновые насаждения, корневая губка, гранулометрический состав почвы, водный режим, прогалины очагов усыхания.

E-mail: ustskiy@uriffm.org.ua; muhaylich@ukr.net

Одержано редколлегією 03.09.2018



І. М. УСЦЬКИЙ, О. А. МИХАЙЛІЧЕНКО

**ДИНАМІКА ПАТОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У ЛІСАХ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ
ЗА ПЕРІОД 1992–2012 РР.**

Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького

Проведено аналіз динаміки патологічних процесів у лісових насадженнях Харківської області за базами даних УкрНДЛГА щодо лісових насаджень, в яких зареєстровані патологічні процеси, за період 1992–2012 рр. Відзначено поступове нерівномірне збільшення площ соснових і дубових насаджень, що всихають. Станом на 2009 р. поширення патологічних процесів набуло дуже сильного ступеня (11,7 % від вкритої лісом площі). На основі кореляційного аналізу відзначено зростання масштабів патологічних процесів у соснових насадженнях за зниження сонячної активності (числа Вольфа). Зроблено прогноз щодо можливого зменшення масштабів всихання у 2023–2024 рр.

Ключові слова: лісопатологічні процеси, ступінь поширення всихання, сонячна активність, всихання соснових насаджень, всихання дубових насаджень, причини всихання.

Вступ. Для розуміння причин появи та розвитку патологічних процесів необхідно насамперед прослідкувати їхню динаміку в різних регіонах України у розрізі біологічних особливостей лісових порід і змін, яких вони зазнали внаслідок негативного впливу різних чинників. Це дасть можливість прогнозувати появу тих чи інших патологічних процесів та, відповідно, попередити їхній розвиток. Відомим прогнозованим процесом, що впливає на розвиток усіх біологічних об'єктів, є зміна сонячної активності. Основною її ознакою є сонячні плями – області виходу у фотосферу сильних магнітних потоків. Відносна кількість сонячних плям характеризується числом Вольфа, яке вважається найбільш загальною характеристикою сонячної активності (Chyslo Wolfa 2016). Результати прогнозування на основі узагальнення даних щодо масштабів усихання лісів України за період 1992–2009 рр. свідчать, що у 2020 р. патологічні процеси охоплять 12,2 % покритих лісовою рослинністю площ, а площі сосняків, що всихають, в Україні за умови збереження сучасних тенденцій у 2020 р. становитимуть близько 140 тис. га, площі дубових насаджень – 230 тис. га, ялинових – близько 500 тис. га (Ustskiy et al. 2014). На стан лісів впливають кліматичні зміни, особливо зміни водного режиму, господарська діяльність, а також структура, віковий і породний склад насаджень, які в різних регіонах України мають свою специфіку. У загальному контексті змін стану лісів України важливо з'ясувати вплив сонячної активності на них.

Мета наших досліджень полягає у вивченні особливостей лісопатологічних процесів у лісах Харківської області за період 1992–2012 рр. як найбільш характерних для умов Лівобережного Лісостепу України.

Матеріали й методи. За ініціативи УкрНДЛГА з початку 90-х років минулого століття започатковано проведення лісопатологічного моніторингу на основі повидільних баз даних лісів України, в яких виявлено патологічні процеси. На відміну від загальноприйнятих систем моніторингу, де основою для фіксації змін стану насаджень є визначення ступеню дефоліації крон дерев та дехромації асиміляційного апарату (Buksha & Banik 2001), у розробленій системі керуються ступенем патологічного всихання дерев. Усихання вважається патологічним у випадку всихання дерев I та II класів Крафта. Дані щодо таких насаджень збирали та узагальнювали станом на кожний третій рік, починаючи з 1994 р., відповідно до розроблених методичних вказівок (Ustskiy 2008). З метою оцінювання масштабів патологічних процесів у насадженнях основних лісоутворювальних порід, враховуючи відмінності їхнього поширення, ми аналізували частку площі насаджень тієї чи іншої породи, на якій відбувається всихання, від загальної площі насаджень цієї породи (% всх). На основі цього показника запропоновано таку градацію ступеня поширення патологічних процесів: 0,1–2,4 % – слабкий; 2,5–5,0 % – середній; 5,1–10,0 % – сильний; 11–15 % – дуже сильний; 15,1–20,0 % – критичний; > 20,0 % – екологічна катастрофа районного, обласного чи крайового масштабів.

Причини всихання лісових насаджень чи погіршення їхнього стану визначали переважно припущенням щодо найбільш вірогідного фактору впливу, окрім очевидних випадків, таких як пожежі, вітровали, пошкодження внаслідок намерзання льоду. Часто очевидним фактором усихання можуть бути підтоплення, промислові викиди, деякі хвороби, рідше – комахи, що пошкоджують крони та стовбури. Кліматичні фактори діють опосередковано, тому не є очевидними. Загалом для виявлення причин погіршення стану лісових насаджень наводять близько 60 різних факторів, що можуть ініціювати всихання дерев; ці фактори були згруповані нами в 10 класів. Можливості прогнозу масштабів лісопатологічних процесів ми розглядали на основі кореляційних зв'язків між площею насаджень, в яких реєстрували патологічні процеси, та усередненими числами Вольфа протягом 1992–2012 рр. Детальні дані щодо чисел Вольфа наведені в мережі інтернет (База danykh po chyslam Volfa 2017). Для прогнозу ми частково використовували дані з роботи Є. М. Білецького (Beletskiy 2011).

Результати та обговорення. Узагальнення матеріалів обстежень стану лісів за період 1992–2012 рр. свідчить про нерівномірність масштабів патологічних процесів у різні періоди (табл. 1).

Таблиця 1

Площі насаджень Харківського ОУЛМГ за головними породами, в яких помічені патологічні процеси за період 1992–2012 рр.

Порода, що всихає	Площа станом на рік, га							Разом за весь період, га/%
	1994	1997	2000	2003	2006	2009	2012	
Акація	–	–	17	–	36	46	33	132/0,1
Береза	–	7	4	4	7	8	42	72/0,1
Берест	–	–	–	–	5	4	–	9/–
Вільха	–	13	2	6	30	119	11	181/0,1
Верба	6	32	2	–	2	–	2	44/–
Дуб	5345	8993	7493	12999	15723	17221	10661	78435/59,5
Дуб черв.	–	–	–	–	248	690	166	1104/0,8
Клен	12	12	–	11	49	33	–	117/0,1
Липа	–	–	–	2	3	61	–	66/0,1
Осика	26	3	59	78	36	118	1400	1720/1,0
Сосна	2248	7939	3255	5600	8284	12178	9132	48636/36,9
Сосна крим.	–	–	–	3	75	1	372	451/0,3
Тополя	16	124	68	18	45	32	19	322/0,2
Ялина	–	4	3	6	3	5	2	23/–
Ясен	–	–	28	41	262	107	85	523/0,4
Усього, га	7653	17127	10931	18768	24808	30623	21925	131835/100
%	5,8	13,0	8,3	14,2	18,8	23,2	16,6	100

Найбільші площі насаджень, що всихають тією чи іншою мірою, відзначено за період 2007–2009 рр. – 23,0 % від площ усіх насаджень, в яких відзначали патологічні процеси за 20 років. Масштаби патологічних процесів із 1992 р. (станом на 1994 р.) поступово і нерівномірно збільшувалися до 2009 р. та суттєво (на 8,7 тис. га) зменшилися станом на 2012 р. Найбільші масштаби патологічних процесів за останні 20 років зафіксовано в дубових насадженнях та дещо менші – у соснових (59,5 % та 36,9 % відповідно). Площі всихаючих насаджень інших порід за останні 20 років становлять 3,6 %, серед них найбільші площі займають осикові насадження (1,3 %), дещо менші – насадження дуба червоного (0,8 %), ясеня (0,4 %), сосни кримської (0,3%), тополі (0,2 %) та вільхи (0,1 %).

