

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 134



Харків – УкрНДЛГА
2019

Головний редактор	д-р с.-г. наук, проф.	В. Л. Мешкова
Заступник головного редактора	канд. с.-г. наук, старш. наук. співроб.	Н. Ю. Висоцька
Відповідальний секретар	канд. фіз.-мат. наук	І. В. Оболоник

Редакційна колегія:

д-р с.-г. наук, старш. наук. співроб.	А. М. Білоус
канд. с.-г. наук, старш. наук. співроб.	І. Ф. Букша
канд. с.-г. наук, старш. наук. співроб.	В. П. Ворон
д-р с.-г. наук, проф.	Ю. І. Гайда
канд. с.-г. наук, доцент	К. В. Давиденко
канд. с.-г. наук, доцент	В. О. Крамарець
д-р біол. наук, проф.	Г. Т. Криницький
канд. с.-г. наук, старш. наук. співроб.	С. А. Лось
д-р с.-г. наук, проф.	О. С. Мігунова
д-р с.-г. наук, проф.	В. П. Пастернак
канд. с.-г. наук, старш. наук. співроб.	О. М. Тарнопільська
д-р с.-г. наук, проф., член-кор. НААН	В. П. Ткач
д-р с.-г. наук, проф.	В. В. Усеня (Республіка Білорусь)
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

Л 50 *Рекомендовано до друку рішенням Ученої ради УкрНДІЛГА, протокол № 7 від 25 червня 2019 р.*
Лісівництво і агролісомеліорація. – Х.: УкрНДІЛГА, 2019. – Вип. 134. – 167 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, 2019. – Iss. 134. – 167 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 KB № 15588-4060P від 12.08.2009
Збірник є фаховим з галузі
сільськогосподарські науки: наказ Міністерства освіти і науки України № 1328 від 21.12.2015



Н. Ю. ВИСОЦЬКА, О. В. КОБЕЦЬ

**ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ ТА ФОРМУВАННЯ ПРИРОДНИХ ПОРОСЛЕВИХ
ДЕРЕВОСТАНІВ ОСИКИ ЄВРОПЕЙСЬКОЇ (*POPULUS TREMULA* L.)**

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

Побудовано математичні моделі та складено ескіз таблиць ходу росту модальних деревостанів осики європейської (*Populus tremula* L.) порослевого походження, які ростуть в умовах свіжого й вологого сугруду в Поліссі, Лісостепу та Степу України, шляхом комплексного аналізу матеріалів повидільної бази даних «Лісовий фонд України» ВО «Укрдержліспроєкт». Розроблені математичні співвідношення характеризують хід росту порослевих осикових деревостанів свіжого та вологого сугрудів. Модальні порослеві осичники ростуть за I класом бонітету в Поліссі та Лісостепу та переважно за II класом – у Степу. Їхній запас у 70-річному віці сягає 290–340 м³ га⁻¹, 260–290 м³ га⁻¹ та 250 м³ га⁻¹ в умовах Полісся, Лісостепу та Степу відповідно. Вік кількісної стиглості осикових насаджень в умовах свіжого та вологого сугруду становить 25–30 років.

Ключові слова: осика, математичні моделі, таблиці ходу росту, свіжий сугруд, вологий сугруд, продуктивність, вік стиглості.

Вступ. Для ефективного збереження лісових ресурсів і їхнього невиснажливого використання в умовах зміни клімату та вирішення проблеми енергетичної незалежності держави на особливу увагу заслуговують насадження швидкорослих порід, зокрема осики. Нині осика по всій території Євразії вважається расами одного високополіморфного виду *viz. P. tremula* (Barnes & Nan 1993). В Україні осика європейська (осика євро-сибірська, осика звичайна, тополя тремтяча) (*Populus tremula* L.) представлена в усіх природно-кліматичних зонах, тому вирощування осикових насаджень (зокрема плантаційне лісорозведення) може стати одним зі шляхів вирішення зазначених питань (Lakyda et al. 2011b). Наразі осикові деревостани зосереджені переважно у Лісостепу та Поліссі в сугрудових і грудових трофотопах і приурочені до вологих гігротопів (Vysotska & Tkach 2016).

Для впровадження екологічно орієнтованого наближеного до природи лісівництва необхідно мати актуальну інформацію щодо особливостей росту лісів. Наявні таблиці ходу росту (ТХР) осикових деревостанів (за А. Р. Варгасом, де Бедмаром, О. В. Тюріним та ін.) не враховують регіональних особливостей росту цього виду (Bilous 2009, Lakyda et al. 2011a, 2011b). Крім того, більшість ТХР розроблено переважно для нормальних (повних) деревостанів. З огляду на це виникає необхідність дослідження особливостей ходу росту модальних деревостанів, а також розроблення та впровадження відповідних таблиць.

Актуальність досліджень визначається необхідністю вивчення закономірностей росту й продуктивності осики в найбільш поширених едатопах у різних природно-кліматичних умовах рівнинної частини України. Удосконалення та оновлення лісотаксаційних нормативів з урахуванням типів лісорослинних умов сприятиме вирішенню актуальних завдань як поточної інвентаризації осикових деревостанів, так і прогнозування динаміки їхнього росту.

Метою роботи є моделювання ходу росту осикових деревостанів в умовах свіжого та вологого сугруду в різних природних зонах рівнинної частини України та аналіз його особливостей.

Матеріали й методи. Для визначення особливостей росту та формування модальних деревостанів і побудови таблиць ходу росту за загальноприйнятими методиками (Anuchin 1982, Pasternak 1990, Storchinskiy 1992, Lakyda et al. 2006, Miklush 2007, Hrom 2010) використано повидільну базу даних ВО «Укрдержліспроєкт» станом на 01.01.2011. Зокрема для забезпечення достатньої вибірки для побудови математичних моделей росту проаналізовано 2450 таксаційних виділів осикових деревостанів. Оброблення даних здійснювали згідно із загальноприйнятими у лісівництві та лісовій таксації методиками (Anuchin 1982, Hrom 2010) і методами математичної статистики (Lapach et al. 2001).

Результати та обговорення. У роботі наведено ескіз таблиць ходу росту, оскільки моделювання частини, що вирубується, є ускладненим через відмінності у веденні господарства в лісах різних категорій і значні площі природних зон. За результатами аналізу повидільної бази даних ВО «Укрдержліспроект» загальна площа насаджень осики в рівнинних лісах, що перебувають у постійному користуванні лісогосподарських підприємств, підпорядкованих Держлісагентству, становить 34,3 тис. га. Переважна частка осичників росте в Поліссі та Лісостепу (47 % та 46 % відповідно), і лише 7 % – у Степу. У Лісостепу та Степу насадження осики зосереджені переважно в Лівобережній частині України (табл. 1). За походженням переважають природні порослеві деревостани, частка площі яких у Поліссі становить 86 %, у Лісостепу – 84 %, в Степу – 93 %. Частка більш стійких осичників природного насінневого походження є порівняно невеликою – 8, 11 та 3 % відповідно.

Таблиця 1

Розподіл площі насаджень осики за походженням в розрізі природних зон та лісогосподарських округів

Лісогосподарський округ	Показник	Походження		
		природне порослеве	природне насінне	разом
Східне (Києво-Чернігівське) Полісся	га	7877,7	659,2	8536,9
	%	92,3	7,7	100
Західне та Центральне Полісся	га	6846,6	631,2	7477,8
	%	91,6	8,4	100
Полісся – разом	га	14724,3	1290,4	16014,7
	%	91,9	8,1	100
Західноукраїнський лісостеповий	га	2212,9	851,1	3064,0
	%	72,2	27,8	100
Дністровсько-Дніпровський лісостеповий	га	555,7	153,4	709,1
	%	78,4	21,6	100
Лівобережно-Дніпровський лісостеповий	га	7028,6	497,7	7526,3
	%	93,4	6,6	100
Середньоруський лісостеповий	га	4252,4	291,9	4544,3
	%	93,6	6,4	100
Лісостеп – разом	га	14049,6	1794,1	15843,7
	%	88,7	11,3	100
Правобережно-Дніпровський північно-степовий	га	55,0	5,8	60,8
	%	90,5	9,5	100
Лівобережно-Дніпровський північно-степовий	га	1125,8	19,0	1144,8
	%	98,4	1,6	100
Донецько-Донський північно-степовий	га	1127,2	25,4	1152,6
	%	97,8	2,2	100
Причорноморсько-Приазовський південно-степовий	га	74,7	12,8	87,5
	%	85,4	14,6	100
Степ – разом	га	2382,7	63,0	2445,7
	%	97,4	2,6	100

Більшість деревостанів осики в Україні ростуть в умовах свіжих та вологих сугрудів та грудів. Частка площі осичників свіжих та вологих сугрудів у Поліссі становить 55 %, у Лісостепу – 37 %, у Степу – 13 %. Частка площі насаджень свіжих і вологих грудів становить 11, 57 та 66 % відповідно (табл. 2).

Серед осичників природного порослевого походження свіжого та вологого сугруду переважають високопродуктивні насадження. Так, у Поліссі та Лісостепу переважають деревостани I класу бонітету, частка площі яких становить 43–44 % та 37–43 % відповідно. У Степу переважають деревостани II класу бонітету, частка площі яких дорівнює 39 % (табл. 3).

Таблиця 2

Розподіл площі насаджень осики за типами лісорослинних умов (ТЛУ) в розрізі природних зон

ТЛУ	Природна зона					
	Полісся		Лісостеп		Степ	
	га	%	га	%	га	%
Сухий бір (A ₁)	–	–	0,2	–	0,7	–
Свіжий бір (A ₂)	6,6	–	7,7	0,1	32,5	1,3
Вологий бір (A ₃)	2,6	–	–	–	6,4	0,3
Сирий бір (A ₄)	4,7	–	–	–	–	–
Мокрий бір (A ₅)	59,9	0,4	–	–	–	–
Сухий суббір (B ₁)	343,2	2,1	1,4	–	20,6	0,8
Свіжий суббір (B ₂)	294,3	1,8	218,2	1,4	150,0	6,1
Вологий суббір (B ₃)	1022,2	6,4	186,5	1,2	160,9	6,6
Сирий суббір (B ₄)	2568,2	16,0	15,9	0,1	7,3	0,3
Мокрий суббір (B ₅)	177,8	1,1	3,2	–	–	–
Сухий сугруд (C ₁)	–	–	9,1	0,1	14,1	0,6
Свіжий сугруд (C ₂)	2911,6	18,2	2231,6	14,1	186,0	7,6
Вологий сугруд (C ₃)	5902,7	36,9	3698,1	23,3	123,2	5,0
Сирий сугруд (C ₄)	793,0	5,0	240,3	1,5	19,5	0,8
Мокрий сугруд (C ₅)	65,4	0,4	5,2	–	–	–
Дуже сухий груд (D ₀)	–	–	–	–	1,1	0,1
Сухий груд (D ₁)	–	–	35,8	0,2	99,5	4,1
Свіжий груд (D ₂)	366,3	2,3	6266,8	39,6	809,7	33,1
Вологий груд (D ₃)	1438,7	9,0	2723,5	17,2	797,4	32,6
Сирий груд (D ₄)	56,2	0,4	196,2	1,2	11,6	0,5
Мокрий груд (D ₅)	1,3	–	4,0	–	5,2	0,2
Разом	16014,7	100	15843,7	100	2445,7	100

Таблиця 3

Розподіл площі осичників природного порослевого походження свіжого та вологого сугруду за класами бонітету в розрізі природних зон

Клас бонітету	Природна зона					
	Полісся		Лісостеп		Степ	
	га	%	га	%	га	%
Свіжий сугруд (C ₂)						
Ia і вище	460,6	19,5	453,2	25,2	19,3	12,3
I	1008,6	42,7	757,4	42,1	24,8	15,8
II	708,8	30,0	475,3	26,4	61,9	39,5
III	152,6	6,5	91,9	5,1	33,5	21,4
IV	29,1	1,2	20,2	1,1	15,9	10,1
V	1,6	0,1	1,9	0,1	1,4	0,9
Разом	2361,3	100,0	1799,9	100,0	156,8	100,0
Вологий сугруд (C ₃)						
Ia і вище	1116,7	21,6	636,9	21,4	19,9	17,6
I	2286,7	44,2	1112,7	37,3	26,6	23,5
II	1487,9	28,7	842,0	28,3	44,5	39,3
III	225,9	4,4	230,4	7,7	17,6	15,6
IV	56,3	1,1	48,8	1,6	4,5	4,0
V	–	–	110,6	3,7	–	–
Разом	5173,5	100,0	2981,4	100,0	113,1	100,0

Для аналізу особливостей росту осикових насаджень побудовано ескіз таблиць ходу росту природних порослевих насаджень свіжого й вологого сугруду Полісся, Лісостепу та Степу. Для розроблення математичних моделей росту й продуктивності модальних

деревостанів важливим є визначення кореляційного зв'язку між їхніми таксаційними показниками. Напрям і тісноту зв'язків між таксаційними показниками модальних деревостанів встановлювали за величинами коефіцієнтів кореляції (табл. 4), які допомагають визначитися у підборі аргументів під час розроблення регресійних моделей (Lapach et al. 2001). Вік A , висота H , діаметр D , сума площ перерізів на 1 га G , запас на 1 га M характеризуються прямопропорційними тісними зв'язками, кількість дерев на 1 га N відрізняється оберненопропорційним зв'язком щодо інших показників.

Таблиця 4

**Кореляційна матриця таксаційних показників природних порослевих осикових деревостанів
свіжого та вологого сугруду**

Таксаційний показник	A , років	H , м	D , см	N , шт.·га ⁻¹	G , м ² ·га ⁻¹	M , м ³ ·га ⁻¹
Західне та Центральне Полісся (сірий фон) і Східне Полісся						
A , років	1	0,976	0,999	-0,680	0,808	0,970
H , м	0,977	1	0,986	-0,794	0,913	0,999
D , см	0,998	0,989	1	-0,706	0,835	0,982
N , шт.·га ⁻¹	-0,665	-0,776	-0,694	1	-0,956	-0,787
G , м ²	0,717	0,837	0,752	-0,979	1	0,913
M , м ³ ·га ⁻¹	0,957	0,996	0,973	-0,799	0,868	1
Правобережний Лісостеп (сірий фон) і Лівобережний Лісостеп						
A , років	1	0,980	0,996	-0,656	0,726	0,968
H , м	0,982	1	0,992	-0,762	0,837	0,999
D , см	0,998	0,992	1	-0,690	0,766	0,985
N , шт.·га ⁻¹	-0,662	-0,763	-0,692	1	-0,978	-0,778
G , м ²	0,909	0,969	0,931	-0,893	1	0,856
M , м ³ ·га ⁻¹	0,956	0,994	0,974	-0,793	0,982	1
Лівобережна частина Степу						
A , років	1	0,979	0,996	-0,714	0,823	0,972
H , м	0,979	1	0,992	-0,821	0,915	0,999
D , см	0,996	0,992	1	-0,751	0,859	0,989
N , шт.·га ⁻¹	-0,714	-0,821	-0,751	1	-0,977	-0,821
G , м ²	0,823	0,915	0,859	-0,977	1	0,918
M , м ³ ·га ⁻¹	0,972	0,999	0,989	-0,821	0,918	1

Важливим таксаційним показником для встановлення ходу росту є середня висота деревостану, оскільки з нею пов'язані решта параметрів деревостану; вона має меншу варіацію, якщо порівняти з іншими таксаційними показниками – діаметром, кількістю стовбурів, сумою площ перерізу, запасом. Для моделювання висоти було використано функцію Мітчерліха, яка має широке застосування для вивчення процесів росту (Pasternak 1990, Lakyda et al. 2006). Базовим віком прийнято 70 років, оскільки, згідно із базою даних, у цьому віці осичники характеризуються максимальними запасами. Після багатоваріантного пошуку моделей для апроксимації середньої висоти модальних порослевих осикових деревостанів підібрано функції (1–5):

$$H_{\text{Зах.-Центр. Полісся}} = 1,20 \times (1 - e^{-0,027 \times A})^{1,11} \times H_{70}^{\text{БАЗ}}; \quad (1)$$

$$H_{\text{Схід. Полісся}} = 1,19 \times (1 - e^{-0,027 \times A})^{1,06} \times H_{70}^{\text{БАЗ}}; \quad (2)$$

$$H_{\text{Правобер. Лісостеп}} = 1,25 \times (1 - e^{-0,024 \times A})^{1,08} \times H_{70}^{\text{БАЗ}}; \quad (3)$$

$$H_{\text{Лівобер. Лісостеп}} = 1,23 \times (1 - e^{-0,025 \times A})^{1,08} \times H_{70}^{\text{БАЗ}}; \quad (4)$$

$$H_{\text{Степ}} = 1,21 \times (1 - e^{-0,026 \times A})^{1,09} \times H_{70}^{\text{БАЗ}}; \quad (5)$$

де $H_{70}^{\text{БАЗ}}$ – висота деревостану в базовому віці (70 років), м.

Ріст за висотою модальних осикових деревостанів Полісся та Лісостепу відбувається у межах I класу бонітету загальнобонітетної шкали для порослевих деревостанів, деревостанів Степу – у межах II класу бонітету (рис. 1).

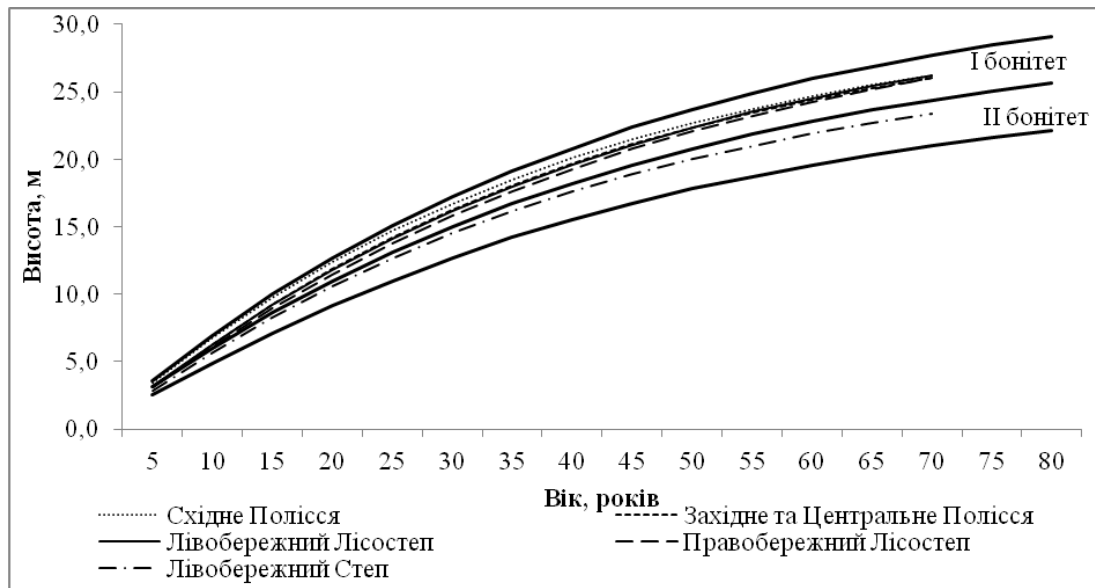


Рис. 1 – Динаміка висоти модальних порослевих осикових деревостанів у розрізі природних зон

На значення середнього діаметра найбільшою мірою впливають вік і висота деревостану, тому для моделювання середнього діаметра використали відношення діаметра до висоти (D/H), зміна з віком якого апроксимується функціями (6–10):

$$\frac{D}{H_{\text{Зах.-Центр. Полісся}}} = -0,000028 \times A^2 + 0,0098 \times A + 0,605, \quad R^2 = 0,99; \quad (6)$$

$$\frac{D}{H_{\text{Схід. Полісся}}} = -0,000004 \times A^2 + 0,00806 \times A + 0,634, \quad R^2 = 0,99; \quad (7)$$

$$\frac{D}{H_{\text{Правобер. Лісостеп}}} = -0,000043 \times A^2 + 0,0103 \times A + 0,612, \quad R^2 = 0,99; \quad (8)$$

$$\frac{D}{H_{\text{Лівобер. Лісостеп}}} = -0,000062 \times A^2 + 0,0121 \times A + 0,574, \quad R^2 = 0,99; \quad (9)$$

$$\frac{D}{H_{\text{Степ}}} = -0,000062 \times A^2 + 0,0121 \times A + 0,574, \quad R^2 = 0,99. \quad (10)$$

Одним із основних таксаційних показників деревостану є сума площ перерізів стовбурів G . Для визначення абсолютної повноти модальних деревостанів використано базу даних лісовпорядкування. Суму площ поперечних перерізів повних деревостанів узято із нормативно-довідкових матеріалів для осикових насаджень (Kashpor & Strochinskiy 2013), вона добре апроксимується функцією (11):

$$G = 0,00169 \times A^3 - 0,128 \times A^2 + 3,734 \times A, \quad R^2 = 0,98. \quad (11)$$

Фактичну суму площ перерізів визначали через відносну повноту P , використовуючи електронну базу даних ВО «Укрдержліспроект». Динаміку відносної повноти осичників добре описують поліноми другого порядку (12–16):

$$P_{\text{Зах.-Центр. Полісся}} = 0,000036 \times A^2 - 0,00685 \times A + 0,924, \quad R^2 = 0,99; \quad (12)$$

$$P_{\text{Схід. Полісся}} = 0,000036 \times A^2 - 0,002005 \times A + 0,861, \quad R^2 = 0,99; \quad (13)$$

$$P_{\text{Правобер. Лісостеп}} = 0,000036 \times A^2 - 0,00775 \times A + 0,923, \quad R^2 = 0,99; \quad (14)$$

$$P_{\text{Лівобер. Лісостеп}} = 0,000057 \times A^2 - 0,00861 \times A + 0,930, \quad R^2 = 0,99; \quad (15)$$

$$P_{\text{Степ}} = 0,0000192 \times A^2 - 0,00402 \times A + 0,810, \quad R^2 = 0,98. \quad (16)$$

Моделювання динаміки видових чисел проводили з використанням видової висоти HF . Залежність видових висот від віку описують поліноміальні функції другого порядку (17–21):

$$HF_{\text{Зах.-Центр. Полісся}} = 0,000018 \times A^2 - 0,00402 \times A + 0,358, \quad R^2 = 0,99; \quad (17)$$

$$HF_{\text{Схід. Полісся}} = 0,0000113 \times A^3 - 0,00303 \times A^2 + 0,314 \times A + 0,705, \quad R^2 = 0,99; \quad (18)$$

$$HF_{\text{Правобер. Лісостеп}} = 0,000009 \times A^3 - 0,00256 \times A^2 + 0,294 \times A + 0,593, \quad R^2 = 0,99; \quad (19)$$

$$HF_{\text{Лівобер. Лісостеп}} = 0,00001 \times A^3 - 0,0028 \times A^2 + 0,307 \times A + 0,5, \quad R^2 = 0,99; \quad (20)$$

$$HF_{\text{степ}} = 0,000017 \times A^3 - 0,0037 \times A^2 + 0,324 \times A, \quad R^2 = 0,98. \quad (21)$$

Решту параметрів для деревостанів (запас насадження, видове число, середню та поточну зміни запасу) визначали за загальноприйнятими формулами лісової таксації (Anuchin 1982). Встановлені математичні співвідношення дають змогу з достатньою точністю характеризувати хід росту природних порослевих осикових деревостанів свіжого та вологого сугрудів. Коефіцієнти детермінації свідчать про високий рівень достовірності моделей. Виходячи з цього, наведені співвідношення було використано для формування таблиць ходу росту модальних деревостанів (табл. 5).

Таблиця 5

**Ескіз таблиць ходу росту модальних природних порослевих осикових деревостанів
свіжого та вологого сугрудів**

A, років	H, м	D, см	N, шт.	G, м ² ·га ⁻¹	f	M, м ³ ·га ⁻¹	ΔM, м ³ ·га ⁻¹ ·рік ⁻¹	
							середній	поточний
Західне та Центральне Полісся – І клас бонітету								
5	3,1	2,0	31000	9,3	0,545	16	3,2	3,2
10	6,3	4,4	11467	17,2	0,507	55	5,5	7,8
15	9,2	6,9	5622	20,8	0,492	94	6,3	7,8
20	11,8	9,3	3368	22,9	0,483	131	6,6	7,4
25	14,2	11,8	2220	24,2	0,473	163	6,5	6,4
30	16,2	14,2	1595	25,2	0,469	191	6,4	5,6
35	18,1	16,5	1210	25,9	0,463	217	6,2	5,2
40	19,7	18,8	939	26,1	0,459	236	5,9	3,8
45	21,1	20,9	764	26,2	0,455	252	5,6	3,2
50	22,4	23,0	624	25,9	0,451	262	5,2	2,0
55	23,5	24,9	526	25,6	0,448	270	4,9	1,6
60	24,4	26,6	459	25,5	0,446	278	4,6	1,6
65	25,3	28,4	401	25,4	0,444	285	4,4	1,4
70	26,0	30,0	356	25,2	0,443	290	4,1	1,0
Східне Полісся – І клас бонітету								
5	3,5	2,3	25500	10,2	0,633	22	4,4	4,4
10	6,8	4,8	9778	17,6	0,526	63	6,3	8,2
15	9,7	7,3	5095	21,4	0,491	102	6,8	7,8
20	12,3	9,8	3187	23,9	0,476	140	7,0	7,6
25	14,7	12,2	2214	25,9	0,467	177	7,1	7,4
30	16,7	14,6	1635	27,3	0,462	211	7,0	6,8
35	18,5	16,9	1263	28,3	0,458	240	6,9	5,8
40	20,1	19,1	997	28,6	0,456	262	6,6	4,4
45	21,5	21,2	822	29,0	0,454	283	6,3	4,2
50	22,7	23,3	685	29,2	0,453	300	6,0	3,4
55	23,7	25,3	581	29,2	0,451	313	5,7	2,6
60	24,7	27,2	503	29,2	0,450	324	5,4	2,2
65	25,5	29,1	438	29,1	0,449	333	5,1	1,8
70	26,2	30,9	381	28,6	0,448	340	4,8	1,4
Правобережний Лісостеп – І клас бонітету								
5	3,1	2,0	31000	10,5	0,648	19	3,8	3,8
10	6,1	4,4	11133	19,6	0,536	55	5,5	7,2
15	8,9	6,8	5528	24,6	0,499	89	5,9	6,8
20	11,5	9,2	3318	28,1	0,481	121	6,1	6,4
25	13,8	11,6	2189	30,9	0,471	150	6,0	5,8
30	15,8	13,9	1572	33,2	0,465	176	5,9	5,2
35	17,7	16,2	1194	35,1	0,461	200	5,7	4,8

Закінчення табл. 5

A, років	H, м	D, см	N, шт.	G, м ² ·га ⁻¹	f	M, м ³ ·га ⁻¹	ΔM, м ³ га ⁻¹ ·рік ⁻¹	
							середній	поточний
Правобережний Лісостеп – І клас бонітету(продовж.)								
40	19,3	18,4	921	36,5	0,458	217	5,4	3,4
45	20,8	20,5	739	37,6	0,456	231	5,1	2,8
50	22,1	22,5	611	38,5	0,454	243	4,9	2,4
55	23,2	24,3	515	39,2	0,453	252	4,6	1,8
60	24,3	26,1	439	39,8	0,452	258	4,3	1,2
65	25,2	27,7	381	40,3	0,451	261	4,0	0,6
70	26,0	29,2	334	40,7	0,450	262	3,7	0,2
Лівобережний Лісостеп – І клас бонітету								
5	3,2	2,0	32333	9,7	0,628	19	3,8	3,8
10	6,3	4,3	11333	17,0	0,530	57	5,7	7,6
15	9,2	6,8	5639	20,3	0,495	92	6,1	7,0
20	11,8	9,3	3279	22,3	0,478	126	6,3	6,8
25	14,1	11,8	2156	23,5	0,470	156	6,2	6,0
30	16,2	14,3	1503	24,2	0,463	182	6,1	5,2
35	18,0	16,6	1148	24,8	0,460	205	5,9	4,6
40	19,6	18,8	899	25,0	0,458	224	5,6	3,8
45	21,1	21,0	723	25,0	0,455	240	5,3	3,2
50	22,4	22,9	602	24,8	0,453	252	5,0	2,4
55	23,5	24,7	518	24,8	0,452	263	4,8	2,2
60	24,5	26,4	452	24,7	0,451	273	4,6	2,0
65	25,4	27,9	403	24,6	0,449	281	4,3	1,6
70	26,2	29,3	364	24,5	0,448	288	4,1	1,4
Степ – II клас бонітету								
5	2,9	1,8	25000	7,5	0,536	11	2,2	2,2
10	5,7	3,9	11917	14,3	0,509	41	4,1	6,0
15	8,3	6,1	6172	17,9	0,495	73	4,9	6,4
20	10,6	8,4	3636	20,0	0,486	103	5,2	6,0
25	12,7	10,6	2420	21,3	0,479	129	5,2	5,2
30	14,5	12,8	1729	22,3	0,473	153	5,1	4,8
35	16,1	14,9	1333	23,2	0,467	175	5,0	4,4
40	17,6	16,9	1063	23,8	0,462	194	4,9	3,8
45	18,9	18,8	874	24,3	0,458	210	4,7	3,2
50	20,0	20,5	742	24,5	0,454	223	4,5	2,6
55	21,0	22,1	641	24,6	0,451	233	4,2	2,0
60	21,9	23,6	563	24,6	0,448	241	4,0	1,6
65	22,7	24,9	503	24,5	0,446	248	3,8	1,4
70	23,4	26,1	456	24,4	0,445	254	3,6	1,2

За даними побудованих таблиць ходу росту найпродуктивнішими є модальні осичники Східного Полісся, запас яких у 70-річному віці сягає 335 м³·га⁻¹ (рис. 2).

Продуктивність осикових деревостанів Західного та Центрального Полісся і Лівобережного Лісостепу є близькою (290 м³·га⁻¹ у базовому віці). Продуктивність осичників Правобережного Лісостепу з віком знижується та наближається до показників деревостанів Степу. Так, у 70-річному віці їхні запаси становлять 260 та 250 м³·га⁻¹ відповідно. У відносних показниках осичники Полісся за запасом переважають деревостани Лісостепу на 5–16 %, при чому з віком ця різниця збільшується. Модальні осикові деревостани Степу за запасом поступаються деревостанам Полісся та Лісостепу на 12–50 та 3–42 % відповідно, проте з віком різниця у відносних показниках між ними зменшується.

Так, за нашими даними запас модальних осичників Полісся I класу бонітету до 30–35-річного віку перевищує відповідні значення, наведені у літературі (Bilous 2009), на 4–34 %.

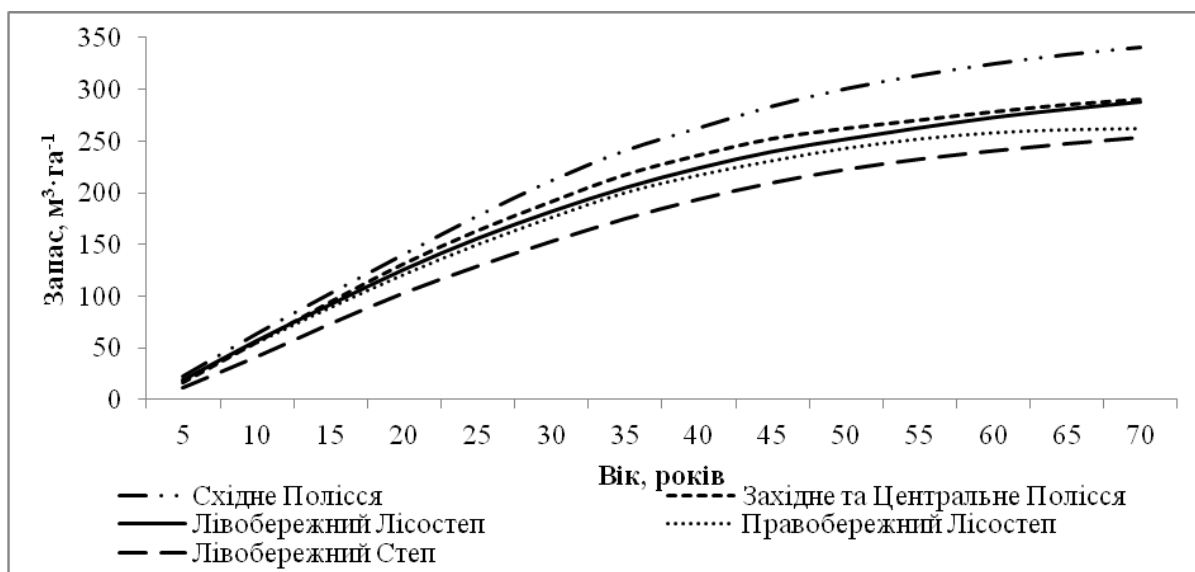


Рис. 2 – Динаміка запасів модальних порослевих осикових деревостанів свіжого та вологого сугрудів

З віком різниця між ними поступово нівелюється, і, починаючи із 40 років, запас деревостанів за нашими даними поступається літературним, при чому з віком різниця збільшується від 5 до 30 % (рис. 3).

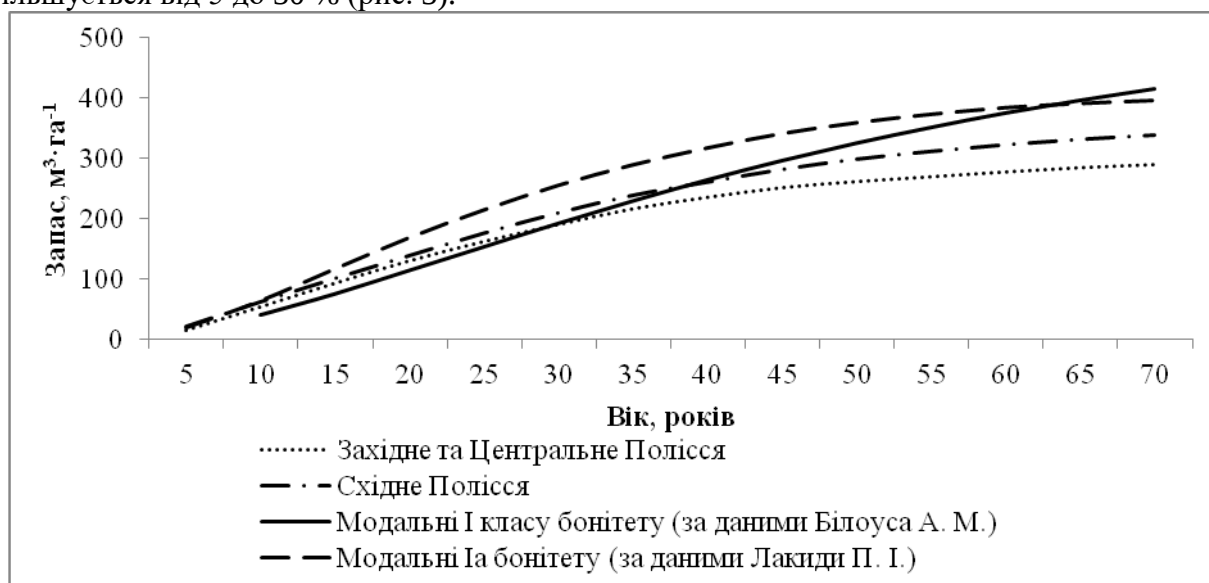


Рис. 3 – Динаміка запасів осикових деревостанів I–I^a класів бонітету в умовах Полісся України

Запаси чистих модальних осичників I^a класу бонітету за даними Лакиди П. І. (Lakyda et al. 2011a) перевищують наші відповідні показники на 13–28 %. З віком різниця між запасами деревостанів I^a та I класів бонітету зростає. Загалом криві запасів деревостанів обох класів бонітету є подібними, тому розроблені математичні співвідношення адекватно описують хід росту досліджуваних осичників.

Таблиці ходу росту модальних деревостанів слід використовувати під час планування обсягів проміжного користування, зокрема – рубок догляду. До найважливіших елементів у системі ведення лісового господарства належить вік стиглості. Цей показник залежить від породного складу, умов місцезростання, походження, класу бонітету, режиму господарювання (Tkach et al. 2002).

Вік кількісної стиглості модальних деревостанів визначається за співвідношенням середніх та поточних змін запасу, наведених у таблицях ходу росту. У віці кількісної стиглості середній приріст насадження сягає максимальної величини та дорівнює поточному.

Вік кількісної стиглості модальних порослевих осикових деревостанів, визначений за зміною запасу, є майже однаковим у всіх досліджуваних природних зонах – Поліссі, Лісостепу та Степу – і становить 25–28 років (рис. 4).

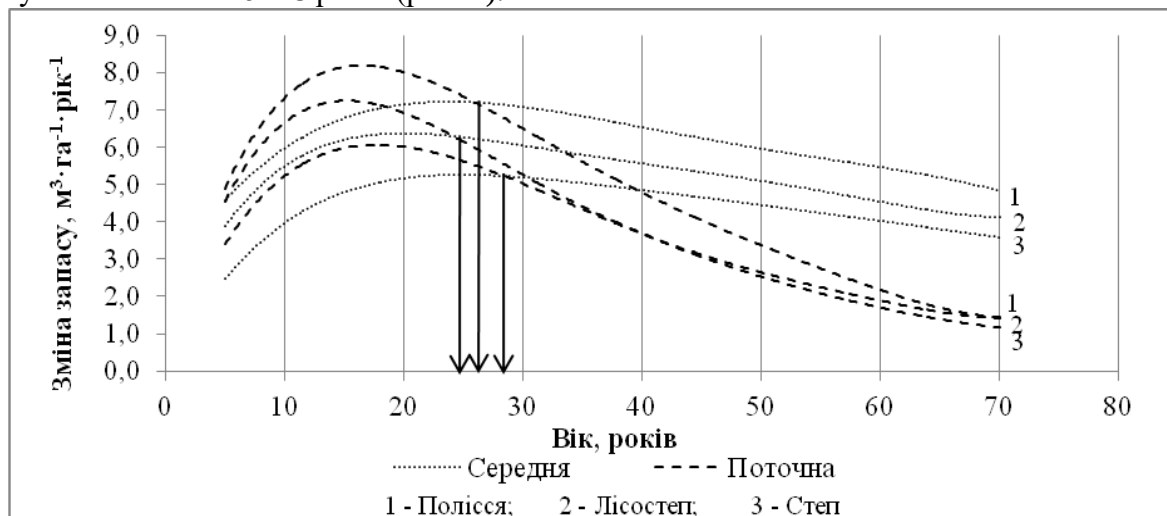


Рис. 4 – Динаміка зміни запасу модальних порослевих осикових деревостанів свіжого та вологого сугрудів

Отримані результати в подальшому доцільно враховувати під час обґрунтування й уточнення віків стиглості осикових деревостанів з огляду на їхнє походження, продуктивність та лісорослинні умови.

Висновки. Насадження осики зосереджені в Поліссі та Лісостепу та представлені переважно порослевими деревостанами I класу бонітету, що ростуть в умовах свіжих і вологих сугрудів і грудів. У Лісостепу та Степу насадження осики зосереджені переважно в Лівобережній частині України, а в Поліссі – в обох частинах.

Розроблені таблиці ходу росту об'єктивно характеризують особливості росту й формування модальних порослевих осикових деревостанів рівнинної частини України, тому їх доцільно використовувати для планування обсягів проміжного користування. Вік кількісної стиглості порослевих насаджень, визначений за зміною запасу, припадає на третій клас віку та становить 25–30 років, що слід враховувати під час обґрунтування й уточнення віків стиглості осикових деревостанів.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

- Anuchin, N. P. 1982. Lesnaya taksatsiya [Forest Mensuration]. Moscow, Lesnaya Promyshlennost, 552 p. (in Russian).
- Bilous, A. M. 2009. Nadzemna fitomasa ta deponovanny vuhlets osykovykh derevostaniv Skhidnoho Polissya Ukrayiny [The above-ground phytomass and carbon sequestration of aspen stands of Eastern Polissia of Ukraine]. Diss. na здобuttya. nauk. stupenya kand. s.-g. nauk [PhD dissertation]. Kyiv, 188 p. (in Ukrainian).
- Barnes, B. V. and Han, F. Q. 1993 Phenotypic variation of Chinese aspens and their relationship to similar taxa in Europe and North America. Can. J. Bot., 71: 799–815.
- Hrom, M. M. 2010. Lisova taksatsiya [Forest Mensuration]. Lviv, RVV NLTU (in Ukrainian).
- Kashpor, S. M. and Storchinskiy, A. A. 2013. Lisotaksatsiyniy dovidnik [Forest Mensuration Directory]. Kyiv, Vyd. dim "Vinnichenko" (in Ukrainian).
- Lakyda, P. I., Lashchenko, A. G., Lashchenko, M. M. 2006. Biologichna produktyvnist dubovykh derevostaniv Podillya [Biological productivity of oak stands in Podillya]. Kyiv, NNTs IAE, 196 p. (in Ukrainian).
- Lakyda, P. I., Bilous, A. M., Vasylyshyn, R. D., Terentyev, A. Yu., Atamanchuk, R. V. 2011a. Khid rostu chystykh modalnykh derevostaniv myahkolystyanykh porid Polissya Ukrayiny [Growth of pure modal stands of softwood broadleaved species in Ukrainian Polissya]. Naukovi dopovidi NUBiP Ukrayiny [Scientific reports of NULES of Ukraine], 1 (23), 159–164 (in Ukrainian).
- Lakyda, P. I., Vasylyshyn, R. D., Terentiev, A. Yu., Lashchenko, A. H., Bala O. P. 2011b. Khid rostu modalnykh sosnovykh derevostaniv, stvorenykh na zemlyah, scho vyishly iz silskogospodarskogo vykorystannya [Yield table of modal pine forests created on lands that have come out of agricultural use]. Naukovyy visnik NUBIPU : Lisivnytstvo ta

dekoratyvne sadivnytstvo [Scientific Bulletin of NULES of Ukraine. Series: Forestry and decorative gardening], 164 (1): 68–78 (in Ukrainian).

Lapach, S. N., Chubenko, A. V., Babych, P. N. 2001. Statistical methods in biomedical research using Excel (2nd ed.). Kiev, Morion (in Russian).

Miklush, S. I. 2007. Modelyuvannya rostu nasadzhen za materialami povidilnoyi bazi danih [Modeling of stands growth based on materials of the database]. Naukoviy visnik NAU : Lisivnytstvo ta dekoratyvne sadivnytstvo, 106, 191–200 (in Ukrainian).

Pasternak, V. P. 1990. Regulirovaniye produktivnosti iskusstvennykh elnikov Karpat. Diss. na soisk. uchenoy stepeni kand. s.-h. nauk [PhD dissertation]. Kyiv, 164 p. (in Russian).

Strochinskiy, A. A. 1992. Metodicheskoe i normativno-informatsionnoe obespechenie sistemy regulirovaniya produktivnosti lesnykh nasazhdeniy na Ukraine Diss. na soisk. uchenoy stepeni kand. s.-h. nauk [PhD dissertation]. Kyiv, 70 p. (in Russian).

Tkach, V. P., Pasternak, V. P., Buksha, I. F. 2002. Viki styglosti lisiv Ukrayiny ta shlyahy udoskonalennya lisokorystuvannya [Ages of maturity in Ukrainian forests and ways of felling system improvement]. Lisivnytstvo i agrolisomeliorsiya [Forest and forest melioration], 101, 98–104 (in Ukrainian).

Vysotska, N. Yu. and Tkach, V. P. 2016. Derevostany topoli ta osyky v Ukrayini [Poplar and aspen stands in Ukraine]. Lisivnytstvo i agrolisomeliorsiya [Forest and forest melioration], 128: 20–27 (in Ukrainian).

Vysotska N. Yu., Kobets O. V.

SPECIFICITIES OF GROWTH AND FORMATION OF THE EUROPEAN ASPEN (*POPULUS TREMULA* L.) NATURAL COPPICE STANDS

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

Mathematical models and yield table sketch were constructed for the modal stands of European aspen (*Populus tremula* L.) growing in fresh and moist fairly fertile forest types in the Polissya, Forest-Steppe and Steppe zones of Ukraine. To determine the characteristics of growth and formation of the modal stands and to develop yield tables, the data of forest inventory database of Ukrderzhlisproekt Production Association were analyzed using standard techniques. The developed mathematical relations precisely characterize the growth course of natural coppice stands of the European aspen in fresh and moist fairly fertile forest types. In the Polissia and Forest-Steppe zones modal coppice stands of European aspen grow according to the 1st productivity class, and mainly according to the 2nd productivity class – in the Steppe zone. Their growing stock volume at the age of 70 reaches 290–340 m³ ha⁻¹, 260–290 m³ ha⁻¹ and 250 m³ ha⁻¹ in the conditions of Polissia, Forest-Steppe and Steppe, respectively. The age of the quantitative maturity of the aspen stands in fresh and moist fairly fertile forest types is 25–30 years.

Key words: aspen, mathematical models, yield tables, fresh fairly fertile forest type, moist fairly fertile forest type, productivity, maturity age.

Высоцкая Н. Ю., Кобец А. В.

ОСОБЕННОСТИ РОСТА И ФОРМИРОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ ПОРОСЛЕВЫХ ДРЕВОСТОЕВ ОСИНЫ ЕВРОПЕЙСКОЙ (*POPULUS TREMULA* L.)