Ступінь розвитку патологічних процесів (% всх) у насадженнях різних порід є різним (табл. 2). Так, за відношенням площ насаджень різних порід, в яких реєстрували лісопатологічні процеси, до площ, вкритих цими насадженнями (% всх), масштаби лісопатологічних процесів нерівномірно зростають, досягнувши максимуму станом на 2009 р. У лісових насадженнях Харківського ОУЛМГ поширення патологічних процесів

середнього ступеня відзначено станом на 1994 та 2000 рр., сильного – станом на 1997, 2003, 2006 та 2012 рр., а дуже сильного (11,7 % від вкритої лісом площі) – станом на 2009 р.

Таблиця 2

Масштаби (площа, га) та ступінь поширення (% всх) патологічних процесів у насадженнях основних лісоутворювальних порід за період 1992–1994 рр.

Порода	Площа насаджень за роками, $\frac{\text{га}}{\% \text{ всх}}$							Вкрита лісом площа, га
	1994	1997	2000	2003	2006	2009	2012	
Дуб	$\frac{5345}{4,0}$	$\frac{8993}{6,7}$	$\frac{7493}{5,6}$	$\frac{12999}{9,7}$	$\frac{15971}{12,0}$	$\frac{17911}{13,4}$	$\frac{10827}{8,1}$	$\frac{133518,5}{100}$
Сосна	$\frac{2248}{2,4}$	$\frac{7939}{8,7}$	$\frac{3255}{3,5}$	$\frac{5603}{6,1}$	$\frac{8359}{9,1}$	$\frac{12179}{13,3}$	$\frac{9504}{10,4}$	$\frac{91679,8}{100}$
Ясень	–	–	$\frac{28}{0,3}$	$\frac{41}{0,5}$	$\frac{262}{3,0}$	$\frac{107}{1,2}$	$\frac{85}{1,0}$	$\frac{8622,5}{100}$
Клен	$\frac{12}{0,3}$	$\frac{12}{0,3}$	–	$\frac{11}{0,2}$	$\frac{49}{1,0}$	$\frac{33}{0,7}$	–	$\frac{4845,6}{100}$
Осика	$\frac{26}{0,7}$	$\frac{3}{0,1}$	$\frac{59}{1,5}$	$\frac{78}{2,0}$	$\frac{36}{0,9}$	$\frac{118}{3,0}$	$\frac{1400}{36,2}$	$\frac{3867,2}{100}$
Вільха	–	$\frac{13}{0,3}$	$\frac{2}{0,1}$	$\frac{6}{0,1}$	$\frac{30}{0,7}$	$\frac{119}{2,7}$	$\frac{11}{0,2}$	$\frac{4369,5}{100}$
Тополя	$\frac{16}{0,5}$	$\frac{124}{4,1}$	$\frac{68}{2,2}$	$\frac{18}{0,5}$	$\frac{45}{1,5}$	$\frac{32}{1,1}$	$\frac{19}{0,6}$	$\frac{3027}{100}$
Верба	$\frac{6}{1,0}$	$\frac{32}{5,1}$	$\frac{2}{0,3}$	–	$\frac{2}{0,3}$	–	$\frac{2}{0,3}$	$\frac{625}{100}$
Усього	$\frac{7653}{2,9}$	$\frac{17127}{6,5}$	$\frac{10931}{4,2}$	$\frac{18768}{7,2}$	$\frac{24808}{9,5}$	$\frac{30623}{11,7}$	$\frac{21925}{8,4}$	$\frac{262220,1}{100}$

Найбільших масштабів патологічні процеси набули в дубових насадженнях. Станом на 1994 р. ступінь їхнього поширення в дубових насадженнях визначено як середній, а в наступні періоди – як сильний (станом на 1997, 2000, 2003 та 2012 рр.) та дуже сильний (станом на 2006 та 2009 рр.).

Поширення патологічних процесів у соснових насадженнях мало менші масштаби. Середній ступінь поширення в соснових насадженнях відзначено станом на 1994 та 2000 рр., сильний – станом на 1997, 2003, 2006 та 2012 рр., дуже сильний – станом на 2009 р. Поширення патологічних процесів у насадженнях інших порід за деякі періоди не зареєстровано зовсім: у насадженнях ясеня – станом на 1994 та 1997 рр., клена – станом на 2000 та 2012 рр., вільхи – станом на 1994 р., верби – станом на 2003 та 2009 рр. За весь аналізований період не зафіксовано всихання березових насаджень. Це пояснюється тим, що береза в умовах Харківської області не має відчутного господарського значення. Ясен звичайний (*Fraxinus excelsior* L.) і клен гостролистий (*Acer platanoides* L.) зрідка формують насадження з переважанням у складі, є супутниками дуба та займають другорядні позиції. Останніми роками, особливо після 2015 р., всихання цих порід набуло відчутного поширення.

Дубові насадження в Харківській області займають найбільшу площу і, відповідно, патологічні процеси в них поширені на більших площах (див. табл. 1). Характер зміни за період досліджень площі дубових насаджень, в яких реєстрували патологічні процеси, свідчить про поступове її зростання з 1994 р. по 2009 р. Станом на 2012 р. масштаби всихання дубових насаджень зменшилися майже на 6,5 тис. га, порівнюючи з даними станом на 2009 р., коли їхнє поширення було максимальним. Зміни стану дубових насаджень залежать від багатьох чинників і, зокрема, від погодних особливостей того чи іншого періоду та лісогосподарської активності. Гідрологічні фактори, зокрема різка зміна рівня ґрунтових вод, підтоплення та інші, залежать як від кількості опадів, так і від діяльності людей чи бобрів. Ці чинники виявлялися протягом 1992–2003 рр. (табл. 3).

Таблиця 3

Площі дубових насаджень Харківського ОУЛМГ, в яких відзначено патологічні процеси, за ініціювальними причинами станом на кожний третій рік часового проміжку 1992–2012 рр.