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

Путем комплексного анализа древостоев в лесохозяйственных предприятиях Гослесагентства Украины по материалам электронной выделительной базы данных «Лесной фонд Украины» ПО «Укрлеспроект» построены математические модели и составлен эскиз таблиц хода роста модальных древостоев осины европейской (*Populus tremula* L.) порослевого происхождения, которые растут в условиях свежего и влажного сугруда в Полесье, Лесостепи и Степи Украины. Разработанные математические модели характеризуют ход роста порослевых осиновых древостоев свежего и влажного сугруда. Модальные порослевые осинники растут по I классу бонитета в Полесье и Лесостепи и преимущественно по II классу – в Степи. Их запас в 70-летнем возрасте достигает 290–340 м³ га⁻¹, 260–290 м³ га⁻¹ и 250 м³ га⁻¹ в условиях Полесья, Лесостепи и Степи соответственно. Возраст количественной спелости осиновых насаждений в условиях влажного сугруда составляет 25–30 лет.

Ключевые слова: осина, математические модели, таблицы хода роста, свежий сугруд, влажный сугруд, продуктивность, возраст спелости.

E-mail: vysotska@uriffm.org.ua; alexei_kobec@ukr.net

Одержано редколегією 09.04.2019



В. П. ТКАЧ, О. В. КОБЕЦЬ, М. Г. РУМЯНЦЕВ
СТАН ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ ДУБОВИХ НАСАДЖЕНЬ
СТЕПОВОЇ ЧАСТИНИ УКРАЇНИ

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

За результатами аналізу повидільної бази даних ВО «Укрдержліспроєкт» наведено розподіл площ дубових насаджень степової частини України за походженням, типами лісорослинних умов, категоріями лісів у розрізі адміністративних областей та лісгосподарських округів. Дубові насадження зосереджені в північній частині Степу, у межах Лівобережно-Дніпровського, Донецько-Донського та Правобережно-Дніпровського округів. Переважають порослеві дубняки (51 % площі) та штучні (45 %) насадження. Визначено та проаналізовано середньозважені лісівничо-таксаційні показники дубових насаджень Степу різних категорій лісів, походження і типів лісорослинних умов. Дубові насадження ростуть переважно в сухих (48 %) та свіжих (38 %) ґрудах. Деревостани свіжого ґруду є продуктивнішими, якщо порівнювати з деревостанами сухого ґруду. Встановлено, що дубові ліси лівобережної частини північного Степу характеризуються вищою продуктивністю незалежно від походження. Вікова структура дубових насаджень є розбалансованою, переважають середньовікові деревостани (56 % площі). Серед штучних насаджень частка площі середньовікових деревостанів є ще більшою й становить 81 %. З огляду на це дубові насадження регіону потребують проведення лісгосподарських заходів, спрямованих на оптимізацію їхньої вікової структури та продуктивності.

Ключові слова: Степ, штучні дубові насадження, природні дубові насадження, категорії лісів, таксаційні показники, продуктивність насаджень.

Вступ. В Україні лісорозведення в степовій зоні є одним із пріоритетних напрямів розвитку лісової галузі. Поглиблене вивчення взаємовідносин степу й лісу, численні наукові дослідження щодо причин безлісся степового поясу пов'язані зі з'ясуванням можливостей і вірогідності успіху штучного розведення лісу в цій зоні (Lisy Donechchynu 2015). Для реалізації державної політики щодо збільшення лісистості Степу досвід, набутий у степових лісництвах, є актуальним і незамінним. Україну по праву можна вважати батьківщиною степового лісорозведення, адже його історія творилася, починаючи із середини XIX ст., коли було створено перші степові лісництва – Великоанадольське (1843 р.), Бердянське (1846 р.), Ялинське (1875 р.), Донське (1876 р.), Азовське (1877 р.) та ін. (Redko & Tereshchevskii 1986, Lisy Donechchynu 2015).

У Степу насадження дуба звичайного (*Quercus robur* L.) займають близько 230 тис. га, або третину площі всіх лісових насаджень регіону, підпорядкованих Держлісагентству. Лісові масиви регіону є унікальними об'єктами, які мають велике наукове, історико-культурне та практичне значення. У них набуто колосальний досвід вирощування й формування лісів та ведення господарства в них. Ці насадження, більшість з яких є штучними, виконують важливі екологічні, зокрема захисні, кліматорегулювальні та депонувальні функції (Lokhmatov et al. 2007, Borodavka 2009). Позитивний вплив лісових насаджень на мікроклімат виявляється у зниженні температури повітря та підвищенні його вологості в самих лісостанах і на прилеглих землях (Tkach et al. 2016).

Дубові насадження регіону характеризуються також спрощеною вертикальною структурою, яка зумовлює зниження їхньої стійкості до несприятливих чинників середовища. У Степу майже відсутні складні двоярусні дубові насадження. Крім того, порослеві та чисті штучні деревостани підпадають під вплив процесів ослаблення більшою мірою, порівнюючи з мішаними (Lokhmatov et al. 2007, Borodavka 2009, Kobets 2015, Lisy Donechchynu 2015). Розбалансованість вікової структури та спрощена будова штучних дубових насаджень Степу є негативними аспектами їхнього вирощування.

Зміна клімату на планеті, негативний вплив абіотичних, біотичних та антропогенних чинників, надмірне техногенне навантаження в окремих районах Степу призвели до активізації процесів ослаблення, усихання та розпаду дубових деревостанів і збільшення обсягів вибіркового санітарного рубок. Водночас підвищення продуктивності штучних

дубових насаджень сприятиме покращенню виконання важливих екологічних функцій та збільшенню обсягів депонування ними вуглецю.

Метою роботи є аналіз та оцінювання сучасного стану та лісівничо-таксаційних показників дубових насаджень Степу різних категорій лісів, порівняння особливостей росту та розвитку дубових лісів різного походження.

Матеріали й методи. Лісівничо-таксаційні показники деревостанів аналізували за матеріалами повидільної бази даних ВО «Укрдержліспроєкт» лісового фонду господарств, підпорядкованих Державному агентству лісових ресурсів України, станом на 01.01.2011. Кожне насадження в базі представлене окремим таксаційним виділом із зазначенням лісівничо-таксаційних показників. Дослідження проводили з використанням методів порівняльного аналізу та математичної статистики за класичними лісотаксаційними підходами (Vorobyov 1967, Anuchin 1982) згідно з комплексним лісогосподарським районуванням України (Gensiruk et al. 1981). Для аналізу бази даних використовували комп'ютерні програми MS Access та MS Excel.

Результати та обговорення. Територія Степу розділена на чотири лісогосподарські округи: Правобережно-Дніпровський північно-степовий (байрачно-степовий), Лівобережно-Дніпровський північно-степовий (байрачно-степовий), Донецько-Донський північно-степовий (байрачно-степовий) та Причорноморсько-Приазовський південно-степовий. Однією з характерних особливостей степової зони є порівняно невисока розповсюдженість лісів. Так, загальна площа лісових земель Степу, підпорядкованих Держлісагентству, становить близько 800 тис. га, частка площі вкритих лісовою рослинністю ділянок становить 87 % (близько 700 тис. га). Ліси регіону представлені переважно насадженнями дуба звичайного (близько 230 тис. га) та сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) (понад 180 тис. га), частка площі яких становить 32 та 26 % відповідно (Tkach et al. 2018).

До території степової частини України входять лісові насадження 9 адміністративних областей, а також північної частини АР Крим. Територія шести областей (Донецька, Луганська, Дніпропетровська, Запорізька, Миколаївська та Херсонська) повністю належить до степової частини. Територія ще трьох областей (Кіровоградська, Одеська та Харківська) розділена між Степом та Лісостепом так само, як і територія АР Крим ділиться на степову та гірську частини.

Дубові насадження Степу зосереджені переважно в північній частині Лівобережної України. Зокрема площа дубових лісів Лівобережно-Дніпровського північно-степового округу становить близько 43 % від загальної площі дубняків Степу. Відповідний показник Донецько-Донського північно-степового округу становить 38 %. Ще 15 % степових дубових лісів ростуть у межах Правобережно-Дніпровського північно-степового округу.

Більше ніж половина дубових насаджень Степу зосереджені в межах двох адміністративних областей України – Луганської (38 %) та Донецької (20 %). У межах Харківщини ростуть 17,5 % степових дубових лісів, 9 % – на Дніпропетровщині, 7 % – на Одещині. В інших адміністративних областях частка площі дубових лісів становить 1–3 %, а в степовій частині Криму – лише 0,1 %. За походженням серед них переважають порослеві дубняки та лісові культури, частка площі яких становить 51 та 45 % відповідно (табл. 1). Частка природних дубових лісів природного насіннєвого походження є невеликою – лише 4 %, хоча такі ліси є найбільш цінними щодо стійкості проти несприятливих природних та антропогенних чинників, а також для збереження біорізноманіття.

За лісогосподарськими округами та адміністративними областями співвідношення площі дубових лісів різного походження значно варіюється. Так, штучні дубові насадження переважають на півдні України (Причорноморсько-Приазовський округ) та в Правобережному Степу (Правобережно-Дніпровський округ) – 91 та 72 % відповідно. У межах Донецько-Донського та Лівобережно-Дніпровського округів частка площі лісових культур є значно меншою (31 та 44 % відповідно), проте абсолютні значення їхньої площі – більші. Штучні дубові насадження переважають на території всіх адміністративних областей, які розташовані в межах степової зони, окрім Луганської та Харківської. Частка площі таких

насаджень коливається від 59 % (Донеччина) до 94 % (степова частина АР Крим). Абсолютні значення площі штучних дубняків Луганщини переважають відповідні показники майже всіх інших областей степової зони, окрім Донецької, незважаючи на порівняно невелике відносне значення.

Таблиця 1

Розподіл площі дубових лісів Степу за походженням у розрізі адміністративних областей і лісогосподарських округів

Найменування адміністративних областей і лісогосподарських округів	Походження							
	штучне		насіннєве		порослеве		разом	
	тис. га	%	тис. га	%	тис. га	%	тис. га	%
Адміністративні області								
Дніпропетровська	12,95	64,4	1,00	5,0	6,14	30,6	20,09	100
Донецька	27,30	59,4	3,52	7,6	15,18	33,0	46,00	100
Запорізька	3,74	87,4	0,25	5,8	0,29	6,8	4,28	100
Кіровоградська	4,43	60,2	0,18	2,4	2,75	37,4	7,36	100
Луганська	26,58	30,6	1,74	2,0	58,62	67,4	86,94	100
Миколаївська	5,91	88,3	0,64	9,6	0,14	2,1	6,69	100
Одеська	11,28	72,6	0,45	2,9	3,81	24,5	15,54	100
Харківська	9,43	23,4	1,40	3,5	29,47	73,1	40,30	100
Херсонська	1,43	91,1	0,03	1,9	0,11	7,0	1,57	100
Степова частина АР Крим	0,16	94,1	–	–	0,01	5,9	0,17	100
Лісогосподарські округи								
Правобережно-Дніпровський	24,81	71,7	1,35	3,9	8,45	24,4	34,61	100
Лівобережно-Дніпровський	42,54	43,8	5,77	5,9	48,91	50,3	97,22	100
Донецько-Донський	26,58	30,6	1,74	2,0	58,62	67,4	86,94	100
Причорноморсько-Приазовський	9,28	91,3	0,35	3,4	0,54	5,3	10,17	100
Степ – разом	103,21	45,1	9,21	4,0	116,52	50,9	228,94	100

Порослеві дубняки зосереджені переважно в Донецько-Донському та Лівобережно-Дніпровському округах, де частка їхньої площі становить 67 та 50 % відповідно. Зокрема в Харківській і Луганській областях частка площі порослевих лісів становить значно більше половини – 73 та 67 % відповідно. Найменшою частка площі порослевих дубових лісів є у південній частині України, зокрема в Запорізькій і Херсонській областях вона становить по 7 %, у степовій частині Криму – 3 %, на Миколаївщині – 2 %, а загалом у межах Причорноморсько-Приазовського лісогосподарського округу – 5 %.

Найбільшою часткою площі дубових насаджень природного насіннєвого походження відзначається лісовий фонд Миколаївської (10 %) та Донецької (8 %) областей. Максимальні абсолютні значення площі природних насіннєвих дубняків зафіксовано на Донеччині (3,5 тис. га), Луганщині (1,7 тис. га) та Харківщині (1,4 тис. га).

Вікова структура є одним із важливих показників лісового фонду, що характеризують стан лісових ресурсів. Вік насадження є одним із показників, який регламентує призначення лісогосподарських заходів. Вікова структура дубових насаджень Степу є розбалансованою. Серед них переважають середньовікові насадження, частка площі яких становить 56 %. Серед штучних насаджень частка площі середньовікових деревостанів взагалі сягає 81 % (рис. 1). Викликає занепокоєння порівняно невелика площа молодняків. Так, загалом у Степу їхня площа становить 15,6 тис. га (7 %), а серед природних насіннєвих та порослевих дубняків частка площі зменшується до 3 та 1 % відповідно. Порівняно більші площі займають молодняки штучного походження (14 %).

Розподіл площі штучних дубових лісів за групами віку залежно від округів майже не різниться. Так, частка площі молодняків у лівобережній і південній частині Степу становить 11–13 %, а середньовікових – 81–86 %. Лише в правобережній частині Степу ці показники відрізняються і становлять 22 та 72 % відповідно. Частка площі пристиглих і стиглих деревостанів є невеликою й становить 2–5 та 1–2 % відповідно. Частка площі перестійних

штучних дубових деревостанів дорівнює 1 % лише в межах Лівобережно-Дніпровського округу. Нерівномірність розподілу насаджень за віковими групами зумовлює відповідні особливості ведення господарства в них сьогодні та в майбутньому. З іншого боку, середньовікові насадження, які переважають у лісовому фонді, характеризуються максимальним приростом, тому вони найкраще виконують екологічні функції щодо продукування кисню та депонування вуглецю (Lakyda 2002, Buksha et al. 2008, Tkach et al. 2016).

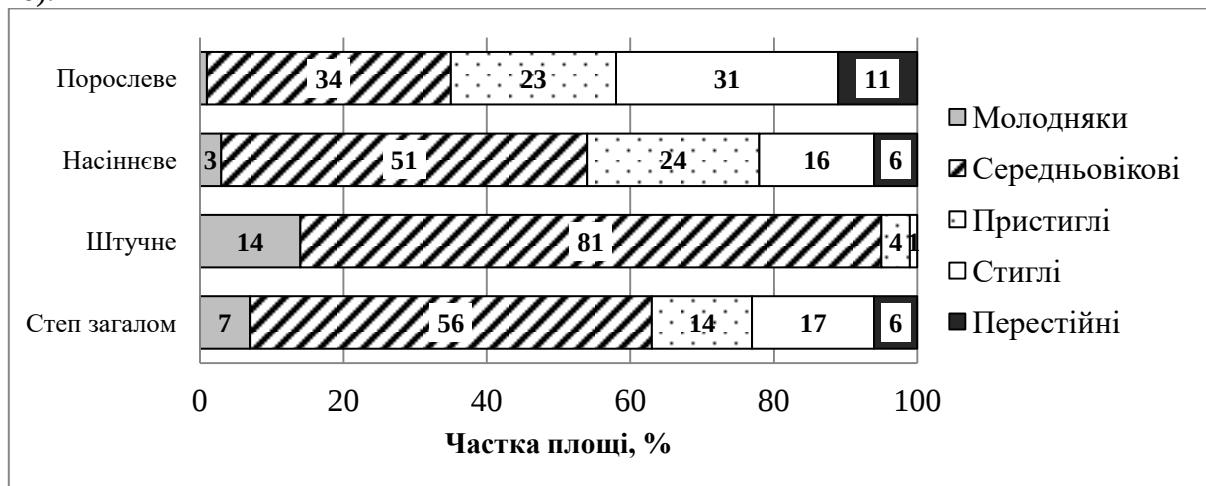


Рис. 1 – Розподіл площі дубових лісів Степу за групами віку

Серед дубняків переважають високопродуктивні, як для не завжди сприятливих погодно-кліматичних умов Степу, насадження III та II класів бонітету, частка площі яких становить 42 та 24 % відповідно (рис. 2). У регіоні також поширені менш продуктивні дубові деревостани IV класу бонітету (22 %).

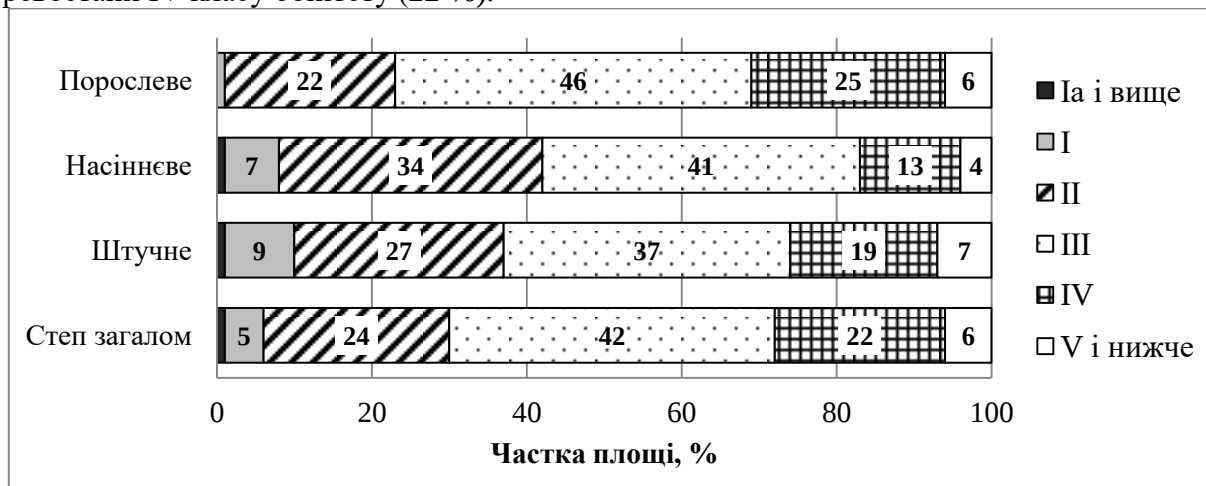


Рис. 2 – Розподіл площі дубових лісів Степу за класами бонітету

Найбільша частка насаджень II класу бонітету – серед дубняків природного насіннєвого походження (34 %), найменша – серед порослевих (22 %). І навпаки, найбільшою часткою площі деревостанів IV класу бонітету характеризуються порослеві дубняки (25 %), найменшою – насіннєві (13 %). Ці дані підтверджують більшу продуктивність природних насіннєвих насаджень регіону проти деревостанів вегетативного походження.

Продуктивність штучних дубових насаджень Правобережно-Дніпровського та Лівобережно-Дніпровського округів (північної частини Степу) є вищою, якщо порівняти з насадженнями Донецько-Донського та Причорноморсько-Приазовського округів. Так, частка площі деревостанів I–II класів бонітету перших двох округів становить по 44 %, а двох останніх – 22–25 %. Частка площі деревостанів IV й нижчих класів бонітету, навпаки,

становить 16–19 % та 36–40 % відповідно. Частка площі штучних деревостанів III класу бонітету в усіх округах є майже однаковою – 35–38 %.

Відносна повнота є важливим показником, який використовують під час проектування лісогосподарських заходів, зокрема рубок формування й оздоровлення лісів. Серед дубових насаджень у Степу переважають середньоповнотні деревостани повнотою 0,7 (44 %) та 0,8 (23 %). Так, серед природних насінневих дубняків переважають деревостани повнотою 0,7 (38 %), проте великою є частка насаджень повнотою 0,6 та 0,5 і менше – 33 та 16 % відповідно. Водночас частка деревостанів повнотою 0,8 і вище становить лише 13 %. Порослеві дубняки Степу також характеризуються переважанням деревостанів повнотою 0,7 (51 %) та порівняно низькою часткою деревостанів повнотою 0,8 і вище (16 %). Проте частка площі насаджень повнотою 0,6 та 0,5 і менше є нижчою, ніж серед природних насінневих дубняків – 26 та 7 % відповідно. Штучні дубові насадження Степу також відзначаються переважанням середньоповнотних деревостанів (71 %) і порівняно великою часткою високоповнотних деревостанів (13 %). Залежно від округу частка площі деревостанів повнотою 0,7–0,8 становить 64–75 % та збільшується у міру пом'якшення природно-кліматичних умов з півдня на північ та зі сходу на захід. Штучні насадження південної частини Степу мають найбільшу частку низькоповнотних деревостанів (повнота 0,5 і менше) та деревостанів повнотою 0,6 – 11 та 21 % відповідно. У Донецько-Донському, Правобережно-Дніпровському та Лівобережно-Дніпровському округах ці показники є меншими та становлять 3–5 та 10–14 % відповідно. Насадження лівобережної частини північного Степу характеризуються найбільшими частками площі високоповнотних деревостанів (16–18 %), тоді як відповідні показники насаджень правобережної та південної частини становлять лише 8 та 4 % відповідно.

Враховуючи, що продуктивність лісових насаджень істотно залежить від трофності й вологості ґрунтових умов, було проаналізовано розподіл площі дубових деревостанів за типами лісорослинних умов (ТЛУ). Залежно від походження розподіл площі насаджень за ТЛУ різниться (рис. 3). Так, половина насаджень штучного та порослевого походження, які переважають у Степу, ростуть в умовах сухого ґрунту, а 23 та 34 % відповідно – в умовах свіжого ґрунту. Значна частка штучних дубових насаджень (19 %) росте в умовах сухого сугрунту. Природні насінневі дубняки, навпаки, ростуть переважно у свіжому ґрунті (50 %), тоді як у сухому ґрунті – лише 20 %, а у вологому ґрунті – 15 %. На ділянки дубових насаджень, що ростуть в інших ТЛУ, припадає 2–5 %. У борових трофотопх, а також у сирих і мокрих гігротопх дубові ліси трапляються фрагментарно. Таким чином, більшість дубових лісів Степу росте в умовах, які відзначаються високою трофністю, але обмеженою вологістю, – у сухих (48 %) та свіжих (38 %) ґрунтах.

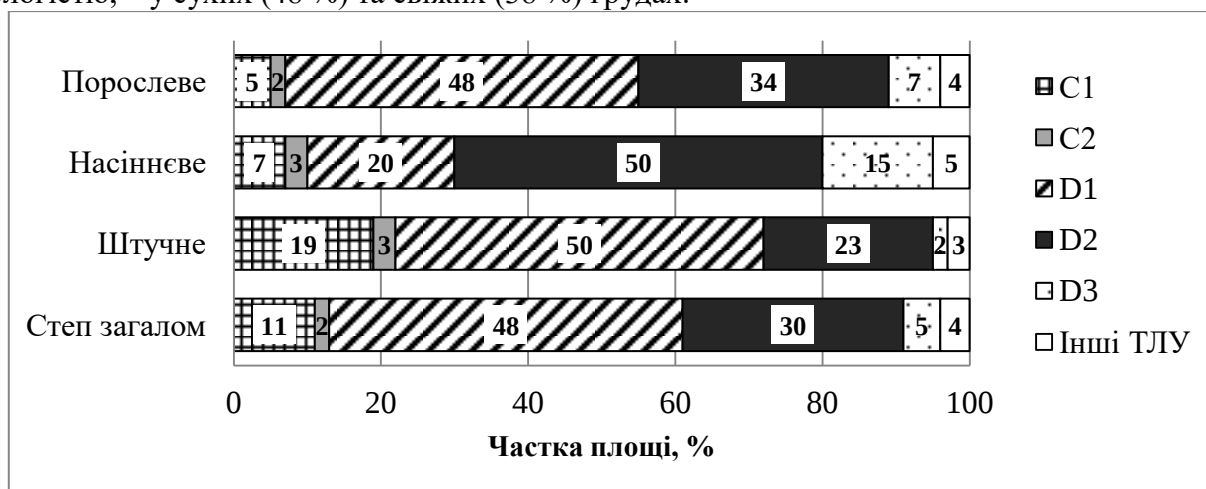


Рис. 3 – Розподіл площі дубових лісів Степу за типами лісорослинних умов

Розподіл площі штучних дубових лісів за ТЛУ в розрізі лісогосподарських округів є подібним. Частка площі деревостанів сухого груду Лівобережно-Дніпровського округу становить 45 %, в інших округах – 51–55 %. Площа деревостанів свіжого груду Донецько-Донського та Причорноморсько-Приазовського округів становить 12–13 %, а Правобережно-Дніпровського та Лівобережно-Дніпровського округів є дещо більшою (28–29 %). У лівобережній та південній частинах степової зони частка площі насаджень сухого сугруду є вищою (18–27 %), порівнюючи з правобережною частиною (12 %).

Степ є розвиненим та густонаселеним промислово-аграрним регіоном країни. З огляду на це ліси Степу переважно виконують захисні та рекреаційно-оздоровчі функції. Серед дубових насаджень регіону переважають захисні та рекреаційно-оздоровчі ліси (рис. 4), а експлуатаційні ліси відсутні. Серед штучних насаджень співвідношення площі захисних та рекреаційно-оздоровчих лісів є однаковим (по 42 %), водночас серед порослевих дубняків переважають захисні ліси (55 %). Дубняки природного насіннєвого походження відзначаються великою часткою площі (32 %) лісів природоохоронного та історико-культурного призначення, зокрема національних природних та регіональних ландшафтних парків, заповідників, заказників, пам'яток природи тощо.



Рис. 4 – Розподіл площі дубових лісів Степу за категоріями лісів

Серед штучних дубових насаджень найбільшою часткою рекреаційно-оздоровчих лісів характеризуються густонаселені регіони із максимальним техногенним навантаженням – Лівобережно-Дніпровський (54 %) та Донецько-Донський (49 %) округи (Донецька, Луганська області, частина Дніпропетровської та Харківської областей). На півдні України та в Правобережному Степу, де більш розвинений аграрний сектор економіки, переважають захисні ліси – 57 та 53 % відповідно. У межах Донецько-Донського округу (Луганщина) частка площі захисних лісів також є суттєвою (46 %), а національні природні парки, регіональні ландшафтні парки та заповідники серед штучних дубових насаджень майже відсутні.

Аналіз лісівничо-таксаційних показників дубових насаджень не виявив суттєвих відмінностей щодо ведення господарства в лісах різного походження та різних типів лісорослинних умов. Більшість деревостанів штучного походження є молодшими за природні дубняки. Середній вік лісових культур в усіх округах є приблизно однаковим і становить 48–53 роки, природних насіннєвих деревостанів – 73–93 роки, порослевих – 79–84 роки (табл. 2).

У регіоні досліджень ростуть прості за формою одноярусні насадження. За складом переважають мішані дубові насадження, проте досить часто трапляються й чисті деревостани. Середньозважена частка дуба в складі насаджень становить близько 7 одиниць (65–74 %) незалежно від походження. Супутніми породами зазвичай є клени – польовий (*Acer campestre* L.), гостролистий (*A. platanoides* L.), татарський (*A. tataricum* L.); ясени – звичайний (*Fraxinus excelsior* L.) та зелений (ланцетний) (*F. lanceolata* Borkh.), берест (*Ulmus minor* Mill.).

Природні насіннєві та порослеві деревостани мають вищі показники діаметру, висоти, запасу в середньому на 35–45 %, проте це пояснюється їхнім більшим віком. Клас бонітету та повнота є дещо вищими в штучних деревостанів, але різниця між ними не є суттєвою. Середньозважені показники продуктивності дубових насаджень Степу загалом є такими: клас бонітету – III, зміна запасу – $2,4 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$, повнота – близько 0,7.

Таблиця 2

**Лісівничо-таксаційні показники дубових лісів Степу
в розрізі лісогосподарських округів**

Округ	Вік, років	Участь дуба в складі, %	Діаметр, см	Висота, м	Повнота	Клас бонітету	Запас		Середня зміна запасу, м ³ .га ⁻¹
							на 1 га, м ³	загальний, тис. м ³	
Деревостани штучного насіннєвого походження									
Правобережно-Дніпровський	51	73	17,3	13,9	0,72	II,6	124	3081,64	2,4
Лівобережно-Дніпровський	53	71	17,5	14,3	0,76	II,6	133	5659,29	2,5
Донецько-Донський	50	74	16,2	11,9	0,74	III,3	99	2639,06	2,0
Причорноморсько-Приазовський	48	69	16,7	11,8	0,69	III,2	89	826,70	1,9
Степ – разом	51	72	17,0	13,4	0,74	II,8	118	12206,69	2,3
Деревостани природного насіннєвого походження									
Правобережно-Дніпровський	84	73	28,5	19,2	0,65	II,9	190	255,68	2,3
Лівобережно-Дніпровський	88	66	31,0	20,2	0,65	II,7	204	1174,34	2,3
Донецько-Донський	93	65	34,4	20,6	0,62	II,7	195	338,54	2,1
Причорноморсько-Приазовський	73	76	25,9	18,5	0,64	II,5	175	62,17	2,4
Степ – разом	88	67	31,1	20,0	0,64	II,7	199	1830,73	2,3
Деревостани природного порослевого походження									
Правобережно-Дніпровський	80	73	28,4	19,0	0,66	III,2	178	1504,11	2,2
Лівобережно-Дніпровський	84	72	30,1	21,3	0,68	II,7	221	10815,60	2,6
Донецько-Донський	79	70	28,8	18,0	0,68	III,5	170	9945,67	2,2
Причорноморсько-Приазовський	35	64	13,4	9,1	0,65	III,1	65	35,22	1,9
Степ – разом	81	71	29,2	19,4	0,68	III,1	191	22300,60	2,4

Слід зазначити, що лісівничо-таксаційні показники дубових насаджень південної частини Степу (Причорноморсько-Приазовський округ) є меншими, ніж північної частини, а показники насаджень Лівобережно-Дніпровського та Донецько-Донського округів – дещо більшими проти насаджень Правобережно-Дніпровського округу. Таким чином, ліси Північного Степу на лівобережжі характеризуються найвищою продуктивністю.

Деревостани однакового походження, що ростуть в ідентичних ТЛУ, є одновіковими чи умовно одновіковими, – різниця у віці здебільшого не перевищує 10 років, тому можливим є порівняння їхніх показників. Лісівничо-таксаційні показники деревостанів переважаючих типів лісорослинних умов (сухого та свіжого груду) є майже ідентичними незалежно від лісогосподарського округу (табл. 3). Відмінності за продуктивністю дубових деревостанів, які ростуть в одному трофотопі, але в різних гігротопіях, показують, що вологість ґрунту суттєво впливає на інтенсивність росту насаджень. Деревостани свіжого груду є більш продуктивними, ніж насадження сухого груду. Так, середньозважений клас бонітету в умовах D₂ – II,0–II,8, в умовах D₁ – II,9–III,4, середня зміна запасу – 2,4–2,9 та 2,1–2,3 $\text{м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$

відповідно. Запас штучних насаджень у віці 50–60 років в умовах свіжого та сухого грудів становить 130–170 та 90–130 м³·га⁻¹, природних насінневих (80–90 років) – 200–215 та 130–180 м³·га⁻¹, порослевих (80–90 років) – 200–240 та 150–210 м³·га⁻¹.

Таблиця 3

**Лісівничо-таксаційні показники дубових лісів Степу
в розрізі переважаючих типів лісорослинних умов**

ТЛУ	Округ	Площа, тис. га	Вік, років	Участь дуба у складі, %	Діаметр, см	Висота, м	Повнота	Клас бонітету	Запас		Середня зміна запасу, м ³ ·га ⁻¹
									на 1 га, м ³	загаль- ний, тис. м ³	
Деревостани штучного насінневого походження											
Сухий груд (D ₁)	Правобережно-Дніпр.	13,76	50	74	16,2	13,0	0,73	II,8	112	1537,35	2,2
	Лівобережно-Дніпр.	19,10	52	72	17,0	14,0	0,76	II,7	127	2423,99	2,4
	Донецько-Донський	13,92	51	74	16,1	11,9	0,75	III,3	98	1361,87	1,9
	Причорномор.-Приаз.	4,72	50	67	16,9	11,8	0,68	III,3	86	408,25	1,7
	Степ – разом	51,50	51	73	16,5	13,0	0,74	II,9	111	5731,46	2,2
Свіжий груд (D ₂)	Правобережно-Дніпр.	7,30	58	74	20,9	16,7	0,73	II,1	164	1194,93	2,8
	Лівобережно-Дніпр.	12,09	57	71	20,5	16,9	0,75	II,0	170	2061,07	3,0
	Донецько-Донський	3,42	54	74	19,0	15,2	0,76	II,4	143	489,53	2,6
	Причорномор.-Приаз.	1,15	50	72	19,8	15,2	0,70	II,1	132	152,02	2,6
	Степ – разом	23,96	56	73	20,4	16,5	0,74	II,1	163	3897,55	2,9
Деревостани природного насінневого походження											
Сухий груд (D ₁)	Правобережно-Дніпр.	0,50	79	73	25,3	17,1	0,66	III,2	164	82,66	2,1
	Лівобережно-Дніпр.	0,86	85	74	28,0	18,4	0,66	III,1	182	156,55	2,1
	Донецько-Донський	0,35	76	60	28,2	16,7	0,61	III,1	146	51,92	1,9
	Причорномор.-Приаз.	0,09	75	70	25,3	15,8	0,62	III,5	131	11,22	1,7
	Степ – разом	1,80	81	71	27,2	17,6	0,65	III,1	168	302,35	2,1
Свіжий груд (D ₂)	Правобережно-Дніпр.	0,71	89	73	31,1	21,0	0,65	II,6	215	151,60	2,4
	Лівобережно-Дніпр.	2,91	87	62	30,7	21,0	0,66	II,4	216	629,87	2,5
	Донецько-Донський	0,83	99	65	37,4	21,5	0,62	II,7	203	168,28	2,1
	Причорномор.-Приаз.	0,17	72	79	25,3	19,8	0,66	II,1	198	34,55	2,8
	Степ – разом	4,62	89	65	31,8	21,0	0,65	II,5	213	984,30	2,4
Деревостани природного порослевого походження											
Сухий груд (D ₁)	Правобережно-Дніпр.	3,18	79	80	26,6	17,3	0,66	III,7	154	491,01	1,9
	Лівобережно-Дніпр.	17,87	82	73	28,3	20,4	0,69	II,9	209	3730,86	2,5
	Донецько-Донський	34,65	78	68	28,2	17,6	0,69	III,6	168	5816,32	2,2
	Причорномор.-Приаз.	0,36	21	65	8,5	6,1	0,65	III,1	31	11,22	1,5
	Степ – разом	56,06	79	70	28,0	18,4	0,69	III,4	179	10049,41	2,3
Свіжий груд (D ₂)	Правобережно-Дніпр.	4,60	81	67	29,9	20,6	0,67	II,8	203	932,66	2,5
	Лівобережно-Дніпр.	21,78	84	71	30,5	22,0	0,70	II,5	236	5147,40	2,8
	Донецько-Донський	13,65	83	73	30,8	20,1	0,68	III,0	195	2659,87	2,3
	Причорномор.-Приаз.	0,06	92	59	34,2	21,5	0,66	II,8	208	12,51	2,3
	Степ – разом	40,09	83	71	30,6	21,2	0,69	II,7	218	8752,44	2,6

Лісівничо-таксаційні показники дубових деревостанів різних категорій лісів також є близькими незалежно від лісгосподарського округу (табл. 4). Наприклад, вік штучних насаджень різних категорій лісів коливається в межах 45–54 років, середньозважена частка дуба в складі насаджень становить здебільшого 67–80 % (7–8 одиниць), повнота – 0,68–0,77, клас бонітету – II,5–III,4. Загалом, за продуктивністю деревостани Правобережно-Дніпровського та Лівобережно-Дніпровського округів перевищують деревостани Донецько-Донського та Причорноморсько-Приазовського округів. Запас перших у віці 45–50 років

становить 110–140 м³·га⁻¹, других – 80–110 м³·га⁻¹, середня зміна запасу – 2,3–2,7 м³·га⁻¹ проти 1,8–2,1 м³·га⁻¹, клас бонітету – II,5–II,7 проти II,8–III,3.

Таблиця 4

Лісівничо-таксаційні показники штучних насадінєвих дубових насаджень Степу
в розрізі категорій лісів

Округ	Категорія лісів	Площа, тис. га	Вік, років	Участь дуба у складі, %	Діаметр, см	Висота, м	Повнота	Клас бонітету	Запас		Середня зміна запасу, м ³ ·га ⁻¹
									на 1 га, м ³	загаль- ний, тис. м ³	
Правобережно- Дніпровський	Захисні ліси	13,22	46	72	15,8	12,7	0,71	II,6	107	1417,72	2,3
	Рекреаційно- оздоровчі ліси	4,92	53	75	18,0	14,6	0,76	II,5	141	694,00	2,7
	Ліси природоохор. признач.	6,67	61	75	19,8	15,7	0,72	II,7	145	969,92	2,4
Лівобережно- Дніпровський	Захисні ліси	12,46	48	63	17,1	13,6	0,73	II,5	121	1503,10	2,5
	Рекреаційно- оздоровчі ліси	22,83	51	74	16,3	13,7	0,77	II,7	125	2858,53	2,5
	Ліси природоохор. признач.	7,25	69	76	21,9	17,3	0,76	II,6	179	1297,66	2,6
Донецько- Донський	Захисні ліси	12,17	50	72	15,8	11,4	0,72	III,4	92	1116,83	1,8
	Рекреаційно- оздоровчі ліси	13,05	51	76	16,5	12,4	0,75	III,1	106	1377,87	2,1
	Ліси природоохор. признач.	1,36	52	78	16,5	12,3	0,74	III,2	106	144,36	2,0
Причорно- морсько- Приазовський	Захисні ліси	5,27	45	67	15,9	11,0	0,69	III,2	81	423,71	1,8
	Рекреаційно- оздоровчі ліси	2,28	51	67	17,4	12,1	0,69	III,3	92	210,72	1,8
	Ліси природоохор. признач.	1,73	54	80	18,3	14,0	0,68	II,8	111	192,27	2,1
Степ – разом	Захисні ліси	43,12	47	69	16,2	12,4	0,72	II,8	103	4461,36	2,2
	Рекреаційно- оздоровчі ліси	43,08	51	74	16,6	13,3	0,76	II,9	119	5141,12	2,3
	Ліси природоохор. признач.	17,01	63	76	20,3	16,0	0,73	II,7	153	2604,21	2,4

Зважаючи на різницю лісівничо-таксаційних показників одновікових та умовно одновікових дубових насаджень, можна припустити відсутність значних відмінностей у веденні господарства в різних категоріях лісів. З огляду на це назріла гостра необхідність у проведенні заходів, спрямованих на оптимізацію вікової структури та продуктивності дубових насаджень регіону. Основою має стати диференціація ведення лісового господарства та проведення окремих лісгосподарських заходів (зокрема рубок догляду) на зонально-типологічній основі. Також необхідно встановити віки стиглості, які враховуватимуть стан та особливості росту дубових лісів Степу відповідно до їхнього функціонального призначення, походження, класів бонітету деревостанів. За результатами багаторічних досліджень, проведених науковцями УкрНДЛГА (Tkach et al. 2002), доцільним є встановлення різних віків стиглості для високостовбурних та низькостовбурних секцій дуба насіннєвого й порослевого походження (нині вони є однаковими). Серед високостовбурних деревостанів насіннєвого походження необхідно встановити віки стиглості окремо для дубняків I і вище та II класів бонітету.

Висновки. Ліси Степу представлені переважно насадженнями дуба звичайного та сосни звичайної. Найбільші площі дубових насаджень зосереджені в північній частині регіону, у Лівобережно-Дніпровському, Донецько-Донському та Правобережно-Дніпровському лісогосподарських округах. Більшість дубових насаджень степової частини ростуть у межах Луганської та Донецької адміністративних областей, а також південної частини Харківщини.

У Степу переважають порослеві та штучні дубові насадження. Лісові культури домінують на території всіх адміністративних областей степової зони, окрім Луганської та Харківської, частка їхньої площі збільшується з півночі на південь від 23 до 94 %.

Дубові ліси ростуть переважно в сухих та свіжих ґрудах, в умовах високої трофності, але обмеженої вологості, що позначається на їхній продуктивності. Насадження лівобережної частини північного Степу характеризуються вищою продуктивністю незалежно від походження. Дубові насадження регіону виконують важливі екологічні функції, більшість із них належить до захисних і рекреаційно-оздоровчих лісів. Проте їхній поділ за функціональним призначенням потребує додаткового обґрунтування.

Вікова структура дубових насаджень Степу є розбалансованою; серед них переважають середньовікові насадження, які займають 56 % площі. Серед штучних насаджень частка площі середньовікових деревостанів є ще більшою й сягає 81 %. На великих площах формуються стиглі та перестійні дубові насадження порослевого походження, стан яких невинно погіршується. Це призводить до ослаблення багатограних функцій, які вони виконують. З метою покращення стану та оптимізації структури насаджень, а також підвищення їхньої продуктивності необхідно запроваджувати систему ведення господарства на зонально-типологічній основі з урахуванням походження та функціонального призначення дубових лісів, а також переглянути встановлені для них віки стиглості.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

- Anuchin, N. P. 1982. Lesnaya taksatsiya [Forest Mensuration]. Moscow, Lesnaya Promyshlennost, 552 p. (in Russian).
- Borodavka, V. O. 2009. Periodichni vsykhannya lisiv u stepoviy zoni: faktory, proyavy, perebih, naslidky ta nabuti uroky [Periodic dying of forests in the Steppe zone: factors, manifestations, course, consequences and lessons learned]. Donetsk, Tekhnopak, 65 p. (in Ukrainian).
- Buksha, I. F., Butrym, O. V., Pasternak, V. P. 2008. Inventaryzatsiya parnykovykh haziv u sektori zemlekorystuvannya ta lisovoho hospodarstva [Inventory of greenhouse gases in the land use and forestry sector]. Kharkiv, KhNAU, 232 p. (in Ukrainian).
- 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).
- Kobets, O. V. 2015. Sanitarnyy stan dubovykh nasadzhen Velykoanadolskoho lisovoho masyvu [Sanitary condition of oak stands of the Velykoanadolsky forest area]. Lisivnytstvo i ahrolisomeliyatsiya [Forestry and Forest Melioration], 126: 44–51 (in Ukrainian).
- Lakyda, P. I. 2002. Fitomasa lisiv Ukrayiny [Phytomass of Ukrainian forests]. Ternopil, Zbruch, 256 p. (in Ukrainian).
- Lisy Donechchyny. 2015 [Forests of Donetsk Region]. Ed.: V. O. Borodavka. Lutsk, Initial, 400 p. (in Ukrainian).
- Lokhmatov, N. A., Hladun, H. B., Vedmyd, N. M. 2007. Lesnye nasazhdeniya yuzhnoy chasti Ukrainy [Forest stands of the southern part of Ukraine]. Kharkiv, Novoye slovo, 432 p. (in Russian).
- Redko, H. Y. and Tereshchevskii, Y. V. 1986. Rukotvornyye lesa [Planted forests]. Moscow, Agropromizdat, 240 p. (in Russian).
- Tkach, V. P., Kobets, O. V., Rummyantsev, M. H. 2016. Klimatorehulivvalni funktsiyi dubovykh nasadzhen Velykoanadolskoho lisovoho masyvu [Climate-regulating functions of oak stands of the Velykoanadolsky forest area]. Lisivnytstvo i ahrolisomeliyatsiya [Forestry and Forest Melioration], 129: 59–68 (in Ukrainian).
- Tkach, V. P., Kobets, O. V., Rummyantsev, M. H. 2018. Vykorystannya lisoroslynnoho potentsialu lisamy Ukrayiny [Use of forest site capacity by forests of Ukraine]. Lisivnytstvo i ahrolisomeliyatsiya [Forestry and Forest Melioration], 132: 3–12 (in Ukrainian).
- Tkach, V. P., Pasternak, V. P., Buksha, I. F. 2002. Viky styhlosti lisiv Ukrayiny ta shlyakhyy udoskonalennyya lisokorystuvannya [Ages of maturity in Ukrainian forests and ways of felling system improvment]. Lisivnytstvo i ahrolisomeliyatsiya [Forestry and Forest Melioration], 101: 98–104 (in Ukrainian).

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

Tkach V. P., Kobets O. V., Rumiantsev M. H.

CONDITION AND PRODUCTIVITY OF OAK STANDS IN UKRAINIAN STEPPE

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

The article describes how oak stands growing within the steppe part of Ukraine are distributed by their origin, forest site types and forest categories in the context of administrative regions and forestry districts. The distribution was carried out by means of the analysis of the production association “Ukrderzhlisproekt” database. Oak stands are concentrated in the northern part of the Steppe, within the Left-Bank Dnipro, Donetsk-Don and Right-Bank Dnipro districts. The vegetative (51 % of the area) and planted (45 %) oak stands prevail there. The average weighted mensuration indicators were defined and analyzed for the Steppe oak stands of different forest categories, origin and forest site types. Oak stands grow predominantly in dry (48 %) and fresh (38 %) fertile oak site types. The oak stands in fresh fertile site type are more productive than those in dry fertile site type. Oak stands in the left-bank part of the Northern Steppe have higher productivity, regardless of their origin. The age structure of the oak stands is unbalanced; middle-aged stands dominate (56 % of the area). The middle-aged stands among planted stands occupy even larger area, namely 81 %. Therefore, oak stands in the region require forest management aimed at optimizing age structure and productivity.

Key words: Steppe, planted oak stands, natural oak stands, forest categories, mensuration indicators, stand productivity.

Ткач В. П., Кобец А. В., Румянцев М. Г.

СОСТОЯНИЕ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ДУБОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ СТЕПНОЙ ЧАСТИ УКРАИНЫ

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

По результатам анализа выделенной базы данных ПО «Укрдгослеспроект» приведено распределение площадей дубовых древостоев степной части Украины по происхождению, типам лесорастительных условий, категориями лесов в разрезе административных областей и лесохозяйственных округов. Дубовые насаждения сосредоточены в северной части Степи, в пределах Левобережно-Днепроовского, Донецко-Донского и Правобережно-Днепроовского округов. Преобладают порослевые дубняки (51 % площади) и искусственные (45 %) насаждения. Определены и проанализированы средневзвешенные лесоводственно-таксационные показатели дубовых древостоев Степи различных категорий лесов, происхождения и типов лесорастительных условий. Дубовые насаждения растут преимущественно в сухих (48 %) и свежих (38 %) грунтах, древостои свежего грунта являются более продуктивными по сравнению с древостоями сухого грунта. Дубовые леса левобережной части северной Степи характеризуются высокой продуктивностью независимо от их происхождения. Возрастная структура дубовых насаждений является разбалансированной, преобладают средневековые насаждения (56 % площади). Среди искусственных насаждений доля площади средневозрастных древостоев еще больше и составляет 81 %. С учетом этого дубовые насаждения региона нуждаются в проведении лесохозяйственных мероприятий, направленных на оптимизацию их возрастной структуры и продуктивности.

Ключевые слова: Степь, искусственные дубовые древостои, природные дубовые древостои, категории лесов, таксационные показатели, производительность насаждений.

E-mail: tkach@uriffm.org.ua; alexei_kobec@ukr.net

Одержано редколегією 21.12.2018



О. М. ТКАЧУК¹, В. С. ОЛІЙНИК²

**ЛІСІВНИЧИЙ КОМПОНЕНТ У СИСТЕМІ ЗАХИСТУ
ВІД ШКІДЛИВИХ СТИХІЙНИХ ЯВИЩ У ПЕРЕДКАРПАТТІ**

¹Український науково-дослідний інститут гірського лісівництва імені П. С. Пастернака

²ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника»

Проаналізовано роль лісів Передкарпаття у системі регіональних природоохоронних заходів – екологічній оптимізації структури угідь, контурно-меліоративної системи землеробства, меліорації перезволожених земель та гідротехнічному захисті території від водних стихій. Охарактеризовано мінливість лісистості річкових басейнів регіону залежно від їхніх середніх висот. Наведено показники віку, складу й категорії лісів в умовах найбільшої лісистості Середнього Передкарпаття. На прикладі Прилуквинської височини розглянуто зміни складу насаджень за останні 50 років. Оцінено роль лісистості, віку, складу й категорії лісів у виконанні ними захисних функцій. Отримано емпіричні залежності динаміки лісистості водозборів і площ експлуатаційних лісів від гіпсометричних рівнів. Розглянуто екологічні аспекти вдосконалення рубок головного користування та їхніх технологій. Запропоновано систему лісівничо-меліоративних заходів, спрямованих на запобігання шкідливим стихійним процесам – паводкам та ерозії ґрунтів. Опрацьовано принципову схему посилення захисних функцій лісів Передкарпаття для різних ієрархічних рівнів формування водного режиму.

Ключові слова: лісистість, водозбір, вік насаджень, склад насаджень, категорії лісів, рубки головного користування, паводки, ерозія ґрунтів.

Вступ. У комплексі середовищевірних функцій лісу доволі важливе значення належить його водорегулювальним і ґрунтозахисним властивостям. Особливо актуальним це питання є для Передкарпатської височини, що має площу 13 тис. км², на якій внаслідок давньої землеробської культури суттєво порушено екологічно оптимальне співвідношення земельних угідь, а саме існує надмірна розораність земель (> 45 %) та відбувається антропогенне зниження лісистості (~ 30 %). Разом зі зливовими опадами та поширенням глейових і заболочених ґрунтів це сприяє виникненню поверхневого стоку води та розвитку інтенсивних ерозійних процесів, якими охоплено 16 % території. Проблема ускладнюється протіканням транзитних карпатських річок паводкового режиму, які завдають величезних збитків через руйнування берегів, затоплення угідь і населених пунктів.

Сучасна лісистість регіону потенційно здатна підсилювати зарегулювання режиму річок майже в чотири рази, зменшувати змив ґрунту і покращувати чистоту природних вод у 2–3 рази (Oliynyuk & Tkachuk 2015). Всередині лісових масивів зі збільшенням віку насаджень їхній позитивний водорегулювальний ефект зростає, сягаючи максимуму в стиглих деревостанах. Використання цих властивостей лісу для регулювання паводків, запобігання ерозійним процесам і примноження ресурсів чистих вод має важливе соціально-господарське та екологічне значення. Водночас лісовий покрив у зв'язку із невеликою його часткою у земельних угіддях регіону досліджень неспроможний виступати як єдиний чинник оптимізації водного режиму й запобігання ерозії ґрунтів. Тому в лісах передгір'я лісогосподарська й лісомеліоративна діяльність має стати вагомим підсилювальним чинником регіональних природоохоронних заходів, основними із яких, відповідно до літературних джерел (Holoiad & Boichuk 2001, Perekhrest et al. 1971, Hensiruk et al. 1998, Furdychko 2002, Bielova 2016), є такі:

1. Основна роль у збереженні ґрунтів і регулюванні водного режиму належить екологічній оптимізації структури угідь, під якою розуміють оптимальне співвідношення площ ріллі, лук і лісів на певній території з метою підвищення їхніх стійкості, продуктивності та функціонування в еколого-безпечному режимі. Сучасне співвідношення цих площ є диспропорційним і становить 1 : 0,5 : 0,8 за оптимальних показників 1 : 0,6 : 1,1. При цьому воно є доволі несприятливим для основних річкових басейнів: 1 : 0,4 : 0,6. Таким чином, для умов Передкарпаття доцільним є зменшення площ ріллі, розширення частки кормових угідь і збільшення лісистості.

2. Для запобігання поверхневому стоку води й розмиву ґрунтів важливе значення має впровадження контурно-меліоративної системи землеробства. За такої системи поряд із агротехнічними протиерозійними заходами (оранка по горизонталях, сівозміни, залуження, загортання ярів, облаштування стокорегулювальних ярів і ставків) вагома роль належить лісовим смугам (Antipov et al. 1989). Створення захисних смуг є дуже актуальним також для безлісних ділянок уздовж річок. Потреба у створенні поле- і берегозахисних смуг у Львівській, Івано-Франківській і Чернівецькій областях, у межах яких розміщене Передкарпаття, становить майже п'ять тисяч гектарів (Furdychko 2002).

3. Для меліоративних земель важливим є також використання лісових насаджень. Це викликано тим, що частина осушених у другій половині ХХ ст. земель характеризується незадовільним еколого-меліоративним станом і потребує виведення із сільськогосподарського обігу та трансформації в інші угіддя. Невисокою є ефективність лісових меліорацій, оскільки по осушувальних канавах стікає лише 4–10 % опадів.

4. Гідротехнічні споруди (дамби, габіони, напівазати й інші), які служать для захисту від розмиву берегів і затоплення паводками різних угідь, використовують доволі обмежено – переважно на Верхньодністровській рівнині та для захисту міст Івано-Франківськ і Чернівці від водних стихій річок Бистриця і Прут. Технічну систему захисту вздовж гідрографічної мережі доцільно підсилювати лісомеліоративними смугами.

Метою роботи було оцінювання лісистості, складу, віку й категорій лісів та лісогосподарських заходів із метою їхнього використання в системі захисту від шкідливих стихійних явищ.

Матеріали й методи. Як основні об'єкти запобігання стихійним явищам із застосуванням лісу прийнято водозбірні басейни, у межах яких можна організувати екологічно збалансовану міжгалузеву систему невиснажливого використання земельних, лісових, водних та інших природних ресурсів (Oliynyuk 2013). Якісні та кількісні характеристики лісового покриву, з якими пов'язане запобігання ерозії земель, зменшення інтенсивності паводків і примноження водних ресурсів підземних вод, а саме лісистість водозборів, вікова й породна структура насаджень та поділ лісів за категоріями вивчали на 18 басейнах малих річок. Площі водозборів становили від 100 до 910 км², середні висоти – від 260 до 590 м н. р. м., лісистість – від 10 до 59 %. Показники лісистості взято із гідрологічного довідника (Resursy 1976) із уточненням за матеріалами лісовпорядкування. Для двох типових річкових басейнів Середнього Передкарпаття за матеріалами таксаційної повидільної бази даних ВО «Укрдержліспроєкт» станом на 2010 р. аналізували лісовий фонд і розподіл насаджень за віком, складом і категоріями лісів. Аналіз лісівничих матеріалів здійснювали з урахуванням висоти та площі басейнів. При цьому для розширення статистичного ряду використовували також дані сусідніх шести гірських водозборів у висотному діапазоні 770–1200 м н. р. м.

Результати та обговорення. Загальновідомо, що основний фактор запобігання виникненню шкідливих стихійних явищ – лісистість території. Чим вона більша, тим менша ймовірність формування поверхневого стоку води й паводкоутворення, що супроводжуються ерозійно-зсувними, а інколи й селевими процесами.

Сучасна лісистість регіону є невисокою. На сьогодні думки дослідників щодо збільшення площі лісів є неоднозначними. Запропоновані рівні оптимізації (Biallovich 1972, Mikhovich 1973, Oliynyuk & Bielova 2014) залежно від цільового призначення коливаються у межах від 35 % (ґрунтозахисна роль) до 46 % (водоохоронна роль). Виходячи із цих показників, сучасну лісистість території (~ 30 %) необхідно збільшити в 1,2–1,6 разу (у межах 72–240 тис. га). Враховуючи високу заселеність Передкарпаття й давню землеробську культуру, радикальне підвищення лісистості території може погіршити соціально-економічні умови краю. У цьому відношенні є два варіанти вирішення проблеми:

1) формування стабільних ландшафтів шляхом заліснення низькопродуктивних, ерозійнонебезпечних та еродованих земель, а також схилів крутизною понад 15° (Hensiruk et al. 1998);

2) збільшення лісистості необхідно приурочувати не до всієї території загалом, а до водозборів гідрографічної мережі, які є замкнутими еко- і геосистемами зі своїми особливостями водного режиму і прояву деструктивних процесів. Як свідчить досвід досліджень у сусідніх гірських умовах (Oliynyuk 2013), оптимізація лісистості має передусім приурочуватися до водозборів із низьким її рівнем. Загалом, ці два варіанти можна об'єднати в один – збільшення лісистості на малолісних водозборах із використанням для цього малоприсаєднаних у сільськогосподарському відношенні категорій земель.

Аналіз просторового розміщення сучасних лісів Передкарпаття свідчить, що для обґрунтування шляхів оптимізації лісистості доцільно враховувати зміну гіпсометричних рівнів регіону від його межі із Західним Лісостепом до підніжжя гірських Карпат. Так, збільшення середньої висоти водозборів Передкарпаття від 300 до 500 м н. р. м. сприяє зростанню їхньої пересічної лісистості з 20 до 55 % (у 2,8 разу), а на сусідньому північно-східному мегасхилі Карпат у діапазоні висот 700–1200 м вона змінюється від 73 до 90 % (у 1,2 разу). Математичний аналіз даних щодо 17 передгірних і гірських водозборів засвідчив, що ця залежність є поліноміальною та апроксимується рівнянням (1):

$$f_{\text{л}} = 9 \cdot 10^{-0,8} h^3 - 0,0003h^2 + 0,3942h - 68,21, \quad R^2 = 0,99, \quad (1)$$

де $f_{\text{л}}$ – лісистість водозборів, %;

h – висота водозборів, м н. р. м.

Із порівняння отриманих нами й наведених у літературі нормативів лісистості випливає, що сучасний її рівень є оптимальним для передгірних річкових басейнів і недостатнім для віддалених від Карпат водозборів. Це свідчить про доцільність збільшення у цьому напрямку площ вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок. Зазначимо, що такі заходи на практиці певною мірою здійснюються. Це добре видно із співвідношення показників лісистості 1947 ($f_{\text{л1}}$) і 2010 рр. ($f_{\text{л2}}$):

$$f_{\text{л2}} = 0,82 \cdot f_{\text{л1}} + 10, \quad r = 0,96 \pm 0,02. \quad (2)$$

Залежність свідчить, що за 60-річний період лісистість найбільше зросла на віддалених від Карпат водозборах із невисоким її рівнем (із 5–10 до 18–20 %), а найменше – на прилеглих до гір басейнах зі значними показниками (із 36–52 до 40–53 %). Загалом у регіоні вона зросла пересічно із 23 до 29 %. Але таке збільшення не є достатнім, оскільки оптимальний показник має становити як мінімум 35 %.

Інший важливий шлях вирішення питання – урахування розмірів водозборів для оптимізації їхньої лісистості. Зі зменшенням площі інтенсифікується шкідливий паводковий стік води, що зумовлює зростання гідрологічного значення лісу (Oliynyuk & Tkachuk 2015). Це явище найбільш притаманне малим водозборам (площею < 120 км²), у зв'язку з чим вони можуть слугувати об'єктами оптимізації лісистості. Зазвичай це притоки 1–2-го порядків головних рік регіону – Сяну, Дністра, Стрия, Свічі, Лімниці, Бистриць Солотвинської та Надвірнянської, Пруту, Черемошу й Серету.

Для оптимізації лісистості дуже важливим є питання резерву земель для її збільшення. Щодо цього в Передкарпатті є низка категорій деградованих і малопродуктивних земель, які можна використати для заліснення, – сильноеродовані схили, ерозійноуразливі ділянки прибережних смуг, порушені землі з виходами геологічних порід і яружно-балкові системи, а також ділянки, зайняті чагарниками, – площі яких сукупно сягають майже 100 тис. га (Bielova 2016). Завдяки цим землям лісистість регіону можна пересічно збільшити з 29 до 37 %. Унаслідок цього вона набуде оптимального рівня для виконання ґрунтозахисних функцій, але залишатиметься недостатньою для виконання водоохоронних функцій. Тому у випадку крайньої потреби для окремих басейнів, які мають вагоме значення

для забезпечення населених пунктів питною водою, можливе збільшення площ вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок за рахунок польових угідь із середньозмитими ґрунтами, площа яких у регіоні досліджень становить понад 187 тис. га (14,3 %).

Крім названих шляхів оптимізації лісистості важливе значення мають лісомеліоративні заходи. Це зумовлено тим, що лісові масиви переважно зосереджені на межиріччях і верхів'ях річок. Середня і, особливо, нижні частини водозборів зазвичай є безлісними. Мало збереглося лісів уздовж гідрографічної мережі. Все це сприяє як площинній ерозії на схилах, так і руйнуванню берегів. Тому основну увагу необхідно зосереджувати на формуванні стабільних лісоаграрних ландшафтів шляхом створення захисних насаджень (смуг) на схилах перпендикулярно до стоку води і по берегах водотоків та шляхом заліснення низькопродуктивних та еродованих земель і крутосхилів. Захисна лісистість сільськогосподарських водозборів повинна становити не менше ніж 3–4 % за рівномірного розміщення насаджень на площі (Prikhodko & Oliynyk 1986).

На вкритих лісовою рослинністю землях основні шляхи посилення захисних властивостей лісу зводяться до відтворення корінних деревостанів, підтримання оптимального співвідношення вікових груп насаджень і площ категорій лісів, а також екологізації способів та технологій рубок. Сучасна структура лісів на прикладі річкових басейнів Середнього Передкарпаття (табл. 1) свідчить про переважання середньовікових хвойно-листяних та мішаних деревостанів, переважну частину яких віднесено до категорії експлуатаційних лісів.

Таблиця 1

Структура лісового фонду водозборів Середнього Передкарпаття

Характеристики угідь і насаджень	Басейн річки Болохівка до с. Томашівці		Басейн річки Луква до с. Боднарів	
	га	%	га	%
Структура угідь водозборів				
Загальна площа	26800	100,0	18500	100,0
Лісові землі, загалом	13511	50,4	11783	63,7
зокрема:				
– вкриті лісовою рослинністю лісові ділянки (лісистість)	12894	48,1	10930	59,1
– незімкнені лісові культури	251	1,0	211	1,1
– не вкриті лісовою рослинністю лісові ділянки	617	2,3	853	4,6
Нелісові землі	13289	49,6	6717	36,3
Розподіл вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок за групами віку насаджень				
Молодняки I класу віку	825	6,4	634	5,8
Молодняки II класу віку	1638	12,7	1716	15,7
Середньовікові	5789	44,9	5159	47,2
Пристиглі	2772	21,5	1825	16,7
Стиглі й перестійні	1870	14,5	1596	14,6
зокрема перестійні	180	1,4	76,5	0,7
Розподіл вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок за лісоутворювальними породами				
Листяні, загалом	9335	72,4	4285	39,2
зокрема бук лісовий (<i>Fagus sylvatica</i> L.)	3043	23,6	2229	20,4
дуб звичайний (<i>Quercus robur</i> L.)	5067	39,3	1519	13,9
м'яколистяні	464	3,6	524	4,8
Хвойні, загалом	3559	27,6	6645	60,8
зокрема ялиця біла (<i>Abies alba</i> Mill.)	1779	13,8	1792	16,4
ялина європейська (<i>Picea abies</i> L.)	863	6,7	3792	34,7
сосна звичайна (<i>Pinus sylvestris</i> L.)	193	1,5	1068	9,8
Категорії лісів на водозборах				
Ліси природоохоронного, наукового, історико-культурного призначення	64	0,5	22	0,2
Рекреаційно-оздоровчі ліси	4990	38,7	2416	22,1
Захисні ліси	645	5,0	2011	18,4
Експлуатаційні ліси	7195	55,8	6481	59,3

За невисокої лісистості Передкарпаття вікова структура букових і ялицевих насаджень є більш-менш сприятливою для виконання ними захисних функцій. Нині серед площ вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок водозборів частка молодняків зі слабкими захисними властивостями становить приблизно 20 %, середньовікових насаджень із кращими функціями – майже 50 % і старших за віком насаджень із посиленою захисною функцією – понад 30 %.

Доволі проблемною у системі захисних властивостей і стійкості є породна структура лісів, у яких поряд із корінними лісоутворювальними породами (бук, ялиця, дуб) значною є частка похідних ялинників, сосняків та м'яколистяних порід (12–49 %). Тому у системі водорегулювальних і протиерозійних заходів для умов Передкарпаття чільне місце належить відтворенню корінних деревостанів із дуба, бука та ялиці, які, маючи глибоко розвинені кореневі системи, добре виконують захисні функції. Ослаблювати їх можуть похідні ялинники, частка яких на окремих водозборах сягає 35 %. Вітровальність ялини на оглеєних ґрунтах (Трубин 1968) та її інтенсивне всихання (Parpan et al. 2014) зумовлюють проведення частих суцільних санітарних рубок, які за впливом на захисні властивості лісу мало відрізняються від наслідків суцільного способу рубок головного користування.

За останні 50 років у зв'язку із широким запровадженням лісовідновлення на лісотипологічній основі співвідношення частки корінних і похідних деревостанів у загальній площі вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок суттєво покращилося. Про це наочно свідчать дані щодо найбільш лісистої для регіону Прилуквинської височини (табл. 2). За досліджуваний період частка ялинових насаджень зменшилася в два рази, а частка корінних деревостанів збільшилася в 2–5 разів. Проте процес відтворення корінних деревостанів ще не завершений, оскільки серед лісоутворювальних порід чільне місце займає ялина.

Таблиця 2

Зміна площі лісоутворювальних порід на Прилуквинській височині за 50-річний період

Лісоутворювальні породи	Частка порід, %		Співвідношення площ порід (2010 р. до 1963 р.)
	1963 р.*	2010 р.**	
Листяні, загалом	17,6	39,2	2,23
зокрема: бук лісовий (<i>Fagus sylvatica</i> L.)	3,7	20,4	5,51
дуб звичайний (<i>Quercus robur</i> L.)	4,4	13,9	3,16
клен-явір (<i>Acer pseudoplatanus</i> L.)	–	0,1	–
граб звичайний (<i>Carpinus betulus</i> L.)	1,2	0,8	0,67
м'яколистяні	8,3	4,0	0,48
Хвойні, загалом	82,4	60,8	0,74
зокрема: ялиця біла (<i>Abies alba</i> L.)	7,8	16,4	2,10
ялина європейська (<i>Picea abies</i> L.)	69,4	34,7	0,50
сосна звичайна (<i>Pinus sylvestris</i> L.)	5,2	9,8	1,86

*Дані П. А. Трибуна (1968).

**Наші дані

У співвідношенні категорій лісів Передкарпаття наявна суттєва диспропорція. Найменшою є площа лісів природоохоронного, наукового, історико-культурного призначення (< 3 %). Невеликою є також площа захисних лісів. Їхня частка в лісовому фонді річкових басейнів коливається від 2 до 18 %, а подекуди вони взагалі відсутні. Дещо більші площі займають рекреаційно-оздоровчі ліси (> 20 %); особливо біля міст обласного підпорядкування. Так, на водозборах, прилеглих до м. Чернівці, частка рекреаційно-оздоровчих лісів у лісовому фонді перевищує 30 %. Найбільші площі належать експлуатаційним лісам – на них пересічно припадає 55–60 % загальної площі насаджень річкових басейнів. Порівнюючи частки лісів різних категорій на водозборах Передкарпаття й Карпат, відзначимо, що в передгір'ї переважають експлуатаційні ліси та меншою мірою – рекреаційно-оздоровчі, а в горах – експлуатаційні й захисні, співвідношення яких змінюється залежно від висоти над рівнем моря. Зі збільшенням гіпсометричних рівнів гірської

місцевості частка захисних лісів зростає, а експлуатаційних – зменшується. У передгірних умовах ці категорії лісів менше залежать від висотного розміщення водозборів. Загалом для карпатського регіону зв'язок експлуатаційних лісів із висотою водозборів над рівнем моря математично є поліноміальним:

$$f_{\text{е.л.}} = -5 \cdot 10^{-0,8} h^3 + 4 \cdot 10^{-0,5} h^2 - 0,0139h + 61,9, \quad R^2 = 1, \quad (3)$$

де $f_{\text{е.л.}}$ – частка експлуатаційних лісів, %;
 h – висота водозборів, м н. р. м.

Диспропорція у розподілі передкарпатських лісів за категоріями, особливо переважання експлуатаційних лісів, певною мірою створює загрозу зменшення захисних властивостей лісів водозборів, рівень якої й без того є критичним.

У комплексі заходів, спрямованих на збереження захисних функцій лісів, традиційно значну увагу приділяють екологічному удосконаленню способів і технологій рубок. У лісах Передкарпаття тривале застосування суцільнолісосічних рубок на базі тракторного трелювання деревини не сприяло збереженню їхніх захисних властивостей. Лісівничо-екологічна ситуація почала покращуватися, починаючи із 70-х рр. XX ст. внаслідок переорієнтації суцільних рубок на поступові рубки головного користування та розширення площ реконструктивних рубок і лісокультурних заходів. Відповідно до чинних правил рубок головного користування (Pravyła rubok 2008) у лісах Передкарпаття проводять добровільно-вибіркові й поступові (рівномірні, групові, смугові) рубки. І лише у дубових і ялинових деревостанах, окрім цих способів, застосовують також і вузьколісосічні рубки.

Для збереження захисних властивостей лісу найоптимальнішими є добровільно-вибіркові рубки, після яких зміни водного режиму є мінімальними (Oliynuk 2013). Поступові рубки, особливо спрощені, викликають відчутне його погіршення, що після очисного прийому майже не поступається негативним наслідкам суцільних рубок (Chubaty 1984). Очевидно, що у малолісних умовах Передкарпаття доволі ефективним методом ведення господарства може бути наближене до природи лісівництво (Nablyzhene do przyrody 2014), в основу якого покладено вибірккову систему лісогосподарювання, особливості догляду за насадженнями та переформування деревостанів. На водозборах площею менше ніж 100–120 км², для яких оптимізація лісистості є найбільш актуальною, метод наближеного до природи лісівництва можна успішно поєднувати з водозбірним принципом ведення господарства.

Під час проведення лісоексплуатаційних і лісогосподарських робіт у лісах Передкарпаття дуже актуальним є збереження підросту й ґрунту. Щодо цього важливе значення мають природозберігальні технології лісосічних робіт, сезон їх проведення та дотримання лісівничих вимог щодо збереження цих компонентів лісу. В узагальненому вигляді на рисунку 1 зображено принципову схему приуроченості наведених лісівничо- і фітомеліоративних заходів до конкретних природно-господарських об'єктів.

Загалом, для передгірних умов систему таких заходів необхідно приурочувати з одного боку до водозборів, а з іншого – до лісових масивів. У цьому відношенні безлісні угіддя водозборів можуть слугувати об'єктами для оптимізації лісистості й створення захисних смугових насаджень, а лісові масиви – для удосконалення екологічно спрямованої системи лісогосподарських заходів.



Рис. 1 – Принципова схема використання захисних функцій лісів для різних природно-господарських об'єктів Передкарпаття

Висновки. Ліси Передкарпаття виконують важливі водорегулювальні, водоохоронні та ґрунтозахисні функції. Проте, у зв'язку із невисоким рівнем лісистості території, вони неспроможні виступати як єдиний і основний чинник оптимізації водного режиму й запобігання ерозії ґрунтів. Водночас ліси є невід'ємним компонентом низки регіональних природоохоронних заходів – екологічної оптимізації земель, контурно-меліоративної системи землеробства, протипаводкового захисту.

Основні заходи щодо посилення захисних функцій лісів Передкарпаття необхідно приурочувати до двох рівнів: а) водозборів рік і струмків із оптимізацією їхньої лісистості, раціональним розміщенням лісових масивів, створенням захисних насаджень на агроугіддях і вздовж гідрографічної мережі; б) лісових угідь із відтворенням корінних деревостанів, оптимізацією вікових груп насаджень і категорій лісів, екологізацією рубок і застосуванням під час їхнього проведення природозберігальних технологій.

Сучасна лісистість регіону (~ 29 %) є меншою за мінімально необхідну (35 %). Її найбільш доцільно збільшувати в напрямку від півніжжя Карпат до Західного Лісостепу та на водозборах площею менше ніж 100–120 км²;

У гідрологічному й ґрунтозахисному аспектах оптимальним варіантом є рівномірне розміщення лісів на площі водозборів. Вагоме значення для запобігання ерозійним явищам має створення стокорегулювальних смуг на аграрних угіддях і берегозахисних насаджень уздовж гідрографічної мережі.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

- Antipov, A. N., Marunich, S. V., Fedorov, S. F. et al. 1989. Hidrolohicheskaya rol lesnykh heosistem [The hydrological role of forest geosystems]. Novosybyrsk, Nauka, 66–72 p. (in Russian).
- Biallovich, Yu. P. 1972. Normatyvy optymalnoi lesystosty ravnynnoi chasty USSR [The standards of optimal forest cover of the flat part of the Ukrainian SSR]. Lesovodstvo i ahrolesomeliyatsiya [Forestry and Forest Melioration], 28: 54–65 (in Russian).
- Bielova, N. V. 2016. Ahrolandshafty Peredkarpattia, yikh heoekolohichna otsinka ta shliakhy optymizatsii [Precarpathians agricultural landscapes, their environmental assessment and optimization ways]. Avtoref. dys. na zdobuttya nauk. stupenya kand. heohr. nauk [Extended abstract of PhD dissertation]. Lviv, 20 p. (in Ukrainian).
- Chubaty, O. V. 1984. Hirski lisy – rehulatory vodnoho rezhymu [Mountain forests are regulators of the water regime]. Uzhhorod, Karpaty, 104 p. (in Ukrainian).

Furdychko, O. I. 2002. Karpatski lisy: problemy ekolohichnoi bezpeky i staloho rozvytku hirskeho rehionu [Carpathian forests: problems of ecological safety and sustainable development of the mountainous region]. Lviv, Biblos, 192 p. (in Ukrainian).

Hensiruk, S. A., Nyzhnyk, M. S., Kopyi, L. I. 1998. Lisy zachidnoho rehionu Ukrainy [Forests of the western region of Ukraine]. Lviv, NTU im. Shevchenka, 408 p. (in Ukrainian).

Holoiad, B. Ya. and Boichuk, I. I. 2001. Ekolohichni osnovy zakhystu hirske-lisovykh basynovykh ekosystem vid shkidlyvykh ekzohennykh protsesiv v ukrainskykh Karpatakh [Ecological bases of protection of mountain-forest basin ecosystems from harmful exogenous processes in the Ukrainian Carpathians]. Ivano-Frankivsk, 290 p. (in Ukrainian).

Mikhovich, A. I. 1973. K ustanoveniyu normatyvov vodookhrannoy lesistosti territorii Ukraynskoy SSR i Moldavskoy SSR [To the establishment of standards for water conservation forest cover in the Ukrainian SSR and the Moldavian SSR]. Lesovodstvo i ahroliсомelioratsiya [Forestry and Forest Melioration], 33: 3–12 (in Russian).

Nablyzhene do pryrody ta bahatofunktsionalne vedennya lisovoho hospodarstva v Karpatskomu rehioni Ukrainy ta Slovachchyny [Nature-friendly and multifunctional forestry in the Carpathian region of Ukraine and Slovakia] 2014. [H. T. Krynytskyy, Ed.]. Uzhhorod, Kolo, 278 p. (in Ukrainian).

Oliynyk, V. S. 2013. Hidrolohična rol lisiv Ukrainskykh Karpat [The hydrological role of forests in the Ukrainian Carpathians]. Ivano-Frankivsk, NAIR, 232 p. (in Ukrainian).

Oliynyk V. S. and Bielova, N. V. 2014. Erodovanist zemel v ahrolandshtakh Peredkarpattia [Land erosion in the agricultural landscapes of the Precarpathian region]. Heopolityka i ekoheodynamika rehioniv. [Geopolitics and ecogeodynamics], 10: 361–364 (in Ukrainian).

Oliynyk, V. S. and Tkachuk, O. M. 2015. Hidrolohična rol lisystosti vodozboriv Peredkarpattya [Hydrological role of forest cover of Precarpathian]. Lisivnytstvo i ahroliсомelioratsiya [Forestry and Forest Melioration], 127: 23–30 (in Ukrainian).

Parpan, V. I., Shparyk, Yu. S., Slobodyan, P. Ya., Parpan, T. V. et al. 2014. Osoblyvosti vedennia lisovoho hospodarstva v pokhidnykh yalynnykakh Ukrainskykh Karpat [Forest management peculiarities in secondary Norway spruce (*Picea abies* (L.) H. Karst.) Stands of the Ukrainian Carpathians]. Naukovi pratsi Lisivnychoi akademii nauk Ukrainy [Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine], 12: 20–29 (in Ukrainian).

Perekhrest, S. M., Pechkovska, O. M., Kochubey, S. H. 1971. Shkidlyvi stykhiini yavyscha v ukrainskykh Karpatakh ta zasoby borotby z nymy [Harmful natural phenomena in the Ukrainian Carpathians and how to combat them]. Kyiv, Naukova dumka, 200 p. (in Ukrainian).

Pravyly rubok holovnoho korystuvannia v hirskykh lisakh Karpat [Rules of felling of main use in the Carpathian mountain forests]. 2008. [Electronic resource]. Postanova Kabinetu Ministriv Ukrayiny vid 22 zhovtnya 2008 r. No 929. Available from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/929-2008-п> (last accessed date 28.05.2019) (in Ukrainian).

Prikhodko, N. N. and Oliynyk, V. S. 1986. Ekolohicheskiye funktsyy lesnykh nasazhdeniy. Melyorativnaya rol lesnykh nasazhdeniy [Ecological functions of forest stands. The reclamation role of forest stands]. Materialy mizhnar. nauk.-prakt. konf. Kharkiv, KhNAU, p. 79–91. (in Russian).

Resursy poverkhnostnykh vod SSSR. Osnovnye gidrolohiicheskiye kharakterystyky [Surface water resources of the USSR. Basic hydrological characteristics]. 1976. Leningrad, Hydrometeoyzdat, 623 p. (in Russian).

Trybun, P. A. 1968. Pro prychny masovykh vitrovaliv na Prylukvynskiy vysochyni Ivano-Frankivskoyi oblasti v 1964 r. [About the reasons of mass winds in the Prylukvinsk height of Ivano-Frankivsk Region in 1964]. In: Pryrodni umovy ta pryrodni resursy Ukrainskykh Karpat [Natural conditions and natural resources of the Ukrainian Carpathians], 59–66 (in Ukrainian).

Tkachuk O. M.¹, Oliynyk V. S.²

FORESTRY COMPONENT IN THE PROTECTION SYSTEM AGAINST HARMFUL PHENOMENA IN THE PRECARPATHIAN REGION

¹*Ukrainian Research Institute of Mountain Forestry named after. P.S. Pasternak*

²*Vasyl Stefanyk Precarpathian National University*

The role of Precarpathian forests is analyzed in the system of regional nature conservation measures, namely ecological optimization of the lands structure, contour-reclamation system of agriculture, wetlands reclamation and hydro-technical protection of the territory from water hazards. The variability of the forest cover percentage is characterized within the river basins in the region according to their average altitudes. Indicators of age, composition and forests categories at the highest afforestation of the Middle Carpathians are given. The composition changes which have occurred over the last 50 years are reviewed with the Prylukvinska Upland as an example. A protective role of forests, their age, composition and categories are evaluated in terms of their performing protective functions. The empirical dependences of the dynamics of forest cover within the water catchments and areas of the exploitation forests on the gypsometric levels are obtained. The ecological aspects of how to improve final felling and its technologies are considered. A system of forest-reclamation measures is proposed aimed at preventing harmful natural processes such as floods and soil erosion. The scheme meant to strengthen protective functions of the Precarpathian forests has been worked out for different hierarchical levels of water regime formation.

Key words: forest cover, water catchment area, stand age, stand composition, forest categories, final felling, floods, soil erosion.

Ткачук О. М.¹, Олійник В. С.².

**ЛЕСОВОДСТВЕННЫЙ КОМПОНЕНТ В СИСТЕМЕ ЗАЩИТЫ ОТ ВРЕДНЫХ СТИХИЙНЫХ ЯВЛЕНИЙ
В ПРЕДКАРПАТЬЕ**

¹*Український науково-дослідницький інститут гірського лісового господарства ім. П. С. Пастернака*

²*ГВУЗ «Прикарпатський національний університет ім. Василя Стефаника»*

Проаналізована роль лесов Предкарпаття в системі регіональних природоохоронних заходів – екологічної оптимізації структури угідь, контурно-меліоративній системі землеробства, меліорації переувлажнених земель і гідротехнічної захисту території від водних стихій. Охарактеризована змінюваність частоти лісистої річкових басейнів регіону в залежності від їх середніх висот. Приведені показники віку, складу і категорії лесів в умовах найбільшої лісистої. На прикладі Прилуцької височини Середнього Предкарпаття розглянуті зміни складу насаджень за останні 50 років. Оцінено захисну роль лісистої, віку, складу і категорії лесів в виконанні захисних функцій. Отримані емпіричні залежності динаміки лісистої водозборів і площ експлуатаційних лесів від гіпсометричних рівнів. Розглянуті екологічні аспекти удосконалення рубок головного користування і їх технологій. Представлено систему лісоводсько-меліоративних заходів, спрямованих на запобігання шкідливим стихійним процесам – паводкам і ерозії ґрунтів. Розроблено принципову схему посилення захисних функцій лесів Предкарпаття для різних ієрархічних рівнів формування водного режиму.

Ключевые слова: лісистість, водозбір, вік насаджень, склад насаджень, категорії лесів, рубки головного користування, паводки, ерозія ґрунтів.

E-mail: tkachyk.oksana1988@gmail.com; klz.pu.if.ua@ukr.net

Одержано редколегією 29.05.2019

СЕЛЕКЦІЯ, ДЕНДРОЛОГІЯ

УДК 630.232.12

<https://doi.org/10.33220/1026-3365.134.2019.33>



Л. І. ТЕРЕЩЕНКО, В. А. ДИШКО

РЕЗУЛЬТАТИ 20-РІЧНИХ ВИПРОБУВАНЬ КАНДИДАТІВ У СОРТИ-ПОПУЛЯЦІЇ СИНТЕТИЧНІ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ В УМОВАХ ДП «ЗМІЙВСЬКЕ ЛГ»

НА ХАРКІВЩИНІ

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

Висвітлено результати дослідження сортовипробних культур сосни звичайної в ДП «Зміївське ЛГ» Харківської області, де представлено потомства дев'яти клонових насінних плантацій та однієї постійної лісонасінної ділянки – кандидати у сорти-популяції синтетичні та їхні регіональні контрольні варіанти (Харківська, Київська, Рівненська й Волинська області). Оцінено ростові (висота, діаметр), якісні (прямизна стовбура) показники та стан насінневих потомств у 5- та 20-річному віці. Відзначено добру збережуваність потомств у сортовипробних культурах (46,7 %). Кращими за результатами комплексного балового оцінювання потомств у 5-річному віці визнано кандидати у сорти-популяції з Харківщини 'Прихилки-2' та 'Географічний', у 20-річному віці – 'Географічний'. Потомства з Харківської та Київської областей за сумою отриманих балів не поступають місцевому контролю, а деякі випереджають його; до групи з гіршими за контроль результатами віднесено потомства з Волинської та Рівненської областей.

Ключові слова: *Pinus sylvestris*, сортовипробування, кандидати у сорти-популяції, прямизна стовбура, стан потомства.

Вступ. Починаючи з 50-х років XX століття, в Європі розроблено багато селекційних програм для окремих лісових видів. Лише в Швеції діє 7 альтернативних стратегій селекції (Tsarev 2014). Схема програми лісової селекції в Росії, розроблена А. П. Царьовим (2014), передбачає на початковому етапі визначення ідеалу (моделі) сорту, а на заключному – відбір та районування кращих сортів і форм, з подальшим їхнім масовим розмноженням та використанням. Програма селекції промислових сортів М. В. Рогозіна (Rohozyn 2018) базується на відборі плюсових дерев у насадженнях – аналогах плантаційних культур, застосовуванні раннього оцінювання культур у 4–8 років та ступінчасті випробування потомств з виділенням в потомствах від 500–1000 дерев приблизно 70 дерев – кандидатів у сорт. Хемомаркерами росту, на його думку, може бути вміст 12 хімічних елементів у хвої.

Заключним етапом селекційних робіт в Україні також визнано переведення насінництва на сортову основу. Державне сортовипробування лісових деревних порід розпочато у 1982 р., коли було організовано сортодільниці швидкорослих тополь та верб. У 1992 р. в Україні при Держкомісії із сортовипробування та охорони сортів рослин створено Експертну раду і розпочато роботи з випробування запропонованих кандидатів у сорти основних лісових деревних порід. На підставі багаторічних досліджень у різних природних зонах для сортовипробування виділено близько 200 кандидатів у природні, штучні та синтетичні сорти-популяції, сорти-гібриди (Patlay et al. 1999). Після детального аналізу існуючого селекційного матеріалу до Державного реєстру станом на 2002 р. внесено 46 сортів деревних рослин, із яких оригінатором 34 сортів був УкрНДІЛГА, зокрема 13 сортів сосни звичайної (Tkach et al. 2013). Методику сортовипробування лісових деревних рослин уперше в Україні розроблено в УкрНДІЛГА і в 1996 р. затверджено Експертною радою. Згідно з Методикою (Patlay & Molotkov 1997) розрізняють сорт-популяцію синтетичну з клонової насінної плантації (І або ІІ покоління) та сорт-популяцію синтетичну з родинної плантації.

Результати дослідження потомства клонових насінних плантацій (КНП) сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) висвітлені в нечисленних роботах. У Білорусі за результатами випробування потомства клонової гібридно-насінної плантації, створеної щепленням живців кращих дерев з географічних культур ІІ покоління у 1986 р., зареєстровано сорт сосни звичайної 'Негорельська'. У 2004 р. закладено КНП вищого порядку, пізніше – 15 ділянок випробних культур цього сорту у 3 лісорослинних підзонах країни загальною площею 12,6 га. Станом на 2017 р. деякі ділянки (3, 4, 5 та 9 років) обстежено та підтверджено

достовірне перевищення потомствами сорту 'Негорельська' контрольного варіанта за висотою на 10–23 %, за діаметром – на 12–29 % (Poplavskaya et al. 2017).

У Польщі випробування потомств сосни звичайної з КНП та місцевих деревостанів (популяційний контроль) на 5 різних ділянках показали перевагу потомств з КНП за висотою у віці 4 років. При цьому вплив походження був практично відсутнім, але велике значення мали особливості ділянок (місця садіння) (Chmura et al. 2003). В іншому дослідженні потомства 31 КНП за висотою дерев у віці 4 і 8 років і діаметром у віці 13 років не були кращими за потомства місцевих деревостанів у 5 місцях випробування. Водночас місцеві джерела насіння не завжди були найкращими, що дало можливість визначити найгірші з них. Автори рекомендують проводити тестування окремих родин та генетичний аналіз існуючих насінних плантацій (Chmura & Rożkowski 2012).

В Україні в умовах Волинської області за середньостроковою оцінкою (27 років) кращими за господарсько-цінними ознаками в умовах С₂–С₃ визнано 8 із 10 випробуваних кандидатів у сорти-популяції синтетичні, серед них Луцьк-2 і Луцьк-3 (Andreieva 2010). За висотою перевищення кандидатів у синтетичні сорти-популяції над контролем досягало в середньому 19,6 %, за діаметром – 18,4 %.

Сортовипробні культури сосни звичайної в Харківській області створені у 1999 р. одночасно О. С. Мажулою у ДП «Гутянське ЛГ» та Л. І. Терещенко у ДП «Зміївське ЛГ» садивним матеріалом, вирощеним у Задонецькому лісництві ДП «Зміївське ЛГ». Умови росту культур були дещо різними: в ДП «Гутянське ЛГ» ТЛУ В₂–С₂, а в ДП «Зміївське ЛГ» – В₂.

За результатами вивчення росту культур у ДП «Гутянське ЛГ» Харківської області у 3- та 10-річному віці О. С. Мажулою (Mazhula 2009) відзначено істотно кращий ріст більшості потомств КНП, порівнюючи з потомством регіональних контрольних варіантів. Суттєво кращими за висотою від показника місцевого контролю у 10 років були потомства 'Прихилки-1' та 'Прихилки-2', за діаметром – 'Київ-3'. У 20-річному віці дослідження цих культур В. А. Дишко та Л. О. Торосовою (Dyshko & Torosova 2018) показали, що за комплексним оцінюванням 7 з 10 потомств синтетичних популяцій (КНП) є кращими за місцевий контроль та відповідні регіональні контрольні варіанти.

Сортовипробні культури у ДП «Зміївське ЛГ» Харківської області були обстежені нами у 5-річному віці, але дані не було опубліковано. У цій роботі наведено результати досліджень зазначених культур у 2003 і 2017 рр.

Мета роботи – аналіз результатів комплексного оцінювання кандидатів у сорти-популяції синтетичні у сортовипробних культурах сосни звичайної ДП «Зміївське ЛГ».

Матеріали й методи. Ділянка сортовипробних культур розташована на відстані близько 100 км у південно-східному напрямку від ділянки у ДП «Гутянське ЛГ», тобто умови росту дерев в ДП «Зміївське ЛГ» є жорсткішими. Зокрема, середньорічна температура дорівнює +7,6°C, річна кількість опадів – 527 мм, тоді як у Гутах відповідні показники – +7,3°C та 560 мм (Klimat 2019). Сортовипробні культури сосни звичайної було створено у Задонецькому лісництві ДП «Зміївське ЛГ» Харківської області на площі 2,3 га. Унаслідок пожежі частину культур пошкоджено, тому площа на час обстеження (2017 р.) становила 1,6 га. Особливістю ділянки є її розташування на відстані до 1 км від р. Сіверський Донець, висота над рівнем моря (за даними GPS) – 107 м.

У 1999 р. однорічні рослини висаджено на свіжому нерозкорчованому зрубі сосни звичайної 80-річного віку. Схема садіння – 2,5 × 0,7 м. Через кожні 6 рядів сосни висаджено по 2 ряди дуба (суміш сіянців звичайного та червоного). Варіанти висаджено у 3–8 повторностях по 60 рослин в кожній і розмежовано декількома рослинами дуба звичайного. Кількість обстежених повторностей кожного варіанта у 2017 р. – від 3 до 5, за винятком варіанта 'Луцьк-3', де зберіглося 2 повторності. Тип лісу – свіжій сосново-дубовий субір.

На ділянці представлені потомства 9 КНП та 1 постіної лісонасінної ділянки (ПЛНД) з 4 областей: Київської – 'Київ-3', 'Київ-4' та 'Київ-5'; Харківської – 'Географічний',

'Специфічний', 'Прихилки-1', 'Прихилки-2'; Рівненської – 'Костопіль' (ПЛНД) та Волинської – 'Луцьк-3', 'Луцьк-2', 'Луцьк-2+3' (суміш сіянців двох синтетичних популяцій). Як регіональні контрольні варіанти (далі по тексті – р. к.) використано сіянці, вирощені з насіння загального збору насаджень лісгоспів відповідних областей: Харків (р. к.), Київ (р. к.), Волинь (р. к.) та Острів (р. к.). Місцевий контроль Контроль (Зм) вирощено з насіння виробничого збору Задонецького лісництва ДП «Зміївське ЛГ». На відміну від інших варіантів насіння для варіантів 'Географічний' та 'Специфічний' зібрано на КНП II покоління (1988 р. створення), що знаходяться в Задонецькому лісництві ДП «Зміївське ЛГ». Кандидат у сорт-популяцію синтетичну 'Географічний' є родинно-клоновою насінною плантацією II покоління. Свого часу (1962 р.) у ДП «Тростянецьке ЛГ» Сумської області було створено перші в Україні випробні культури, у віці 20–23 рр. в них було відібрано 29 найкращих дерев – кандидатів у плюсові, у 1987 р. було заготовлено живці з відібраних дерев, які щепили на саджанці із закритою кореневою системою, з однорічних щеп 16 клонів плюсових дерев вторинного відбору створено плантацію. У випробних культурах з відібраних 29 найкращих дерев через 25 років чверть дерев за комплексом показників зберегла статус найкращих (Tereshchenko et al. 2011). Кандидат у сорт-популяцію синтетичну 'Специфічний' являє собою плантацію, утворену клонами 4 плюсових дерев, які у випробних культурах показали високу специфічну комбінаційну здатність: 1-з, 3-з, 9-з та 25-зд.