Класи причин	Площі насаджень за роками, $\frac{\text{га}}{\%}$							Разом за весь період
	1994	1997	2000	2003	2006	2009	2012	
Пожежі	<u>16,0</u> 0,3	<u>1,0</u> 0,1	<u>0,1</u> 0,0	<u>21,0</u> 0,2	<u>0,1</u> 0,0	<u>5,0</u> 0,0	<u>0,1</u> 0,0	<u>43,3</u> 0,1
Стихія	<u>0,1</u> 0,0	<u>0,1</u> 0,0	<u>0,1</u> 0,0	<u>7,0</u> 0,1	<u>0,1</u> 0,0	<u>15,0</u> 0,1	<u>0,1</u> 0,0	22,5 0,1
Комахи	<u>1190,0</u> 18,7	<u>3272,0</u> 36,4	<u>347,0</u> 4,6	<u>527,0</u> 4,1	<u>0,1</u> 0,0	<u>0,1</u> 0,0	<u>0,1</u> 0,0	<u>5336,3</u> 6,7
Хвороби	<u>1390,0</u> 21,9	<u>1317,0</u> 14,6	<u>1784,0</u> 23,8	<u>1884,0</u> 14,5	<u>4253,0</u> 27,3	<u>8605,0</u> 50,0	<u>6291,0</u> 59,0	<u>25524,0</u> 32,2
Клімат	<u>1061,0</u> 16,7	<u>1024,0</u> 11,4	<u>926,0</u> 12,4	<u>1617,0</u> 12,4	<u>3556,0</u> 22,9	<u>364,0</u> 2,1	<u>0,1</u> 0,0	<u>8548,0</u> 10,8
Гідрологія	<u>1881,0</u> 29,6	<u>2691,0</u> 29,9	<u>903,0</u> 12,1	<u>5555,0</u> 42,7	<u>518,0</u> 3,3	<u>415,0</u> 2,5	<u>227,0</u> 2,1	<u>12190,0</u> 15,4
Ґрунт	<u>0,1</u> 0,0	<u>0,1</u> 0,0	<u>786,0</u> 10,5	<u>5,0</u> 0,0	<u>1680,0</u> 10,8	<u>211,0</u> 1,2	<u>0,1</u> 0,0	<u>2682,3</u> 3,4
Господарство	<u>364,0</u> 5,7	<u>157,0</u> 1,7	<u>40,0</u> 0,5	<u>270,0</u> 2,1	<u>729,0</u> 4,7	<u>353,0</u> 2,1	<u>13,0</u> 0,1	<u>1926,0</u> 2,4
Промислові викиди	<u>316,0</u> 5,0	<u>0,1</u> 0,0	<u>0,1</u> 0,0	<u>0,1</u> 0,0	<u>10,0</u> 0,1	<u>0,1</u> 0,0	<u>0,1</u> 0,0	<u>326,5</u> 0,4
Людина	<u>135,0</u> 2,1	<u>64,0</u> 0,7	<u>61,0</u> 0,8	<u>72,0</u> 0,6	<u>163,0</u> 1,1	<u>32,0</u> 0,2	<u>0,1</u> 0,0	<u>527,1</u> 0,7
Не з'ясовано	<u>0,2</u> 0,0	<u>467,0</u> 5,2	<u>2646,0</u> 35,3	<u>3042,0</u> 23,4	<u>4649,0</u> 29,8	<u>7222,0</u> 43,0	<u>4131,0</u> 38,7	<u>22157,2</u> 27,8
Разом	<u>6353,0</u> 100	<u>8993,0</u> 100	<u>7493,0</u> 100	<u>13000,0</u> 100	<u>15558,0</u> 100	<u>17222,0</u> 100	<u>10662,0</u> 100	<u>79282,0</u> 100

Протягом 2001–2003 рр. причиною погіршення стану дубових насаджень на близько 43,0 % площ всіх насаджень, в яких було відзначено лісопатологічні процеси, стали гідрологічні фактори.

Погіршення стану насадження в тих чи інших ґрунтових умовах (на супіщаних, важких суглинистих та інших ґрунтах) відзначено протягом 2000 та 2006 рр., відповідно 10,5 та 10,8 % від площ насаджень, в яких зареєстровано патологічні процеси в ці періоди. Найбільший негативний вплив господарської діяльності на стан насаджень відзначено станом на 1994, 2006 та 2009 рр., площі всихання з цієї причини становлять відповідно 5,7 %, 4,7 % та 1,2 %.

Вплив стихії (буреломи, вітровали та сніголами) зафіксовано на незначних площах станом на 2003 та 2009 рр. Кліматичні фактори (посуха, заморозки, високі температури тощо) на 23,0 % площ насаджень було названо основною причиною погіршення стану насаджень у період 2004–2006 рр.

Безпосередній вплив людей на стан насаджень, переважно через рекреаційне навантаження, за весь період спостережень став причиною всихання не більше ніж 2,0 % площі усіх насаджень, в яких відзначали патологічний відпад дерев. Пожежі в дубових насадженнях як фактор погіршення їхнього стану відзначено станом на 1994, 1997, 2003 та 2009 рр. на 0,03–0,20 % площ насаджень, що всихали. Пожежі в дубових насадженнях, зокрема, мали місце станом на 1994 р. у ДП «Жовтнєве ЛГ» (15,8 га), на 1997 р. – у ДП «Зміївське ЛГ» (1,3 га) і станом на 2003 р. – у ДП «Купянське ЛГ» і ДП «Чугуєво-Бабчанське ЛГ» (2,2 і 18,4 га відповідно).

Негативний вплив промислових викидів на дубові насадження зафіксовано станом на 1994 р. (5,0 %) та 2006 р. (0,06 %). Умови росту (невідповідність лісорослинним умовам,

порослеве походження) як ініціювальні фактори патологічного всихання відзначено в періоди станом на 2000 та 2006 р. (10,5 та 10,8 % відповідно). Проте постійним суттєвим фактором погіршення стану цих насаджень в усі періоди були хвороби. За 20 років спостережень частка насаджень, причиною погіршення стану яких стали хвороби, поступово і нерівномірно збільшувалась і станом на 2006, 2009, 2012 рр. досягла 27,0 %, 50,0 % та 59,0 % відповідно. Пошкодження деревостанів комахами було зареєстровано станом на 1994, 1997, 2000 та 2003 рр.; найбільш масштабним воно виявилось у 1997 р. – 36,0 %. У періоди станом на 2006, 2009 та 2012 рр. пошкодження цих насаджень комахами не відзначали. У всі періоди обліків у 5,0–43,0 % причини погіршення стану насаджень не було визначено. Переважними причинами погіршення стану дубових насаджень за весь період спостережень є хвороби, кліматичні зміни та зміни водного режиму насаджень, які домінували залежно від часу обліку: гідрологічні чинники – станом на 2003 р., кліматичні зміни – станом на 2006 р., хвороби – станом на 2009 р.

За період часу, впродовж якого проводили спостереження, виділяються два піки різкого збільшення площ соснових насаджень, що всихали – станом на 1997 р. (7,9 тис. га) та станом 2009 р. (12,2 тис. га). За обліками станом на 2012 р., масштаби поширення патологічних процесів дещо знизилися – 9,1 тис. га. Враховуючи те, що соснові насадження Харківщини переважно є штучно створеними й займають борові тераси річок різного порядку, ініціювальні чинники всихання будуть дещо іншими, порівнюючи з дубовими насадженнями, що ростуть на плакорах та схилах балок. Так, за 20-річний період досліджень на близько 7,0 % площ причиною патологічних процесів в соснових насадженнях були пожежі (табл. 4).