Біологічний вік рослин на час обстеження становив 20 років. Ростові показники дерев визначали за загальноприйнятими у лісовій таксації методиками (Anuchin 1982), категорію стану (КС) – відповідно до методики лабораторії селекції УкрНДЛГА (Volosyanchuk et al. 2003). Якість стовбурів оцінювали за прямизною (виділяли прямі, зі слабо визначеною кривизною, помітно криві, вилки або двійчатки). Визначення об'ємів стовбурів дерев, бонітету насаджень проведено за Нормативно-довідковими матеріалами (Shvidenko et al. 1987). Отримані дані обробляли статистичними методами в програмі MS Excel.

Оскільки запропонована сучасна методика експертизи сортів (Metodyka 2017), на нашу думку, не є досконалою і викликає низку питань, то триває пошук підходів до розробки методології оцінювання кандидатів у сорти, насамперед для головних лісоутворювальних порід. У цій роботі апробовано варіант шкали комплексного оцінювання за 4 показниками. Оцінювання кожного показника проведено за 5-бальною шкалою. Для побудови шкал бального оцінювання інтенсивності росту за висотою та діаметром нами за основу взято істотність різниці варіантів з контролем за *t*-критерієм (табл. 1).

Таблиця 1

Шкала для бального оцінювання середніх показників досліджених ознак варіантів

Бали	Інтенсивність росту за висотою та діаметром (істотність різниці з контролем за <i>t</i> -критерієм Стьюдента)	Частка дерев з прямими стовбурами, %	Частка дерев I та II категорій стану, %
1	$t > -2,0$	≤ 20	≤ 10
2	t від -2,0 до -1,1	21–30	10–20
3	t від -1,0 до +1,0	31–45	21–39
4	t від +1,1 до +2,0	46–60	40–50
5	$t > +2,0$	> 60	> 50

Зазвичай переважна більшість варіантів росте на рівні контрольного варіанта ($-2,0 \leq t \leq 2,0$), але серед них є такі, що мають значення *t*, наближені до критичних, і різниця між ними може сягати понад 10 %. Тому ми поділили ці варіанти на 3 групи (кількість балів 2–4). Істотно гірші варіанти ($t > -2,0$) отримали 1 бал, істотно кращі – 5 балів ($t > +2,0$). Для визначення суми балів за допомогою коефіцієнтів враховували ступінь значущості ознаки. Зокрема, для показника діаметра визначено коефіцієнт 0,8 (менш спадково обумовлена

ознака, ніж висота), стану – 0,7 (складність урахування впливу біотичних та антропогенних чинників); коефіцієнт 1 – для показників висоти та якості стовбура. Максимальна кількість балів для варіантів – 17,5 бала. Перспективними вважали потомства, які отримали найбільшу суму балів та відрізнялися від контролю не менше як на 2 бали, малоперспективними – такі, у яких отримана сума балів була меншою від показника контролю з різницею від 2 балів і більше. Решту варіантів вважали відносно перспективними.

Результати та обговорення. Під час обстеження культур було відзначено наявність певної кількості самосійних рослин листяних видів, переважно по периметру ділянки. Найбільше розповсюдженою була береза повисла (*Betula pendula* Roth), декілька крупних екземплярів якої утворили 2–3 стовбура, мали потужну крону й пригнічували дерева сосни (наявність берези фіксували під час садіння культур). На ділянці траплялись невеликі екземпляри видів роду тополя (*Populus* sp.). У незначній кількості (до 10 шт.) були представлені клен гостролистий (*Acer platanoides* L.) заввишки до 4 м, клен ясенелистий (*Acer negundo* L.) – до 5 м, клен польовий (*Acer campestre* L.), який ріс кущем. Помічено поодинокі (1–3 шт.) екземпляри в'яза шорсткого (*Ulmus glabra* Huds.), липи дрібнолистої (*Tilia cordata* Mill.) кущоподібної форми, черемхи звичайної (*Prunus padus* L.), верби козячої (*Salix caprea* L.). Робінія звичайна (*Robinia pseudoacacia* L.), якої в 5-річному віці було декілька кущів, через 15 років росла у вигляді куртини діаметром до 15 м, нечисленні дерева сосни звичайної в куртині були пригнічені. Самосів сосни відсутній, дуба – малочисельний, переважно неподалік рядів дуба, окремі екземпляри якого сягали 7–8 м. Із чагарників відзначено лише малину лісову (*Rubus idaeus* L.) – одну куртину. Надґрунтовий покрив розвинений слабо, проективне покриття – до 20 %.

Збережуваність дерев сосни звичайної у варіантах внаслідок низки чинників (пожежа, сніголам, бурелом, антропогенне втручання, пригнічення) виявилася нерівномірною – від 20 до 70 %. Понад 50 % рослин зберіглося у варіантах 'Прихилки-2', 'Київ-3' та Остріг (р. к.), найменше – у варіантах Київ (р. к.) (38 %) та 'Луцьк-3' (32 %). Середня збережуваність насінних потомств на ділянці, яка не постраждала від пожежі, – 46,7 %. Для порівняння: збережуваність варіантів у культурах у 5-річному віці (2002 р.) становила 55,4 % (від 32 до 74 %).

Побудовані криві розподілу дерев за висотою мали слабку правосторонню асиметрію (82 % варіантів) та гостроверхівковість (70 % варіантів); за діаметром – незначну лівосторонню асиметрію виявлено практично у всіх варіантів, за винятком потомства кандидата у сорти 'Київ-4', де знаходиться найбільше дерево ($d = 23$ мм). Ці дані свідчать про певну неоднорідність умов росту дерев. На ділянці проводили рубки догляду, але на час обстеження культури виявилися дещо загущеними. Повнота культур є нерівномірною, в середньому дорівнює 0,8.

У 5-річному віці середня висота варіантів дорівнювала 0,83 м, середній діаметр біля кореневої шийки – 20 мм (табл. 2). Суттєво кращим за висотою було лише одно потомство з Харківщини – 'Прихилки-2', перевищення над Контролем (Зм) становило 9%; потомство кандидата в сорти 'Географічний' посіло другу позицію, хоча різниця з місцевим контролем виявилася несуттєвою. До суттєво гірших за висотою віднесено варіанти 'Київ-4' та Волинь (р. к.), вони поступилися місцевому контролю на 10–11 %. За діаметром жоден варіант суттєво не перевищив показник Контроль (Зм), проте 8 варіантів суттєво поступилися йому на 11–24 %. Суттєво кращих та суттєво гірших від місцевого контролю потомств за обома показниками не було виявлено.

Середня на ділянці висота 20-річних культур становила 10,5 м, діаметр – 11,9 см, а середня висота потомств кандидатів у сорти-популяції синтетичні – від 9,7 до 10,9 м. Щодо місцевого контролю Контроль (Зм) становить 93 та 104 %. Продуктивність насадження відповідає I^a класу бонітету. За висотою лише 3 із 10 потомств кандидатів у сорти перевершували Контроль (Зм), а 4 – поступалися йому. Дерев регіональних контрольних

варіантів Київ (р. к.) та Волинь (р. к.) були кращими за дерева потомств кандидатів у сорти відповідних областей.

Таблиця 2

Характеристика варіантів за ростовими показниками у 5-річному віці

Варіант	Кількість дерев, шт.	Середня висота, см			Середній діаметр кореневої шийки, мм		
		$M \pm m$	C_v	t_{st}	$M \pm m$	C_v	t_{st}
Контроль (Зм)	101	84,0 ± 2,29	27,4	–	21,7 ± 0,83	38,1	–
Харьков (р. к.)	187	84,8 ± 1,53	24,7	0,3	21,7 ± 0,44	27,5	-0,1
'Специфічний'	131	83,8 ± 1,74	23,8	-0,1	19,6 ± 0,49	28,4	-2,2
'Прихилки-2'	152	91,4 ± 1,78	24,0	2,6	21,7 ± 0,53	30,0	0,1
'Прихилки-1'	144	83,7 ± 1,68	24,1	-0,1	20,8 ± 0,54	30,8	-0,9
'Географічний'	114	88,3 ± 2,09	25,2	1,4	20,7 ± 0,57	29,3	-1,0
Волинь (р. к.)	121	76,0 ± 2,00	28,1	-2,6	19,5 ± 0,52	33,7	-2,2
'Луцьк 2+3'	72	78,7 ± 2,10	22,6	-1,7	17,5 ± 0,54	26,3	-4,2
'Луцьк-2'	183	79,6 ± 1,64	27,9	-1,6	20,2 ± 0,49	32,9	-1,6
'Луцьк-3'	71	84,9 ± 2,17	21,6	0,3	19,4 ± 0,59	25,6	-2,3
Остріг (р. к.)	152	81,3 ± 1,55	23,5	-1,0	18,6 ± 0,48	31,7	-3,2
'Костопіль'	75	79,3 ± 2,57	28,1	-1,4	18,4 ± 0,64	30,0	-3,2
Київ (р. к.)	103	79,8 ± 1,83	23,3	-1,4	20,2 ± 0,60	29,9	-1,5
'Київ-3'	235	81,3 ± 1,51	28,4	-1,0	21,4 ± 1,38	29,4	-1,7
'Київ -4'	118	75,8 ± 2,01	28,8	-2,7	19,2 ± 0,65	36,6	-2,4
'Київ-5'	105	82,1 ± 2,03	25,3	-0,6	21,6 ± 0,64	30,5	-0,1

Примітка. Грубим шрифтом виділено істотні значення ($P = 0,95$).

Регіональний контроль Остріг (р. к.) незначно поступався за висотою потомству 'Костопіль (ПЛНД)', а Харків (р. к.) перевищував за висотою 3 з 4 потомств кандидатів у сорти Харківщини. Дисперсійний однофакторний аналіз не виявив різниці між потомствами кандидатів у сорти (3 повторності) та місцевим контролем. Рівень варіювання між потомствами середній – 11,6 %, у межах потомств – від 8,1 до 15,6 %. З порівняння за критерієм Стюдента випливає, що лише варіант 'Географічний' статистично достовірно перевищував Контроль (Зм) – на 4 % та Харків (р. к.) – на 5 %. Суттєво поступалися Контролю (Зм) варіанти 'Луцьк-3' та Остріг (р. к.) – на 7 та 5 % відповідно (табл. 3).

Середній діаметр варіантів становив від 10,6 до 12,6 см, відповідно, 88 та 104 % від місцевого контролю. Жодне з потомств кандидатів у сорти не перевершувало Контроль (Зм), а потомство 'Луцьк-3' суттєво поступалося йому. Серед регіональних контрольних варіантів лише Київ (р. к.) мав незначні переваги над потомствами кандидатів у сорти Київської області, решта контрольних варіантів дещо поступалася потомствам кандидатів у сорти відповідних областей (за винятком 'Луцьк-3'). Рівень варіювання між варіантами за діаметром високий – 23,9 %, у межах варіантів – від 19,8 до 29,4 % (див. табл. 3).

За обома ростовими показниками суттєво кращих потомств кандидатів у сорти не виявлено, суттєво гіршим було потомство 'Луцьк-3'. За об'ємом стовбура середнього дерева певні переваги показали потомства 'Географічний', 'Специфічний', 'Київ-3' та регіональний контроль Київ (р. к.) (див. табл. 3).

Визначення вікових (5 та 20 років) кореляцій показників росту варіантів показало слабкі кореляційні зв'язки як за висотою, так і за діаметром ($r = 0,17$ та $r = 0,12$ відповідно), які в обох випадках виявилися несуттєвими.

Таблиця 3

Характеристика варіантів за ростовими показниками у 20-річному віці

Варіант	Кількість дерев, шт.	Середня висота, м			Кількість дерев, шт.	Середній діаметр, см			Об'єм стовбура середнього дерева, м ³
		$M \pm m$	C_v	t_{st}		$M \pm m$	C_v	t_{st}	
Контроль (Зм)	118	10,5 ± 0,14	11,9	-	86	12,1 ± 0,30	23,2	-	0,07
Харьков (р. к.)	71	10,5 ± 0,11	11,4	0	118	11,5 ± 0,26	24,2	-1,5	0,06
'Специфічний'	119	10,6 ± 0,14	11,2	0,6	72	12,4 ± 0,30	20,3	0,6	0,08
'Прихилки-2'	62	10,4 ± 0,15	15,6	-0,4	123	11,8 ± 0,30	28,5	-0,6	0,07
'Прихилки-1'	91	10,6 ± 0,11	8,1	0,8	64	11,9 ± 0,33	22,2	-0,5	0,07
'Географічний'	111	10,9 ± 0,12	10,1	2,5	102	12,3 ± 0,28	23,0	0,4	0,08
Волинь (р. к.)	44	10,6 ± 0,19	12,0	0,7	53	11,3 ± 0,35	22,3	-1,8	0,07
'Луцьк 2+3'	137	10,4 ± 0,13	13,9	-0,2	107	12,1 ± 0,24	23,7	-0,1	0,07
'Луцьк-2'	113	10,4 ± 0,10	10,0	-0,7	115	12,1 ± 0,24	21,0	0,5	0,07
'Луцьк-3'	41	9,7 ± 0,22	14,6	-2,9	42	10,6 ± 0,42	25,5	-2,9	0,05
Остріг (р. к.)	54	10,0 ± 0,16	11,5	-2,2	96	11,4 ± 0,31	26,5	-1,7	0,06
'Костопіль'	26	10,1 ± 0,27	13,5	-1,1	28	11,6 ± 0,64	29,4	-0,8	0,06
Київ (р. к.)	75	10,7 ± 0,10	8,2	1,5	78	12,6 ± 0,29	20,0	1,1	0,08
'Київ-3'	48	10,5 ± 0,12	11,1	0,3	95	12,2 ± 0,31	24,8	0,1	0,08
'Київ -4'	61	10,3 ± 0,19	12,8	-0,6	57	11,9 ± 0,38	24,3	-0,5	0,06
'Київ-5'	89	10,6 ± 0,13	9,7	0,4	65	11,6 ± 0,13	19,8	-1,5	0,07

Примітка. Грубим шрифтом виділено істотні значення ($P = 0,95$).

Оцінювання якісних показників у варіантах у 5-річному віці засвідчило, що 70 % рослин мали прямі стовбурці. Найкращими виявилися потомства кандидатів у сорти 'Костопіль' (ПЛНД) та 'Специфічний', які мали відповідно 95 та 83 % якісних стовбурців. При цьому Контроль (Зм) був за цим показником не найкращим (рис. 1), гіршу якісну структуру мали лише потомства 'Луцьк 2+3' (суміш), 'Луцьк-3' та Київ (р. к.), частка якісних стовбурів яких становила 52–48 %.

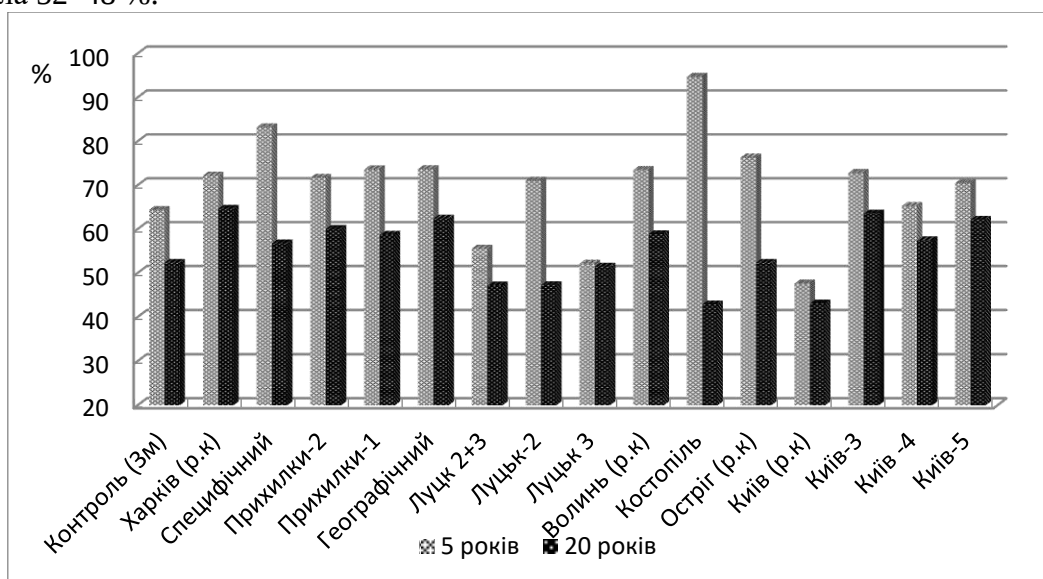


Рис. 1 Частки прямостовбурних дерев у варіантах

Серед вад слід відзначити викривлення стовбурців біля основи, кривизну, розвилки, багатoverхівковість. Найбільш розповсюдженою вадою виявилася кривизна, яка значною мірою обумовлена заміною верхівок внаслідок їхнього пошкодження – майже у 64 % від кількості дерев з вадами розвилки зафіксовано у 20 %, пасинки – у 16 % рослин. Кожне десяте деревце мало ознаки ентомопошкодження (пильщик, смолух, пагонов'юн), 3 % рослин – захворювання шютте.

Оцінювання якості стовбурів дерев у 20-річному віці показало, що в насадженні 56 % дерев мають рівні стовбури, у варіантах – від 43 до 65 %. Вищий відсоток прямостовбурних дерев у кандидатів у сорти з Харківської та Київської областей та Харків (р. к.) (див. рис. 1). Потомства Рівненської та Волинської областей поступаються їм, за винятком варіанта Волинь (р. к.). Серед вад найбільше виявлена сильна кривизна стовбура (36 %); частка дерев з пасинками – 29 %, з невеликою кривизною – 24 %, дерев з двійчатками або вилками – 6 %. Частка дерев з вадами в кроні – 5 %.

У порівнянні з 5-річними рослинами частка прямостовбурних дерев у варіантах зменшилася майже на чверть (варіювання від 3 до 43 %), найбільше зменшення відзначено для потомств з Рівненщини, 'Луцьк-2' та 'Специфічний'.

Результати визначення стану сосен 5-річного віку в сортовипробних культурах засвідчили загалом добрий стан насадження (індекс стану – 2,2 бала), 69 % дерев характеризувалися I і II категоріями стану. Найбільшою частка дерев відмінного й доброго стану була у варіанті Харків (р. к.) – 77 %, найменшою – у 'Київ-4' (48 %) (рис. 2). Сухі дерева в культурах були практично відсутні (0,4 %).

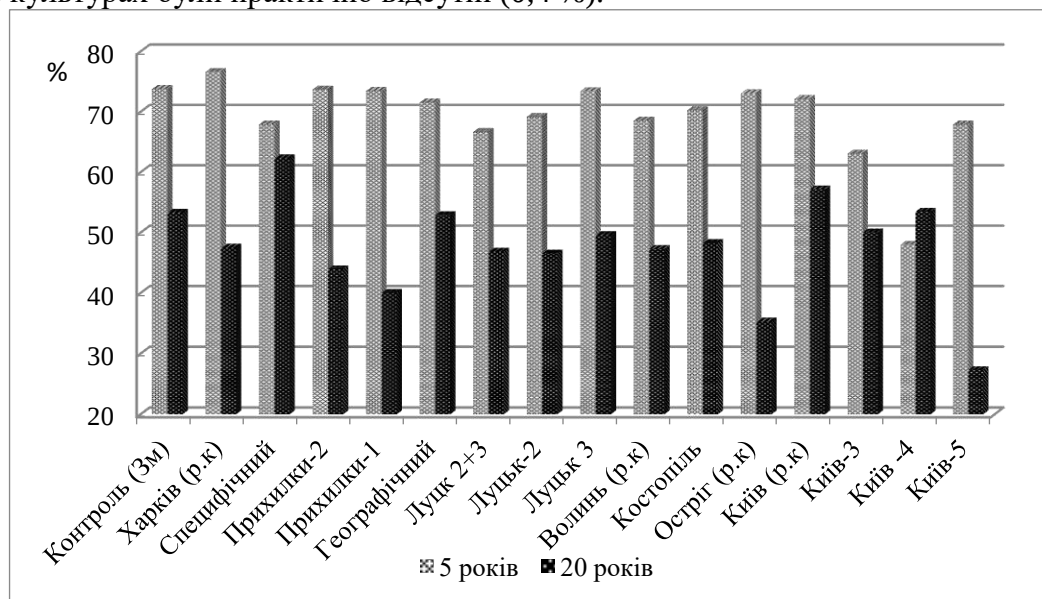


Рис. 2 – Частки дерев відмінного та доброго стану у варіантах

Частка дерев I і II категорій стану в культурах 20-річного віку – 48 %, у варіантах – від 27 до 62 %. Частка сухих дерев на ділянці – 2,1 %, значно ослаблених – 7,6 %. Індекс стану насадження – 2,7 бала. Найбільше дерев доброго та відмінного стану відзначено в потомстві 'Специфічний' (див. рис. 2). У потомстві 'Київ-5' 68 % дерев мали задовільний стан і лише 27 % – добрий та відмінний.

Результати комплексного оцінювання потомств штучних популяцій у 5- та 20-річному віці представлено на рисунку 3. У 5-річному віці найкращим за 4 показниками було потомство кандидата у сорти 'Прихилки-2', яке на 2 бали випередило місцевий контроль; на другому місці, з різницею в 1 бал, було також потомство з Харківщини – 'Географічний'. Найгірші показники мали потомства 'Луцьк 2+3' (суміш) та 'Київ-4'.

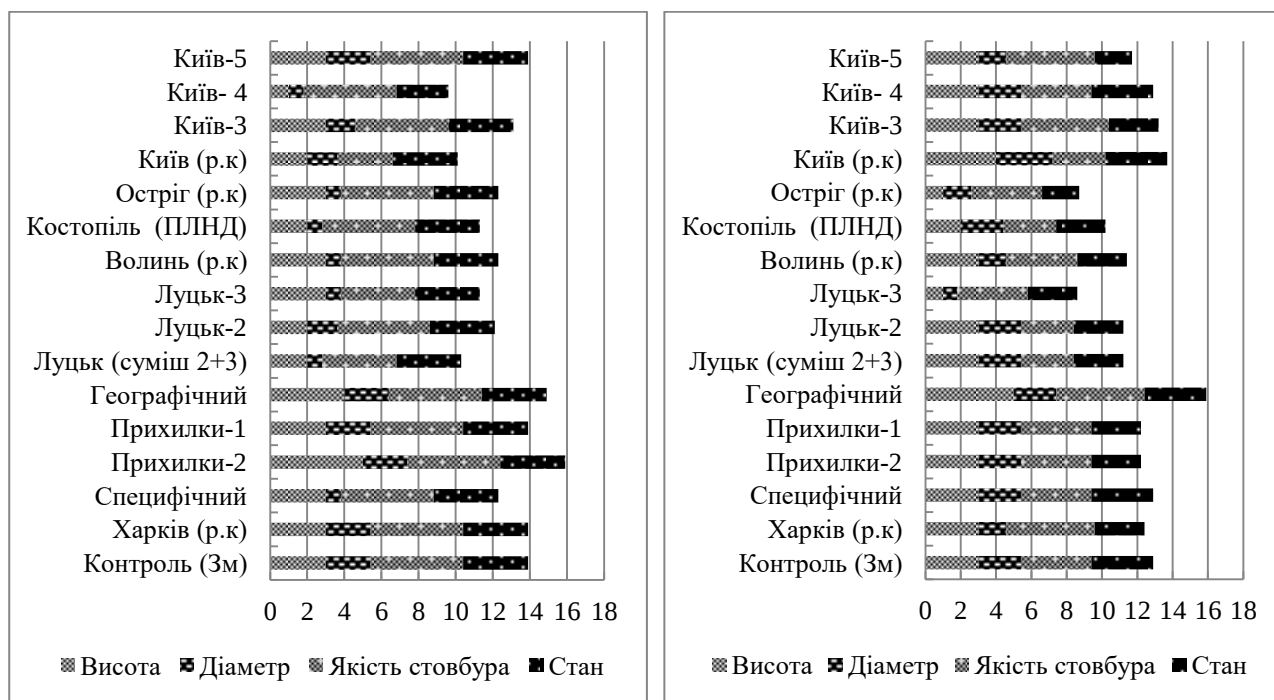


Рис. 3 – Результати комплексного балового оцінювання потомств кандидатів у сорти-популяції синтетичні та регіональних контролів у 5-річному (ліворуч) та 20-річному (праворуч) віці

У 20-річному віці серед представлених 10 потомств кандидатів у сорти-популяції синтетичні безумовним лідером за сумарною кількістю балів визнано варіант 'Географічний', який на 3 бали є кращим від місцевого контролю. Незначно (менше ніж на 1 бал) випередили місцевий контроль потомства 'Київ-3' та регіональний контроль Київ (р.к.). Найгірші показники в умовах випробування мали потомство кандидата в сорти 'Луцьк-3' з Волині та регіональний контрольний варіант Остріг (р.к.) з Рівненщини, які поступалися Контролю (Зм) на 4 бали. Помітною є диференціація варіантів за регіонами (рис. 3): потомства кандидатів у сорти та регіональні контрольні варіанти з Харківської та Київської областей за сумою отриманих балів не поступалися місцевому контролю, при цьому 3 з 9 випередили його; у групі з гіршими від контролю результатами опинилися всі потомства з Волинської та Рівненської областей. Подальші спостереження за ростом і розвитком потомств у сортовипробних культурах дадуть можливість підтвердити або спростувати відзначену диференціацію за регіонами.

Висновки. Збережуваність насінних потомств клонових насінних плантацій та постійних лісонасінних ділянок сосни звичайної 20-річного віку в сортовипробних культурах сосни звичайної в ДП «Зміївське ЛГ» Харківської області становила в середньому 46,7 %, проти обстеження в 5-річному віці зменшилася на 8,7 %. У 5-річному віці потомство кандидата у сорти-популяції синтетичні 'Прихилки-2' суттєво перевершувало місцевий контроль за висотою, а в 20-річному віці лідером за висотою визнано потомство 'Географічний'. За діаметром суттєво кращих від контрольних варіантів не виявлено. У 5- та 20-річному віці серед 10 потомств суттєво кращих від місцевого контролю потомств за обома ростовими показниками не виявлено; у 20 років потомство 'Луцьк-3' росло суттєво гірше за контрольний варіант. За об'ємом стовбура середнього дерева певні переваги у 20 років показали потомства 'Географічний', 'Специфічний', 'Київ-3' та Київ (регіональний контроль).

Проти 5-річного віку частка прямостовбурних дерев у варіантах у 20 років зменшилася майже на чверть і становила від 43 до 65 %. Стан насадження за цей час дещо погіршився: з 2,2 (індекс стану) до 2,7 бала.

Згідно з результатами комплексного оцінювання потомств за 4 показниками у 5-річному віці перспективними визнано кандидатів у сорти-популяції 'Прихилки-2' та 'Географічний', у 20-річному віці – 'Географічний'. Неперспективним виявилось потомство 'Луцьк-3'.

Потомства з Харківської та Київської областей за сумою отриманих балів не поступаються місцевому контролю, а 3 варіанти з 9 випереджають його; в групу з гіршими від контролю результатами потрапили потомства з Волинської та Рівненської областей.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

Andreieva, V. V. 2010. Lisivnycho-selektsiyna otsinka pivsibsovykh i sibsovykh potomstv sosny zvychnoyi v umovakh Zakhidnoho Polissia [Forests and breeding estimation of of halvesibs and sibs progenies of Scots pine in the conditions of Western Polissya]. Avtoref. diss. na soisk. uchen. stepeni kand. biolog. nauk [Extended abstract of PhD dissertation], Lviv, 20 p. (in Ukrainian).

Anuchin, N. P. 1982. Lesnaya taksatsiya [Forest Mensuration]. Moscow, Lesnaya Promyshlennost, 552 p. (in Russian).

Chmura, D. J., Giertych, M., Rożkowski, R. 2003. Early height growth of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) progenies from Polish clonal seed orchards. *Dendrobiology*, 49: 15–23.

Chmura, D. J. and Rożkowski, R. 2012. Growth and phenology variation in progeny of Scots pine seed orchards and commercial seed stands. *European Journal of Forest Research*, 131(4): 1229–1243.

Dyshko, V. A. and Torosova, L. O. 2018. Kompleksne otsiniuvannya kandydativ u sorty-populiatsii syntetychni u sortovyprobnnykh kulturakh sosny zvychnoyi v DP Hutianskyj lishosp [A comprehensive assessment of candidates to synthetic variety-populations in the Scots pine variety tests in Gutyanske forest enterprise]. *Lisivnytstvo i ahrolisomeliioratsiya* [Forestry and Forest Melioration], 132: 57–65 (in Ukrainian).

Klimat. Kharkovskaya oblast. [Electronic resource]. CLIMATE-DATA.ORG Available from: <https://ru.climate-data.org/европа/украина/харьковская-область-638> (last accessed date 26.02.2019) (in Russian).

Mazhula, O. S. 2009. Vyprobni kultury shtuchnykh sortiv-populiatsiy sosny zvychnoyi [Progeny testing of artificial varieties-populations of Scotch pine]. *Naukovyy visnyk NLTU Ukrayiny*. [Scientific Bulletin of UNFU], 19.11: 17–20 (in Ukrainian).

Metodyka provedennya ekspertyzy sortiv roslin hrupy dekoratyvnykh, likarskykh ta efirooliynykh, lisovykh na prydatnist do poshyrennya v Ukraini. 2017. [Methods of expert examination of the decorative, medicinal and ethereal, forest plant varieties group for suitability for distribution in Ukraine]. Tkachik S. O. (Ed.). Vinnytsya, 129 p. (in Ukrainian).

Patlay, I. M. and Molotkov, P. I. 1997. Metodyka sortovyprobuvannya lisovykh derevnykh roslin v Ukraini [Method of the cultivate testing of forest tree plants in Ukraine] [Volkodav V.V., Ed.]. Kyiv, 32 p. (in Ukrainian).

Patlay, I. M., Zhurova, P. T., Hayda, Yu. I., Rudenko, V. M. 1999. Sortovyprobuvannya lisovykh porid v Ukraini [The cultivate testing of forest tree species in Ukraine] *Lisivnytstvo i ahrolisomeliioratsiya* [Forestry and Forest Melioration], 96: 3–9 (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).

Poplavskaya, L. F., Tupyk, P. V., Rebko, S. V. 2017. Ispytanie sosny obyknovennoy sorta 'Nehorelskaya' v razlichnykh lesorastyelnykh rayonakh [Testing of the Scotch pine variety Negorelskaya in the various forest site districts]. *Trudy BHTU* [Papers of the BSTU], Minsk, seria 1, 2: 156–163 (in Russian).

Rohozyn, M. V. 2018. [Lesnaya selektsiya [Forest trees breeding]. Electronic resource]. Setevoe uchebnoe yzdanye [Network studying edition]. Moscow, 298 p. Available from: https://www.monographies.ru/docs/2018/01/file_5a65f0d0f0bc3.pdf (last accessed date 04.02.2019) (in Russian).

Tereshchenko, L. I., Samoday, V. P., Los, S. A. 2011. Rezultaty doslidzhennya pershykh v Ukraini vyprobnnykh kultur sosny zvychnoyi [Results of research of the first in Ukraine Scotch pine progeny tests]. *Lisivnytstvo i ahrolisomeliioratsiya* [Forestry and Forest Melioration], 118: 128–136 (in Ukrainian).

Tkach, V. P., Los, S. A., Tereshchenko, L. I., Torosova, L. O., Vysotska, N. Yu., Volosyanchuk, R. T. 2013. Suchasnyy stan i perspektyvy rozvytku lisovoyi selektsii v Ukraini [Present state and prospects for development of forest breeding in Ukraine] *Lisivnytstvo i ahrolisomeliioratsiya* [Forestry and Forest Melioration], 123: 3–12 (in Ukrainian).

Tsarev, A. P., 2014. Prohrammy lesnoy selektsii: zarubezhnyy i otechestvennyy opyt (obzor) [Forest breeding programs: foreign and domestic experience (review)]. *Uchenye zapysky Petrozavodskogo gosudarstvennogo universiteta* [Scientific notes of Petrozavodsk State University], 2: 70–76 (in Russian).

Volosyanchuk, R. T., Los, S. A., Torosova, L. O., Kuznyetsova, T. L., Neyko, I. S., Tereshchenko, L. I., Grygor'yeva, V. G. 2003. Metodychni pidkhody do otsinky obyektiv zberezheniya genofondu lystyanykh derevnykh porid *in situ* ta yikh suchasnyy stan v livoberezhnomu lisostepu Ukrainy. [The methodic approaches to evaluation of broadleaves species gene pool *in situ* and their actual state in the North-Eastern Forest Steppe of Ukraine]. *Lisivnytstvo i ahrolisomeliioratsiya* [Forestry and Forest Melioration], 104: 50–57 (in Ukrainian).

Tereshchenko L. I., Dyshko V. A.

RESULTS OF 20-YEAR TESTING OF CANDIDATES TO SYNTHETIC VARIETIES-POPULATIONS OF SCOTS PINE IN CONDITIONS OF ZMIYIVSKE FORESTRY ENTERPRISE IN KHARKIV REGION

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

The article presents results of the study of the Scots pine variety tests in the Zmiyivske Forestry Enterprise in Kharkiv Region. The progenies from nine clonal seed orchards and one permanent seed plantation, which were the candidates to synthetic varieties-populations, and their regional control variants (Kharkiv, Kyiv, Rivne and Volyn Regions) were investigated. Their growth (height, diameter) and qualitative (stem straightness) indices, as well as the state of the seed progenies at the age of 5 and 20 were estimated. Good survival capacity was observed for the progenies in variety tests (46.7 %). According to the results of the integrated point assessment, the candidates to varieties-populations 'Prikhilly-2' and 'Geographical' from Kharkiv Region were found to be the best progenies at the age of 5, as well as 'Geographical' was found to be the best at the age of 20. The progenies from Kharkiv and Kyiv Regions were on a par with the local control by the sum of the received points, and some of them even outnumbered the local control. The progenies from Volyn and Rivne Regions were in the group of the candidates with the results worse than those in the control variant.

Key words: Scots pine, variety testing, variety-population candidate, stem straightness, progeny condition.

Терещенко Л. И., Дышко В. А.

РЕЗУЛЬТАТЫ 20-ЛЕТНИХ ИСПЫТАНИЙ КАНДИДАТОВ В СОРТА-ПОПУЛЯЦИИ СИНТЕТИЧЕСКИЕ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В УСЛОВИЯХ ГП «ЗМИЕВСКОЕ ЛХ» НА ХАРЬКОВЩИНЕ

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

Представлены результаты исследования сортоиспытательных культур сосны обыкновенной в ГП «Змиевское ЛХ» Харьковской области, где представлены потомства девяти клоновых семенных плантаций и одной постоянной лесосеменной плантации – кандидаты в сорта-популяции синтетические и их региональные контрольные варианты (Харьковская, Киевская, Ровенская и Волынская области). Оценены ростовые (высота, диаметр), качественные (прямизна ствола) показатели и состояние семенных потомств в 5- и 20-летнем возрасте. Отмечена хорошая сохранность потомств в сортоиспытательных культурах (46,7 %). Лучшими по результатам комплексной бальной оценки потомствами в 5-летнем возрасте признаны кандидаты в сорта-популяции с Харьковщины 'Прихилки-2' и 'Географический', в 20-летнем возрасте – 'Географический'. Потомства из Харьковской и Киевской областей по сумме полученных баллов не отстают от местного контроля, а некоторые опережают его; в группе с худшими, чем у контроля, результатами оказались потомства из Волынской и Ровенской областей.

Ключевые слова: *Pinus sylvestris*, сортоиспытание, кандидаты в сорта-популяции, прямизна ствола, состояние потомства.

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

Одержано редколегією 11.02.2019



І. В. ЯЩУК, Г. А. ШЛОНЧАК

ДОСВІД ВИРОЩУВАННЯ СІЯНЦІВ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН У ДП «КЛАВДІЄВСЬКЕ ЛГ»

ДП «Київська лісова науково-дослідна станція»

Наведено результати застосування регуляторів росту рослин Емістим С та Івін для вирощування сіянців сосни звичайної в коробах у відкритому ґрунті ДП «Клавдієвське ЛГ» Київської області. Отримано дані з обліку ґрунтової схожості після передвисівної обробки насіння регуляторами росту, біометричних обмірів та вагових показників сіянців. Випробовано три варіанти концентрацій препаратів. У разі використання Емістиму С отримано кращі результати, ніж у разі використання Івіну. Визначено оптимальну концентрацію розчину регулятора росту Емістим С для замочування насіння – 0,1 мл/л.

Ключові слова: *Pinus sylvestris* L., регулятори росту, схожість, збережуваність, біометричні показники, вагові показники.

Вступ. Ефективність штучного лісовідновлення значною мірою залежить від якості застосованого садивного матеріалу. Використання високоякісного садивного матеріалу дає змогу забезпечити високу його приживлюваність та інтенсивність росту, успішну конкуренцію саджанців з трав'яною рослинністю.

Основним шляхом вирощування садивного матеріалу лісових порід залишається вирощування його в лісових розсадниках. Багато лісогосподарських підприємств через дефіцит органічних добрив та відсутність крапельного зрошення у розсадниках застосовують вирощування садивного матеріалу в коробах. Такий спосіб вирощування забезпечує вихід переважно стандартних сіянців, мінімізує витрати з догляду за сходами та їхнього вирощування. У зв'язку з цим актуальним залишається питання застосування різних методів інтенсифікації вирощування сіянців – від покращення посівних якостей насіння шляхом його оброблення біологічно активними речовинами, зокрема фітогормонами, які в сучасних умовах набувають все більшого значення, до застосування добрив під час вирощування рослин. Майбутнє належить малотоксичним, екологічно чистим речовинам, які є ефективними в значно менших, ніж традиційні препарати, дозах. Їх застосування в землеробстві, рослинництві та лісівництві дає результати, яких не можна досягнути іншими методами. Використання цих препаратів дає можливість повніше реалізувати генетичний потенціал рослин, підвищити їхню стійкість до стресових факторів біотичної та абіотичної природи і, у підсумку, збільшити продуктивність насаджень і поліпшити їхню якість (Chilimov & Pentelkin 1995). Цим вимогам відповідають регулятори росту рослин.

У 1973 р. ООН рекомендувала використання регуляторів росту рослин (PPP) у всесвітньому масштабі для підвищення виробництва продукції у агропромислових комплексах (Veshchytsky et al. 2006). Вважається, що поряд із добривами й пестицидами вони мають зайняти важливе місце в технологіях виробництва рослинної продукції. Застосування їх у лісогосподарському виробництві відкриває нові можливості для підвищення ефективності та здешевлення вирощування садивного матеріалу лісових порід.

Основною сферою застосування вітчизняних PPP є сільськогосподарське виробництво, зокрема вирощування зернових, овочевих, технічних культур (Veshchytsky et al. 2006). Використання цих препаратів для вирощування садивного матеріалу деревних порід, і особливо лісових, ще не набуло широкого розповсюдження.

Мета роботи – оцінити вплив регуляторів росту рослин на ґрунтову схожість насіння й ріст сіянців сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) в умовах відкритого ґрунту.

Матеріали й методи. У ДП «Клавдієвське ЛГ» Київського ОУЛМГ основну частину садивного матеріалу сосни звичайної вирощують у коробах.

Дослідні роботи проводили на території Клавдієвського лісництва. Короба розміщені безпосередньо біля контори цього лісництва та оснащені системою автоматичного поливу.

Розміри коробів – 20 × 2 м. Висота насипного субстрату – 30–70 см. Для вирощування сіянців сосни в господарстві застосовують субстрат на основі ґрунту з-під лісового намету, заготовленого в умовах В₂, з додаванням верхового торфу місцевого походження.

Для висіву використано насіння місцевого збору 3 класу якості (схожість насіння – 82 %). Перевірку на схожість здійснено в лабораторних умовах ДП «Київська ЛНДС».

Підготування насіння до висівання полягало в намочуванні його у водних розчинах регуляторів росту Емістим С та Івін різної концентрації. Загалом закладено 6 дослідних варіантів і контрольний зразок. Тривалість намочування насіння становила 18 годин. Насіння контрольного зразка намочували у річковій воді також упродовж 18 годин.

Варіанти досліду були такими:

Концентрації розчину Емістим С – 0,1мл/л; 0,01мл/л; 0,001мл/л;

Концентрації розчину Івін – 0,1мл/л; 0,01мл/л; 0,001мл/л.

Перед висіванням вологе насіння протруювали 0,5 % розчином марганцевокислого калію впродовж 2 годин, підсушували до сипучого стану та опудрювали свинцевим суриком для запобігання скльовування сходів птахами. Норма висіву становила 2 г/пог.м. Насіння варіантів досліду висівали за допомогою маркера ручним способом на глибину 0,5–0,7 см. Кожного варіанта висіано по 10 пог. м у трьох повторностях. Для мульчування посівів використано торф. Через запізнiлу весну 2018 р. висівання насіння проведено 5 травня. Для запобігання появи масових сходів бур'янів дослідні посіви сосни до появи сходів оброблено гербіцидом Гоал за норми витрати препарату 2 л/га. Посіви поливали щоденно, оскільки температура повітря вдень перевищувала 30°C. Норма витрати води становила 3л/м².

Результати та обговорення. Дані обліку ґрунтової схожості насіння станом на 30 травня 2018 р. та збережуваності сіянців наприкінці вегетаційного періоду (18 жовтня) подано в табл. 1.

Таблиця 1

Ґрунтова схожість насіння та збережуваність сіянців сосни звичайної, вирощених у коробах із застосуванням регуляторів росту рослин (середнє для повторностей)

Варіант досліду	Ґрунтова схожість насіння, %		Збережуваність сіянців		Частка стандартних сіянців	
	у варіанті	до контролю	шт./пог.м	% до контролю	%	% до контролю
Емістим 0,1мл/л	77	118	108	115	97	138
Емістим 0,01мл/л	72	115	101	107	88	126
Емістим 0,001мл/л	69	109	103	109	96	137
Івін 0,1мл/л	74	116	110	117	87	139
Івін 0,01мл/л	65	104	96	102	88	124
Івін 0,001мл/л	72	115	108	115	79	113
Середнє	71	114	104	111	86	123
Контроль	62	100	94	100	70	100

Результати свідчать, що у всіх варіантах обробки насіння РРР показник ґрунтової схожості перевершує контрольний показник. Найбільшу різницю з контролем зафіксовано у варіанті Емістим 0,1мл/л, де ґрунтова схожість насіння становить в середньому 77 %, або відносно контролю – 118 %.

Для запобігання ураженню сходів сосни фузаріозом проведено двократну профілактичну обробку посівів сосни 0,15 % розчином фунгіциду Превікур при витраті 3 л/м² посівів. Впродовж вегетаційного періоду догляд за посівами полягав у проведенні прополювань, рихленні міжрядь, притіненні посівів та регулярних поливах. Наприкінці вегетації проведено двократну профілактичну обробку посівів 0,15% розчином фунгіциду Превікур для запобігання ураження сіянців шотте звичайним сосни (*Lophodermium pinastri* Chev.) з нормою витрати розчину 3 л/м².

Облік збережуваності посівів (див. табл. 1) засвідчив, що в середньому збережуваність сіянців у дослідних варіантах була на 10,6 % вищою, ніж на контролі. Середній вихід стандартного садивного матеріалу становив 85,6 %.

У жовтні були проведені обміри висот, діаметрів та довжини корінців дослідних сіянців. Вибірка становила 20 сіянців у кожній повторності. Дані свідчать (табл. 2), що середня висота сіянців у всіх варіантах обробки достовірно перевищує контрольний показник. Середні показники діаметра кореневої шийки сіянців дослідних варіантів також достовірно перевищують контрольний, за винятком варіанта Емістим 0,01мл/л. За показником довжини корінців усі варіанти мають значення на рівні контрольного.

Таблиця 2

Середні біометричні показники сіянців, вирощених із застосуванням передпосівної обробки насіння регуляторами росту рослин

Варіант	Висота, см			Довжина коріння, см			Діаметр кореневої шийки, мм		
	<i>M</i>	<i>m</i>	<i>t</i>	<i>M</i>	<i>m</i>	<i>t</i>	<i>M</i>	<i>m</i>	<i>t</i>
Емістим 0,1мл/л	14,1	0,33	3,33*	25,8	0,91	2,58	2,1	0,04	7,14**
Емістим 0,01мл/л	13,4	0,43	4,33**	24,9	0,88	1,78	1,7	0,06	0
Емістим 0,001мл/л	14,1	0,35	5,88**	26,2	0,74	3,30	2,0	0,04	5,36**
Івін 0,1мл/л	15,1	0,44	7,02**	22,5	0,74	-0,29	1,9	0,04	3,57*
Івін 0,01мл/л	14,0	0,50	4,68**	19,7	0,68	-3,13	1,9	0,04	3,57*
Івін 0,001мл/л	13,0	0,24	4,32**	23,9	0,56	1,32	2,0	0,04	5,36**
Контроль	11,1	0,37	—	22,8	0,72	—	1,7	0,04	—

*Достовірно на 5%-му рівні значущості.

**Достовірно на 1%-му рівні значущості.

Окрім біометричних показників сіянців важливими є їхні вагові показники, тобто маса надземної частини сіянців та корінців, оскільки вони забезпечують подальший успішний ріст та розвиток сіянців. Нами проведено визначення вагових показників сіянців (табл. 3).

Таблиця 3

Вагові показники сіянців, вирощених із застосуванням передпосівної обробки насіння регуляторами росту рослин

Варіант	Маса надземної частини, г				Маса коренів, г	
	$M \pm m$	t	в т.ч. хвоя			
			$M \pm m$	t	$M \pm m$	t
Емістим 0,1мл/л	3,03 ± 0,11	3,52*	1,93 ± 0,11	4,10**	0,73 ± 0,04	1,40
Емістим 0,01мл/л	2,87 ± 0,17	2,35	1,55 ± 0,12	0,50	0,56 ± 0,04	-2,00
Емістим 0,001мл/л	2,89 ± 0,19	2,30	2,12 ± 0,16	3,05*	0,73 ± 0,05	1,40
Івін 0,1мл/л	2,96 ± 0,18	2,06	2,03 ± 0,14	2,76*	0,73 ± 0,05	1,17
Івін 0,01мл/л	2,21 ± 0,15	0,05	1,60 ± 0,11	0,79	0,64 ± 0,05	-0,33
Івін 0,001мл/л	2,78 ± 0,14	2,23	1,85 ± 0,11	2,10	0,76 ± 0,04	1,40
Контроль	2,20 ± 0,18	-	1,45 ± 0,16	-	0,66 ± 0,03	

*Достовірно на 5%-ному рівні значущості.

**Достовірно на 1%-ному рівні значущості.

Отримані дані свідчать, що достовірно перевершують контроль за масою надземної частини сіянці у варіанті обробки регулятором росту Емістим 0,1мл/л. Маса корінців усіх варіантів не має значущих відмінностей від контролю. Частка хвої в загальній масі сіянців дослідних варіантів у середньому становить 66,4 %, у контрольного зразка – 65,9 %.

Висновки. У процесі застосування регуляторів росту Емістим С та Івін встановлено позитивний вплив передпосівної обробки насіння розчинами різної концентрації. Найвищу ґрунтову схожість серед варіантів (77 %, або відносно контролю – 118 %) визначено у варіанті обробки насіння препаратом Емістим С з концентрацією розчину 0,1мл/л. Позитивно вплинули регулятори росту і на біометричні показники сіянців. У всіх варіантах обробки насіння висота та діаметр кореневої шийки у сіянців достовірно перевершують

контрольний показник, а за сукупністю вивчених показників, зокрема й вагових, кращим є варіант обробки насіння розчином Емістим С 0,1мл/л.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

Chilimov, A. I. and Pentelkyn, S. K. 1995. Problemy ispolzovaniya stimulyatorov rosta v lesnom khozyaystve. [The problems of using of the plant growth regulators in forestry]. Lesnoye khozyaystvo [Forestry], 6 : 11–12 (in Russian).

Veshchysky, V. A., Dulnev, P. G., Siryk, V. V. 2006. Problemy zastosuvannya regulyatoriv rostu roslyn pry vyroshchuvanni sadivnoho materialu derevnykh porid. [The issues of using plant growth regulators in the cultivation of planting material of trees species]. Naukovi dopovidi NAU [The science reports of NAU], 4(5):1–12 (in Ukrainian).

Yashchuk I. V., Shlonchak G. A.

EXPERIENCE IN CULTIVATING SCOTS PINE SEEDLINGS USING PLANT GROWTH REGULATORS IN THE KLAVDIYEVSKIE FORESTRY ENTERPRISE

State Enterprise “Kyivska Forest Research Station”

The results of using the plant growth regulators Emistim C and Ivin for cultivating Scotch pine seedlings in the Klavdiyevskie Forestry Enterprise are given. The seedlings were cultivated in open ground. The results on germination ability of the Scotch pine seeds after using the plant growth regulators are reported. The paper also contains the results of studies of biometric and weight indices of Scotch pine seedlings. In the experiment, three variations in concentration of the plant growth regulators were studied. Better results were obtained for Emistim C as compared to Ivin. Emistim is the optimal plant growth regulator. The optimal concentration for its using was determined to be 0.1 ml per litre.

Key words: *Pinus sylvestris* L., plant growth regulators, germination ability, survival rate, biometric indices, weight indices.

Яшук И. В., Шлончак Г. А.

ОПЫТ ВЫРАЩИВАНИЯ СЕЯНЦЕВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА РАСТЕНИЙ В ГП «КЛАВДИЕВСКОЕ ЛХ»

ГП «Киевская лесная научно-исследовательская станция»

Приведены результаты применения регуляторов роста растений Эмистим С и Ивин при выращивании сеянцев сосны обыкновенной в условиях открытого грунта ГП «Клавдиевское ЛХ». Получены данные учета почвенной всхожести после предпосевной обработки семян регуляторами роста, результаты измерения биометрических и весовых показателей сеянцев. В исследованиях испытано 3 варианта концентраций препаратов. При использовании Эмистима С получены лучшие результаты, чем при использовании Ивина. Установлена оптимальная концентрация раствора регулятора роста для замачивания семян в Эмистиме – 0,1 мл/л.

Ключевые слова: *Pinus sylvestris* L., регуляторы роста, всхожесть, сохранность, биометрические показатели, весовые показатели.

E-mail: klnds@ukr.net

Одержано редколегією 11.03.2019

**ЛІСОВІДТВОРЕННЯ, АГРОЛІСОМЕЛІОРАЦІЯ,
ФІТОМЕЛІОРАЦІЯ**

УДК 630.232.32:630.176.322.6:630.174.754

<https://doi.org/10.33220/1026-3365.134.2019.47>



П. Б. ТАРНОПІЛЬСЬКИЙ¹, О. В. ТОВСТУХА², В. А. ІГНАТЕНКО³, А. В. СОТНИКОВА³
РІСТ І РОЗВИТОК КРОН ТА ЗІМКНЕННЯ ЛІСОВИХ КУЛЬТУР ДУБА
ЗВИЧАЙНОГО (*QUERCUS ROBUR* L.), СТВОРЕНИХ РІЗНИМИ ВИДАМИ
САДИВНОГО МАТЕРІАЛУ

¹Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації імені Г. М. Висоцького

²Сумське обласне управління лісового та мисливського господарства

³Краснотростянське відділення УкрНДІЛГА

Проведено системний аналіз лісівничо-таксаційних показників культур дуба звичайного віком від 5 до 9 років, створених різними видами садивного матеріалу: шляхом посіву жолудів, садіння сіянців із відкритою та закритою кореневою системою. Встановлено, що культури дуба звичайного, створені садивним матеріалом із відкритою кореневою системою, мають кращу збережуваність проти культур, створених садивним матеріалом із відкритою кореневою системою або висіванням жолудів, та швидше зникаються й переходять до наступної фази розвитку насадження – фази диференціації за ростом. Досліджено ріст і формування крон дуба звичайного в лісових культурах у фазах індивідуального росту й зімкнення крон у ряду. Розраховано рівняння функціональної залежності між висотою та діаметрами крон уздовж і поперек ряду, їхньою площею проекції та повнотою культур дуба звичайного. Для оцінювання якості культур у разі переведення їх у вкриті лісовою рослинністю ділянки достатньо таких показників, як кількість дерев на гектарі та середня висота насадження. Ключові слова: дуб звичайний, висівання жолудів, садивний матеріал, закрита коренева система, відкрита коренева система, лісові культури, діаметр крони, проекція крони.

Вступ. Оцінюванню якості лісових культур протягом усього періоду лісовирощування приділяється та приділятиметься значна увага як у науковій літературі, так і під час опрацювання лісівничої нормативної документації. Особливої уваги потребує проведення лісокультурних робіт під час лісовідновлення дібров, коли проходження фаз розвитку насадження тісно пов'язано з лісівничо-екологічними характеристиками лісокультурної ділянки, а формування породного складу та наближеного до природного типу деревостану починається з моменту створення лісових культур. Стосовно вибору критеріїв оцінювання культур на сьогодні залишаються різні підходи, що пояснюється відсутністю єдиної методики їхнього встановлення, недостатнім вивченням зазначеної проблеми, змінами категорій лісокультурних площ, технологічних та економічних умов лісовідновлення й лісорозведення. У зв'язку з використанням різних видів садивного матеріалу та, зокрема, використанням сіянців із закритою кореневою системою (ЗКС) питання вдосконалення агротехніки створення та вирощування культур та переведення їх у вкриті лісовою рослинністю ділянки є актуальним і потребує подальшого вивчення.

У нормативних документах до 1963 р. не було визначено окремих кількісно-якісних показників лісових культур, які мали переводити у вкриту лісом площу. Зазвичай у вкриті лісом площі суцільні лісові культури переводили після змикання крон, за повноти не менше ніж 0,8 (Proizvodstvo 1948). На базі науково-виробничого досвіду науковцями-лісоводами з метою переведення культур з непокритої у покриту лісом площу запропоновано такі показники: збережуваність культур, своєчасне змикання й ріст культур за висотою (Lavtinenko 1963, Ogievskiy 1964). У «Технічних умовах...» (Tekhnicheskiye ukazaniya 1964) критеріями переведення культур визначено змикання культур у рядах і наявність стадії змикання у міжряддях для суцільних культур та в рядах – для часткових, а також величину середнього приросту за висотою, не меншу від величини приросту нормальних насаджень в однакових лісорослинних умовах.

Нині оцінювання якості лісових культур із метою переведення їх у вкриті лісовою рослинністю землі проводять відповідно до «Інструкції.....» (Pro zatverdzhennya 2010). Залежно від природної зони, типу лісорослинних умов, категорії лісокультурної площі,

головної породи та віку культур за показниками густоти та висоти культур визначають категорію якості культур. Тобто перераховані характеристики є основними під час переведення культур у вкриті лісовою рослинністю землі, а основними параметричними показниками є густота й висота культур.

Згідно з «Інструкцією...» (Pro zatverdzhennya 2010) лісові культури та лісові плантації переводять у вкриті лісовою рослинністю землі за умови досягнення зімкненості в рядах або входження в стадію плодоношення.

Змикання культур – це період завершення фази їхнього індивідуального росту й розвитку та перехід до фази диференціації штучно створених деревостанів. Тривалість фази індивідуального росту та розвитку культур з урахуванням біотичних та абіотичних чинників, схем змішування та розміщення деревних порід, агротехніки створення лісових культур становить 5–9 років і більше (Kobrapov 1973).

Серед лісівничо-таксаційних характеристик лісових культур ріст і формування крон і процес змикання культур є найменш вивченими. Зазвичай зімкненість і повноту культур під час їхньої атестації визначають окомірно у відсотках або частках одиниці. У науковій літературі результати досліджень щодо морфологічних параметрів крон, просторової структури деревостанів розглядають із метою оцінювання продуктивності крон і взаємозв'язків із лісівничо-таксаційними показниками (Tarnopilska 2014) у культурах сосни звичайної різних густоти та режимів рубок на стаціонарних об'єктах від 27 до 72 років. Особливості морфоструктури крон хвойних насаджень залежать від їхньої початкової густоти, класу росту та розвитку, позиції в наметі, фаз розвитку насадження, техногенного впливу, пошкодження комахами та фітопатологічного стану (Ozolinchyus 1996).

Агротехніка створення та вирощування культур дуба звичайного (*Quercus robur* L.) не є простою й окрім матеріально-технічних витрат потребує індивідуального підходу до окремо взятої ділянки. Залежно від виду садивного матеріалу – з відкритою кореневою системою (ВКС), закритою кореневою системою (ЗКС) або ж отриманого висіванням жолудя – інтенсивність росту культур, тривалість фаз приживлюваності, індивідуального росту та змикання різняться (Tovstukha et al. 2017). Тому кількісно-якісна оцінка показників росту та розвитку крон у культурах дуба звичайного, створених із використанням різного виду садивного матеріалу, різних схем розміщення садивних місць і віку дає змогу відслідкувати процес змикання крон культур у часі та просторі. Отримані результати досліджень дадуть можливість удосконалити технологію створення й вирощування культур дуба на Сумщині.

Метою досліджень є вивчення лісівничо-таксаційних характеристик та особливостей росту й розвитку крон за діаметром та їхнього змикання у лісових культурах дуба звичайного, створених із використанням різних видів садивного матеріалу – із закритою кореневою системою (ЗКС), відкритою кореневою системою (ВКС) та висіванням жолудів.

Матеріали й методи. Дослідження лісівничо-таксаційних характеристик 5–9-річних лісових культур дуба звичайного проведено у насадженнях, створених висіванням жолудів та сіянцями із ЗКС та ВКС у Литовському і Нескучанському лісництвах ДП «Тростянецьке ЛГ» на свіжих зрубках у ТЛУ D₂₋₁, D₂, D₂₋₃, тип лісу – свіжа кленово-ясенево-липова діброва (D₂-яс-лД), на місці перестійних та стиглих природних та штучних лісостанів дуба, де частка ясена у запасі становила від 1 до 4 одиниць. У процесі вирощування в усіх досліджуваних культурах протягом 3 або 4 років проводили догляд ручним і механізованим способом. Міжряддя переважно зарослі трав'янистою рослинністю, у тому числі й рудеральною, також трапляється поодинокі й невеликими групами природне поновлення ясена звичайного (*Fraxinus excelsior* L.), клена гостролистого (*Acer platanoides* L.), дуба звичайного як вегетативного, так і насінневого походження; ліщина звичайна (*Corylus avellana* L.) та свидина кров'яна (*Cornus sanguinea* L.) ростуть невеликими куртинами. Інтенсивність та ступінь розростання природного поновлення, а також розповсюдження трав'янистої рослинності на дослідних ділянках є різними.

Обстеження та дослідження лісових культур, створених садивним матеріалом із ЗКС, проведено на пробних площах (ПП) у Литовському (ПП 9ЛЗ та 8ЛЗ) і Нескучанському (ПП 7НЗ, 8НЗ та 9НЗ) лісництвах; культур, створених однорічними сіянцями із ВКС – у Нескучанському лісництві (ПП 7НВ та 6НВ) і культур, створених висіванням жолудя, – у Литовському (ПП 6ЛЖ) та Нескучанському (ПП 5НЖ і 6НЖ) лісництвах. Вивчення та аналіз результатів польових досліджень проведено відповідно до загальноприйнятих у лісівництві методик і нормативних матеріалів (Anuchin 1982, Maslakov et al. 1978, Horoshko et al. 2004, Ploshchi probni 2006, Hrom 2007). Із метою визначення площі горизонтальних проекцій крон на 1 га проведено обміри діаметра крон у ряду $d_{кр.1}$ і поперек ряду $d_{кр.2}$ у кожного облікового дерева на ПП. Площу крон $S_{кр.}$ розраховували за формулою еліпса, оскільки ця геометрична фігура найбільш наближена за формою до форми крон дерев дуба у культурах І класу віку (Anuchin 1982, Іків 1997).

Графічні роботи, розрахунок коефіцієнтів рівнянь поліномів і визначення тісноти кореляційних зв'язків (Horoshko et al. 2004) між лісівничо-таксаційними показниками культур виконували в програмному додатку MS Excel.

Результати та обговорення. З метою вивчення особливостей росту та розвитку лісових культур дуба звичайного різного віку в Литовському та Нескучанському лісництвах ДП «Тростянецьке ЛГ» у вересні 2015 року закладено 10 пробних площ, лісівничо-таксаційні показники яких, а саме вік, збережуваність, кількість дерев на гектарі (N , шт.·га⁻¹), середні висота (H , м), діаметри на висоті грудей ($D_{1,3}$, мм), діаметри крон у ряду ($d_{кр.1}$) і поперек ряду ($d_{кр.2}$), площа крон ($S_{кр.}$, м²), бонітет, повнота, відносна сума площ проекції крон на гектарі ($\Sigma S_{кр.}$ га⁻¹, %), а також схема розміщення садивних місць, початкова густота садіння, схема змішування та склад наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Лісівничо-таксаційні характеристики науково-виробничих культур дуба звичайного, створених садивним матеріалом із ЗКС і ВКС та висіванням жолудів у ДП «Тростянецьке ЛГ»

ПП	Вік, років	Збережуваність, %	N , шт.·га ⁻¹	H , м	$D_{1,3}$, см	$d_{кр.1}$, м	$d_{кр.2}$, м	$S_{кр.}$, м ²	Повнота	$\Sigma S_{кр.}$ га ⁻¹ , %
Литовське лісництво										
Лісові культури 2007 р., вид. 7, кв. 77. СМ із ЗКС. Розміщення 4,0 × 1,0 м, 2500 шт.·га ⁻¹ . 10 Дз										
9ЛЗ	9	85,1	2127	3,6	2,7	1,90	2,00	3,23	0,40	68,7
Лісові культури 2008 р., вид. 24, кв. 77. СМ із ЗКС. Розміщення 4,0 × 1,0 м, 2500 шт.·га ⁻¹ . 10 Дз										
8ЛЗ	8	86,5	2162	3,2	2,1	1,40	1,43	1,77	0,31	38,2
Лісові культури 2010 р., вид. 6, кв. 77. Посів жолудів. Розміщення 4,0 × 0,5 м, 5000 шт.·га ⁻¹ . 10 Дз										
6ЛЖ	6	49,3	2466	2,4	1,2	0,85	0,87	0,71	0,15	17,4
Нескучанське лісництво										
Лісові культури 2007 р., вид. 13, кв. 60. СМ із ЗКС. Розміщення 6,0 × 0,7 м, 2381 шт.·га ⁻¹ . 5рДз2рМде										
9НЗ	9	75,6	1800	3	2,1	1,32	1,51	1,82	0,25	32,7
Лісові культури 2008 р., вид. 12, кв. 70. СМ із ЗКС. Розміщення 4,0 × 1,0 м, 2500 шт.·га ⁻¹ . 10 Дз										
8НЗ	8	79,7	1992	2,8	1,9	1,05	1,01	1,03	0,27	20,5
Лісові культури 2009 р., вид. 8/1, кв. 70. СМ із ЗКС. Розміщення 5,0 × 0,7 м, Дз 2381 шт.·га ⁻¹ . 25 Дз 5 Мде в ряду										
7НЗ	7	76,7	1826	2,8	1,8	1,11	1,05	0,98	0,21	18,0
Лісові культури 2009 р., вид. 8/2, кв. 70. СМ із ВКС. Розміщення 3,0 × 0,7 м, 4762 шт.·га ⁻¹ . 10 Дз										
7НВ	7	55,8	2656	2,9	2,2	1,16	1,24	1,23	0,51	32,7
Лісові культури 2010 р., вид. 12/1, кв. 60. СМ із ВКС. Розміщення 6,0 × 0,7 м, 2381 шт.·га ⁻¹ . 10 Дз										
6НВ	6	70	1666	2,7	1,6	1,09	1,08	0,97	0,16	11,9
Лісові культури 2010 р., вид. 12/2, кв. 60. Посів жолудя. Розміщення 6,0 × 0,7 м, 1167 шт.·га ⁻¹ . 10 Дз										
6НЖ	6	55,1	1312	2,8	1,7	1,11	1,30	1,24	0,21	16,2
Лісові культури 2011 р., вид. 4, кв. 60. Посів жолудя. Розміщення 4,0 × 0,5 м, 5000 шт/га. 10 Дз										
5НЖ	5	41,7	2083	2,6	1,3	0,91	0,96	0,76	0,14	15,7

Відповідно до нормативів оцінювання якості лісових культур (Pro zatverdzhennya 2010) штучні насадження дуба звичайного в Лісостепу на зрубках мають бути переведенні у вкриті лісовою рослинністю землі в семирічному віці. Основними показниками для переведення є густота головних лісових порід та їхня середня висота, необхідною умовою – зімкненість у ряду. Окрім зазначених вимог оцінювання якості лісових культур у різні часи науковці й лісівники розглядали їхню початкову густоту, рівномірність розміщення, збережуваність, а також дотримання технологій та агротехніки створення й вирощування культур відповідно до нормативних документів (Redko et al. 1989).

З метою вивчення росту культур за висотою, окрім визначення середніх значень висоти та приросту, для кожної ПП було визначено абсолютні та відносні показники середнього та поточного приростів, відносний розподіл дерев за класами бонітету, розраховано і побудовано криві відносного розподілу висот (Tovstukha et al. 2017).

Відповідно до «Інструкції ...» (Pro zatverdzhennya 2010), висота 7-річних лісових культур дуба звичайного I класу якості на зрубках без природного поновлення при їхньому переведенні у вкриті лісовою рослинністю землі має бути не менше ніж 1,7 м. На всіх дослідних ділянках висота досліджуваних культур перевищує цей показник і навіть у 5-річних культурах на ПП 5НЖ вона становить 2,4 м, що більш ніж на 41 % перевищує нормативну (табл. 1). Культури із середньою висотою 3 м і вище є культурами 8 і 9 років із ЗКС: на ПП 9НЗ – 3,0 м, ПП 8ЛЗ – 3,2 м, ПП 9ЛЗ – 3,6 м. В інших дослідях середні висоти перебувають у межах від 2,4 м у 6ЛЖ до 2,9 м у 7НВ. Загалом зберігається віковий тренд: старші культури є вищими, за винятком культур ПП 8НЗ, які знаходяться на верхній частині схилу в дещо бідніших за трофічністю й сухіших умовах.

З метою оцінювання проходження фази зімкнення культур досліджено процес розростання та змикання крон у ряду як необхідної умови їхнього переведення у насадження. Відносний розподіл крон у ряду достовірно апроксимується рівнянням четвертого ступеню $y = ax^4 + bx^3 + cx^2 + dx + f$, де значення коефіцієнта детермінації R^2 становить 0,98, 0,99 (рис. 1, 2), і відображає особливості їхнього росту та розвитку в лісових культурах, створених різними видами садивного матеріалу, залежить від віку, флуктуації лісорослинних умов, агротехніки створення та вирощування.

У рівнянні:

y – частка у розподілі за діаметром;

x – діаметр крон в ряду, м;

a, b, c, d, f – коефіцієнти рівняння.

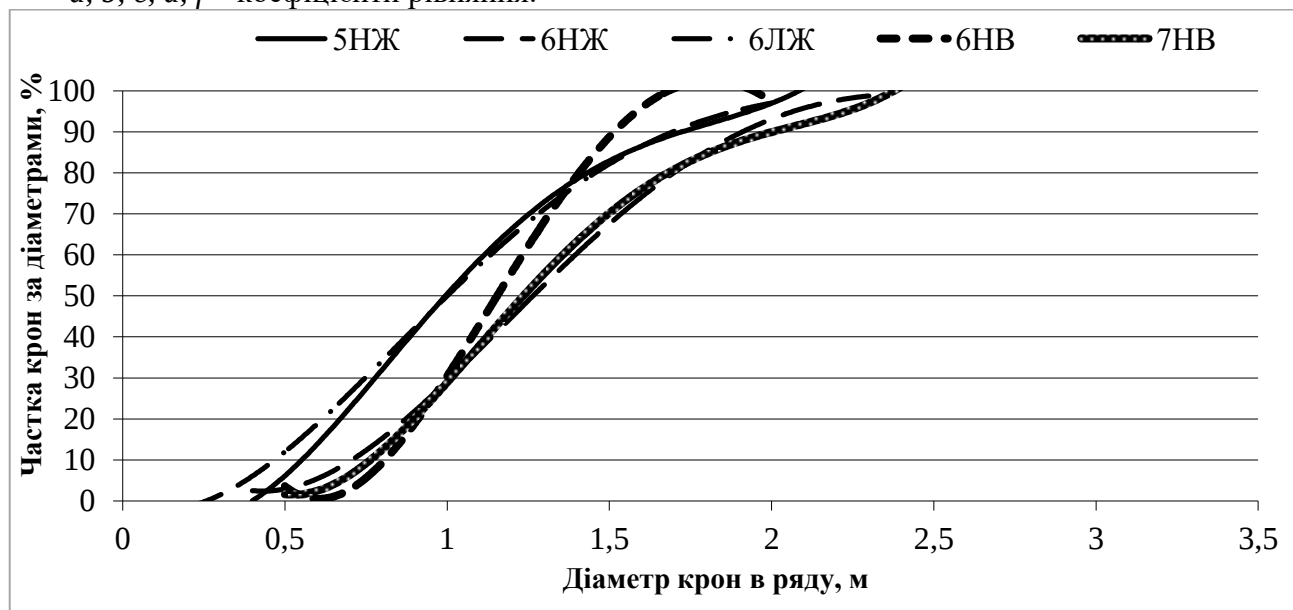


Рис. 1 – Відносний розподіл за діаметром крон у ряду культур дуба звичайного, створених сіянцями із ВКС та висіванням жолудів

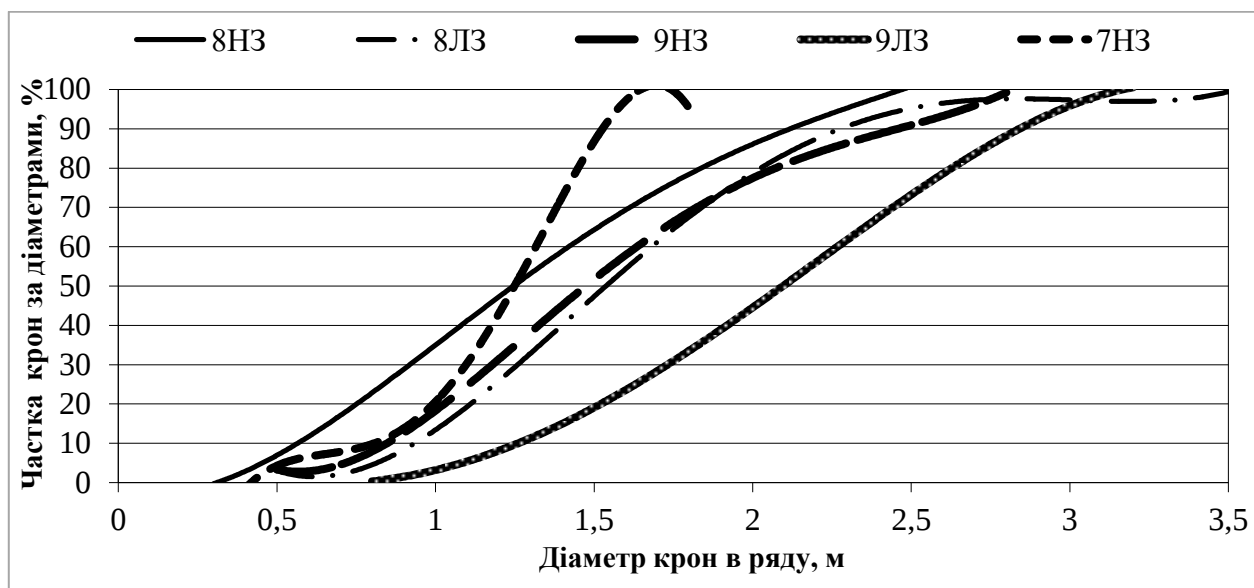


Рис. 2 – Відносний розподіл за діаметром крон у ряду культур дуба звичайного, створених сіянцями із ЗКС

Значення коефіцієнтів рівнянь та коефіцієнти детермінації розрахованих теоретичних кривих відносного розподілу діаметра крон у ряду для кожної пробної площі наведено в таблиці 2.

Таблиця 2

Коефіцієнти рівнянь і коефіцієнти детермінації кривих теоретичного розподілу відносного діаметра крон у ряду в культурах дуба звичайного ДП «Тростянецьке ЛГ», створених різними видами садивного матеріалу

ПП	Коефіцієнти рівнянь					R^2
	a	b	c	d	f	
9ЛЗ	-1,1365	14,143	-42,64	45,445	-11,228	0,99
9НЗ	2,8729	-44,868	244,9	-516,54	367,97	0,98
8ЛЗ	1,578	-29,428	181,91	-412,45	305,98	0,98
8НЗ	-4,0164	33,668	-82,38	78,78	-24,08	0,95
7НЗ	-2,0822	5,0816	63,634	-228,41	200,67	0,99
7НВ	2,145	-40,433	243,22	-536,51	392,47	0,99
6НВ	-31,952	268,08	-759,54	863,71	-324,84	0,96
6НЖ	-9,3162	75,112	-178,27	132,38	-6,4045	0,98
6ЛЖ	1,8158	-32,297	173,16	-311,91	180,53	0,99
5ЛЖ	22,209	-244,93	991,66	-1678,7	1000,3	0,99

В «Інструкції...» (Pro zatverdzhennya 2010) вказується, що для переведення за I класом якості культури повинні мати повноту 1,0–0,8, за II – 0,7–0,6, за III – 0,5 і незадовільні – 0,4. Вочевидь, мається на увазі зімкненість культур у рядах. Змикання крон як на лісокультурній площі, так і в ряду оцінюють способом окомірно-вимірювальної таксації. Математичної моделі процесу змикання і, відповідно, його оцінювання та математичного обґрунтування не розроблено, оскільки сам перехід від фази індивідуального росту до фази росту в насадженні в період розростання крон до їхнього змикання подовжено у часі, причому початок, тривалість і завершення фаз розвитку насадження залежать від типу лісорослинних умов і категорії лісокультурної площі; початкової густоти лісових культур (схеми розміщення садивних місць) та схем змішування головної і супутньої породи; агротехніки створення та вирощування лісових культур; інших біотичних та абіотичних чинників (віку та якості садивного матеріалу й агротехніки вирощування, погодних умов, впливу шкідливих організмів тощо) (Kobranov 1973). Наближено змикання культур у ряду можна оцінити після розрахунку та побудови кривих відносного розподілу дерев за діаметром крон (див. рис. 1,

2). Теоретично, у разі 100 % збереженості культур, змикання крон відбувається з початку вирівнювання й перевищення середнього значення діаметра крони в ряду кроку садіння культур (початкової відстані між саджанцями). У культурах із меншою збережуваністю з метою визначення середньої відстані між деревами дуба на момент оцінювання змикання крон потрібно крок садіння розділити на частку від збережуваності культур відносно 1. На ПП 5НЖ крок садіння культур 0,5 м, а збережуваність на момент оцінювання їхньої зімкненості становить 41,7 %. Відповідно, середня відстань між деревцями дуба становить 1,19 м ($0,5 \text{ м} / 0,417$). Частка крон, діаметр яких дорівнює та вищий за 1,2 м, становить менше ніж 30 % (див. рис. 1).

Для точнішого розрахунку використовують рівняння поліному четвертого ступеня, коефіцієнти яких наведено в таблиці 2. Також із метою кількісного оцінювання змикання культур потрібно враховувати нерівномірність розміщення дерев у ряду у зв'язку із нерівномірною, фрагментарною збережуваністю та перекриттям крон. Відповідно, частка зімкнених у ряду культур буде дещо меншою за розрахункові значення рівнянь, а повнота – нижчою за їхню відносну сумарну проекцію ($\sum \text{Скр. га}^{-1}, \%$) (див. табл. 1).

Результати досліджень і графічне зображення показників діаметра крон уздовж ($d_{кр.1}$, м) і поперек ряду ($d_{кр.2}$, м) та їхні прирости ($Zd_{кр.}$, м) відображено на рисунку 3, середні площі горизонтальної проекції крон (Скр. м^2) та частки їхніх горизонтальних проекцій на гектарі ($\sum \text{Скр. га}^{-1}, \%$) – на рис. 4. Залежність між середньою висотою та біометричними параметрами крон у культурах дуба звичайного розраховано за допомогою рівняння полінома третього ступеня (рис. 5).

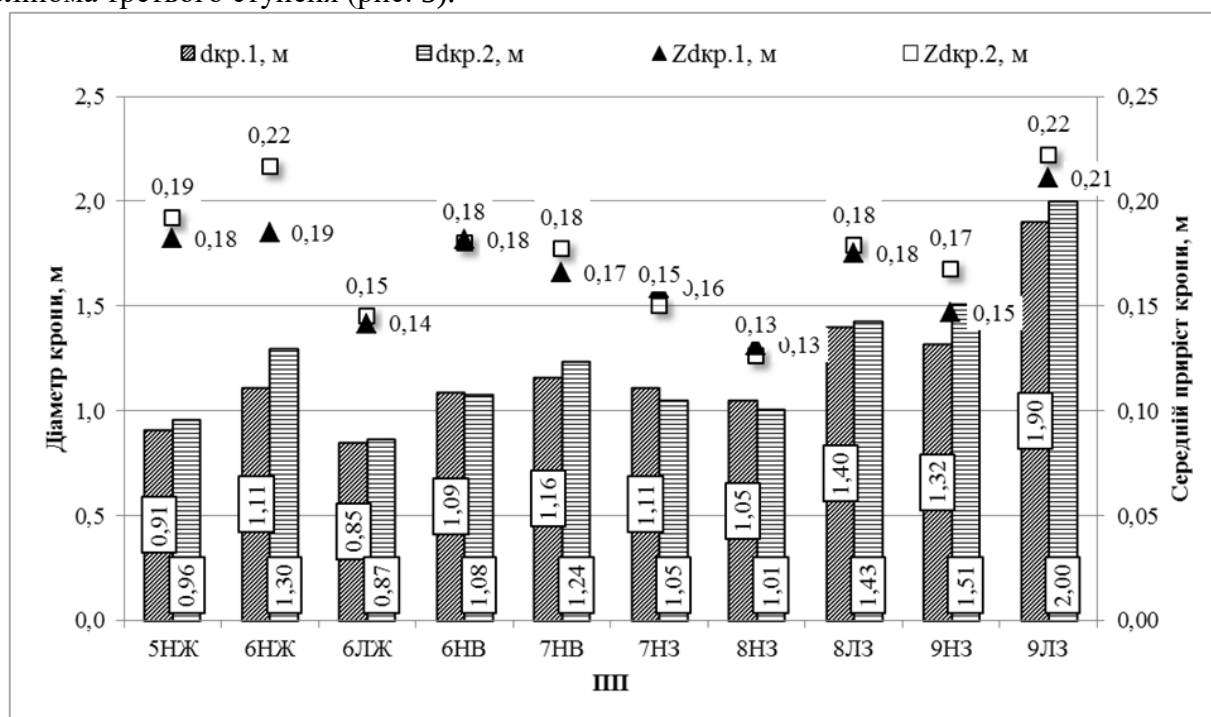


Рис. 3 – Середня ширина крон уздовж і поперек ряду та їхні прирости в культурах дуба звичайного

Поперечні розміри крон здебільшого залежать від віку культур, ТУМ, ступеню заростання міжрядь деревною та чагарниковою рослинністю. Між віком і значеннями діаметрів крон існує сильний кореляційних зв'язок, коефіцієнт детермінації R^2 між віком та поперечними розмірами крон становить 0,77 у ряду та 0,73 поперек ряду. Найбільші розміри мають крони в культурах 8 і 9 років, створених СМ із ЗКС, на ділянці 8НЗ – 1,40 м в ряду і 1,43 м поперек ряду, на ділянці 9НЗ – 1,32 м і 1,51 м та 9ЛЗ – 1,90 і 2,00 м відповідно. Ділянку 8НЗ можна вважати винятком, оскільки вона знаходиться у біднішому варіанті D_2 із наявним інтенсивним природним поновленням у міжряддях, що навіть вплинуло на розростання крон поперек ряду, середній діаметр яких є меншим за діаметр уздовж ряду.

Менші розміри крон поперек ряду відзначено і на ПП 6НВ та 7НЗ, де міжряддя також є зарослими. Мінімальні розміри крон зафіксовано на ділянці 6ЛЖ, а найменший середній річний приріст крон – на ділянці 8НЗ.

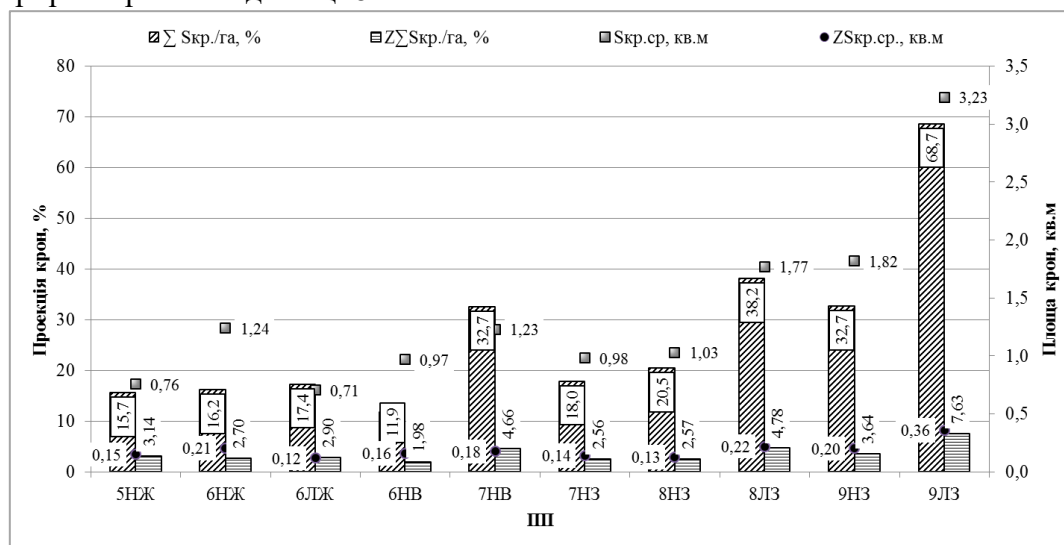


Рис. 4 – Середні площі й прирости за площею крон дуба звичайного та відносні значення їхньої проекції на гектарі

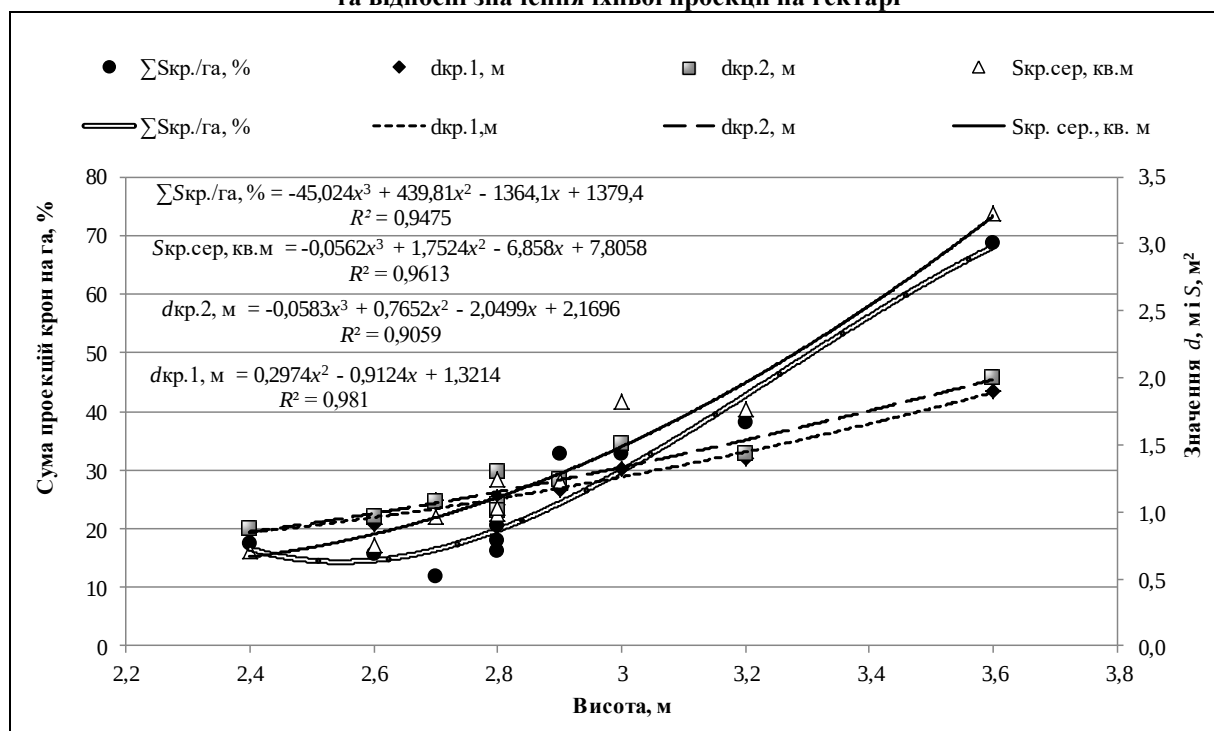


Рис. 5 – Функціональна залежність між висотою та біометричними параметрами крон у культурах дуба звичайного

Серед культур, створених СМ із ВКС та висіванням жолудів, краще розвинені крони визначено на ПП 6НЖ, яку закладено на рівнинній ділянці свіжого зрубу за схемою садіння 6,0×0,7 м і схемою змішування 10рДз. У цих культур є найвищими збережуваність – 55,1 % та середній річний приріст за діаметром крон поперек ряду, що становить 0,22 м і дорівнює приросту крон 9-річних культур на ПП 9ЛЗ (див. рис. 3). Середня площа крони на 6НЖ становить 1,24 м² і поступається за розмірами лише кронам старших культур на ПП 8ЛЗ – 1,77 м², ПП 9НЗ – 1,82 м² і ПП 9ЛЗ – 3,23 м² (див. рис. 4). Прирости діаметрів крон не підпорядковані певній закономірності і не залежать від певного чинника, але є результатом комплексного впливу біотичних та абіотичних факторів: різноманіття лісорослинних умов,

виду садивного матеріалу та агротехніки створення й вирощування, а також якості лісокультурних доглядів. Між середніми приростами діаметра крон, середньою висотою та середнім приростом за висотою існує значний прямий кореляційний зв'язок із значенням коефіцієнта R у межах 0,50–0,61.

Середні площі крон та їхні середньорічні прирости є найвищими на ділянках 8ЛЗ, 9НЗ та 9ЛЗ – 1,77 і 0,22 м², 1,82 і 0,20 м² та 3,23 і 0,36 м² відповідно. Ділянки 6НЖ та 7НВ за показниками розростання крон є кращими серед культур, висіяних жолудями та висаджених садивним матеріалом із ВКС як за площею крон (1,24 і 0,21 м²), так і за її приростами (0,21 і 0,18 м²).

За площею проекції крон на гектарі зберігається віковий тренд. Найбільша площа проекції крон на гектарі – у старших культурах на ділянці 9ЛЗ (68,7 %), де середній річний приріст за проекцією крон є також найвищим – 7,63 %. Доволі інтенсивно розростаються крони і на ПП 7НВ, де площа проекції крон на гектарі становить 32,7 %, а її середній річний приріст – 4,66 %.

Поперечні розміри крон, їхні площі та відносна площа проекцій крон мають дуже сильний кореляційний зв'язок із висотою. Коефіцієнт кореляції між висотою та поперечними розмірами крон у ряду становить 0,98, між висотою й шириною крон поперек ряду – 0,95. Цей зв'язок із висотою можна вважати закономірним і застосовувати для оцінювання якості культур і процесу змикання в ряду, для переведення культур у вкриті лісовою рослинністю землі. Із цією метою розраховано функціональні зв'язки із використанням поліному третього ступеня виду $y = ax^3 + bx^2 + cx + d$ (див. рис. 5).

У рівнянні:

y – біометричні параметри крон (середні діаметри крон в ряду – $d_{кр.1}$, м, і упоперек ряду – $d_{кр.2}$, м та їхня площа – $S_{кр.сер}$, м²;

x – висота дерев, см;

a, b, c, d , – коефіцієнти рівняння.

Діаметри крон упоперек ряду ненабагато перевищують діаметри у ряду. Використовуючи зазначені рівняння, за середньою висотою можна вирахувати параметри крон. Далі за площею крони середнього дерева та кількістю дерев на гектарі розраховують площу проекції крон на гектар. Цей показник є важливим для оцінювання якості культур і прийняття господарських рішень щодо планування лісогосподарських заходів.

У нашому випадку зв'язок між висотою та відносною площею проекції крон у культурах описує рівняння поліному: $\sum S_{кр.} = -45,024x^3 + 439,81x^2 - 1364,1x + 1379,4$ із коефіцієнтом детермінації $R^2 = 0,95$.

Висновки. Культури дуба звичайного, створені садивним матеріалом із закритою кореневою системою, мають вищу збережуваність проти культур, створених садивним матеріалом із відкритою кореневою системою або висіванням жолудів, та швидше переходять у другу фазу розвитку, де й починається диференціація за ростом. Для оцінювання якості культур окрім кількості дерев на гектарі достатньо висоти, оскільки вона має дуже сильний кореляційний зв'язок із розмірами крон та їхньою площею проекції на гектарі. Водночас за повнотою навіть 9-річні культури, створені садивним матеріалом із закритою кореневою системою, які в 6 років переведені за І класом якості у вкриті лісовою рослинністю землі, не відповідають І класу якості за змиканням крон. Положення нормативного документу потребує доопрацювання щодо зменшення значення показника зімкненості культур. Усі досліджувані культури, зокрема й 5-річні, за середньою висотою відповідають І класу якості.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

Anuchin, N. P. 1982. Lesnaya taksatsiya [Forest Mensuration]. Moscow, Lesnaya Promyshlennost, 552 p. (in Russian).