Таблиця 4

Площі соснових насаджень Харківського ОУЛМГ, в яких відзначено патологічні процеси, за ініціювальними причинами станом на кожний третій рік часового проміжку 1992–2012 рр.

Класи причин	Площа насаджень за роками, га/ %							Разом за період	%
	1994	1997	2000	2003	2006	2009	2012		
Пожежі	<u>266,5</u> 7,9	<u>659,8</u> 20,0	<u>541,2</u> 16,1	<u>192,4</u> 5,7	<u>108,0</u> 3,2	<u>1467,6</u> 43,7	<u>125,0</u> 3,7	<u>3360,5</u> 100	7,2
Стихія	–	<u>0,9</u> 0,1	<u>4,5</u> 0,7	–	<u>333,7</u> 50,8	<u>283,1</u> 43,1	<u>34,0</u> 5,2	<u>656,2</u> 100	1,4
Комахи	–	–	<u>6,8</u> 5,5	<u>82,8</u> 67,0	<u>5,0</u> 4,0	–	<u>29,0</u> 23,5	<u>123,6</u> 100	0,3
Хвороби	–	<u>6397,0</u> 19,8	<u>2131,0</u> 6,6	<u>3984,0</u> 12,3	<u>6196,1</u> 19,1	<u>7579,2</u> 23,4	<u>6084,0</u> 18,8	<u>32371,2</u> 100	69,1
Клімат	<u>173,7</u> 13,6	<u>280,4</u> 22,0	<u>161,7</u> 12,7	<u>127,5</u> 10,0	<u>304,5</u> 23,9	<u>209,9</u> 16,5	<u>16,0</u> 1,3	<u>1273,7</u> 100	2,7
Гідрологія	–	<u>48,4</u> 4,1	<u>76,5</u> 6,5	<u>636,7</u> 53,8	<u>55,8</u> 4,7	<u>345,0</u> 29,2	<u>20,0</u> 1,7	<u>1182,4</u> 100	2,5
Ґрунт	–	<u>6,5</u> 3,5	–	–	<u>72,4</u> 38,8	<u>107,5</u> 57,7	–	<u>186,4</u> 100	0,4
Господарство	–	55,8 12,4	79,3 17,6	14,4 3,2	216,2 47,9	85,0 18,8	1,0 0,1	451,7 100	1,0
Промислові викиди	–	–	<u>6,5</u> 0,8	<u>35,5</u> 4,2	<u>19,4</u> 2,3	<u>366,5</u> 43,3	<u>418,0</u> 49,0	<u>845,9</u> 100	1,8
Людина	<u>17,9</u> 34,2	<u>14,2</u> 27,1	–	–	<u>20,3</u> 38,7	–	–	<u>52,4</u> 100	0,1
Не з'ясовано	–	<u>476,3</u> 7,5	<u>247,7</u> 3,9	<u>527,1</u> 8,3	<u>952,8</u> 15,0	<u>1734,2</u> 27,3	<u>2405,0</u> 38,0	<u>6343,1</u> 100	13,5
Разом	<u>458,1</u> 1,0	<u>7940,0</u> 16,9	<u>3255,2</u> 6,9	<u>5600,0</u> 12,0	<u>8284,0</u> 17,7	<u>12178,0</u> 26,0	<u>9132,0</u> 19,5	<u>46847,0</u> 100	100

З усієї площі насаджень, пошкоджених пожежами за цей період, відзначено 44,0 % (1,5 тис. га) станом на 2009 р. та 20,0 % (0,6 тис. га) станом на 1997 р. Проте найбільші площі всихання соснових насаджень з'явилися внаслідок хвороб – 69,0 % від площі всіх насаджень,

в яких було відзначено патологічні процеси. Переважно це насадження, уражені кореневою губкою. Найбільш масштабне поширення хвороб у сосняках спостерігали станом на 2009 р. – 7,6 тис. га (24,0 %). Всихання внаслідок хвороб станом на 1997, 2006 та 2012 рр. мало майже однакову інтенсивність і становило від 18,8 % до 19,8 % площі. Станом на 2000 р. площа таких насаджень була найменшою і становила близько 7,0 %. Станом на 1994 р. усихання сосняків від хвороб не відзначено.

Причиною всихання 1,4 % площ (0,6 тис. га) соснових насаджень за 20-річний період було названо стихійні явища (буреломи, вітровали, сніголами тощо). Станом на 2006 та 2009 рр. ці чинники ініціювали всихання сосняків відповідно на 51,0 та 43,0 % усіх площ, що були пошкоджені ними за весь 20-річний проміжок часу. Зокрема, станом на 2006 та 2009 рр. у ДП «Ізюмське ЛП» сніговалами та буреломами було пошкоджено відповідно 207 та 34 га соснових насаджень.

Кліматичні фактори (температурний режим, посуха тощо) названо причиною погіршення стану 2,5 % (1,2 тис. га) площ соснових насаджень за весь 20-річний термін. Пік негативного кліматичного впливу спостерігали станом на 2006 та 2009 рр. (24,0 та 16,0 % відповідно).

Порушення водного режиму насаджень, підтоплення та інші гідрологічні чинники названо причиною патологічних процесів у сосняках на 2,7 % усіх площ насаджень, в яких спостерігали патологічні процеси за весь період досліджень. Найбільші площі сосняків, які всихали внаслідок дії гідрологічних чинників, відзначено станом на 2003 р. (0,6 тис. га) – 53,0 % від площі соснових насаджень, що всихали внаслідок впливу цих чинників за період, що розглядається. Привертає увагу поступове зростання негативного впливу промислових викидів на стан соснових насаджень, негативний вплив яких за масштабами поширення охоплює 1,8 % площ усіх насаджень, в яких відзначали патологічні процеси за весь 20-річний період. Найбільші площі сосняків, на які негативно вплинули промислові викиди, відзначено станом на 2009 та 2012 рр. – відповідно 43,0 % та 49,0 % усіх площ, на яких спостерігали негативний вплив цього чинника. За період, що розглядається, негативний вплив масового розмноження комах (рудий та звичайний соснові пильщики) було відзначено на 0,3 % (0,1 тис. га) площ, у яких спостерігались патологічні процеси. Найбільші масштаби виявлено станом на 2003 та 2012 рр., відповідно 67,0 і 24,0 % від площ сосняків, стан яких погіршився внаслідок впливу комах за весь період спостережень. Негативного антропогенного впливу (рекреація) зазнали приблизно 1,0 % площ, що всихали внаслідок дії різних чинників за 20-річний період. Вплив антропогенних чинників спостерігали лише станом на 1994, 1997 та 2006 рр. Найбільшу частку площ сосняків, причиною всихання яких було визнано антропогенні чинники, від загальної площі насаджень, що всихали від антропогенного впливу за весь період спостережень, відзначено станом на 2006 р. – 39,0 % (20 га). За весь період спостережень близько 13,0 % площ насаджень, в яких відзначали патологічні процеси, мають невизначену причину всихання. Таким чином, основними факторами погіршення стану соснових насаджень за 1992–2012 рр. є хвороби (переважно коренева губка), які зафіксовано на 69,0 % площ насаджень, стан яких погіршився з різних причин. Пожежі були причиною погіршення стану 7,0 % площ соснових насаджень, що всихали з різних причин. Вплив інших чинників, з яких переважали кліматичні та гідрологічні (відповідно 2,7 та 2,5 %), відзначали на незначних площах. Результати аналізу свідчать про певну залежність масштабів патологічних процесів від змін сонячної активності (рис. 1). Отже, за зниження сонячної активності (1994–1997 рр.; 2002–2009 рр.) площі насаджень, в яких відзначались патологічні процеси, збільшувались, а за збільшення, навпаки, дещо зменшувались. Кореляційний аналіз між числами Вольфа за цей період та масштабами патологічних процесів свідчить про наявність обернених середньої тісноти зв'язків між ними. Зв'язок сонячної активності із площами дубових насаджень, що всихають, виявився менш тісним, ніж із площами всихаючих сосняків ($r_{0,01} = -0,473$ та $r_{0,01} = -0,781$ відповідно).