- Horoshko, M. P. Myklush, S. I., Khomiuk, P. H. 2004. Biometriya [Biometrics]. Lviv, Kamula, 236 p. (in Ukrainian).
- Hrom, M. M. 2007. Lisova taksatsiya [Forest Mensuration]. Lviv, RVV NLTU, 416 p. (in Ukrainian).
- Ilkiv, I. S. 1997. Otsinka formy ta parametriv kron derev: Metodichni porady [Assessment of the shape and parameters of tree crowns: Methodical tips]. Lviv, UkrDLTU, 26 p. (in Ukrainian).
- Kobranov, N. P. 1973. Obsledovanie i issledovanie lesnykh kultur [Inspection and study of forest planted stands]. Leningrad, RIOLTA, 77 p. (in Russian).
- Lavrinenko, L., D. 1963. O kriteriyakh otsenki uspeshnosti lesokulturnykh meropriyatiy [On the criteria for assessing the success of forestry activities]. Lesnoye khozyaystvo, 4: 32–34 (in Russian).
- Maslakov, E. L., Moyko, M. F., Markova, I. A., Kovalev, M. I. 1978. Issledovanie rosta lesnykh kultur [Study of forest planted stands]. Metodicheskie ukazaniya. Leningrad, 70 p. (in Russian).
- Ogievskiy, V. V. 1964. O perechislenii kultur v lesnoj fond [About transferring crops to the forest fund]. Lesnoye khozyaystvo, 5: 36–37 (in Russian).
- Ozolinchyus, R. 1996. Khvoynye: morfogenez i monitoring. Ministerstvo lesnogo khozyaystva Litovskoy respubliky. Litovskiy institut lesa. [Conifers: morphogenesis and monitoring. Ministry of Forestry of the Republic of Lithuania. Lithuanian Forest Institute]. AESTI. Kaunas, 338 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).
- Pro zatverdzhennya Instruksii z proektuvannya, tekhnichnoho pryimannya, obliku ta otsinky yakosti lisokulturnykh ob'ektiv [About approval of the Instruction on design, technical acceptance, accounting and quality assessment of forestry objects] 2010. Nakaz Derzhavnoho Komitetu lisovoho hospodarstva Ukrainy vid 5.11.2010 No 1046/18341. [Order of the State Forestry Committee of Ukraine of November 5, 2010 No 1046/18341]. Ofitsiynyy visnyk Ukrayiny, 90, 90 p. (in Ukrainian).
- Proizvodstvo i uchet lesnykh kultur. 1948. [Production and accounting of forest crops]. Moscow; Leningrad, Goslestekhzdat, 68 p. (in Russian).
- Redko, G. I., Guzyuk, M. E., Travnikova, G. I. 1989. Pokazateli kachestva lesnykh kultur [Forest crop quality indicators]. Leningrad, LenNIILKh, 60 p. (in Russian).
- Tarnopilska, O. M. 2014. Dynamika pokaznykiv i vidnosnoyi produktyvnosti kron shtuchnykh sosnovykh derevostaniv riznoi hustoty v stepoviy zoni [Dynamics of indexes and relative productivity of crowns of artificial Scots pine stands in different density regimes in Steppe zone]. Lisivnytstvo i ahrolisomelioryatsiya, 125: 56–63 (in Ukrainian).
- Tekhnicheskie ukazaniya po perevodu lesnykh kultur v pokrytyu lesom ploshchad i ikh uchetu [Technical guidelines for the conversion of forest crops to forested areas and their accounting]. 1964. Moscow; Leningrad, Gosleskhoz SSSR, 11 p. (in Russian).
- Tovstukha, O. V., Ignatenko, V. A., Tarnopilsky P. B., Sotnikova A. V. 2017. Dosvid vidnovlennia dibrov Sumshchyny iz vykorystanniam riznykh vydiv sadyvnoho materialu duba zvychainoho (*Quercus robur* L.) [Experience in oak forest regeneration in Sumy Region using different types of planting material of pedunculate oak (*Quercus robur* L.)]. Visnyk SNAU, 9(34): 92–101 (in Ukrainian).

Tarnopilsky P. B.¹, Tovstukha O. V.², Ignatenko V. A.³, Sotnikova A. V.³

GROWTH AND DEVELOPMENT OF CROWNS AND CLOSURE OF *QUERCUS ROBUR* L. STANDS PLANTED WITH VARIOUS TYPES OF PLANTING MATERIAL

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

²Sumy Regional Department of Forestry and Hunting, Sumy, Ukraine

³Krasnotroystyanetske branch of Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G. M. Vysotsky

The systematic analysis of forest mensuration indicators was carried out for pedunculate oak stands aged from 5 to 9 planted using various types of planting material. The forest stands were created by planting acorns, planting bareroot and containerized seedlings. English oak stands planted using containerized seedlings have been found to have better survival rate compared to those planted by bareroot plants or acorn sowing, and to close canopy in less time and move on to the next stand development phase, namely differentiation in growth. The growth and formation of crowns of English oak in forest stands in the phases of individual growth and closure of crowns in a row were investigated. The equation of functional dependences between height and crown diameters along and across the row were calculated, as well as the crown projection area and relative density of oak stands' stocking. The indicators such as the number of trees per hectare and the average planting height are sufficient to evaluate the quality of planted stands in the case of their conversion to forested areas.

Key words: English oak, sowing acorns, planting material, bare-root system, containerized seedlings, planted forest, crown diameter, crown projection.

Тарнопільський П. Б.¹, Товстуха А. В.², Ігнатенко В. А.³, Сотникова А. В.³.

РОСТ И РАЗВИТИЕ КРОН И СМЫКАНИЕ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР ДУБА ОБЫКНОВЕННОГО (*QUERCUS ROBUR* L.), СОЗДАНЫХ РАЗНЫМИ ВИДАМИ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА

¹*Український науково-дослідницький інститут лісного господарства та агролісоревайорації ім. Г. Н. Висоцького*

²*Сумське обласне управління лісного та охотничього господарства*

³*Краснопротостянецьке відділення УкрНДІЛХА*

Проведен системний аналіз лісоводствено-таксаційних показателів культур дуба обыкновенного в віці від 5 до 9 років, створених різними видами посадочного матеріала: шляхом посіву жолудів, посадкою садянців з відкритою та закритою корневими системами. Визначено, що культури дуба обыкновенного створені посадочним матеріалом з закритою корневою системою, мають кращу збереженість порівняно з культурами створеними посадочним матеріалом з відкритою корневою системою або посівом жолудів, швидше змикаються в ряди та переходять в наступну фазу розвитку насаджень – фазу диференціації по росту. Досліджені ріст та розвиток крон дуба обыкновенного в фазах індивідуального росту та змикання крон в ряди. Розраховані рівняння функціональної залежності між висотою та діаметром крон вздовж та поперек ряду, їх площею проекції та повнотою культур дуба обыкновенного. Для оцінки якості культур в разі переведення їх в покриті лісною рослинністю ділянки достатньо таких показателів, як кількість деревин на гектарі та висота культур.

Ключеві слова: дуб обыкновенний, посів жолудів, посадочний матеріал, замкнута корнева система, відкрита конева система, лісні культури, діаметр крони, проекція крон.

E-mail: parts16@ukr.net

Одержано редколегією 18.04.2019

ЕКОЛОГІЯ І МОНІТОРИНГ

УДК 630.182.59

<https://doi.org/10.33220/1026-3365.134.2019.57>



М. А. БОНДАРУК¹, О. Г. ЦЕЛИЩЕВ¹, Г. В. БОНДАРУК²

РАРИТЕТНА КОМПОНЕНТА ЛІСОВИХ ФІТОЦЕНОЗІВ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

¹Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького

²Харківська державна зооветеринарна академія

Наводиться аналіз проблеми щодо актуальності питань інвентаризації раритетної компоненти лісової флори України, її природно-зональних та адміністративно-обласних спектрів. Визначено причини раритетності видів лісової флори та запропоновано заходи щодо їхньої охорони. Для організації моніторингу чисельності та поширення судинних рослин міжнародного, національного та регіонального статусів охорони як складової системного моніторингу лісів досліджено стан популяцій раритетних видів рослин та їхнього розповсюдження в лісових фітоценозах Лісостепу (рясність-покриття та участь у складі рослинного покриву, розповсюдження в межах адміністративних областей, Лісостепової лісогосподарської області та чотирьох її округів). Об'єкти досліджень – ділянки моніторингу 1-го рівня (642 ділянки) у межах Лісостепу України.
Ключові слова: раритетні види, стан популяцій, лісові фітоценози, лісова флора, системний моніторинг лісів.

Вступ. З огляду на виняткове значення лісів однією з найважливіших проблем для всіх європейських країн є збереження й невиснажливе використання їхнього лісового біорізноманіття і насамперед його раритетної компоненти. Раритетність (від англ. *rare* – рідкісний, унікальний, особливо цінний) – збірна назва видів, які потребують індивідуальної охорони, є наслідком складних, динамічних у часі та просторі процесів, зумовлених різними природними причинами, антропогенним впливом протягом агрокультурного періоду, а в останній час – також інтенсивним техногенним навантаженням. Природна раритетність видів та обмеження поширення їхніх популяцій вважається первинною і може бути зумовлена різними факторами: історичними (наприклад, раритетність реліктів), географічними (види, що збереглися на межі ареалу, широтного або ж висотного поширення), флорогенетичними (виникнення палеоендемів, неоендемів), біотичними (складна біологія розвитку виду, наприклад, низька насіннева продуктивність та інтенсивність розмноження), екологічними (приуроченість стенотопних видів до вапняків та інших специфічних едафотопів), еволюційними (систематично рідкісні види), ценотичними (знижена конкурентна здатність виду) (Stoyko et al. 2004). Вид вважають вторинно рідкісним або напівзниклим, якщо поширення його популяцій обмежується різними формами антропогенного впливу. Можуть бути випадки, коли окремі види природно рідкісних рослин мали колись дещо ширше розповсюдження і стали вторинно рідкісними та напівзниклими внаслідок негативного антропогенного впливу.

Особливий охороні на території України, відповідно до Світового Червоного списку Міжнародного союзу охорони природи та природних ресурсів (IUCN – International Union for Conservation of Nature and Natural Resources) та «Конвенції про охорону дикої флори і фауни та природних середовищ існування в Європі», підлягають 106 видів рослин глобального (світового) та 56 видів рослин європейського рівнів охорони (Kataloh 1999, Sobko 2005, IUCN 2006, Bilz et al. 2011). Національний охоронний статус в Україні, відповідно до Червоної книги України, мають 826 видів рослин і грибів (Chervona knyha 2009). Лісова флора вищих судинних рослин України налічує понад 1370 видів (25,8 % флори України) (Mosyakin & Fedoronchuk 1999). Про різноманітність і цінність лісової флори України свідчить наявність у ній 214 рідкісних і напівзниклих видів (15,6 % лісової флори), занесених до списків Міжнародного союзу охорони природи, Бернської конвенції, Європейського червоного списку та Червоної книги України. Із 611 видів судинних рослин національного охоронного статусу (Chervona knyha 2009) в лісах України росте 199 видів (32,6 %), із них майже половина (49,2 %, або 98 видів) – у лісах Лісостепової лісогосподарської області. За нашими підрахунками, кількість раритетних видів лісової флори національного охоронного статусу

(Chervona knyha 2009) поступово зменшується із заходу на схід Лісостепової області: від Західноукраїнського (81 вид, або 40,7 % раритетної лісової флори) до Дністровсько-Дніпровського (59 видів, або 29,6 %), Лівобережно-Дніпровського (41 вид, або 20,6 %) і Середньоруського (38 видів, або 19,1 %) лісостепових лісогосподарських округів. У межах Лісостепової лісогосподарської області види лісової флори національного охоронного статусу представлені 4 деревами, 13 чагарниками та 81 трав'янистою рослиною. Проте раритетна компонента та природно-зональний спектр лісової флори України залишаються недостатньо дослідженими, а методика моніторингу стану популяцій раритетних видів та їхнього розповсюдження в лісових фітоценозах – нерозробленою.

Мета досліджень полягає в оцінюванні стану популяцій раритетних видів рослин та їхнього розповсюдження в лісових фітоценозах Лісостепу для організації системного моніторингу лісів.

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 (%) (Vysotskiy 1962, Vorobyov 1969). Для уточнення та визначення назв видів використовували визначник та номенклатурний чекліст вищих судинних рослин України (Opredelitel 1987, Mosyakin & Fedoronchuk 1999).

Зі складеного на основі отриманих описів списку флори виділяли раритетні види рослин, що підлягають особливій охороні на території України та Європи, з визначенням їхнього аутозоологічного (охоронного) статусу: міжнародний (глобальний (МСОП – Червона книга міжнародного союзу охорони природи та природних ресурсів) і європейський (Бернська конвенція про збереження дикої фауни, флори та природних середовищ у Європі, Європейський червоний список)), національний (Червона книга України), регіональний (регіональні червоні списки), а також ендемічні та реліктові види, види на межі свого ареалу (Kataloh 1999, Sobko 2005, IUCN 2006, Chervona knyha 2009, Bilz et al. 2011, Ofitsiyni pereliky 2012). Досліджували поширення та характер розташування раритетних видів у межах обласних центрів, лісостепової лісогосподарської області та її лісогосподарських округів. Визначали категорію трапляння раритетних видів (досить часто, звичайно (більше ніж 10 локалітетів); спорадично (7–9 локалітетів); зрідка (4–6 локалітетів); дуже зрідка (1–3 локалітетів)); оцінювали розвиток їхніх популяцій за ступенем рясності-проективного покриття для здійснення моніторингу за темпами 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 (всього 402 види). Аналіз списків флори (деревно-чагарниковий ярус і чагарничково-трав'яно-моховий ярус) ділянок моніторингу 1-го рівня в межах Лісостепової лісогосподарської області дав змогу визначити раритетну компоненту досліджених лісових фітоценозів, яка представлена 14 видами із національним статусом охорони, включеними до Червоної книги України (Chervona knyha 2009), зокрема 2 видами із міжнародним статусом охорони, включеними до переліку таксонів Бернської конвенції про охорону дикої флори й фауни та природних середовищ існування в Європі (Kataloh 1999) (табл. 1): у Західноукраїнському лісостеповому окрузі 5 видами – *Listera ovata* (зозуліні сльози яйцеподібні), *Euphorbia volhynica* (молочай волинський), *Platanthera bifolia* (любка дволиста), *Epipactis purpurata* (коручка пурпурова), *Allium ursinum* (цибуля ведмежа); у Дністровсько-Дніпровському лісостеповому окрузі – 7 видами з національним статусом охорони – *Dictamnus albus* (ясенець білий), *Euonymus nana*

(бруслина карликова), *Lilium martagon* (лілія лісова), *Orchis militaris* (зозулинець шоломоносний), *Orchis morio* (зозулинець салеповий), *Orchis palustris* (зозулинець болотний) і *Viola alba* (фіалка біла); у Лівобережно-Дніпровському лісостеповому окрузі – 2 видами із національним статусом охорони – *Cypripedium calceolus* (зозулені черевички справжні) і *Orchis morio* (зозулинець салеповий), один з них (*Cypripedium calceolus*) має також міжнародний статус охорони; у Середньоруському лісостеповому окрузі – 1 видом із національним і міжнародним статусами охорони – *Pulsatilla latifolia* (сон широколистий).

Таблиця 1

Раритетна компонента досліджених лісових фітоценозів у межах Лісостепової лісогосподарської області

№ з/п	Латинська назва	Українська назва	Лісогосподарський округ*	Адміністративна область	Категорія трапляння	Рясність-покриття, %
Види, що занесені до Червоної книги України:						
1	<i>Allium ursinum</i> L.	цибуля ведмежа	III	Чернівецька	дуже зрідка	5–10
2	<i>Cypripedium calceolus</i> L.	зозулені черевички справжні	V	Чернігівська	дуже зрідка	до 1
3	<i>Dictamnus albus</i> L.	ясенець білий	IV	Черкаська	зрідка	0,01 – 1–5 (переважно 1–5)
4	<i>Epipactis purpurata</i> Smith	коручка пурпурова	III	Львівська	дуже зрідка	0,01
5	<i>Euonymus nana</i> Bieb.	бруслина карликова	IV	Кіровоградська	дуже зрідка	до 1
6	<i>Euphorbia volhynica</i> Besser. ex Racib.	молочай волинський	III	Волинська	дуже зрідка	5–10
7	<i>Lilium martagon</i> L.	лілія лісова	IV	Київська	дуже зрідка	0,01
8	<i>Listera ovata</i> (L.) R. Br.	зозулині сльози яйцеподібні	III	Хмельницька	дуже зрідка	5–10
9	<i>Orchis militaris</i> L.	зозулинець шоломоносний	IV	Житомирська	дуже зрідка	0,1
10	<i>Orchis morio</i> L.	зозулинець салеповий	IV	Черкаська	дуже зрідка	0,01 – 1,00 (переважно 0,01)
			V	Чернігівська	дуже зрідка	0,01
11	<i>Orchis palustris</i> Jacq.	зозулинець болотний	IV	Черкаська	дуже зрідка	до 1
12	<i>Platanthera bifolia</i> (L.) Rich	любка дволиста	III	Хмельницька	дуже зрідка	0,1
				Тернопільська	дуже зрідка	0,1
				Рівненська	дуже зрідка	до 1
13	<i>Pulsatilla latifolia</i> Rupr.	сон широколистий	VI	Харківська	дуже зрідка	до 1
14	<i>Viola alba</i> Bess.	фіалка біла	IV	Одеська	дуже зрідка	1–5
Регіонально рідкісні види:						
1	<i>Achillea micrantha</i> Willd.	деревій дрібноквітковий	IV	Черкаська**	дуже зрідка	0,1
2	<i>Aegonychon purpureo-caeruleum</i> (L.) Holub	егоніхон фіолетово-голубий	IV	Черкаська**	дуже зрідка	до 1
			V	Полтавська	дуже зрідка	до 1
			VI	Харківська	дуже зрідка	1–5
3	<i>Asperula graveolens</i> Bieb. ex Schult. et Schult. fil.	маренка пахуча	IV	Черкаська**	дуже зрідка	до 1
			V	Полтавська	дуже зрідка	0,01
4	<i>Athyrium distentifolium</i> Tausch ex Opiz.	безщитник розставленолистий	III	Львівська	дуже зрідка	до 1
5	<i>Betonica officinalis</i> L. s. l.	буквиця лікарська	IV	Кіровоградська	дуже зрідка	0,1 – 10–20
6	<i>Campanula latifolia</i> L.	дзвоники широколисті	VI	Харківська	дуже зрідка	0,01
7	<i>Carex brevicollis</i> DC.	осока парвська	IV	Кіровоградська	дуже зрідка	1–5

Продовження табл. 1

№ з/п	Латинська назва	Українська назва	Лісогосподарський округ*	Адміністративна область	Категорія трапляння	Рясність-покриття, %
8	<i>Carex brizoides</i> L.	осока трясучковидна	IV	Черкаська**	дуже зрідка	1–5 – 10–20
9	<i>Carex capillaris</i> L.	осока волосовидна	III	Івано-Франківська	дуже зрідка	1–5
10	<i>Carex rhizina</i> Blytt ex Lindbl.	осока кореневищна	IV	Черкаська**	зрідка	1 – 10–20 (переважно 5–10)
11	<i>Chimaphila umbellata</i> (L.) Barton	зимолюбка зонтична	V	Полтавська	дуже зрідка	до 1
12	<i>Convallaria majalis</i> L.	конвалія звичайна	III	Тернопільська	зрідка	0,1 – 10–20 (переважно 1–5)
			IV	Вінницька	звичайно	0,01 – 10–20 (переважно 1–5)
				Одеська	зрідка	1 – 10–20 (переважно 1–5)
			V	Полтавська	звичайно	0,1 – 20–50 (переважно 5–10)
13	<i>Cystopteris sudetica</i> A. Br. et Milde	пухирник судетський	III	Львівська	дуже зрідка	0,01
14	<i>Dentaria quinquefolia</i> Bieb.	зубниця п'ятилиста	V	Черкаська**	дуже зрідка	до 1
15	<i>Digitalis grandiflora</i> Mill.	наперстянка великоцвіта	IV	Київська	дуже зрідка	0,01
16	<i>Dryopteris cristata</i> (L.) A. Gray	щитник гребенястий	III	Львівська	дуже зрідка	до 1
			VI	Сумська	зрідка	0,1 – 10–20 (переважно до 1)
17	<i>Dryopteris filix-mas</i> (L.) Schott	щитник чоловічий	IV	Кіровоградська	дуже зрідка	до 1
			VI	Харківська	дуже зрідка	1–5
18	<i>Equisetum hyemale</i> L.	хвощ зимуючий	III	Львівська	дуже зрідка	до 1
19	<i>Equisetum sylvaticum</i> L.	хвощ лісовий	V	Полтавська	дуже зрідка	10–20
20	<i>Equisetum variegatum</i> Shleich. ex Web. et Mohr	хвощ рябий	III	Хмельницька	дуже зрідка	до 1
21	<i>Galeobdolon luteum</i> Huds.	зеленчук жовтий	V	Полтавська	дуже зрідка	0,1 – 1–5 (переважно 1–5)
22	<i>Hedera helix</i> L.	плющ звичайний	III	Рівненська	дуже зрідка	1–5
				Тернопільська	зрідка	0,1 – 5 (переважно до 1)
				Хмельницька	дуже зрідка	1–5 – 10–20
			IV	Вінницька	дуже зрідка	10–20
23	<i>Ledum palustre</i> L.	багно звичайне	III	Львівська	дуже зрідка	1–5
24	<i>Lycopodium clavatum</i> L.	плаун булавовидний	III	Хмельницька	дуже зрідка	10–20
			V	Полтавська	дуже зрідка	до 1
25	<i>Lysimachia nemorum</i> L.	вербозілля гайове	III	Львівська	дуже зрідка	до 1
26	<i>Majanthemum bifolium</i> (L.) F. W. Schmidt	веснівка дволиста	V	Харківська	дуже зрідка	до 1
			VI	Харківська	дуже зрідка	до 1

Закінчення табл. 1

№ з/п	Латинська назва	Українська назва	Лісогосподарський округ*	Адміністративна область	Категорія трапляння	Рясність-покриття, %
27	<i>Paris quadrifolia</i> L.	вороняче око звичайне	V	Харківська	дуже зрідка	до 1
			VI	Харківська	зрідка	0,01 – 1–5 (переважно 0,1)
28	<i>Picea abies</i> (L.) Karst.	ялина європейська	IV	Київська	дуже зрідка	до 1
29	<i>Poa sterilis</i> Bieb.	тонконіг неплідний	III	Чернівецька	дуже зрідка	1–5
30	<i>Polygonatum odoratum</i> (Mill.) Druce	купина пахуча	IV	Одеська	зрідка	0,1 – 1–5 (переважно 0,1)
31	<i>Potentilla alba</i> L.	перстач білий	V	Полтавська	дуже зрідка	до 1
32	<i>Primula elatior</i> (L.) Hill.	первоцвіт високий	III	Волинська	дуже зрідка	1–5
33	<i>Primula veris</i> L.	первоцвіт весняний	V	Полтавська	зрідка	0,01 – 0,1
34	<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn	орляк звичайний	V	Полтавська	звичайно	0,01 – 10–20 (переважно 1–5)
35	<i>Pyrethrum corymbosum</i> (L.) Scop.	маруна щиткова	VI	Сумська	дуже зрідка	0,1
36	<i>Pyrola chlorantha</i> Sw.	грушанка зеленоцвіта	V	Чернігівська	дуже зрідка	до 1
37	<i>Pyrola rotundifolia</i> L.	грушанка круглолиста	III	Тернопільська	дуже зрідка	0,1 – 1–5
			V	Полтавська	дуже зрідка	до 1
			VI	Харківська	дуже зрідка	до 1
38	<i>Trisetum sibiricum</i> Rupr.	трищетинник сибірський	IV	Черкаська**	дуже зрідка	0,1
39	<i>Urtica kioviensis</i> Rogow.	кропива київська	IV	Черкаська**	зрідка	0,1 – 1–5
			V	Черкаська**	дуже зрідка	до 1
40	<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	чорниця	IV	Вінницька	дуже зрідка	до 1
41	<i>Veratrum nigrum</i> L.	чемериця чорна	IV	Одеська	дуже зрідка	1–5
42	<i>Vinca herbacea</i> Waldst. et Kit.	барвінок трав'янистий	V	Полтавська	дуже зрідка	до 1

*III – Західноукраїнський лісостеповий лісогосподарський округ; IV – Дністровсько-Дніпровський лісостеповий лісогосподарський округ; V – Лівобережно-Дніпровський лісостеповий лісогосподарський округ; VI – Середньоруський лісостеповий лісогосподарський округ.

**Оскільки перелік видів рослин, що підлягають особливій охороні на території Черкаської області, офіційно не затверджений, регіонально рідкісні види рослин Черкаської області визначалися за попереднім списком (Shevchyk et al. 2006).

У межах Західноукраїнського лісостепоного округу зареєстровано 14 видів із регіональним статусом охорони, які включено до Червоних списків Волинської (1 вид), Рівненської (1 вид), Кіровоградської (3 види), Львівської (6 видів), Івано-Франківської (1 вид), Чернівецької (1 вид), Тернопільської (3 види) і Хмельницької (3 види) областей; у межах Дністровсько-Дніпровського округу – 17 видів із регіональним статусом охорони, які включено до Червоних списків Київської (2 види), Черкаської (7 видів), Кіровоградської (3 види), Вінницької (3 види) і Одеської (3 види) областей; у межах Лівобережно-Дніпровського округу – 17 видів із регіональним статусом охорони, які включено до Червоних списків Харківської (2 види), Чернігівської (1 вид), Полтавської (12 видів) і Черкаської (2 види) областей; у межах Середньоруського округу – 8 видів із регіональним статусом охорони, які включено до Червоних списків Харківської (6 видів) і Сумської (2 види) областей (Ofitsiyni pereliku 2012) (див. табл. 1).

Подібна до загальної тенденція щодо зниження кількості раритетних видів лісової флори національного та регіонального охоронних статусів простежується й на ділянках моніторингу в межах Лісостепоної області: від Західноукраїнського (5 червонокнижних видів

і 14 регіонально рідкісних) та Дністровсько-Дніпровського (7 червонокнижних видів і 17 регіонально рідкісних) до Лівобережно-Дніпровського (2 червонокнижних видів і 17 регіонально рідкісних) і Середньоруського (1 червонокнижний вид і 8 регіонально рідкісних) лісостепових лісогосподарських округів (див. табл. 1).

Визначена раритетна компонента досліджених фітоценозів у межах Лісостепової лісогосподарської області представлена 56 рідкісними видами із національним (14 видів) і регіональним (42 види) статусами охорони, що становить 13,9 % від загальної кількості виявлених на ділянках моніторингу видів флори (загальна кількість видів на ділянках моніторингу – 402), 2,3 % від 611 видів судинних рослин з Червоної книги України, 7,0 % від 199 видів рослин лісових територій України із національним охоронним статусом, 14,3 % від 98 видів рослин лісових територій Лісостепової області із національним охоронним статусом. Більшість раритетних видів (53 види) належить до чагарничково-трав'яно-мохового ярусу та становить 16,1 % від загальної кількості 348 видів цього ярусу. Серед рідкісних видів деревно-чагарникового ярусу – два види чагарників: один національного (бруслина карликова) та один регіонального охоронного статусу (плющ звичайний), дерева представлені одним регіонально рідкісним для Київської області видом (ялина європейська), що становить 5,6 % від загальної кількості 54 видів цього ярусу. Наявність популяцій рідкісних видів із національним і регіональним статусами охорони на дослідженій території (не тільки у лісах природного, але й штучного походження) є позитивним явищем, проте більшість видів, зокрема всі види з національним статусом охорони, трапляються дуже зрідка (1–4 локаліти) або зрідка (4–6 локалітетів) із невеликими показниками рясності-покриття (до 5 %) (див. табл. 1). Серед червонокнижних рослин 8 видів – до 1 % (любка дволиста, коручка пурпурова, бруслина карликова, лілія лісова, зозулинець шоломоносний, зозулинець салеповий, зозулинець болотний, зозулені черевички справжні, сон широколистий), 2 види – до 1–5 % (фіалка біла, ясенць білий), тільки 3 види – до 5–10 % (зозулинці сльози яйцеподібні, молочай волинський, цибуля ведмежа). Серед регіонально рідкісних рослин 20 видів – до 1 %, 12 видів – до 1–5 % і 8 видів – до 10–20 %. Достатньо поширеними (більше ніж 10 локалітетів) на ділянках моніторингу в межах адміністративних областей Лісостепової лісогосподарської області є тільки 2 регіонально рідкісні види – конвалія звичайна та орляк звичайний із рясністю-покриттям до 10–20 % (іноді до 50 % для конвалії звичайної) (див. табл. 1). Виявлені популяції конвалії звичайної та орляка звичайного на ділянках моніторингу в Полтавській і Вінницькій областях відзначаються достатньо високими показниками трапляння, рясності-покриття та задовільним відновленням, що є підставою щодо перегляду їхнього охоронного статусу як регіонально рідкісних: конвалії звичайної для Полтавської та Вінницької областей, орляка звичайного – для Полтавської області.

Майже всі раритетні види із національним статусом охорони (окрім лілії лісової) є природно рідкісними. Види родини зозуленцевих – зозулинці сльози яйцеподібні, любка дволиста, коручка пурпурова, зозулинець шоломоносний, зозулинець салеповий, зозулинець болотний, зозулені черевички справжні мають складну біологію та тривалий цикл розвитку, часто високу специфічність до мікоризоутворювальних грибів-симбіонтів. Утруднене природне відновлення всіх видів родини зозуленцевих зумовлене проростанням їхнього насіння тільки за наявності в ґрунті певних симбіотичних видів грибів та потреби протягом усього онтогенезу суміщної толіпофагової ендомікоризи. Для проростків зозуленцевих (протокормів) характерне підземне існування із тривалістю сапрофітного циклу від 2 до 10–15 років. У багатьох «червонокнижних» видів обмеження поширення популяцій зумовлене також географічними факторами, а саме межами ареалів: у коручки пурпурової – східною, у ясенця білого – північною та східною, у зозулинця шоломоносного – південною, у зозулинця салепового – східною, фіалки білої – південно-східною, у зозуленях черевичків справжніх – південною, у сона широколистого – південною; бруслина карликова має диз'юнктивний ареал та відсутність генетичного обміну між популяціями. Коручка

пурпурова та цибуля ведмежа (черемша) мають вузьку еколого-ценотичну амплітуду та високу вразливість до зміни умов біотопів; молочай волинський є ендеміком і має слабе поновлення (низьку схожість насіння) (Chervona knyha 2009). У більшості випадків спостерігається взаємопов'язана дія первинних природних і стихійних природних (зміна кліматичних умов, пожежі, інвазії ентомошкідників та неаборигенних видів рослин) та антропогенних факторів (меліорація, створення кар'єрів, будівництво, випалювання стерні, неконтрольовані випасання, рекреація, заготівля харчової та лікарської сировини, порушення природних лісових біотопів), які обмежують поширення й розвиток популяцій видів із національним статусом охорони.

Більшість виявлених регіонально рідкісних видів рослин не належить до природно рідкісних (екологічних стенотопів, ендемів, видів «острівного» поширення тощо), раніше мали ширше розповсюдження в дослідженому регіоні (Stoyko et al. 2004), а стали вторинно рідкісними внаслідок негативного антропогенного впливу.

Популяції раритетних видів визначають самотність і регіональну індивідуальність лісової флори Лісостепової лісогосподарської області, є важливими для збереження природного біотичного різноманіття регіону та мають контролюватися організацією системного довготривалого моніторингу. Методи моніторингу передбачають формування баз даних щодо характеристики екотопів з популяціями раритетних видів, визначення причин раритетності та еколого-біологічних особливостей рідкісних і зникаючих видів, дослідження поширення та характеру розташування популяцій раритетних видів у межах Лісостепової лісогосподарської області, її лісогосподарських округах та обласних адміністративних центрах, приуроченості раритетних видів до відповідних едафотопів (типів лісорослинних умов), типів лісу та деревостанів; визначення категорії їхнього трапляння; оцінювання розвитку їхніх популяцій за ступенем рясності-проективного покриття. Регулярне проведення моніторингових спостережень на локальному, обласному та регіональному рівнях у різних екотопах і біотопах дасть змогу оцінювати критичність стану та можливість розширення площі локалітетів популяцій раритетних видів лісової флори, а також можливість їхнього розповсюдження в лісах регіону, прогнозувати наслідки антропогенного втручання, визначати необхідність використання (застосування) певних форм охоронного режиму та оптимізувати стратегію охорони раритетних видів. Зокрема, виділення особливо захисних лісових ділянок або особливо цінних для збереження лісів (ОЦЗЛ 1.2) під час сертифікації лісогосподарських підприємств рекомендується проводити на ділянках, які містять життєздатні популяції раритетних видів із рясністю-покриттям понад 10 %, а також у випадку недостатнього охоплення охороною у відповідних обласних центрах червонокнижних видів із рясністю-покриттям 5–10 % (зозулині сльози яйцеподібні в Хмельницькій, цибуля ведмежа у Чернівецькій та молочай волинський у Волинській областях).

Висновки. Раритетна компонента лісового фіторізноманіття Лісостепової лісогосподарської області представлена 56 видами із національним (14 видів) і регіональним (42 види) статусами охорони, що становить 13,9 % від загальної кількості виявлених на ділянках моніторингу видів флори та 14,3 % від 98 видів рослин лісових територій Лісостепової області із національним охоронним статусом. Більшість раритетних видів (53 види) належить до чагарничково-трав'яно-мохового ярусу, чагарників – 2 види, дерев – 1 вид.

Наявність популяцій рідкісних видів із національним і регіональним статусами охорони на дослідженій території (не тільки у лісах природного, але й штучного походження) є позитивним явищем, проте більшість видів, зокрема всі види з національним статусом охорони, трапляються дуже зрідка (1–4 локалітети) або зрідка (4–6 локалітетів) із невеликими показниками рясності-покриття (до 5 %). Причинами раритетності видів із національним статусом охорони є взаємопов'язана дія природної рідкісності, негативних

природних факторів та антропогенного впливу, з регіональним статусом охорони – вторинна рідкісність унаслідок антропогенного впливу.

Популяції конвалії звичайної та орляка звичайного відзначаються доволі високими показниками трапляння, рясності-покриття та задовільним відновленням, що є підставою щодо перегляду їхнього охоронного статусу як регіонально рідкісних: конвалії звичайної для Полтавської та Вінницької областей, орляка звичайного – для Полтавської області.

Регулярне проведення моніторингових спостережень (раз на 3–5 років) на локальному, обласному та регіональному рівнях у різних екотопах і біотопах дасть змогу оцінювати критичність стану та можливість розширення площі локалітетів популяцій раритетних видів лісової флори, а також можливість їхнього розповсюдження в лісах регіону, прогнозувати наслідки антропогенного втручання, визначати необхідність використання (застосування) певних форм охоронного режиму та оптимізувати стратегію охорони раритетних видів.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

- Bilz, M., Kell, S. P., Maxted, N., Lansdown, R. V. 2011. European Red List of Vascular Plants. Luxembourg, Publications Office of the European Union, 144 p.
- Chervona knyha Ukrainy. Roslynnyy svit [Red Book of Ukraine. Plant World]. 2009. [Didukh, Ya. P., Ed.]. Kyiv, Global consulting, 900 p. (in Ukrainian).
- IUCN, 2006. [Electronic resource]. Summary Statistics for Globally Threatened Species. Retrieved 5 May 2006. Available from: <http://www.iucnredlist.org>.
- Kataloh vydiv flory i fauny, zanesenikh do Bernskoyi Konventsiyi pro okhoronu dykoyi flory i fauny ta pryrodnykh seredovyshch isnuvannya v Evropi [Catalog of flora and fauna species listed in the Berne Convention for the Protection of wildlife and natural habitats in Europe]. 1999. V. 1. Flora. Kyiv, Phytosociocenter, 52 p. (in Ukrainian).
- Metodychni rekomendatsiyi z vedennya monitorynhu lisiv Ukrainy 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.
- Ofitsiyni perehlyky rehionalno ridkisnykh roslyn administratyvnykh terytoriy Ukrainy (dovidkove vydannya) [Official lists of regional rare plants of administrative territories of Ukraine (reference edition)]. 2012. [Andriyenko, T. L., and Perehrym, M. M.]. Kyiv, AlterPres, 148 p. (in Ukrainian).
- Opredivitel vysshikh rasteniy Ukrainy [Determinant of higher plants of Ukraine]. 1987. [Prokudin, Yu. N., Ed.]. Kyiv, Naukova dumka, 548 p. (in Russian).
- Ostapenko, B. F. 1997. Typologichna riznomanitnist lisiv Ukrainy. Lisostep [Typological diversity of forests of Ukraine. Forest-Step]. Kharkiv, Kharkiv State Agrarian University, 128 p. (in Ukrainian).
- Shevchyk, V. L., Kuzemko, A. A., Chorna, H. A. 2006. Spysok ridkisnykh vydiv sudynnykh roslyn, shcho pidlyahayut okhoroni v mezhakh Cherkaskoyi oblasti [List of rare species of vascular plants to be protected within the Cherkasy Region]. Zapovidna sprava v Ukraini [Nature conservation in Ukraine], 12(1): 11–17. (in Ukrainian).
- Sobko, V. H. 2005. Fitoraryety Ukrainy u svitovomu chervonomu spysku [Fytorariates of Ukraine in the global Red List]. Kyiv, Phytosociocenter, 156 p. (in Ukrainian).
- Stoyko, S. M., Yashchenko, P. T., Kahalo O. O. et al. 2004. Rarytetnyy fitohenofond zakhidnykh rehioniv Ukrainy (sozologichna otsinka i naukovy zasady okhorony) [Rarity phytogenous fund of western regions of Ukraine (sozological assessment and scientific principles of protection)]. Lviv, Liga-Pres, 232 p. (in Ukrainian).
- Vorobyov, D. V. 1969. Metodika lesotipologicheskikh issledovaniy [Methods of forest typology research]. Kyiv, Urozhay, 388 p. (in Russian).
- Vysotskiy, G. N. 1962. Biologicheskoye, pochvennyye i fenologicheskoye nablyudeniya i issledovaniya v Veliko-Anadole. 1901–1902 [Biological, soil and phenological observations and research in Veliko-Anadol. 1901–1902]. Izbrannyye sochineniya [Selected works]. Vol. 1. Moscow, AN SSSR, p. 159–497 (in Russian).

Bondaruk M. A.¹, Tselishchev O. G.¹, Bondaruk G. V.²

RARITY CONSTITUENT OF FOREST PHYTOCOENOSES IN UKRAINIAN FOREST-STEPPE

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

²Kharkiv State Academy of Zootechnics and Veterinary Medicine

The article analyzes the inventory of the rare constituent in Ukrainian forest flora, its natural-zonal and administrative-regional spectra. The reasons for the rarity of forest flora species are determined and methods for their conservation are proposed. In order to monitor the number and distribution of vascular plants of international, national and regional conservation statuses as a part of the system forest monitoring, the research was done on the status of rare

plants' populations and their distribution within the forest phytocoenoses of the Forest-Steppe zone (their cover-abundance and participation in making a plant cover, distribution within administrative regions and Forest-Steppe forestry region and its four forestry districts). The subject of the research was the first level monitoring plots (642 plots) located within the Forest-Steppe zone of Ukraine.

К e y w o r d s : rare species, population status, forest phytocoenoses, forest flora, systemic forest monitoring.

Бондарук М. А.¹, Целищев А. Г.¹, Бондарук Г. В.².

РАРИТЕТНАЯ КОМПОНЕНТА ЛЕСНЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ

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

²*Харьковская государственная зооветеринарная академия*

В работе приводится анализ актуальной проблемы инвентаризации раритетной компоненты лесной флоры Украины, ее природно-зональных и административно-областных спектров. Определены причины раритетности видов лесной флоры и предложены методы их охраны. Для организации мониторинга численности и распространения сосудистых растений международного, национального и регионального статусов охраны как составляющей системного мониторинга лесов проведено исследование состояния популяций раритетных растений и их распространения в лесных фитоценозах Лесостепи (их обилие-покрытие и участие в составе растительного покрова, распространение в пределах административных областей, Лесостепной лесохозяйственной области и ее четырех округов). Объекты исследований – площадки мониторинга 1-го уровня (642 площадки) в пределах Лесостепи Украины.

Ключевые слова: раритетные виды, состояние популяций, лесные фитоценозы, лесная флора, системный мониторинг лесов.

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

Одержано редколегією: 29.05.2019



І. Ф. БУКША, М. І. БУКША, Т. С. ПИВОВАР

ОЦІНКА РЕПРЕЗЕНТАТИВНОСТІ ДАНИХ МОНІТОРИНГУ ЛІСІВ УКРАЇНИ ЗА РІЗНОЇ ЩІЛЬНОСТІ МЕРЕЖІ ДІЛЯНОК СПОСТЕРЕЖЕНЬ

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

Засобами Q-GIS побудовано розріджену мережу ділянок моніторингу лісів I рівня відповідно до вимог міжнародної програми UN-ECE ICP Forest щільністю 15 × 15 км як підвибірку повної мережі. Оцінено репрезентативність мережі в межах природних зон, областей, типів лісорослинних умов і деревостанів. Проведено порівняння розподілів дерев головних порід за класами дефоліації, які прийняті для міжнародної та національної звітності з моніторингу лісів, а також значень середньої дефоліації головних порід для обох мереж. Встановлено, що розріджена мережа ділянок моніторингу лісів I рівня достовірно не відрізняється від повної на рівні країни, а також у двох природних зонах – Поліссі та Лісостепу. Спостереження в розрідженій мережі дають змогу з належним рівнем точності оцінювати стан лісів за показником середньої дефоліації та за розподілом дерев головних лісоутворювальних порід у межах класів дефоліації. Проведення спостережень на розрідженій мережі дасть можливість зменшити фактичні витрати на здійснення моніторингу лісів більш ніж на 50 %. Для всіх ділянок розрідженої мережі зберігається увесь часовий ряд попередніх спостережень, що дає змогу відстежувати довгострокову динаміку показників моніторингу лісів.

Ключові слова: моніторинг лісів, мережа ділянок I рівня, UN-ECE ICP Forest, дефоліація, типи лісорослинних умов, оцінка репрезентативності.

Вступ. У лісовій галузі нашої держави розвиток моніторингу лісів започаткований у рамках міжнародного співробітництва за Конвенцією ООН про широкомасштабне транскордонне забруднення повітря (Konventsiya 1983). Наприкінці 80-х років минулого століття науковці Українського науково-дослідного інституту лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького (УкрНДІЛГА) розпочали дослідження з лісового моніторингу (Monitoring lesov 1990, Buksha 1998, Buksha 2001, Buksha et al. 2011).

Необхідність проведення моніторингу лісів передбачено міжнародними зобов'язаннями України, зокрема – Страсбурзькою резолюцією S1 («Європейська мережа постійних ділянок моніторингу лісових екосистем») загальноєвропейського процесу «Ліси Європи», Конвенцією ООН про широкомасштабне транскордонне забруднення повітря (Konventsiya 1983), Конвенцією ООН про охорону біологічного різноманіття (Konventsiya pro okhoronu 1999), Рамковою конвенцією ООН про зміну клімату та Кіотського протоколу до неї (Kyoto Protocol 1997) тощо.

Законодавчі основи моніторингу лісів в Україні закладені в 90-х роках минулого століття з прийняттям Верховною Радою України низки законів щодо моніторингу навколишнього природного середовища – Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища» (Pro okhoronu 1991), Закону України «Про рослинний світ» (Pro roslynnyu 1999). Лісовим кодексом України (Lisovyy kodeks Ukrayiny 1994, у редакції від 8 лютого 2006 р.) визначено, що моніторинг лісів є складовою частиною державної системи моніторингу навколишнього природного середовища. Положення про державну систему моніторингу довкілля затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 30.03.1998 № 391. Роботи з моніторингу лісів були передбачені державною програмою «Ліси України 2015» (Pro zatverdzhennya 2009) і впроваджувалися в лісах, підпорядкованих Держлісагентству України (ДАЛРУ).

Від самого початку діяльність з моніторингу лісів України ґрунтувалася на методах, гармонізованих із методикою моніторингу I рівня міжнародної спільної програми з оцінки та моніторингу впливу забруднення повітря на ліси у регіоні Європейської Економічної комісії ООН – UN ECE ICP Forest (Manual on methods 2010). Починаючи з 2000 р. моніторинг лісів проводили спільно лісові наукові та проектні установи (УкрНДІЛГА та ВО «Укрдержліспроект»), а з 2011 р., згідно з наказом Держлісагентства України (ДАЛРУ), проведення польових спостережень на ділянках моніторингу лісів I рівня покладено на

спеціалістів державних лісогосподарських підприємств, формування бази даних моніторингу лісів – на ВО «Укрдержліспроект», а науково-методичне забезпечення, аналіз даних і звітність за результатами моніторингу лісів I рівня – на УкрНДІЛГА.

УкрНДІЛГА виконував функції національного координаційного центру в межах міжнародної спільної програми з оцінювання та моніторингу впливу забруднення повітря на ліси (UN ECE ICP Forest). Відповідно до встановлених міжнародних вимог, інститут щорічно подавав національну звітність до міжнародного координаційного центру програми UN ECE ICP Forest з інформацією про динаміку стану лісів України на ділянках моніторингу I рівня, спеціалісти інституту регулярно брали участь у міжнародних калібраційних заходах із забезпечення якості даних моніторингу лісів, здійснювали гармонізацію методів визначення показників моніторингу лісів у відповідності з вимогами програми UN ECE ICP Forest, проводили навчання українських спеціалістів, які виконували польовий збір даних на ділянках моніторингу лісів (Buksha, 2001).

Водночас, починаючи з 2016 р., у зв'язку із закінченням терміну виконання державної програми «Ліси України 2015» (Pro zatverdzhennya 2009) діяльність з моніторингу лісів призупинено, а національну та міжнародну звітність за результатами моніторингу з того часу не надавали. Це суперечить рішенням державних органів щодо розвитку моніторингу, зокрема – рішенням Ради національної безпеки і оборони України від 25.04.2013 «Про комплекс заходів щодо вдосконалення проведення моніторингу довкілля та державного регулювання у сфері поводження з відходами в Україні», яке уведено в дію Указом Президента України від 18.10.2013 № 572 (Pro rishennya 2013).

Ситуація, яка склалася з моніторингом лісів в Україні, унеможлиблює реалізацію завдань державної екологічної політики України на період до 2030 р., які затверджені Законом України від 28 лютого 2019 р. № 2697-VIII (Pro osnovni zasady 2019). Зазначений закон передбачає необхідність «посилення спроможностей природоохоронного управління у проведенні комплексного моніторингу стану навколишнього природного середовища та державного контролю у сфері охорони навколишнього природного середовища, раціонального використання, відтворення і охорони природних ресурсів».

Указом Президента України від 21.11.2017 № 381 (Pro dodatkovі zakhody 2017) Кабінету Міністрів України доручено розробити та внести на розгляд Верховної Ради України законопроекти щодо удосконалення системи державного природоохоронного контролю та моніторингу стану навколишнього природного середовища.

Зазначені нормативно-правові акти передбачають, серед іншого, необхідність проведення заходів щодо оптимізації моніторингових мереж спостережень. Оптимізація мережі ділянок моніторингу лісів України є актуальною проблемою, оскільки цей захід дає можливість збалансувати рівень витрат та інформативність моніторингу. Системний підхід до побудови та оптимізації мережі ділянок спостереження є важливою передумовою до створення якісної системи моніторингу динаміки показників, що визначають обсяги викидів і поглинання вуглецю в ландшафтах (Houghton et al., 2012).

Питання оптимізації мереж ділянок моніторингу лісів вирішували багато країн з урахуванням своїх природних особливостей, специфіки поширення лісів та національних вимог щодо інформативності моніторингу лісів. Наприклад, у Румунії впродовж 1990–2007 рр. спостереження проводили на ділянках моніторингу лісів I рівня, що входили до мережі, щільність якої становила 2×2 км. Після 2007 р. спостереження були продовжені на ділянках, які увійшли до розрідженої мережі 16×16 км (Badea et al. 2013). Шведські дослідники провели оцінку ефективності моніторингу на ділянках національної інвентаризації лісів і з'ясували необхідність оптимізації програм спостережень із метою покращення контролю як за широкомасштабними явищами пошкодження лісів, так і для ідентифікації та контролю локальних проявів пошкоджень (Wulff et al. 2013). Задля збільшення рівня репрезентативності вибірки шведські дослідники пропонують провести розрідження первинної мережі ділянок національної інвентаризації лісів та сформулювати

тимчасові кластери із залученням даних дистанційного зондування Землі (Grafström et al. 2017).

Мета роботи – визначити інформативність і репрезентативність оцінок стану лісів на ділянках моніторингу лісів І рівня в Україні на основі порівняльного аналізу ключових показників моніторингу за різної щільності мережі спостережень (повної та розрідженої).

Матеріали й методи. Існуюча мережа ділянок моніторингу лісів І рівня має базову щільність 5×5 км й охоплює всі адміністративні регіони України (рис. 1). За станом на 01.01.2015. до складу мережі входили 1457 постійних лісових ділянок моніторингу, закладених у лісах, що знаходяться у сфері управління ДАЛРУ (зокрема – в анексованому Криму та на тимчасово окупованих територіях Донецької й Луганської областей).

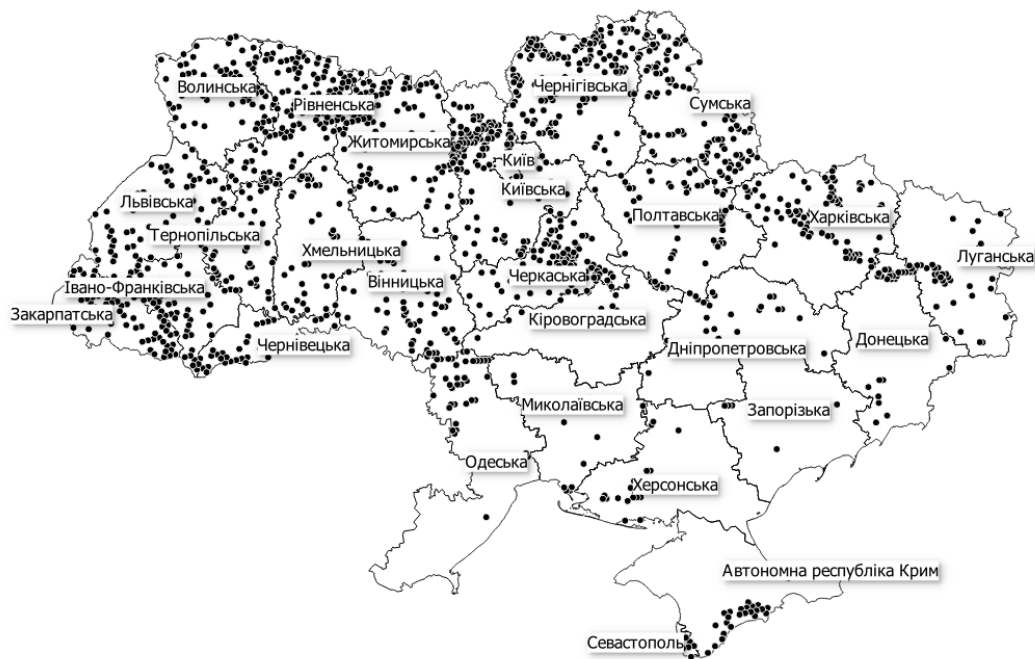


Рис.1 – Повна мережа ділянок моніторингу лісів І рівня (5×5 км)

У ході проведення попередніх досліджень (Yarotskiy et al. 2015) нами встановлено, що повна мережа лісового моніторингу І рівня є репрезентативною для лісів України за типами лісорослинних умов і за групами порід як загалом для держави, так і для більшості природних зон. Винятком є степові області, в яких виявлено незначний рівень репрезентативності ділянок моніторингу лісів, якщо порівняти з даними, які містяться в лісовпорядній повидільній базі даних, що, ймовірно, пов'язане зі значною фрагментарністю лісів у Степовій зоні та відносно малою кількістю ділянок моніторингу.

Враховуючи міжнародні вимоги щодо мінімальної щільності мережі ділянок моніторингу лісів І рівня UN ECE ICP Forest, згідно з якими щільність мережі ділянок моніторингу не може перевищувати 16×16 км (Manual on methods 2010), нами було запроєктовано розріджену мережу ділянок моніторингу лісів І рівня зі щільністю 15×15 км для всієї території України (рис. 2).

Джерелом даних для проведення аналізу слугувала база даних моніторингу лісів України з координатами ділянок і результатами польових спостережень за 2013 та 2015 рр.



Рис. 2 – Розріджена мережа ділянок моніторингу лісів I рівня (15 × 15 км)

Засобами Q-GIS побудовано розріджену мережу щільністю 15 × 15 км. З метою збереження постійних ділянок моніторингу (див. рис. 1), навколо кожного вузлу нової мережі побудовано буферну зону радіусом 5 км, відібрано найближчу з існуючих ділянок моніторингу лісів I рівня та включено їх до розрідженої мережі. Проведено стратифікацію решти вузлів розрідженої мережі шляхом суміщення нової мережі та лісової маски і виявлено, що крім наявних постійних ділянок I рівня ще 234 ділянки належать до вкритих лісом земель і мають бути закладені додатково.

З метою перевірки репрезентативності отриманої розрідженої мережі було проведено оцінювання розподілу ділянок моніторингу за типами лісорослинних умов (ТЛІУ) та деревними породами для всієї України та окремо – за природними зонами. Отримані розподіли порівнювали статистичними методами (Atramentova & Utevskaaya 2008) (методом χ^2) із аналогічними розподілами для повної мережі моніторингу, а також із даними, одержаними за результатами аналізу повидільної бази даних «Лісовий фонд України» станом на 01.01.2011 по Україні. Методом χ^2 також оцінено охоплення областей, представленість деревних порід та розподіли облікових дерев за класами дефоліації для обох мереж. Аналіз проведено за стандартними класами дефоліації, які використовують для міжнародної звітності з моніторингу лісів (Manual on methods 2010): 0 клас (здорові дерева, дефоліація 0–10 %), 1 клас (11–25 %), 2 клас (26–60 %), 3 клас (61–99 %), 4 клас (100 %). За допомогою тесту Шапіро-Уилка встановлено, що розподіл значень дефоліації відрізняється від нормального, однак, зважаючи на велику кількість дат, порівняння середньої дефоліації за породами та групами порід у обох варіантах мереж проводили із застосуванням параметричного критерію Стюдента (Armitage et al. 2002). Статистичний аналіз здійснено за допомогою пакету PAST (<https://folk.uio.no/ohammer/past/>).

Результати та обговорення.

Репрезентативність мереж. Мережею моніторингу лісів I рівня охоплено всі природні зони України (табл. 1). Найбільшою кількістю ділянок є у Лісостепу та Поліссі (понад 37 % у

кожній), найменшою – у Криму, 1,9 %. Дані свідчать, що всі природні зони охоплено пропорційно до площі лісовкритих земель (див. табл. 1).

Таблиця 1

Характеристика мережі ділянок моніторингу лісів I рівня за ступенем різноманіття типів лісорослинних умов за природними зонами (станом на 2013 та 2015 рр.)

Природна зона	Характеристика лісового фонду*		Мережа 5 × 5 км (повна)			Мережа 15 × 15 (розріджена)		
	Площа лісів, тис га*	Частка за площею, %*	N	Частка ділянок, %	Кількість ТЛУ	N	Частка ділянок (%)	Кількість ТЛУ
Полісся	3009,7	31,7	539	37,0	15	137	35,8	14
Лісостеп	2770,7	29,2	543	37,3	14	148	38,6	12
Степ	1308	13,8	172	11,8	13	48	12,5	10
Карпати	2093,8	22,1	175	12,0	6	43	11,2	5
Гірський Крим	308,7	3,3	28	1,9	5	7	1,8	4
Україна	9490,9	100,0	1457	100,0	20	383	100,0	20

Примітки: * – дані з повидільної бази даних «Лісовий фонд України» станом на 01.01.2011.

N – кількість ділянок моніторингу.

Повна мережа лісового моніторингу I рівня в Україні налічує 1457 ділянок, які розташовані у 20 типах лісорослинних умов (табл. 2). Переважають гігروتони – свіжі (60,1 %) та вологі (27,5 %), переважають трофотони – груди (38 %), субори (27,4 %) та сугруди (26,4 %). Найбільш поширеним ТЛУ є свіжий груд (26,5 % всіх ділянок моніторингу), дещо менше представлений свіжий субір (17,6 %). Ділянки моніторингу (повна мережа) репрезентативно охоплюють різноманіття ТЛУ у відповідності з матеріалами останнього державного обліку лісів України станом на 01.01.2011 р.

Таблиця 2

Розподіл ділянок моніторингу повної мережі та лісових земель лісового фонду за площею за ТЛУ для всієї України, %

Гігротоп	% ділянок моніторингу (повна мережа)					% площі земель*				
	Трофотоп				Разом	Трофотоп				Разом
	A	B	C	D		A	B	C	D	
0	0,2	0,0	0,0	0,1	0,3	0,1	0,2	0,2	0,1	0,7
1	1,7	1,1	1,6	3,0	7,4	2,3	1,1	3,6	4,4	11,3
2	5,9	17,6	10	26,5	60,1	5,3	12,9	8,9	20,3	47,5
3	0,2	6,7	12,6	8,0	27,5	0,6	7,6	15,9	8,8	32,8
4	0,1	1,6	2,1	0,4	4,3	0,3	1,9	3,6	0,5	6,3
5	0,1	0,3	0,0	0,1	0,4	0,4	0,5	0,4	0,1	1,4
Разом	8,2	27,4	26,4	38	100	9,0	24,2	32,6	34,2	100,0

*Дані з повидільної бази даних «Лісовий фонд України» станом на 01.01.2011.

Розріджена мережа 15 × 15 км – це підвибірка повної мережі, яка включає 383 ділянки з повної мережі (табл. 3). Нею охоплено 20 типів лісорослинних умов. За допомогою методу χ^2 доведено, що розподіл ділянок моніторингу за ТЛУ в розрідженій мережі суттєво не відрізняється від такого у повній мережі, що дає змогу стверджувати, що на рівні країни ділянки розрідженої мережі є репрезентативними. При цьому загальна кількість ділянок моніторингу лісів I рівня (табл. 4), а отже й очікувані фактичні видатки, скорочуються більше ніж на 50 %.

На рівні природних зон для Полісся та Лісостепу розподіли суттєво не розрізняються, у той час як для Степової зони, Карпат і Гірського Криму розподіли ділянок моніторингу повної мережі відрізняються від даних державного обліку лісів, тобто моніторингом охоплено не всі типи лісорослинних умов, або їхні співвідношення істотно різняться.

Відповідно, повна мережа, а тим більше – розріджена, недостатньою мірою репрезентують зазначені природні зони.

Таблиця 3

Розподіл ділянок моніторингу розрідженої мережі за ТЛУ, %

Гігروتоп	Трофотоп				Разом
	A	B	C	D	
0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,3
1	1,3	0,8	2,6	2,9	7,6
2	6,0	16,2	9,4	30,3	61,9
3	0,3	6,5	10,7	7,6	25,1
4	0,0	1,3	2,1	0,8	4,2
5	0,3	0,5	0,0	0,3	1,0
Разом	8,1	25,3	24,8	41,8	100

Примітка. χ^2 фактич. – 1,36; χ^2 теор. ($p = 0,05$) – 18,5.

Таблиця 4

Кількість ділянок моніторингу повної й розрідженої мереж моніторингу за областями

Область	Кількість ділянок		Частка від повної мережі, %	Область	Кількість ділянок		Частка від повної мережі, %
	Повна мережа	Розріджена мережа			Повна мережа	Розріджена мережа	
АР Крим	28	7	25,0	Миколаївська	14	3	21,4
Вінницька	65	19	29,2	Одеська	34	9	26,5
Волинська	68	17	25,0	Полтавська	65	23	35,4
Дніпропетровська	22	6	27,3	Рівненська	112	31	27,7
Донецька	23	6	26,1	Сумська	97	29	29,9
Житомирська	98	27	27,6	Тернопільська	52	14	26,9
Закарпатська	69	18	26,1	Харківська	86	21	24,4
Запорізька	7	0	0,0	Херсонська	21	6	28,6
Івано-Франківська	64	16	25,0	Хмельницька	39	12	30,8
Київська	120	28	23,3	Черкаська	92	19	20,7
Кіровоградська	9	2	22,2	Чернівецька	29	8	27,6
Луганська	40	12	30,0	Чернігівська	139	36	25,9
Львівська	64	14	21,9	Разом	1457	383	26,3

Ділянки розрідженої мережі моніторингу лісів розташовані в усіх адміністративних областях України, за винятком Запорізької області (див. табл. 4). Кількість ділянок на одну область коливається від 36 на півночі (Чернігівська область) до 2 у малолісних степових областях (Кіровоградська область). Відповідно у разі розрідженої мережі дані моніторингу будуть характеризувати стан лісів лише на національному рівні, а на рівні областей ці дані не будуть репрезентативними. Для детального оцінювання на рівні регіонів можна буде за потреби запроваджувати регіональний моніторинг із більшою густотою мережі (Buksha 2005). На ділянках повної мережі моніторингу щорічно мають бути обстежені 33773 облікових дерева 58 деревних порід, а в розрідженій мережі кількість дерев зменшиться до 8890, деревних порід – до 37. Проте слід відзначити, що 15 найбільш репрезентованих деревних порід становлять 96,6 % всіх облікових дерев (табл. 5). Розподіл облікових дерев за деревними породами у повній мережі виглядає наступним чином: 35,3% складають деревостани сосни звичайної та 19,9 % – дуба звичайного, бука лісового – 5,4%, ясеня звичайного – 4,5%, ялини європейської 4,7%.

Таблиця 5

Розподіл облікових дерев (повна та розріджена мережа)

Порода/ Група порід	Повна мережа		Розріджена мережа	
	Кількість	Частка, %	Кількість	Частка, %
Сосна звичайна (Сз)/ <i>Pinus sylvestris</i> L.	11935	35,3	3025	34,0
Дуб звичайний (Дз)/ <i>Quercus robur</i> L.	6723	19,9	1813	20,4
Груб звичайний (Гз) / <i>Carpinus betulus</i> L.	2190	6,5	593	6,7
Берега повисла (Бп)/ <i>Betula pendula</i> Roth.	1974	5,8	436	4,9
Бук лісовий (Бкл)/ <i>Fagus sylvatica</i> L.	1825	5,4	478	5,4
Ялина європейська (Ял)/ <i>Picea abies</i> (L.) H.Karst.	1593	4,7	292	3,3
Ясен звичайний (Яз)/ <i>Fraxinus excelsior</i> L.	1515	4,5	512	5,8
Вільха чорна (Вч)/ <i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn	1014	3,0	330	3,7
Липа серцелиста (Лп)/ <i>Tilia cordata</i> Mill.	944	2,8	282	3,2
Клен гостролистий (КлГ)/ <i>Acer platanoides</i> L.	750	2,2	213	2,4
Біла акація (Акб)/ <i>Robinia pseudoacacia</i> L.	599	1,8	140	1,6
Осика (Ос)/ <i>Populus tremula</i> L.	480	1,4	177	2,0
Дуб скельний (Дск)/ <i>Quercus petraea</i> (Matt.) Liebl.,	410	1,2	125	1,4
Сосна кримська (Скр)/ <i>Pinus nigra</i> subsp. <i>pallasiana</i> (Lamb.) Holmboe	330	1,0	105	1,2
Ялиця біла (Ялб)/ <i>Abies alba</i> Mill.	328	1,0	65	0,7
Хвойні	14254	42,2	3490	39,3
Листяні	19519	57,8	5400	60,7
Разом	33773	100	8890	100

Примітка. χ^2 фактич. –1,62; χ^2 теор. ($p = 0,05$) –7,96.

Порівняння розподілів за методом χ^2 показало, що представленість деревних порід у розрідженій мережі суттєво не відрізняється від повної.

Таким чином, розріджена мережа ділянок моніторингу лісів 15×15 км є репрезентативною для лісів України за типами лісорослинних умов і за породним складом.

Порівняння дефоліації в повній та розрідженій мережах. Крім перевірки репрезентативності необхідно оцінити дані моніторингу обох мереж за основним показником стану лісів, який використовують у міжнародній спільній програмі моніторингу лісів UN ECE ICP Forests, – дефоліацією. Щорічно за результатами моніторингу лісів надають національний та міжнародний звіти, у яких представлено розподіл облікових дерев головних деревних порід за класами дефоліації у вигляді стандартних звітних таблиць (табл. 6, 7), де наведено результати визначення класів дефоліації для обох мереж.

Таблиця 6

**Розподіл облікових дерев головних листяних деревних порід за групами віку та класами дефоліації
(повна та розріджена мереж, станом на 2013 та 2015 рр.)**

Клас дефо-ліації	Вік до 60 років							Вік понад 60 років							Всі лис-тяні
	Дз	Бкл	Яз	Бп	Гз	Інші лис-тяні	Лис-тяні	Дз	Бкл	Яз	Бп	Гз	Інші лис-тяні	Лис-тяні	
Розріджена мережа 15 × 15 км															
0	48,1	69,6	78,2	59,1	74,8	60,4	61,5	48,8	64,1	62,2	77,3	71,5	61,2	58,9	59,7
1	44,9	16,8	20,0	32,5	23,3	27,5	30,1	46,6	32,7	29,0	20,1	22,7	30,3	35,2	33,6
2	7,0	13,6	1,8	8,4	2,0	10,4	7,8	4,4	2,8	8,2	2,2	5,5	8,2	5,6	6,2
3	0	0	0	0	0	1,7	0,6	0,1	0,4	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3	0,4
4	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0
Разом	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Закінчення табл. 6

Клас дефо-ліації	Вік до 60 років							Вік понад 60 років							Усі лис-тяні
	Дз	Бкл	Яз	Бп	Гз	Інші лис-тяні	Лис-тяні	Дз	Бкл	Яз	Бп	Гз	Інші лис-тяні	Лис-тяні	
Повна мережа 5 × 5 км															
0	59,8	66,6	65,1	66,1	71,4	60	63	56,7	60,8	65,8	68,7	74,3	57,6	60,9	61,6
1	34,4	24,0	27,4	29,8	26,5	29,4	29,7	38,5	28,6	28,1	27,6	22,1	31,6	32,4	31,4
2	5,4	9,2	5,5	3,8	2,0	8,4	6,2	4,5	10,4	5,3	3,5	3,5	9,9	6,3	6,3
3	0,1	0,2	0,9	0,2	0	2,1	0,9	0,2	0,1	0,8	0,2	0,1	0,8	0,4	0,6
4	0,3	0,0	1,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1
Разом	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Таблиця 7

**Розподіл облікових дерев головних хвойних деревних порід за групами віку та класами дефоліації
(повна та розріджена мережі, станом на 2013 та 2015 рр.)**

Клас дефо-ліації	Вік до 60 років				Вік понад 60 років				Всі хвойні
	Сз	Ялє	Інші хвойні	Хвойні	Сз	Ялє	Інші хвойні	Хвойні	
Розріджена мережа 15 × 15 км									
0	68,3	35,6	28,1	62,1	74,9	63,0	76,2	74,0	69,2
1	23,9	43,7	44,9	27,4	21,4	28,0	21,4	22,0	24,2
2	7,5	20,7	25,8	10,1	3,3	9,0	2,4	3,8	6,3
3	0,2	0	1,1	0,3	0,4	0	0	0,3	0,3
4	0,1	—	—	0,1	—	—	—	—	0,0
Разом	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Повна мережа 5 × 5 км									
0	65	50,3	36,6	61,2	71,1	57,7	59,8	69,4	66
1	27,3	31,6	40,8	28,6	24,3	30,1	27,1	25	26,5
2	7,2	17,7	21,8	9,6	4,3	12,1	12,8	5,4	7,1
3	0,4	0,1	0,8	0,4	0,2	0,1	0,3	0,2	0,3
4	0,1	0,3	0	0,2	0,1	0	0	0	0,1
Разом	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Результати порівняння розподілів груп деревних порід за класами дефоліації та групами віку за методом χ^2 свідчать (табл. 8), що розріджена мережа достовірно не відрізняється від повної для зазначених груп (за винятком бука звичайного). Таким чином, національна звітність за результатами моніторингу у розрідженій мережі буде достовірно відображати загальну ситуацію щодо стану рівнинних лісів України.

Крім розподілу за класами дефоліації аналіз стану лісів проводять також за показником «середня дефоліація». Результати статистичного аналізу значень середньої дефоліації для 15 головних порід та груп порід у повній та розрідженій мережах наведені нижче (табл. 9).

Таблиця 8

Результати порівняння розподілу груп порід дерев за класами дефоліації (метод χ^2)

Порівнювальна група	χ^2 факт.	χ^2 теор.	<i>P</i>
Всі хвойні	0,66	9,5	0,05
Хвойні за групами віку	2,5	15,5	0,05
Сосна звичайна за групами віку	1,7	15,5	0,05
Ялина європейська за групами віку	11,5	15,5	0,05
Всі листяні	0,73	9,5	0,05
Листяні за групами віку	0,99	15,5	0,05
Дуб звичайний за групами віку	8,6	9,5	0,05
<i>Бук лісовий за групами віку</i>	<i>26,0</i>	<i>12,6</i>	<i>0,05</i>
Ясен звичайний за групами віку	14,3	16,8	0,01
Граб звичайний за групами віку	1,6	12,6	0,05
Береза повисла за групами віку	8,2	12,6	0,05

Примітка. Курсивом виділено достовірну різницю.

Таблиця 9

Характеристика значень середньої дефоліації повної та розрідженої мереж моніторингу

Деревна порода	Повна мережа			Розріджена мережа			<i>T</i> Стьюдента
	Середня дефоліація	Стандартна похибка	Кількість	Середня дефоліація	Стандартна похибка	Кількість	
Сз	10,9	9,6	11935	10,6	9,1	3025	1,34
Дз	11,9	8,6	6723	12,5	8,1	1813	2,65
Гз	11,1	9,0	2190	11,8	10,6	593	1,48
Бп	11,0	8,6	1974	11,2	9,3	436	0,50
<i>Бкл</i>	13,3	11,4	1825	12,2	10,2	478	2,15
Ялс	14,7	12,5	1593	15,3	12,2	292	0,73
Яз	12,0	11,5	1515	12,6	11,3	512	1,05
Влч	9,2	7,8	1014	9,0	7,4	330	0,30
Лпд	13,9	12,4	944	14,8	14,1	282	0,89
Клг	8,8	8,8	750	10,0	10,4	213	1,56
<i>Акб</i>	18,9	16,2	599	16,6	9,0	140	2,31
Ос	11,5	8,8	480	11,8	11,1	177	0,31
<i>Дск</i>	20,8	13,5	410	15,0	7,6	125	6,07
Скр	17,6	12,4	330	17,7	9,2	105	0,05
<i>Яцб</i>	13,3	10,5	328	6,7	5,5	65	7,37
Хвойні	11,5	10,2	14254	11,2	9,5	3490	1,93
Листяні	12,2	10,4	19519	12,3	10,2	5400	0,62
Всі дерева	11,9	10,3	33773	11,9	9,9	8890	0,48

Примітка. *t*-тест Стьюдента $t_{\text{теор.}} = 1,96$ ($p = 0,05$) (курсивом виділені значення, які достовірно відрізняються).

Статистичний аналіз показав (див. табл. 9), що середні значення дефоліації більшості порід, а також за групами порід у розрідженої мережі суттєво не відрізняються від повної ($p = 0,05$) (за винятком дуба звичайного, бука лісового, дуба скельного, ялиці білої та білої акації, для яких різниця є достовірною). Для зазначених деревних порід встановлено, що в розрідженій мережі середня дефоліація є переважно меншою, ніж у повній. Проте середні значення дефоліації є важливими насамперед для вивчення динаміки стану лісів, тому у разі запровадження розрідженої мережі аналіз динаміки дефоліації буде проведений лише для тих ділянок, які увійдуть до цієї мережі (із тривалими часовими рядами спостережень) і, відповідно, ці відмінності (повної та розрідженої мереж) не вплинуть на тренди динаміки середнього рівня дефоліації.

Висновки. Доведено, що на рівні країни запроектована розріджена мережа ділянок моніторингу лісів I рівня (15×15 км), яка є підвибіркою повної мережі, суттєво не

відрізняється від повної мережі за охопленням природних зон і типів лісорослинних умов. Розріджена мережа задовольняє міжнародним вимогам щодо мінімальної щільності мережі UN ECE ICP-Forest. Встановлено, що спостереження на ділянках розрідженої мережі дають змогу оцінювати стан лісів на рівні держави за показником середньої дефоліації всіх порід та груп порід, а також надавати звітність щодо розподілу облікових дерев головних лісоутворювальних порід за класами дефоліації (результати для всіх деревних порід достовірно не відрізняються від повної мережі, за винятком бука лісового). Застосування розрідженої мережі дасть змогу зменшити витрати на здійснення моніторингу лісів на більш ніж 50 %. Важливим є те, що ця мережа є підвибіркою повної мережі моніторингу і для всіх її ділянок є історія тривалих спостережень, що дає змогу й надалі відстежувати на них динаміку показників. Таким чином, оптимізована розріджена мережа ділянок моніторингу І рівня може бути використана для розбудови державної системи моніторингу лісів України. Проте необхідно наголосити, що дані моніторингу лісів у розрідженій мережі на рівні природних зон Степу, Карпат та Гірського Криму не є цілком репрезентативними для цих природних зон на відміну від природних зон Лісостепу та Полісся, для яких розріджена мережа є репрезентативною. Для прийняття остаточних рішень щодо оптимізації мережі моніторингу потрібно врахувати, що для природних зон Степу, Карпат та Гірського Криму розрідження мережі супроводжуватиметься зменшенням інформативності даних моніторингу на рівні цих природних зон, тому під час проведення оптимізації ділянок моніторингу лісів у зазначених природних зонах доцільно залишити наявну щільність мережі.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

- Grafström, A., Zhao, X., Nylander, M., Petersson, H. 2017. A new sampling strategy for forest inventories applied to the temporary clusters of the Swedish national forest inventory. *Can. J. For. Res.*, 47: 1161–1167. [dx.doi.org/10.1139/cjfr-2017-0095](https://doi.org/10.1139/cjfr-2017-0095).
- Armitage, P., Berry G, Matthews, J. N. S. 2002. *Statistical Methods in Medical Research*. Blackwell, Malden, MA, 826 p.
- Atramentova, L. A. and Utevskaia, O. M. 2008. *Statisticheskiye metody v biologii* [Statistical methods in biology] Horlovka, Vydavnytstvo Likhtar, 248 p. (in Russian).
- Badea, O. Silaghi, D., Taut, I., Neagu, S., Leca, S. (2013). Forest Monitoring – Assessment, Analysis and Warning System for Forest Ecosystem Status. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 41(2): 613–625.
- Buksha, I. F. 1998. *Monitorynh lisiv Ukrayiny* [Forest monitoring in Ukraine]. *Lisovyy ta myslivskiy zhurnal* [Forest and hunting magazine], 4: 4–5 (in Ukrainian).
- Buksha, I.F. 2001. *Kontseptual'ni polozhennya monitorynhu lisiv Ukrayiny*. [Conceptual provisions of forest monitoring in Ukraine]. *Lisivnytstvo i ahrolisomeliorsiya* [Forestry and forest melioration]. 100: 13–16. [in Ukrainian].
- Buksha, I. F. 2005. *Pryntsypy pobudovy bahatorivnevoyi merezhi monitorynhu lisiv Ukrayiny* [Principles of building a multi-level network of forest monitoring network in Ukraine]. *Lisivnytstvo i ahrolisomeliorsiya*. [Forestry and forest melioration], 107: 242–252 (in Ukrainian).
- Buksha, I. F., Pasternak, V. P., Pyvovar, T. S., Buksha, M. I., Yarotsky, V. Yu. 2011. *Metodychni materialy shchodo provedennya monitorynhu lisiv I rivnya ta zabezpechennya yoho yakosti* [Methodical materials on monitoring and monitoring of forests I level]. Kharkiv, 40 p. (in Ukrainian).
- Houghton, R. A., House, J. I., Pongratz, J., van der Werf, G. R., DeFries, R. S., Hansen, M. C., Le Quéré, C., and Ramankutty, N.: Carbon emissions from land use and land-cover change, *Biogeosciences*, 9, 5125–5142, <https://doi.org/10.5194/bg-9-5125-2012>, 2012.
- Konventsia o transgranichnom zagryaznenii vozdukha na boshiye rasstoyaniya ot 13.11.1979 [Convention on long-range transboundary air pollution]. 1983. [Electronic resource]. Available from: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_223 (last accessed date 01.04.2019) (in Ukrainian).
- Konventsia pro okhoronu biolohichnoho riznomanittya vid 1992 roku [Convention for the Protection of Biological Diversity] (Rio-de-Zhaneyro, 1992). 1999. *Sb. Mezhdunar. konventsyy v oblasti okhrany okruzh. sredy*. Lvov: *Ekopravo*, 243–256 p. (in Ukrainian).
- Kyoto Protocol to the Convention on Climate Change. 1997. UNEP-IUC Geneva Executive Center, 33 p. (in Ukrainian).
- Lisovyy kodeks Ukrayiny [Forest Code of Ukraine]. 1994. / Postanova Verkhovnoyi Rady Ukrayiny vid 21.01.1994 No 3852-XII. *Vidomosti Verkhovnoyi Rady Ukrayiny*, 17, p. 99 (in Ukrainian).

Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. 2010. [Electronic resource]. UNECE, UN-ECE ICP Forests, Hamburg. Available from: <http://www.icp-forests.org/Manual.htm> (last accessed date 01.04.2019).

Monitoring lesov Ukrainsoy SSR v ramkakh programmy EEK OON [Monitoring of forests of Ukrainian SSR within EJC UN]. 1990. Zvit pro NDR (zakluchnyy). Final scientific report GR 01890075354. Kharkiv, URIFFM, 99 p. (in Russian).

Pro rishennya Rady natsionalnoyi bezpeky i oborony Ukrayiny vid 25 kvitnya 2013 roku "Pro kompleks zakhodiv shchodo vdoskonalennya provedennya monitorynhu dovkillya ta derzhavnoho rehulyuvannya u sferi povodzhennya z vidkhodamy v Ukrayini". 2013. [Electronic resource]. Ukaz Prezydenta Ukrayiny No 572/2013. Available from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/572/2013> (last accessed date 01.04.2019) (in Ukrainian).

Pro dodatkovy zakhody shchodo rozvytku lisovoho hospodarstva, ratsionalnoho pryrodokorystuvannya ta zberezheniya obyektiv pryrodno-zapovidnoho fondu. Ukaz Prezydenta Ukrayiny vid 21.11.2017 № 381/2017 [Decree of the President of Ukraine dated November 21, 2017 No. 381/2017 On additional measures for the development of forestry, rational use of nature and conservation of objects of the nature reserve fund]. Available from: <https://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/572/2013> (last accessed date 01.04.2019) (in Ukrainian).

Pro osnovni zasady (stratehiyu) derzhavnoyi ekolohichnoyi polityky Ukrayiny na period do 2030 roku. Zakon Ukrayiny. 1985. Stratehiya vid 28.02.2019 № 2697-VIII [About the Basic Principles (Strategy) of the State Environmental Policy of Ukraine for the period up to 2030. Law of Ukraine; Strategy from 28.02.2019 No. 2697-VIII].

Pro okhoronu navkolyshnyoho pryrodnoho seredovyshcha. 1991. Zakon Ukrayiny [Law of Ukraine On the Environmental Protection of 26.06.1991, No. 1268-XII]. Vidomosti Verkhovnoyi Rady Ukrayiny, 41. st. 546 (in Ukrainian).

Pro roslynnyy svit. 1999. Zakon Ukrayiny vid 9 kvitnya 1999 r. № 591-XIV [Law of Ukraine On Flora of 9.04.1999, No 591-XIV]. Vidomosti Verkhovnoyi Rady Ukrayiny, 22–23: st. 198 (in Ukrainian).

Pro zatverdzhennya Derzhavnoyi prohramy "Lisy Ukrayiny" na 2010–2015 roky. [On Approval of the State Program "Forests of Ukraine" for 2010–2015]. 2009. Postanova Kabinetu Ministriv Ukrayiny vid 16.09.2009 № 977 [Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated September 16, 2009 No. 977. Ofitsiynyy visnyk Ukrayiny, 72: st. 5 (in Ukrainian)].

Wulff, S., Roberge, C., Ringvall, A. H., Holm, S., Ståhl, G. 2013. On the possibility to monitor and assess forest damage within large scale monitoring programmes – a simulation study. *Silva Fennica*, 47(3): article id 1000. 18 p.

Yarotskiy, V. Yu., Pyvovar, T. S., Pasternak, V. P., Buksha, M. I. 2015. Vyvchennya kharakterystyk vidmerloyi derevyny za rezultatamy monitorynhu lisiv I rivnya [Study of dead wood characteristics on the I level forest monitoring. *Nauk. Visnyk NUBIPU. Seriya: Lisivnytstvo ta dekoratyvne sadivnytstvo* [Scientific Herald of NULES of Ukraine. Series: Forestry and Decorative Gardening], 219: 67–78 (in Ukrainian)].

Buksha I. F., Buksha M. I., Pyvovar T. S.

DATA REPRESENTATIVITY ASSESSMENT FOR MONITORING OF UKRAINIAN FORESTS AT VARIOUS PERMANENT PLOT DENSITIES

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

By means of Q-GIS a sparse grid of I Level forest monitoring plots with the density of 15×15 km was designed as a subsample of the full grid according to the requirements of the UN-ECE ICP Forest. The representativeness of the grid coverage within natural zones, regions, types of forest condition and forest stands was assessed. The comparison of trees distribution (by species) within standard defoliation classes used for international and national reporting, as well as the values of mean defoliation of the main tree species for both grids were carried out. It is established that the designed sparse grid of I Level forest monitoring plots does not much differ from the full one at the national level. Observations in the sparse grid enable researchers to assess the forest condition according to the mean defoliation rate, and provide standard reports on the distribution of the main species trees by defoliation classes according to standard forms. The use of a sparse grid will reduce the actual costs on forest monitoring by 50 % on average. For all the plots of the sparse grid there is a history of long-term observation, which enables monitoring the dynamics of forest indicators.

Key words: forest monitoring, grid of I Level plots, UN-ECE ICP Forest, defoliation, types of forest site condition, representativeness assessment.

Букша І. Ф., Букша М. І., Пивовар Т. С.

ОЦЕНКА РЕПРЕЗЕНТАТИВНОСТИ ДАННЫХ МОНИТОРИНГА ЛЕСОВ УКРАИНЫ ПРИ РАЗНОЙ ПЛОТНОСТИ СЕТИ УЧАСТКОВ НАБЛЮДЕНИЙ

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

Средствами Q-GIS построена разреженная сеть участков мониторинга лесов I уровня в соответствии с требованиями международной программы UN-ECE ICP Forest плотностью 15×15 км как подвыборка полной сети. Оценена репрезентативность сети в пределах природных зон, областей, типов лесорастительных условий и древостоев. Проведено сравнение распределений деревьев главных пород по классам дефолиации, принятым для международной и национальной отчетности по мониторингу лесов, а также значений средней дефолиации

главных пород для обеих сетей. Установлено, что разреженная сеть участков мониторинга лесов I уровня достоверно не отличается от полной на уровне страны. Наблюдения в разреженной сети позволяют с должным уровнем точности оценивать состояние лесов по показателю средней дефолиации и по распределению деревьев главных лесообразующих пород в пределах классов дефолиации. Применение разреженной сети позволяет уменьшить фактические расходы на осуществление мониторинга лесов в среднем на 50 %. Для всех участков разреженной сети сохраняется весь временной ряд предыдущих наблюдений, что позволяет отслеживать долгосрочную динамику показателей мониторинга лесов.

К л ю ч е в ы е с л о в а : мониторинг лесов, сеть участков I уровня, UN-ECE ICP Forest, дефолиация, типы лесорастительных условий, оценка репрезентативности.

E-mail: buksha@uriffm.org.ua

Одержано редколегією: 03.04.2019

**ТЕНДЕНЦІЇ ВИНИКНЕННЯ ПОЖЕЖ У ЛІСАХ УКРАЇНИ***Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького*

Визначено тенденції виникнення лісових пожеж за період 2000–2017 рр. у лісах України загалом та за період 1992–2017 рр. на територіях, що належать до сфери управління Державного агентства лісових ресурсів України, Встановлено середньорічну кількість і площу пожеж та горимість лісів цих територій за період з 2007 до 2017 рр. Визначено кількість і площі пожеж у різних адміністративних та лісогосподарських областях у межах підпорядкування Державному агентству лісових ресурсів України у 2015, 2016 та 2017 рр. Ці дані зіставлено з природними особливостями та антропогенним впливом у цих областях.

Ключові слова: лісова пожежа; метеорологічні дані; тенденції виникнення пожеж; природна пожежна небезпека; адміністративна область; лісогосподарська область.

Вступ. Необхідною умовою функціонування біосфери є збереження та зростання площі лісів. Лісові екосистеми у більшості регіонів світу потерпають від пожеж. Збитки лісового господарства від них значно перевищують збитки від шкідників і хвороб, взятих разом. Людство стає вразливішим до впливу великих пожеж (Goldammer 2013).

Ще до недавнього часу визначити масштаби лісових пожеж було доволі складно. На сьогодні завдяки супутниковим знімкам встановлено, що тільки в бореальних лісах у 1990-ті роки щорічно вигорало до 8 млн га лісу (Levine & Cofer 2000). Найбільш масштабні пожежі відзначають на території Російської Федерації, де кожного року виникає від 10 до 40 тис. лісових пожеж зі значними площами (Andreev & Amelchugova 2008). У США та Канаді в середньому щорічно реєструють 150 тис. лісових пожеж (Kulyk & Chyryva 2007). У Європі протягом 1950–2000 рр. лісові пожежі щорічно пошкоджували 5,6 млн м³ деревини. За період 2000–2007 рр. у Португалії та Іспанії зафіксовано 156 і 210 тис. пожеж відповідно (Forest Fires 2007).

Збільшення кількості та площі пожеж визначено і в країнах Східної Європи (Shvydenko & Shchepashhenko 2013, Usenya 2016). У 1992 р. у Польщі на території Раціборських лісів згоріло близько 9 тис. га, а в Нотецькій Пущі – 5 тис. га лісів (Zwolicki et al. 2004).

У лісах Білорусі протягом 1959–2015 рр. виникло 136 тис. пожеж на загальній площі 206 тис. га. У дуже пожежонебезпечному за умовами погоди 2015 році там трапилося 1,2 тис. лісових пожеж на площі 16,9 тис. га (Usenya 2002, 2016).

Напружена ситуація з лісовими пожежами склалася і в Україні. За період з 2003 по 2015 р. в країні зафіксовано 44,6 тис. лісових пожеж, при цьому вогнем було пошкоджено 69,9 тис. га лісів, а загальна вартість нанесених збитків становила 455 млн грн (Natsionalna dopovid 2017). За останні 30 років середньорічна кількість пожеж в Україні зросла у 2,6 разу (Yavorovsky 2014).

Метою роботи було проаналізувати динаміку лісових пожеж у лісах України, зокрема тих, які належать до управління Державного агентства лісових ресурсів України (ДАЛРУ), виявити масштаби та горимість лісів у різних лісогосподарських та адміністративних областях України.

Матеріали й методи. Під час аналізу ситуації з лісовими пожежами необхідно зважати на те, що в літературі наводяться дані двох статистичних звітностей. У статистичних збірниках «Україна в цифрах» (Ukraine v tsifrakh 2017), а також Національних доповідях «Про стан техногенної та природної безпеки в Україні» (Natsionalna dopovid 2017) наводиться кількість пожеж загалом по Україні. Також існує інша статзвітність щодо лісових пожеж для територій, які входять до відомства ДАЛРУ України (Publichnyy zvit 2017, 2018).

Статистичні дані та інформацію щодо пожеж у всіх лісах України за період з 2000 до 2017 р. взято із зазначених видань. Динаміку лісових пожеж за період 1992–2017 рр. на території ДАЛРУ проаналізовано на основі даних, викладених у статтях (Zibtsev 2000,

Kuzyk & Kucheryavuj 2009, Zibtsev 2010, Kuzyk 2011, Popovych 2012) та публічних звітах ДАЛРУ (Publichnyy zvit 2017, 2018).

Проаналізовано середньорічні показники пожеж за період 2007–2017 рр. у розрізі лісогосподарських та адміністративних областей. Визначено відносну горимість лісів за кількістю випадків пожеж на 1 млн га та за площею на 1000 га загальної площі (Mokeyev 1965). Для ефективного оцінювання тенденцій пожеж показники розраховували для відповідних одиниць лісогосподарського районування території України. Межі лісогосподарських зон і областей приурочені до меж адміністративних областей (Pasternak et al. 1980).

Результати та обговорення. Площа лісового фонду в Україні становить 10,4 млн га, ДАЛРУ підпорядковано 7,6 млн га лісів, або 73 % від їх загальної площі. За період 2000–2017 рр. у лісах України сталося 62165 пожеж на площі 76,4 тис. га. На території лісів ДАЛРУ зафіксовано 47850 випадків пожеж на площі 51,4 тис. га, що становить 77% від загальної кількості та 66 % від загальної площі пожеж на території України. У розрахунках не враховували 2014 р., бо в цьому році на пожежну ситуацію суттєво вплинуло проведення бойових дій у Донецькій та Луганській областях, де виникло 663 лісових пожежі на площі 13,7 тис. га, зокрема верхових – на 4,1 тис. га.

У середньому за рік кількість пожеж в Україні загалом становила від 1113 до 7036 випадків, у той час як у лісах, підпорядкованих ДАЛРУ, – від 806 до 5024 випадків. Ще більшою є різниця за площею, пошкодженою вогнем, яка для всіх лісів України перебувала в межах 1,0–14,7 тис. га, у лісах ДАЛРУ – в межах 0,2–12,2 тис. га.

Частка пожеж у лісах ДАЛРУ в різні роки становила за кількістю випадків – від 58 до 88 % від загальної кількості в Україні, за площею пожеж – від 18 до 92 %. (табл. 1).

Таблиця 1

Динаміка пожеж в усіх лісах України та ДАЛРУ за період 2000–2017 рр.

Рік	Ліси України		ДАЛРУ		Частка пожеж в лісах ДАЛРУ від усіх лісів України, %	
	Кількість випадків пожеж	Площа пожеж, тис. га	Кількість випадків пожеж	Площа пожеж, тис. га	за кількістю	за площею
2000	3696	1,6	2994	1,2	81	75
2001	3205	3,8	2646	3,3	83	87
2002	6383	5	4905	3,5	77	70
2003	4527	2,8	3402	1,6	75	57
2004	1876	0,6	1366	0,3	73	50
2005	4223	2,3	3700	1,9	88	83
2006	3842	4,3	3399	3,3	88	77
2007	6100	13,8	5024	12,7	82	92
2008	4042	5,5	3316	4,5	82	82
2009	7036	6,3	4922	4,6	70	73
2010	3240	3,7	2368	1,2	73	32
2011	2526	1,0	1761	0,6	70	60
2012	2163	3,5	1700	3,3	78	49
2013	1113	0,4	806	0,2	72	50
2015	3813	14,7	2225	2,6	58	18
2016	1249	1,2	945	1,1	76	92
2017	3131	5,9	2371	5,5	76	93
Загалом*	62165	76,4	47850	51,4	77	67
Седне*	6907	8,5	5317	5,7	77	67

*Без даних 2014 р., коли на пожежну ситуацію значно вплинуло проведення бойових дій.

Найбільше випадків пожеж зафіксовано у 2002 (6383 випадків по всіх лісах і 4905 в лісах ДАЛРУ), 2007 (6100 та 5204 випадків відповідно) і 2009 рр. (7036 та 4922 випадків

відповідно). З 2010 р. кількість пожеж дещо зменшилася. Наприклад, у 2013 р. зафіксовано відповідно 1113 та 806 випадків (Natsionalna dorovid 2017) (див. табл. 1).