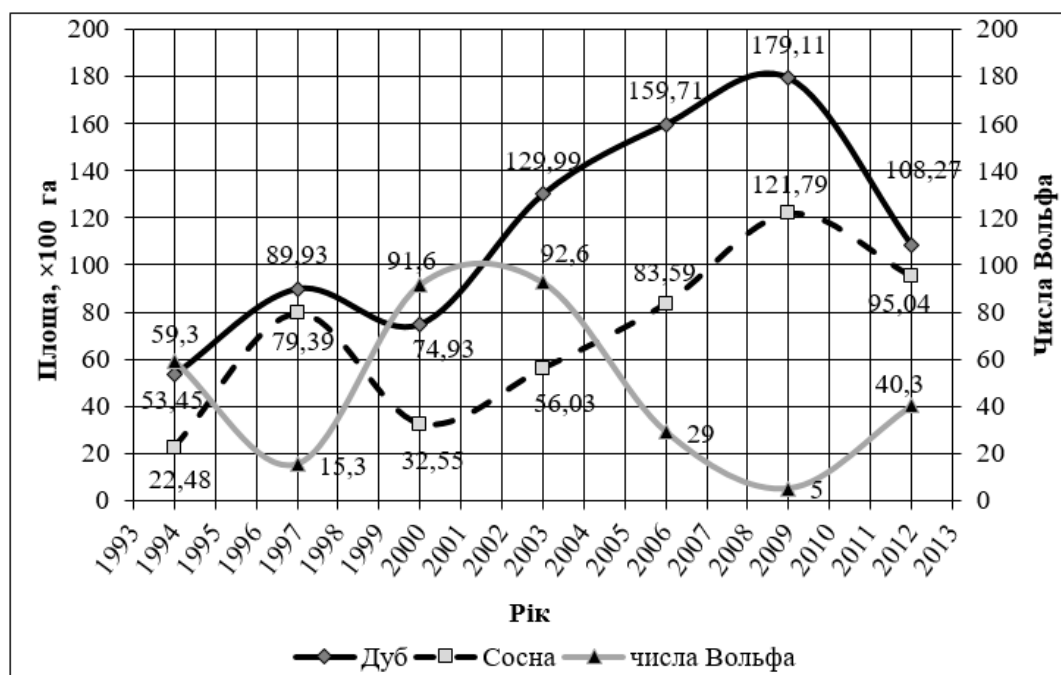


Рис. 1 – Площі соснових та дубових насаджень, що всихають, та сонячна активність за період 1994–2012 рр.

Тісніші зв'язки масштабів патологічних процесів у соснових насадженнях з числами Вольфа можна пояснити біологічними властивостями породи. Соснові насадження ростуть на піщаних та супіщаних землях і є більш залежними від водного режиму території, якщо порівняти з дубовими насадженнями. Динаміка сонячної активності свідчить, що її пік у 2014 р. був найнижчим з 1928 р., і у наступні роки (до 2018–2020 рр.), з урахуванням прогнозів, активність сонця теж буде низькою (Pishkalo 2008). Мінімум 25-го циклу становитиме близько 5 одиниць чисел Вольфа у квітні – червні 2020 р., а максимум – близько 105–110 у жовтні – грудні 2024 р., тобто 25-й цикл сонячної активності буде вищим за поточний 24-й цикл (Pishkalo 2014). Враховуючи те, що зі збільшенням сонячної активності масштаби патологічних процесів зменшуються, деяке покращення стану лісових насаджень варто очікувати лише у 2023–2024 рр.

Висновки. Найбільші масштаби патологічних процесів за період 1992–2012 рр. відзначено в дубових і соснових насадженнях – відповідно 59,5 і 36,9 % площі всіх насаджень, на яких їх зафіксовано. Площі всихаючих насаджень інших порід за цей період становили 3,6 %, серед яких найбільші площі займали осикові насадження – 1,3 %. Сильний ступінь поширення патологічних процесів у лісових насадженнях Харківського ОУЛМГ спостерігали станом на 1997, 2003, 2006 та 2012 рр. Станом на 2009 р. поширення патологічних процесів набуло дуже сильного ступеня (11,7 % від укритої лісом площі).

Основними причинами погіршення стану дубових насаджень за весь період спостереження є хвороби – 32,0 % площ, що всихали з різних причин, зміни водного режиму – 15,0 %, кліматичні особливості – 11,0 %, пошкодження комахами – 7,0 % площ, що всихали з різних причин. Основними чинниками погіршення стану соснових насаджень теж були хвороби, переважно коренева губка, – 69,0 % площ насаджень, що всихали з різних причин, пожежі – 7,0 %. Кліматичні та гідрологічні чинники відзначали на незначних площах.

За зниження сонячної активності площі насаджень, в яких реєстрували патологічні процеси, збільшуються. Кореляційний зв'язок сонячної активності з площами дубових насаджень, що всихають, виявився менш тісним, ніж з площами всихаючих соснових насаджень – $r_{0,01} = -0,473$ та $r_{0,01} = -0,781$ відповідно. Деяке зменшення масштабів усихання лісових насаджень можливе лише у 2023–2024 рр.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

Baza danykh po chyslam Volfa [Database on Wolf numbers]. 2017. [Electronic resource]. Wikipedia. Available from: www.gaoran.ru/personal/ivanov/wolfbase_r.html (last accessed date 07.06.2018) (in Ukrainian).

Beletskiy, Ye. N. 2011. Massovyye razmnozheniya nasekomykh. Istoriya, teoriya, prognozirovaniye. [Mass reproduction of insects. History, theory, forecasting]. Kharkiv, Maydan, 172 p. (in Russian).

Buksha, I. F. & Banik, M. V. 2001. Methodical recommendations for forest monitoring in Ukraine I level. Kharkiv, URIFFM, 20 p. (in Ukrainian).

Chyslo Wolfa [Wolf number] 2016. [Electronic resource]. Available from: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A7%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE_%D0%92%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D1%84%D0%B0 (last accessed date 07.06.2018) (in Ukrainian).

Pishkalo, M. I. 2008. Poperedniy prohoz 24-ho i 25-ho tsyktiv sonyachnoyi aktyvnosti na osnovi korelyatsiyi mizh kharakterystykamy tsyktiv [Preliminary forecast of the 24th and 25th cycles of solar activity based on the correlation between the characteristics of cycles]. *Kinematika i fizika nebesnukh tel*, 24(5): 370–378 (in Ukrainian).

Pishkalo, M. I. 2014. Poperedniy prohoz parametriv 25-ho tsykvu soniachnoi aktyvnosti. *Bulletin of Taras Shevchenko National University of Kyiv Astronomy*, 1(51): 36–39 (in Ukrainian).

Ustskiy, I. M. 2008. Metodychni vказivky zi zboru informatsiyi dlya povydilnoyi bazy danykh lisovykh nasadzen Ukrayiny, v yakykh vidmicheni patolohichni protsesy [Methodological instructions on gathering information for the database of forests of Ukraine, in which pathological processes are noted]. Kharkiv, URIFFM, 14 p. (in Ukrainian).

Ustskiy, I. M., Mihaylichenko O. A., Taran T. V. 2014. Kilkisna otsinka dynamiky patolohichnykh protsesiv v lisakh Ukrayiny (stanom na 2009 r.) [Quantitative assessment of the dynamics of pathological processes in the forests of Ukraine (as of 2009)]. Kharkiv, URIFFM, 32 p. (in Ukrainian).

Ustskiy I. M., Mykhailichenko O. A.

DYNAMICS OF PATHOLOGICAL PROCESSES IN FORESTS OF KHARKIV REGION FOR THE PERIOD OF 1992–2012

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

The analysis of the dynamics of pathological processes in forest stands in the Kharkiv region for the period of 1992–2012 was carried out based on the database of the forest stands, in which pathological processes were registered, developed in Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration. A gradual uneven increase in the areas of dry pine and oak stands has been noted. As of 2009, the spread of pathological processes had reached a very high level (11,7 % of the area covered with forest). Based on the correlation analysis, an increase in the scale of pathological processes in pine stands was noted with a decrease in solar activity (the Wolf number). A forecast has been made regarding a decrease in the dieback of stands, which is possible only in 2023–2024.

Key words: forest-pathological processes, degree of dieback spread, solar activity, pine stand dieback, oak stand dieback, dieback causes.

Усцкий И. М., Михайличенко А. А.

ДИНАМИКА ПАТОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ЛЕСАХ ХАРЬКОВСКОЙ ОБЛАСТИ ЗА ПЕРИОД 1992–2012 гг.

Украинский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации им. Г. Н. Высоцкого

Анализ динамики патологических процессов в лесных насаждениях Харьковской области, проведенный за период 1992–2012 гг. по базам данных УкрНИИЛХА относительно лесных насаждений, в которых отмечены патологические процессы, свидетельствует о постепенном неравномерном увеличении площадей усыхающих сосновых и дубовых насаждений. По состоянию на 2009 г. распространение патологических процессов достигло очень сильной степени (11,7 % покрытой лесом площади). На основе корреляционного анализа отмечен рост масштабов патологических процессов в сосновых насаждениях при снижении солнечной активности (числа Вольфа). Сделан прогноз относительно уменьшения масштабов усыхания, которое возможно только в 2023–2024 гг.

Ключевые слова: лесопатологические процессы, степень распространения усыхания, солнечная активность, усыхание сосновых насаждений, усыхание дубовых насаждений, причины усыхания.

E-mail: ustskiy@uriffm.org.ua; muhaylich@ukr.net

Одержано редколлегією 11.06.2018

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРІВ

Редколегія збірника «Лісівництво і агролісомеліорація» (Україна, 61024, Харків-24, Пушкінська, 86, УкрНДЛГА) приймає до друку оригінальні статті, а також повідомлення та оглядові статті з лісівництва й лісознавства та суміжних галузей обсягом до 10 сторінок. Усі рукописи рецензують щонайменше два незалежні рецензенти. Редакційна колегія ухвалює остаточне рішення щодо можливості опублікування роботи. Редакція залишає за собою право вносити в текст необхідні зміни. Текст статті має відповідати загальним вимогам до написання наукових праць і бути відповідно структурованим (має містити такі розділи: **Вступ, Мета дослідження, Матеріали й методи, Результати та обговорення, Висновки, Посилання**, див. «Довідку для рецензента»). В тексті необхідно чітко сформулювати постановку завдання, мету досліджень, методику робіт, викласти результати і стислі висновки.

До редколегії подають електронний варіант статті, який слід надсилати на адресу:

Valentynameshkova@gmail.com або obolonik@uriffm.org.ua

Обов'язково вказують контактну адресу (**e-mail**) одного з авторів.

Текст набирати у текстовому редакторі Word, подавати у форматі *.doc або *.rtf. **Стили не застосовувати.**

У лівому верхньому куті вказують УДК (10 pt). ІНІЦІАЛИ ТА ПРІЗВИЩЕ АВТОРІВ набирають великими буквами (12 pt, курсив), рівняють по центру. НАЗВУ СТАТТІ набирають великими літерами (12 pt, напівгрубий, рівняння по центру). Нижче вміщують (курсивом) *повну офіційну назву установи, де працюють автори*. Якщо автори працюють у різних установах, після кожного прізвища ставлять індекс, відповідно до якого розміщують назви установ. Анотацію українською мовою (**120–150 слів**) розміщують після назви установи, набирають шрифтом 10 pt, у кінці її вміщують ключові слова. Текст статті набирають шрифтом Times New Roman 12 pt, між рядками одинарний інтервал, розмір паперу А4, поля: верхнє – 2,1; нижнє – 2,1; лівє – 2; правє – 2 см, номери сторінок у файлі не ставити. Рівняння тексту – по ширині, абзацний відступ 0,8 см.

Таблиці й рисунки повинні мати загальні назви та єдину нумерацію, бажано розміщувати їх після першого згадування. Ілюстрації не повинні дублювати таблиці.

Таблиці й рисунки надавати **лише в у книжному форматі**.

Графіки й діаграми виконують засобами *Microsoft Excel*. Використовують **лише чорно-біле забарвлення та штрихування**. Назви рисунків набирають у тексті, а не на рисунку. Окремо додають файл *.xls для зручності редагування.

Скановані чорно-білі рисунки або фотографії подають у форматі *.jpg. На мікрофотографіях зазначають збільшення.

Назви рослин і тварин при першому згадуванні слід наводити латинською мовою курсивом.

Автоматичні посилання на джерела **заборонені**. У тексті посилаються на автора (-рів) і рік публікації (у круглих дужках). Прізвища авторів наводять у транслітерації латиницею або в англійському варіанті написання, наприклад (Meshkova et al. 2002).

ПОСИЛАННЯ вміщують після тексту статті. Джерела не нумерують, наводять за абеткою.

Назви джерел, написаних російською чи українською мовами, а також назви журналів (збірників), слід навести як транслітерацію, а потім у квадратних дужках [] – переклад на англійську мову, указати мову оригіналу (in Russian).

Зразки оформлення ПОСИЛАНЬ

Монографії:

Meshkova, V. L. 2009. Sezonnoye razvitiye khvoye listogryzushchikh nasekomykh [Seasonal development of the foliage browsing insects]. Kharkiv, Novoe slovo, 396 p. (in Russian).

Частина книги:

Davydenko, K. and Meshkova, V. 2017. The current situation concerning severity and causes of ash dieback in Ukraine caused by *Hymenoscyphus fraxineus*. In: Vasaitis, R. & Enderle, R. (Eds.). Dieback of European Ash (*Fraxinus* spp.): Consequences and Guidelines for Sustainable Management. Uppsala, p. 220–227.

Yeterovskaya, L. V., Donchenko, M. T., Lehtsier, L. V. 1984. Sistematika i klassifikatsiya tehnogennykh pochv [Systematics and classification of man-made soils]. In: Rasteniya i promyshlennaya sreda [Plants and industrial environment]. Sverdlovsk, p. 14–21 (in Russian).

Без автора:

Tekushchiy prirost drevostoev i ego kameral'noe opredelenie [Current increment of forest stands and its desktop determining]. 1980. [Razin, G. S., Ed.]. Leningrad, LenNILH, 46 p. (in Russian).

Статті у періодичних виданнях:

Los, S. A., Tereshchenko, L. I., Shlonchak, H. A., Samoday, V. P. and Neyko, I. S. 2015. Rezul' taty vidboru plyusovykh derev sosny i duba v rivnyunnyi chastyni Ukrayiny ta v Krymu u 2010–2014 gg. [Results of pine and oak plus trees selection in the plains of Ukraine and in Crimea in 2010–2014.]. Lisivnytstvo i ahrolisomeliorsiya [Forestry and Forest Melioration], 126: 139–147 (in Ukrainian).

Матеріали конференцій

Slobodyan, P. Ya. 2013. Klasyfikatsiya derev u lisostani dlya potreb lisozakhystu [Classification of trees in stands for forest protection needs]. In: Lisivnycha osvita i nauka: istoriya, suchasnyy stan ta perspektyvy rozvytku: materialy mizhnar. nauk.-prakt. konf [Forestry education and science: history, current state and development prospects: materials of the International Scientific and Practical Conference]. Kharkiv, KhNAU, p. 155–158 (in Ukrainian).

Дисертації

Sydorenko, S. G. 2017. Postpirohennyi rozvytok sosnyakiv Livoberezhnoho Lisostepu Ukrayiny [Postpyrogenic growth of Scots pine stands in the Left-bank Forest Steppe of Ukraine]. Diss. na zdobuttya. nauk. stupenya kand. s.-g. nauk [PhD dissertation]. Kharkiv, 191 p. (in Ukrainian).

Автореферати дисертацій

Bobrov, I. O., 2016. Poshyrenist' i shkidlyvist' osnovoho pidkorovoho klopa u nasadzhenyakh Novhorod-Sivers' koho Polissya [Spread and injuriousness of pine bark bug in the stands of Novgorod-Siverske Polissya]. Avtoref. dys. na zdobuttya nauk. stupenya kand. s.-h. nauk [Extended abstract of PhD dissertation]. Kharkiv, 22 p. (in Ukrainian).

Методичні рекомендації

Metodychni rekomendatsiyi shchodo obstezhennya oseredkiv stovburovykh shkidnykiv lisu [Methodical recommendations on inspection of stem forest pests' foci], 2010. Meshkova, V. L. (Ed.). Kharkiv, URIFFM, 27 p. (in Ukrainian).

Стандарти:

Ploshchi probni lisovporyadni. Metod zakladannya. SOU 02.02-37-476:2006. [Forest inventory sample plots. Establishing method. Corporate standard 02.02-37-476:2006]. 2007. Valid from May 1, 2007. Kyiv, Minahropolityky Ukrayiny, 32 p. (in Ukrainian).

Електронні ресурси:

WeatherUnderground [Weather Forecast and Reports – Long Range and Local]. 2017. [Electronic resource]. The Weather Company, LLC. Available from: <https://www.wunderground.com/history/airport/UKHH> (last accessed date 08.11.2017).

Sanitarni pravyla v lisakh Ukrayiny [Sanitary Forests Regulations in Ukraine]. 2016. [Electronic resource]. Postanova Kabinetu Ministriv Ukrayiny vid 26 zhovtnya 2016 r. No 756. Available from: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/555-95-p> (last accessed date 08.11.2017) (in Ukrainian).

Анотацію англійською і російською мовами набирають за такими ж правилами, як і українською, але вміщують після «ПОСИЛАНЬ». Перед текстом анотації англійською й російською мовами (10 рт) вміщують прізвища та ініціали авторів, назву статті, назву установи, після тексту анотації – ключові слова.

Окремим файлом (формат **.doc, .rtf**) до статті необхідно подати **розширене резюме (SUMMARY) англійською мовою (загальна кількість знаків без пробілів 2700–3000)**. Резюме повинно бути відповідним чином структурованим, зокрема має містити такі структурні елементи: **Introduction, Materials and Methods, Results, Conclusions, Key words**. Таке резюме у паперовому варіанті друкуватися не буде, але є обов'язковим для розміщення на веб-сторінці видання.

Веб-сторінка збірника «Лісівництво і агролісомеліорація»:

<http://forestry-forestmelioration.org.ua/>

ДОВІДКА РЕЦЕНЗЕНТА

Рецензент статей, які можуть бути надруковані у збірнику наукових праць «Лісівництво і агролісомеліорація», має звернути увагу на такі аспекти.

1. Назва статті – чи відображає зміст і мету статті, чи є достатньо унікальною (з уточненням регіону, лісорослинних умов тощо) і достатньо лаконічною.

2. Чи тема відповідає науковому профілю збірника?

3. Чи є тема актуальною, чи містить новизну та практичне значення?

4. Резюме – чи відповідає змісту та висновкам, чи достатнього обсягу (50–70 слів)?

5. Резюме англійською мовою, яке має розміщуватися на сайті, має містити 100–250 слів і бути структурованим: *Introduction. Materials and Methods. Results. Discussion. Conclusions.*

6. Ключові слова мають бути адекватні статті (до 5 слів чи словосполучень).

7. У Вступі має бути наведено стан питання, вказано, що не вивчено або вивчено недостатньо, які є суперечні дані. В кінці вступу має бути сформульована мета статті.

8. Матеріали й методи. Де, коли і як проведені дослідження. Які статистичні методи використано для аналізу одержаних даних.

9. Результати та обговорення. Чи результати дослідження вірно представлені? Чи коректно побудовані таблиці та графіки? Чи на всі таблиці та рисунки є посилання у тексті? Звернути увагу на точність округлення цифр у графіках і таблицях, на наявність пояснень символів у примітках. Чи наявний аналіз отриманих даних, порівняння з подібними публікаціями з інших регіонів? Дати можливі пропозиції за необхідності.

10. Чи висновки повно і вірно ілюструють результати дослідження, чи вони впливають із результатів? Чи наведено пропозиції для майбутніх досліджень?

11. Чи можуть або мають деякі частини статті бути скорочені, вилучені, розширені або перероблені? Чи є рекомендації з погляду стилю і мови?

12. Список літератури. Чи задовільні кількість літературних джерел і доцільність посилань? Чи оформлений список літератури за абеткою та згідно із сучасними вимогами, чи на всі джерела списку є посилання у тексті?

13. Рекомендації:

a. опублікувати без змін

b. може бути опублікована після незначних змін

c. може бути опублікована після значних змін

d. має бути відхилена

Додаткові думки, зауваження та рекомендації рецензента:

Підпис рецензента

ЗМІСТ

ЛІСІВНИЦТВО	
<i>Андрущенко О. П., Румянцев М. Г., Бондар О. Б. Живий надґрунтовий покрив у природних дубових насадженнях південно-східного Лісостепу України</i> <i>Andrushchenko O. P., Rumiantsev M. H., Bondar O. B. Herbaceous ground vegetation in natural oak stands within south-east Forest-Steppe zone of Ukraine</i>	3
СЕЛЕКЦІЯ, ДЕНДРОЛОГІЯ	
<i>Колчанова О. В., Лось С. А. Методичні аспекти вивчення формового різноманіття ліщин на прикладі сортів фундука української селекції</i> <i>Kolchanova O. V., Los S. A. Methodological aspects of the morphological diversity of hazelnuts studying on the example of the Ukrainian selection cultivars</i>	10
<i>Терещенко Л. І., Лось С. А., Грачова М. А., Риженко Т. С. Клен цукровий (Acer saccharum Marshall) в умовах Харківської області</i> <i>Tereshchenko L. I., Los S. A., Grachova M. A., Ryzhenko T. S. Sugar maple (Acer saccharum Marshall) in the conditions of the Kharkiv region</i>	21
ЛІСОВІДТВОРЕННЯ, АГРОЛІСОМЕЛІОРАЦІЯ, ФІТОМЕЛІОРАЦІЯ	
<i>Висоцька Н. Ю., Юрченко В. А. Види роду Populus L. у захисних лісах Луганської області</i> <i>Vysotska N. Yu., Yurchenko V. A. Populus L. in protective forests of Luhansk region</i>	30
<i>Сидоренко С. В., Сидоренко С. Г. Сучасний стан і ріст полезахисних лісових смуг Харківської області та їхня меліоративна ефективність</i> <i>Sydorenko S. V., Sydorenko S. H. Current status and growth of shelterbelts in the Kharkiv region and their meliorative efficiency</i>	39
<i>Тарнопільський П. Б. Лісові культури дуба червоного (Quercus rubra L.) з вільхою сірою (Alnus incana (L.) Moench) на рекультивованих землях у Лісостепу</i> <i>Tarnopilsky P. B. Forest planted stands of red oak (Quercus rubra L.) with grey alder (Alnus incana (L.) Moench) on reclaimed lands in the Forest-Steppe</i>	54
ЕКОЛОГІЯ І МОНІТОРИНГ	
<i>Бондарук М. А., Целищев О. Г. Адвентивна компонента лісових фітоценозів Лісостепу України</i> <i>Bondaruk M. A., Tselishchev O. G. The adventitious constituent in forest phytocoenoses of Forest-Steppe of Ukraine</i>	65
<i>Гудима В. Д., Парпан Т. В., Пліхтяк П. П. Функціонально-цільова та вікова структура гірських лісів Українських Карпат</i> <i>Hudyma V. D., Parpan T. V., Plikhtyak P. P. The functional and age structure of the mountain forests of the Ukrainian Carpathians</i>	71
<i>Коваль І. М., Ворон В. П., Сидоренко С. Г. Депонування вуглецю в пірогенно пошкоджених соснових молодняках Лівобережного Лісостепу</i> <i>Koval I. M., Voron V. P., Sydorenko S. H. Carbon sequestration in the young pine stands damaged by fire within Left-Bank Forst-Steppe</i>	78
<i>Лакида П. І., Ловинська В. М. Фітомаса компонентів крони дерев Pinus sylvestris L. Північного Степу України</i> <i>Lakyda P. I., Lovynska V. M. Phytomass of the crowns components of Pinus sylvestris L. trees within Northern Steppe of Ukraine</i>	85
<i>Мельник С. С. Динаміка радіального приросту пошкоджених низовою пожежею середньовікових сосняків зеленої зони міста Харків</i> <i>Melnyk Ye. Ye. The radial increment dynamics of middle-aged pine forests damaged by surface fires in the green zones of Kharkiv city</i>	93
<i>Орлов О. О., Жуковський О. В., Зборовська О. В., Шевчук В. В., Левківський О. В. Результати третього етапу моніторингу акумуляції ¹³⁷Cs видами трав'яно-чагарничкового ярусу дубово-соснових лісів у вологих сугрудах Житомирського Полісся</i> <i>Orlov O. O., Zhukovskiy O. V., Zborovska O. V., Shevchuk V. V., Levkivskiy O. V. Results of the third monitoring stage of ¹³⁷Cs accumulation by species of grass-dwarf-shrub layer of oak-pine forests in moist fairly fertile sites within Zhytomyr Polissya</i>	102
<i>Шышканинець І. Ф., Мазера В. Г. Вплив клімату на радіальний приріст бука в середньовікових деревостанах у верхів'ї басейну річки Латориця</i> <i>Shyshkanynets I. F., Mazera V. G. Influence of climate on the radial increment of beech in the middle-aged stands in upper reaches of the Latorytsya river basin</i>	112

ЗАХИСТ ЛІСУ	
<i>Andreieva O. Y.</i> Climatic factors influencing the vulnerability of Scots pine to bark beetles attacks in the Central Polissya <i>Андреева О. Ю.</i> Кліматичні чинники, що впливають на уразливість сосни звичайної до нападів короїдів у Центральному Поліссі	119
<i>Meshkova V. L., Borysova V. L., Skrylnik Yu. Ye., Zinchenko O. V.</i> European ash health condition in the forest-steppe part of Sumy region <i>Мешкова В. Л., Борисова В. Л., Скрильник Ю. Є., Зінченко О. В.</i> Санітарний стан ясена звичайного у лісостеповій частині Сумської області	128
<i>Порохняч І. В.</i> Особливості поширення верхівкового короїда в соснових деревостанах Східного Полісся <i>Porohnyach I. V.</i> Features of spread of <i>Ips acuminatus</i> Gyll. in pine stands of Eastern Polissya	136
<i>Усцький І. М., Михайліченко О. А.</i> Гранулометричний склад ґрунту в культурах сосни, уражених кореневою губкою, та водний режим в осередках усихання <i>Utsky I. M., Mykhailichenko O. A.</i> Granulometric composition of soil in planted pine stands affected by root rot and water regime in the foci of decline	142
<i>Усцький І. М., Михайліченко О. А.</i> Динаміка патологічних процесів у лісах Харківської області за період 1992–2012 рр. <i>Utsky I. M., Mykhailichenko O. A.</i> Dynamics of pathological processes in forests of Kharkiv region for the period of 1992–2012	149
ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРІВ	157
ДОВІДКА РЕЦЕНЗЕНТА	159