З використанням даних зазначених джерел проаналізовано динаміку виникнення пожеж на території лісів ДАЛРУ за період 1992–2017 рр., а враховуючи дослідження С. В. Зібцева (Zibtsev 2000), порівняно щорічну амплітуду коливання кількості пожеж, починаючи з 1980-х років.

Усього за період з 1992 до 2017 р. в лісах, що підпорядковані ДАЛРУ, трапилося 86958 пожеж – в середньому 3344 випадки за рік (рис. 1). Загальна площа лісів, пошкоджених пожежами за період 1990–2017 рр., становить 115457 га, або в середньому 4123 га·рік⁻¹. Проте амплітуда коливання цих показників є надзвичайно мінливою: за кількістю – від 792 до 7441 випадків на рік, за площею пошкодження – від 221 до 16677 га·рік⁻¹. Тобто максимальна річна кількість пожеж перевищує мінімальну в 9,3 разу, а за площею – у 75 разів.

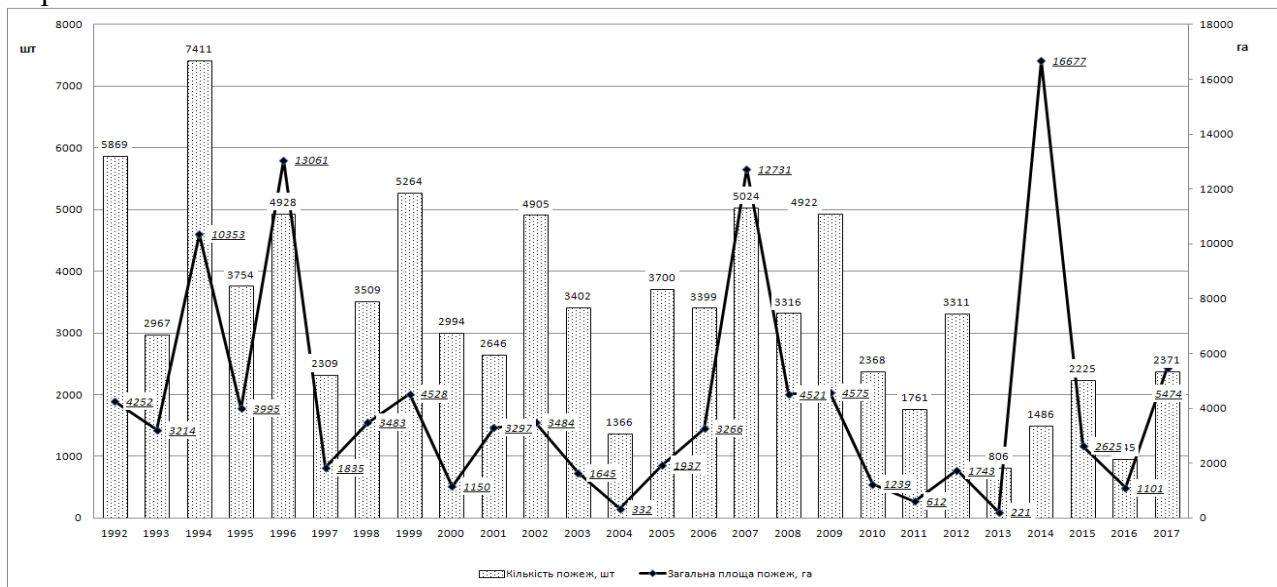


Рис. 1 – Кількість пожеж та їхня площа на території лісів ДАЛРУ за період 1992–2017 рр.

Якщо аналізувати ці дані за роками, то згідно з даними (Zibtsev 2000) у 1981–1989 рр. кількість лісових пожеж в Україні коливалася в межах 792–2377 випадків на рік. У 1990–1999 рр. цей показник помітно підвищився до 2309–6743 випадків на рік. Аналогічно збільшилася річна площа лісів, пройдена вогнем: від 286–2887 до 1670–13061 га·рік⁻¹. За період 2000–2009 рр. кількість пожеж становила від 1366 до 5624 випадків на рік, тобто була меншою, ніж у 1990-ті роки, але більшою, ніж у 1980-ті. Схожу тенденцію спостерігали й за площею пожеж: від 322 до 12731 га·рік⁻¹. У 2010-ті роки кількість пожеж коливалася від 806 до 3311 випадків на рік; вона була значно меншою, ніж у 1990-ті та 2000-ні роки, і майже близькою до кількості в 1980-х. Якщо ж не брати до уваги 2014 р. (про що зазначалося вище), то діапазон коливання щорічної площі, пошкодженої пожежами, що становив 221–2371 га·рік⁻¹, був найнижчим за всі періоди. Отже, порівняння цих показників у різні десятиріччя показало, що перевищення кількості пожеж характерне для періоду 1990-х років.

Наявна у літературі неповна оцінка при порівнянні кількості пожеж в Україні в окремі десятиліття пов'язана з тим, що автори (Zibtsev 2000, Porovych 2012, Yavorovsky 2014) робили аналіз не за окремими роками, а лише за десятирічні або п'ятирічні періоди загалом.

Найбільшу кількість випадків пожеж відзначено в 1992, 1994, 1996, 1999, 2002, 2007, 2009 рр., а найбільшу площу пожеж зафіксовано лише в 1994, 1996, 2007 рр., тобто максимумами за кількістю й площею пожеж в окремі роки не завжди співпадають.

Кількість загорань залежить від погодних умов, або виникнення посушливих аномальних періодів. У той же час площа пожеж залежить від своєчасності виявлення та

ефективності гасіння. При цьому можуть виникати такі аномальні погодні умови, коли з пожежами неможливо впоратися і вони перетворюються на стихійне лихо. Зокрема це пожежі в Криму в 1993 р., у Луганській, Харківській, Херсонській областях у 1995 р., у Київській, Донецькій, Луганській, Чернігівській областях у 1996 р., у Луганській у 1998 р., у Херсонській, Луганській областях у 1999 р., у Херсонській області та Криму у 2007 р. (Ustskiy et al. 2008), у Харківській області у 2008 р.

Найбільшими лісовими пожежами, що виникли на території України, можна вважати лісові пожежі на Херсонщині в серпні 2007 р., коли було знищено ліси Цюрупінського й Голопристанського лісових господарств площею 8739,8 га, та на Харківщині у серпні 2008 р., коли вогонь знищив 1300 га лісів на території Балаклійського та Ізюмського держлісгоспів (Kuzik & Popovich 2010).

Крім пожежі 2007 р., на Херсонщині катастрофічними були ще дві пожежі. Перша пожежа сталася 31 липня 1990 р. на території Збур'ївського та Гладківського лісництв, у ній постраждало 828,1 га лісу, друга – 9 серпня 2012 року в Корсунському лісництві, коли було знищено понад 1100 га насаджень. Сума прямих збитків становила понад 200 тис. грн (вартість пошкодженої деревини), непрямих – близько 20,4 млн грн (Shevchuk & Tymoshchuk 2015).

Важливою складовою аналізу пожежної ситуації в лісах України є визначення просторових тенденцій виникнення пожеж у різних лісгосподарських та адміністративних областях України (табл. 2). При цьому доцільно аналізувати як абсолютні значення, так і відносні (у перерахунку на 1000 га лісів). Найбільшу кількість пожеж зафіксовано в Північностеповій лісгосподарській області – 929 випадків на рік, у Лісовій – 764 випадки на рік, Лісостеповій Лівобережній – 460 випадків на рік, Південностеповій – 300 випадків на рік, Лісостеповій Правобережній – 207,4 випадків на рік і Карпатській – 7,7 випадків на рік. Дещо іншим є рангування областей за площею лісів, пошкоджених вогнем. Найбільшим цей показник є в Північностеповій лісгосподарській області – $2211 \text{ га} \cdot \text{рік}^{-1}$, у Лісовій він становить $1952 \text{ га} \cdot \text{рік}^{-1}$, у Південностеповій – $1389 \text{ га} \cdot \text{рік}^{-1}$, Лісостеповій Лівобережній – $439 \text{ га} \cdot \text{рік}^{-1}$, Лісостеповій Правобережній – $117 \text{ га} \cdot \text{рік}^{-1}$, Карпатській – лише $16 \text{ га} \cdot \text{рік}^{-1}$.

Відносна горимість за кількістю пожеж коливається в значних межах (від 2 до 1715 випадків) і в усіх областях є надзвичайною. Причому різниця горимості між окремими областями є надзвичайно великою. Так, за кількістю відносна горимість є найбільшою в Північностеповій області – 1009 випадків на 1000 га площі і Південностеповій – 718 випадків на 1000 га, далі йде Лісостепова Лівобережна – 437,6 випадку на 1000 га, Лісова – 179 випадків на 1000 га, Лісостепова Правобережна – 154 випадки на 1000 га. У Карпатській лісостеповій області сталося лише 6,3 випадку на 1000 га площі. Схожа тенденція спостерігається й за величиною відносної горимості за площею. Різниця між лісгосподарськими областями в степовій зоні є особливо значною. Наприклад, якщо в Степу відносна горимість становить 27,2–36,9 га на 1000 га площі, то в лісгосподарських областях Лісостепу і Полісся вона коливається від 1,0 до 4,6 га на 1000 га.

Зональні особливості горимості лісів залежать від кліматичних умов природних зон, тобто температури та кількості опадів, їхнього екстремального поєднання й виникнення посух (Kuzuk & Kucheryavuj 2009, Zibtsev 2010, Yavorovsky 2014).

У розподілі опадів на території України відзначається зміна від надлишкового зволоження на півночі й північному заході до нестачі вологи на півдні та південному сході. Наприклад, в Українському Полісі за рік випадає 600–700 мм опадів, на заході Лісостепу – 550–750 мм, в Степу – лише 450 мм, тобто річна сума опадів зменшується з північного заходу на південний схід. У Поліссі середня температура липня становить від $+15...+19^{\circ}\text{C}$, в Лісостепу липневі температури змінюються від $+18$ до $+22^{\circ}\text{C}$. У Степу середня температура цього місяця змінюється із заходу на схід від $+20$ до $+24^{\circ}\text{C}$. Кількість днів із температурою понад 15°C також збільшується від Лісової до Степової зони. Якщо в Лісовій зоні (Поліссі)

таких днів – 95–110 на рік, то в Лісостеповій Лівобережній – 110–130, а в Південнестеповій – 125–145 (Natsionalna dopovid 2016).

У зв'язку з потеплінням клімату, яке посилює негативну динаміку природних пірологічних факторів, у різних зонально-географічних умовах, насамперед там, де домінують соснові ліси з високою горимістю, прогнозують збільшення загрози лісових пожеж (Zibtsev 2010).

Доволі мінливою є кількість лісових пожеж і в окремих лісогосподарських областях. Так, у Лісовій області (табл. 2) вона є найменшою у Волинській адміністративній області, далі йде Рівненська, Житомирська, найбільше пожеж зареєстровано в Київській області. Отже, кількість пожеж збільшується із заходу на схід, а різниця між Київською та іншими областями може досягати десятка разів. Причиною цього є, з одного боку, зменшення кількості опадів із заходу на схід, а з іншого – велика густота населення в цій області й наявність такого потужного мегаполіса, як Київ.

Таблиця 2

Середньорічна кількість і площа пожеж та горимість лісів України в лісогосподарських та адміністративних областях за період 2007–2017 рр.

Лісогосподарські області/області України	Кількість пожеж, шт.	Площа пожеж, га	Відносна горимість	
			за кількістю випадків на 1000 га площі	за площею, га на 1000 га площі
Лісова	763,9	1952	179,0	4,7
Волинська	25,5	40	40,8	0,6
Житомирська	128,5	204	128,3	2,3
Київська	417,7	1340	669,3	21,6
Львівська	9,4	34	15,1	0,6
Рівненська	54,7	90	75,0	1,2
Чернігівська	128,1	244	192,4	3,7
Лісостепова Правобережна	207,4	117	154,0	1,0
Вінницька	2,1	7	6,1	0,2
Тернопільська	1,3	2	7,1	0,1
Хмельницька	29,2	64	110,1	2,4
Черкаська	173,4	43	550,3	1,8
Чернівецька	1,4	2	5,9	0,1
Лісостепова Лівобережна	459,8	439	437,6	4,6
Полтавська	80,3	55	324,6	2,9
Сумська	124,6	116	293,2	2,8
Харківська	254,9	268	673,8	7,7
Північностепова*	929,5	2211	1009,0	27,2
Дніпропетровська	203,9	377	1137,8	27,3
Донецька*	225,2	235	1223,2	14,0
Запорізька	125,6	101	1243,6	18,5
Кіровоградська	35,8	12	217,6	0,7
Луганська*	339,0	1487	1159,4	53,1
Південнестепова	300,5	1385	718,2	36,9
Миколаївська	70,1	52	713,8	8,9
Одеська	30,9	41	151,5	2,3
Херсонська	199,5	1292	1715,4	121,2
Карпатська	7,7	16	6,3	0,1
Закарпатська	6,7	13	10,2	0,2
Івано-Франківська	1,0	3	1,8	0,0

*Починаючи з 2014 р., на пожежну ситуацію значно вплинуло проведення бойових дій у Донецькій і Луганській областях.

Тенденцію збільшення кількості пожеж із заходу на схід спостерігаємо і в Лісостепу. Так, у Лісостеповій Правобережній лісогосподарській області кількість пожеж є у декілька разів меншою, ніж у Лісостеповій Лівобережній. Таку ж тенденцію спостерігаємо і в межах

окремих лісогосподарських областей. У Лісостеповій Правобережній області найбільшу кількість пожеж зафіксовано у найбільш східній Черкаській області, а в Лівобережній – у Харківській. Звичайно, тут поряд із суттєвою зміною температурного режиму й зменшенням кількості опадів впливає наявність такого потужного мегаполісу, як Харків. Харківська область із густотою населення, що в понад два рази перевищує показники інших областей, має більші значення горимості як за кількістю, так і за площею.

У лісах Харківської області за період 1989–2015 рр. майже 60 % від загальної кількості пожеж припадають на ліси зеленої зони міста Харкова, а найбільшу кількість та площу пожеж зареєстровано в лісах ДП «Жовтнєве ЛГ», які розташовані навколо Харкова (Voron & Melnyk 2009, Voron et al. 2009). Більшість пожеж припадає на сосняки, що прилягають до залізничних та автомобільних доріг і населених пунктів. Саме в Бабаївському, Васищевському, Мереф'янському та Рокитянському лісництвах ДП «Жовтнєве ЛГ» і Задонецькому й Чумужівському лісництвах ДП «Зміївське ЛГ» у сосняках, які мають інтенсивне рекреаційне навантаження, відбувається 90 % усіх пожеж.

Найчастіше лісові пожежі виникають та швидко поширюються в молодняках та середньовікових насадженнях сосни, яких найбільше в лісах Лісової, Північностепової та Південностепової лісогосподарських областей. Загальна площа таких лісів, підпорядкованих ДАЛРУ, становить понад 4 млн га, зокрема в Житомирській області – 403 тис. га, у Чернігівській – 206 тис. га, у Харківській – 208 тис. га, у Херсонській – 60 тис. га, у Луганській – 124 тис. га. У регіоні Карпат, у Вінницькій і Тернопільській областях, де, як відомо, переважають листяні ліси з меншою природною пожежною небезпекою, лісові пожежі не завдають суттєвих збитків (Ukrayina v tsifrakh 2017).

Екстремальні температури та мінімальна кількість опадів та їхнє поєднання призводять до посух, що впливають не лише на зональні особливості горимості, але й пожежну небезпеку лісів у певні роки й періоди. Так, у період 2015–2017 рр. у Лісовій лісогосподарській області в деякі роки кількість та площа пожеж різнилися в десятки разів. Так, у 2015 р. найбільше пожеж зафіксовано в Київській (359 випадків), Житомирській (220 випадків), Волинській (99 випадків), Рівненській (67 випадків), водночас у 2017 р. відповідно було лише 26, 17, 0 та 10 випадків. У цьому ж році в згаданих областях площа пошкоджених лісів коливалася від 84 до 211 га. Найменше значення наведеного показника зареєстровано в Київській області (табл. 3).

Таблиця 3

Тенденції пожеж у лісах обласних управлінь лісового та мисливського господарства, підпорядкованих ДАЛРУ, за період 2015–2017 рр.

Область	2015				2016				2017			
	Кількість випадків пожеж	Площа пожеж, га			Кількість випадків пожеж	Площа пожеж, га			Кількість випадків пожеж	Площа пожеж, га		
		середня однієї пожежі	загалом	зокрема верхових		середня однієї пожежі	загалом	зокрема верхових		середня однієї пожежі	загалом	зокрема верхових
Лісова лісогосподарська область												
Волинська	99	2,14	211,4	34	23	0,74	17,1	0	0	–	–	0
Житомирська	220	0,47	102,4	0	36	0,35	12,5	0	17	13,95	237,2	4
Київська	359	0,23	84,2	0	102	0,49	50,1	3,5	26	2,85	74	0
Львівська	3	1,30	3,9	2	4	1,68	6,7	0	6	4,15	24,9	0
Рівненська	67	1,91	127,7	8	15	1,13	16,9	2,9	10	0,65	6,5	0
Чернігівська	84	0,96	80,9	7	20	0,29	5,8	0	54	0,72	38,9	0
Лісостепова правобережна лісогосподарська область												
Вінницька	3	2,63	7,9	0	0	–	0	0	1	0,20	0,2	0
Тернопільська	5	1,30	6,5	0	0	–	0	0	0	–	–	0
Хмельницька	46	8,92	410,2	81	13	0,14	1,8	0	4	0,13	0,5	0

Закінчення табл. 3

Область	2015				2016				2017			
	Кількість випадків пожеж	Площа пожеж, га			Кількість випадків пожеж	Площа пожеж, га			Кількість випадків пожеж	Площа пожеж, га		
		середня однієї пожежі	загалом	зокрема верхових		середня однієї пожежі	загалом	зокрема верхових		середня однієї пожежі	загалом	зокрема верхових
Черкаська	72	0,23	16,8	1	30	0,11	3,2	0	129	1,13	145,6	12,7
Чернівецька	0	...	0	0	1	0,60	0,6	0	1	2,90	2,9	0
Лісостепова лівобережна лісогосподарська область												
Полтавська	29	1,00	29,1	0	3	0,17	0,5	0	93	1,83	170,2	30,6
Сумська	85	0,26	22,4	0	14	0,22	3,1	0	46	0,50	22,8	11,7
Харківська	240	0,33	79,2	0	50	0,11	5,4	0	259	0,93	241,3	37,7
Північностепова лісогосподарська область												
Дніпропетровська	231	0,62	144,3	2	167	0,46	76,9	0	510	2,21	1126,6	167,1
Донецька*	90	0,28	25,1	0	24	0,80	19,3	0	111	2,09	232	34
Запорізька	31	1,06	33	4	109	1,90	206,9	26	327	2,64	862,7	209,8
Кіровоградська	4	0,25	1	0	0	–	0	0	10	0,67	6,7	0
Луганська*	353	3,13	1105	77	91	5,04	458,3	103	224	3,00	671,9	174,6
Південностепова лісогосподарська область												
Миколаївська	48	0,83	39,9	13	50	0,74	36,8	0,7	136	2,59	352,2	109,6
Одеська	11	0,47	5,2	0	15	1,67	25,1	0	27	2,19	59,1	0,7
Херсонська	123	0,34	42	7	169	0,64	107,8	5	381	3,09	1176	267,7

Виникнення пожеж у Західному Полісі України донедавна обмежувалося достатньою кількістю опадів. Там середня кількість опадів за 1945–2016 рр. становить 573 мм на рік. В окремі роки кількість опадів коливається від 322 до 812 мм. Можливий як дефіцит, так і надлишок опадів. Завдяки розрахованим раніше критеріям аномальності (Voron et al. 2011), в основу яких покладено середнє квадратичне відхилення від середнього значення температури та опадів за період спостережень, визначено, що всі роки, починаючи з 2008, були аномально теплими. Водночас за рівнем опадів оцінка виявилася доволі мінливою. Якщо 2015 р., протягом якого відзначено найбільшу кількість лісових пожеж у Поліссі, був аномально сухим, 2016 р. – сухим, то 2017 р. – аномально мокрим.

У кількох адміністративних областях Лісостепоної та більшості областей степової зони ситуація у 2017 р. була, навпаки, більш напруженою, порівнюючи з 2015 р. Так, у Черкаській області сталося 129 випадків пожеж у 2017 р. проти 72 у 2015, у Харківській – 259 проти 240 відповідно, у Дніпропетровській – 510 проти 231, у Запорізькій – 327 проти 31 та в Херсонській – 381 проти 23 випадків відповідно.

За площею, пошкодженою верховими пожежами, максимумами зареєстровано в Дніпропетровській, Запорізькій, Луганській, Миколаївській, Херсонській областях.

Висновки. Кількість і площа пожеж у лісах України в окремі десятиліття суттєво коливалася, найбільші значення зафіксовано в 1990-ті роки, а найменші – у 1980-ті та 2010-ті роки.

За період 2000–2017 рр. кількість пожеж у лісах ДАЛРУ в окремі роки коливалася в значних діапазонах, а максимальне значення за кількістю пожеж перевищувало мінімальне в 9,3 разу. Максимальна різниця за площею становила 75 разів. Частка пожеж за кількістю випадків у лісах, підпорядкованих ДАЛРУ, коливалася від 58 до 88 % від загальної кількості пожеж у лісах України.

Кількість пожеж за лісогосподарськими областями України суттєво різниться. Від максимального до мінімального значення області можна розташувати у такому ряду: Північностепова, Лісова, Лісостепова Лівобережна, Південностепова, Лісостепова Правобережна, Карпатська. Дещо інший вигляд має ряд лісогосподарських областей,

побудований за зменшенням площі лісів, пошкоджених вогнем: Північностепова, Південностепова, Лісостепова Лівобережна, Лісостепова Правобережна, Карпатська.

Між окремими лісогосподарськими областями спостерігається надзвичайно велика різниця значень відносної горимості. Особливо відчутною така різниця є між лісогосподарськими областями Степу та всіх інших природних зон за значеннями відносної горимості за площею (га): якщо в Степу відносна горимість становить 27,2–36,9 га на 1000 га площі, то в інших природних зонах вона коливається від 1,0 до 4,6 га на 1000 га площі.

Суттєво різниться кількість пожеж і в окремих адміністративних областях різних лісогосподарських областей. Так, у Лісовій і Лісостеповій лісогосподарських областях вона збільшується із заходу на схід. Причиною цього є зменшення кількості опадів із північного заходу на південний схід. У Лісостеповій Правобережній області найбільше пожеж сталося у найбільш східній Черкаській адміністративній області, а в Лівобережній – у Харківській.

Аналіз виникнення пожеж у лісах Харківщини за період 1989–2015 рр. засвідчив, що майже 60 % пожеж припадають на ліси зеленої зони міста Харкова. Значна кількість пожеж трапляється в сосняках, що прилягають до залізничних та автомобільних доріг і населених пунктів та мають інтенсивне рекреаційне навантаження.

Температура, кількість опадів та поєднання їхніх екстремумів визначають не лише зональні особливості горимості, але й пожежну небезпеку лісів в окремі роки й періоди. Найбільше пожеж зафіксовано в аномально сухі роки.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

Andreev, Yu. A. and Amelchugova, S. V. 2008. Obshchie zakonomernosti vozniknoveniya pozharov v lesu i naselennykh punktakh [General patterns of fires in the forest and settlements]. In: Materialy Vserossiyskoy konferentsii "Pozhary v lesnykh ekosistemakh Sibiri". September 17–19, 2008. Krasnoyarsk, 2008, p. 35–37 (in Russian).

Forest Fires in Europe 2007. 2008. [Electronic resource]. Report No 8. European Commission, Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability. European Communities, 82 p. Available from: https://effis.jrc.ec.europa.eu/media/cms_page_media/40/01-forest-fires-in-europe-2007.pdf (last accessed date 14.02.2019).

Goldammer, J. G. (Ed.). 2013. Vegetation fires and global change: challenges for concerted international action. A white paper directed to the United Nations and international organizations. A publication of the global fire monitoring center (GFMC). Kessel Publ House, 400 p. Available from: <http://gfmcc.org/wp-content/uploads/Vegetation-Fires-Global-Change-UN-White-Paper-GFMC-2013.pdf> (last accessed date 14.02.2019).

Kulyk, O. and Chyryva, A. 2007. Pozhezha v lisi [Fires in a forest]. [Electronic resource]. Uryadovyyi kuryer, 2007.09.04 (in Ukrainian).

Kuzyk, A. D. 2011. Otsynuyvannya pozhezhnoyi nebezpeky lisiv za umovamy pogody [Forest fire danger assessment on weather conditions] Naukovyyi visnyk NLTU Ukrayiny [Scientific Bulletin of UNFU], 21.01: 74–81 (in Ukrainian).

Kuzyk, A. D. and Kucheriavyy, V. P. 2009. Vplyv meteorologichnykh chynnykiv na kserofilizatsiyu lisovoho seredovyshcha ta vynyknennya pozhezh [Influence of meteorological factors on xerophilization of the forest environment and fire occurrence]. Lisivnytstvo i ahrolisomelioryatsiya [Forestry and Forest Melioration], 116: 238–244 (in Ukrainian).

Kuzik, A. D. and Popovich, V. V. 2010. Efektyvnist vykorystannya lisovykh pozhezhnykh avtomobiliv [The effectiveness of forest fire trucks]. Pozhezha bezpeka [Fire Security], 16: 18–25 (in Ukrainian).

Levine, J. S. and Cofer, W. R. 2000. Boreal forest fire emissions and the chemistry of the atmosphere. In: E. S. Kasischke and B. J. Stocks (eds), Fire, Climate Change and Carbon Cycling in the North American Boreal Forests. Ecological Studies Series. New-York, Springer-Verlag, p. 31–48.

Moiseev, G. A. 1965. Vliyaniye prirodnnykh i ekonomicheskikh usloviy na gorimost lesov i ohranu ikh ot pozharov. [The impact of natural and economic conditions on the fireability of forests and their protection from fires]. In: Sovremennyye voprosy ohrany lesov ot pozharov [Present issues of forest fire management]. Moscow, p. 26–37 (in Russian).

Natsionalna dopovid pro stan tekhnogennoyi ta pryrodnoyi bezpeky v Ukrayini u 2014 rotsi [National report on the state of technogenic and natural safety in Ukraine in 2014–2017]. 2016. [Electronic resource]. Ministerstvo nadzvichajnih sytuatsiy Ukrayiny; Ministerstvo ekologiyi ta pryrodnih resursiv Ukrayiny, Nacionalna akademiya nauk Ukrayiny. Kyiv. Available from: <http://undicz.dns.gov.ua/ua/Nacionalna-dopovid-pro-stan-tehnogennoyi-ta-prirodnoyi-bezpeki-v-Ukrayini.html> (in Ukrainian).

Pasternak P. S., Kiselevskiy R. G., Fedets I. F., Medvedev L. A. 1980. Lesokhozyaystvennoe rayonirovanie Ukrainy SSR [Forestry zoning of the Ukrainian SSR]. Lesovodstvo i agrolesomeliatoriya [Forestry and Forest Melioration], 56: 3 – 16.

Popovych V. V. 2012. Iyerarkhichnyy metod klasyfikatsiyi pozhezhnoyi ta avariyno-ryatuvalnoyi tekhniki dlya gasinnya lisovykh pozhezh v Ukraini [Hierarchical method of classification of fire and rescue equipment for extinguishing forest fires in Ukraine]. Pozhezhna bezpeka [Fire Security], 20: 32–37 (in Ukrainian).

Publichnyy zvit derzhavnogo agentstva lisovykh resursiv Ukrainy za 2016 rik [Public report of the State Forest Resources Agency of Ukraine 2016]. 2017. [Electronic resource]. Available from: <http://dklg.kmu.gov.ua/forest/control/uk/archive/docview?typeId=177276> (last accessed date 14.02.2019) (in Ukrainian).

Publichnyy zvit derzhavnogo agentstva lisovykh resursiv Ukrainy za 2017 rik [Public report of the State Forest Resources Agency of Ukraine 2017]. 2018. [Electronic resource]. Available from: <http://komekolog.rada.gov.ua/uploads/documents/35328.pdf> (last accessed date 14.02.2019) (in Ukrainian).

Shevchuk, V. V. and Tymoshchuk, I. V. 2015. Prychyny lisovykh pozhezh u Nyzhnyodniprovii [Causes of forest fires in Lower Dnipro]. Naukovyy visnyk NUBiP Ukrainy. Series: Lisivnytstvo ta dekoratyvne sadivnytstvo [Scientific Herald of NULES of Ukraine. Series: Forestry and Decorative Gardening], 229: 46–55 (in Ukrainian).

Shvydenko, A. Z. and Shchepashchenko, D. G. 2013. Klimaticheskie izmeneniya i lesnye pozhary v Rossii [Climate change and forest fires in Russia]. Lesovedenie, 5 : 50–61 (in Russian).

Ukrayina v tsifrakh za 2005–2017 rr. [Ukraine in figures 2004–2017]. 2017. [Electronic resource]. Kyiv, Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy. Available from: http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/Arhiv_u/01/Arch_ukr_zb.htm (last accessed date 14.02.2019) (in Ukrainian).

Usenya, V. V. 2002. Lesnye pozhary, posledstviya i borba s nimi [Forest fires, the effects and control]. For. Inst. NASB, Gomel, 206 p. (in Russian).

Usenya, V. V. 2016. Sovershenstvovanie sistemy ohrany lesov ot pozharov v Respublike Belarus [Improving forest fire protection in the Republic of Belarus]. In: Intensifikatsiya lesnogo khozyaystva Rossii: problemy i innovatsionnye puti resheniya: Materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem, September 19-23, 2016 [Intensification of Russian Forestry: Problems and innovative solutions: Proceedings of the All-Russian Theoretical and Practical Conference with International Participation]. Krasnoyarsk, p. 201–202 (in Russian).

Ustskiy, I. M., Plugatar, Yu. V., Papelbu, V. V. 2008. Vplyv pozhezh na lisy ta pislyapozhezhnyi rozvitok lisovykh formatsiy [Influence of fires on forests and post-fire development of forest formations]. Lisivnytstvo i ahrolisomeliatoriya [Forestry and Forest Melioration], 112: 182–187 (in Ukrainian).

Voron, V. P. and Melnyk, Ye. Ye. 2009. Tendentsiyi vynyknennya pozhezh u lisakh zelenoyi zony m. Kharkova [Tendencies of fire development in the forests of green belt of Kharkov]. Lisivnytstvo i ahrolisomeliatoriya [Forestry and Forest Melioration], 115: 207–214 (in Ukrainian).

Voron, V. P., Koval, I. M., Leman, A. V. 2011. Metodychni pidkhody do vyvchennya vplyvu nehatyvnykh faktoriv na radialnyy pryrist 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 dvox derzhavnykh pidpriyemstv 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).

Yavorovsky, P. P. 2014. Lisovi pozhezhi i systema zahodiv stvorenniya protipozhezhnykh zasloniv u lisah Ukrainy [Wild fires and the system of fire barriers construction in the Ukraine forests]. Naukovyy visnyk NUBiP Ukrainy. Series: Lisivnytstvo ta dekoratyvne sadivnytstvo [Scientific Herald of NULES of Ukraine. Series: Forestry and Decorative Gardening], 198: 62–71 (in Ukrainian).

Zibtsev, S. V. 2000. Stan ohorony lisiv vid pozhezh v Ukraini ta holovni napryamky yoho pokrashchennya [State of forest protection from fires in Ukraine and main directions of its improvement]. Scientific Bulletin of NAU, 25: 319–329 (in Ukrainian).

Zibtsev, S. 2010. Ukraine forest fire report 2010. International Forest Fire News (IFFN), 40: 61–75.

Zwolicki, J., Matuszczyk, I., Hawry, Z. 2004. Wlasciwosci chemiczne gleb i igiel sosny oraz aktywnosc mikrobiologiczna gleb na terenie pozarzysk lesnych z 1992 roku w nadlesnictwach Rudy Raciborskie i Potrzebowice. Lesne Prace Badawcze, 1: 119–133.

Voron V. P., Melnyk Ye. Ye.

WILDFIRE TENDENCIES IN UKRAINIAN FORESTS

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

The article reveals the forest fire patterns for the whole Ukraine which occurred from 2000 through 2017, as well as for the forests subordinated to the State Forest Resources Agency of Ukraine, from 1992 through 2017. The average annual number of fires and their area, as well as the fire danger were determined for the forests in these territories during 2007–2017. The number and area of fires in various administrative regions and forestry areas were defined in 2015, 2016 and 2017. These data were compared, considering natural and anthropogenic factors in different

administrative regions and forestry areas. The maxima in fire number and area were registered in 1990th and the minima in 1980th and 2010th. Temperature, rainfall, and their extreme combination determine not only the zonal specificities of fires but also the fire risk for forests in certain years and periods. Most fires were recorded during abnormally dry years.

Key words: forest fire, meteorological data, fire tendencies, natural fire danger, administrative region, forestry area.

Ворон В. П., Мельник Е. Е.

ТЕНДЕНЦИИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПОЖАРОВ В ЛЕСАХ УКРАИНЫ

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

Выявлены тенденции возникновения лесных пожаров за период 2000–2017 гг. в лесах Украины в целом и за период 1992–2017 гг. на территориях, относящихся к сфере управления Государственного агентства лесных ресурсов Украины. Установлены среднегодовые количество и площади пожаров, а также горимость лесов этих территорий за период с 2007 по 2017 гг. Определены количество и площади пожаров в различных административных и лесохозяйственных областях в 2015, 2016 и 2017 гг. Эти данные сопоставлены с природными и антропогенными особенностями различных административных и лесохозяйственных областей. Количество и площадь пожаров в лесах Украины в отдельные десятилетия существенно колебались, наибольшие значения зафиксированы в 1990-е гг., а наименьшие – в 1980-е и 2010-е гг. Температура, количество осадков и их экстремальное сочетание определяют не только зональные особенности горимости, но и пожарную опасность лесов в отдельные годы и периоды. Больше всего пожаров зафиксировано в аномально сухие годы.

Ключевые слова: Лесной пожар; метеорологические данные; тенденции возникновения пожаров; естественная пожарная опасность; административная область; лесохозяйственная область.

E-mail: voron@uriffm.org.ua; wudckij@bigmir.net

Одержано редколегією 19.02.2019



С. В. ЗІБЦЕВ, О. М. СОШЕНСЬКИЙ, В. В. МИРОНЮК, В. В. ГУМЕНЮК
МОНІТОРИНГ ЛАНДШАФТНИХ ПОЖЕЖ ТРАНСКОРДОННОЇ
РАМСАРСЬКОЇ ТЕРИТОРІЇ «ОЛЬМАНИ-ПЕРЕБРОДИ» ЗА ДАНИМИ
ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Зміни клімату, землекористування та зростання відвідуваності лісів населенням зумовили суттєве загострення проблеми охорони лісів від пожеж, зокрема на заповідних та суміжних територіях. Транскордонна Рамсарська територія «Ольмани-Переброди», в яку входить Рівненський природний заповідник, характеризується високим рівнем ландшафтного та біологічного різноманіття за рахунок видів птахів, тварин і рослин, які знаходяться під загрозою зникнення, тому задача охорони таких територій від пожеж є однією з пріоритетних. Зважаючи на те, що в останні роки на території України почастишали випадки великих лісових пожеж, слід бути готовим до можливих випадків таких пожеж і на території Рівненського природного заповідника, до якого входить українська частина Транскордонної Рамсарської території. У статті наводиться аналіз динаміки пожеж, які відбулися в природних ландшафтах Транскордонної Рамсарської території «Ольмани-Переброди» упродовж 2006–2016 рр., на основі даних дистанційного зондування Землі. Отримані результати щодо часового та просторового розподілу пожеж на досліджуваній території за багаторічний період дозволять у майбутньому спрогнозувати ймовірність виникнення та поширення пожеж.

Ключові слова: заповідна територія, транскордонна Рамсарська територія, дистанційні методи, природні пожежі, пожежна небезпека, охорона лісів від пожеж.

Ліси Західного Полісся є важливим чинником підтримки стабільності функціонування екосистем і підтримки водного балансу регіону та всього басейну річки Дніпро. Соціально-економічна криза призводить до збільшення джерел вогню в лісі за рахунок великої кількості відвідувачів лісу, що особливо небезпечно для територій природно-заповідного фонду, які не мають повноцінного державного фінансування охорони лісів від пожеж (Zibtsev et al. 2019a).

Зміни клімату та землекористування впливають на стан і функціонування лісів. Нині до 400 тис. га лісів на території України всихають через пошкодження шкідниками та хворобами, що створює передумови для накопичення горючих матеріалів і більш інтенсивних пожеж. Упродовж останніх десятиліть глобальна температура зросла на 0,8°C і наразі кліматична система знаходиться на шляху підвищення середньої світової температури до +4°C, хоча Паризька угода 2015 р. визначає безпечний максимум підвищення температури до +2°C (Shvydenko et al. 2016). За прогнозами на території України слід очікувати негативних змін погодних умов з огляду на пожежну небезпеку: підвищення температури повітря, зміщення сезонів, зростання тривалості вегетаційного й пожежонебезпечного періодів, повторюваності та інтенсивності хвиль тепла й стихійних гідрометеорологічних явищ, зміну водних ресурсів місцевого стоку (Shevchenko et al. 2014, Balabukh & Zibtsev 2016).

В Україні виявлено тренд до зростання кількості великих пожеж, верхових пожеж високої інтенсивності, які важко піддаються гасінню (Zibtsev et al. 2019b). Крім змін клімату та соціально-економічної кризи, загострення проблеми охорони лісів від пожеж останнім часом пов'язано із наявністю значних площ сільськогосподарських земель, на яких проводять спалювання рослинних залишків, низькою суспільною свідомістю населення, яке відвідує ліси, недосконалим лісопожежним законодавством, невідповідністю шкали пожежної небезпеки погоди реальній небезпеці, невідповідністю шкали природної пожежної небезпеки особливостям лісового фонду та прогнозованим видам пожеж, недостатньою міжвідомчою координацією та взаємодією протипожежних сил, недостатнім фінансуванням, застарілим технічним забезпеченням протипожежних служб, відсутністю досвіду та підготовки протипожежних сил до гасіння великих пожеж. Все це вказує на необхідність досліджень горимості територій природно-заповідного фонду з метою розроблення науково-обґрунтованих заходів із протипожежного впорядкування лісового фонду та, в перспективі, переходу до інтегрованої системи попередження й гасіння пожеж (управління пожежами).

Метою дослідження є встановлення часово-просторового розподілу випадків ландшафтних пожеж та визначення причин їхнього виникнення, що дасть змогу вдосконалити наявну систему охорони природних ландшафтів від пожеж на основі прогностичного моделювання ризиків на цих територіях у майбутньому. Просторовий розподіл пожеж, або центри горимості, є підставою для стратегічного розміщення протипожежних сил та засобів під час високої пожежної небезпеки, здійснення попереджувальних заходів, а сезонна динаміка пожеж є основою для забезпечення максимальної готовності у відповідні періоди.

Матеріали й методи. За відсутності достовірних географічно орієнтованих даних про пожежі єдиним доступним джерелом інформації залишаються дані дистанційного зондування Землі (ДЗЗ). Наявні системи дистанційного моніторингу кілька разів на добу проводять знімання поверхні Землі з метою виявлення термальних аномалій і виявлення активних пожеж. При цьому визначають координати загорання, фіксують дату та час, коли зроблено супутниковий знімок. Така інформація відіграє важливу роль у відтворенні просторового розподілу історичних пожеж, розрахунку ймовірності їхньої появи в майбутньому.

Доступність даних супутникових спостережень, одержаних сенсорами MODIS, сприяла розробленню різнопланових продуктів тематичної обробки, що задовольняють вимоги глобального моніторингу поверхні Землі, стану атмосфери та океанографічних досліджень. Серед них MCD45A1 та MCD64A1 є продуктами вигорілих територій, на яких картографовано просторове розміщення та орієнтовну дату пожеж із розрізненням 500 м. Алгоритм картографування згарищ MCD64A1 проти свого раннього аналога зазнав істотного вдосконалення (Giglio et al. 2018).

За даними про термальні аномалії для території досліджень одержано інформацію щодо випадків пожеж, які зафіксовано сенсорами MODIS упродовж 2006–2016 рр. Кожне спрацювання системи відповідно до алгоритму MODIS MOD14/MYD14 Fire and Thermal Anomalies є так званою «гарячою точкою» (hotspot), яка відображає координати центру пікселя 1×1 км, де зафіксовано загорання. Під час дослідження виконано аналіз горимості території з урахуванням усіх природних пожеж – лісових, сільськогосподарських, торф'яних, випалювання пасовищ тощо. Для аналізу використано методи та дані ДЗЗ. Під час аналізу зібрано та проаналізовано такі вихідні дані ДЗЗ: всі доступні для цієї території мультиспектральні супутникові знімки Landsat 5, 7, 8 (роздільна здатність 30 м), на яких видалено захмарені ділянки й скомпоновано їх у вигляді місячних мозаїк; дані про термальні аномалії FIRMS (роздільна здатність 1 км), де розглядали «гарячі точки» з імовірністю пожежі понад 30 %, проаналізовано для кожного із 5840 днів періоду 2006–2016 рр. (якщо впродовж одного календарного дня зафіксовано більше ніж одну гарячу точку, то суміжні (групи пікселів) розглядали як один випадок пожежі); площі вигорілих територій (визначали за щомісячними даними MODIS MCD 64A1).

Результати досліджень. Важливою умовою стабілізації пожежної ситуації є функціонування ефективної системи лісопірологічного моніторингу як складової системи протипожежної охорони природних комплексів, який має включати моніторингові дані горимості та пірологічної структури лісового фонду, метеорологічних умов, джерел вогню, чинної системи протипожежної охорони тощо. Результати такого моніторингу є основою протипожежного облаштування, ефективної системи оперативного контролю, прогнозування, виявлення та гасіння пожеж.

Лісові пожежі на українській частині Транскордонної Рамсарської території «Ольмани-Переброди», де розташований Рівненський природний заповідник, є однією з головних причин пошкодження та загибелі лісів. Проте офіційні дані щодо випадків пожеж це не відображають, оскільки згідно з офіційною статистикою заповідника впродовж 2009–2019 рр. у Північному та Старосільському лісництвах відбулося 3 пожежі загальною площею 3 га. Згідно з іншими джерелами (дані лісовпорядкування), за час існування заповідника зареєстровано 21 випадок лісових пожеж на загальній площі 7,5 га. У

середньому за рік, за даними заповідника, траплялися пожежі на площі 0,37 га. Загальна площа лісів, пошкоджених пожежами у 2013 р., становить 0,83 га, з них у Грабунському лісництві – 0,80 га, Білоозерському – 0,03 га. Згідно із цією статистикою, лісові пожежі виникали переважно у весняно-літній період. Здебільшого причини виникнення пожеж не виявлено. За даними лісовпорядкування загальна площа насаджень, пошкоджених пожежами, у минулому ревізійному періоді (до 2013 р.) на територіях, що увійшли до складу заповідника, становила 7,5 га. Переважно ці площі пройдені низовими пожежами.

З метою отримання точніших даних було зібрано інформацію про пожежі, які відбулися на території української частини транскордонної Рамсарської території, за допомогою методів ДЗЗ. Згідно з отриманими даними, упродовж 2006–2016 рр. на проектній території зафіксовано 33 пожежі (рис. 1, 2). Багаторічний тренд вказує на зростання кількості пожеж із 1–5 на рік упродовж 2006–2012 рр. до 5–8 пожеж на рік упродовж 2014–2016 рр.

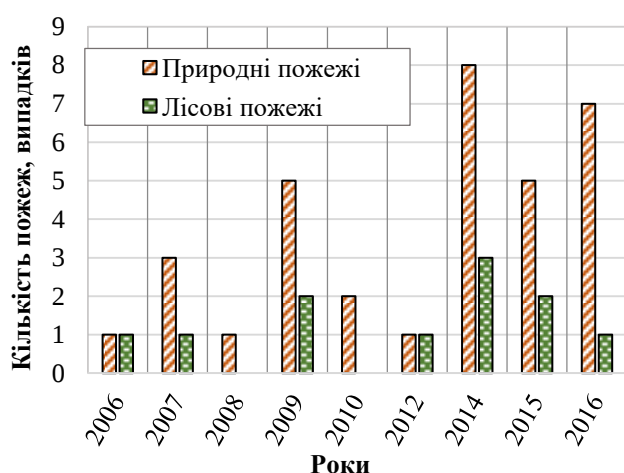


Рис. 1 – Багаторічна динаміка кількості пожеж на території української частини Транскордонної Рамсарської території «Ольмани-Переброди» за даними ДЗЗ



Рис. 2 – Багаторічна сезонна динаміка кількості пожеж на території української частини Транскордонної Рамсарської території «Ольмани-Переброди» (за період 2006–2016 рр.) за даними ДЗЗ

Упродовж пожежонебезпечного періоду більшість природних пожеж траплялася у квітні – травні та серпні – жовтні (рис. 2), що є характерною рисою як для регіону, так і Українського Полісся загалом. Весняний пік пов'язаний із накопиченням великої кількості горючих матеріалів за попередній рік (відмерлий, живий надґрунтовий покрив) та їхнім швидким всиханням під впливом весняного зростання температури повітря. Літньо-осінній пік зумовлений посушливими умовами, які традиційно формуються в липні – серпні (висока температура повітря, низька вологість), та сільськогосподарськими палами (спалювання соломи, сухого бур'яну, випалювання стерні). За сприятливого стану горючих матеріалів пожежа може виникнути лише за певних умов, зокрема погодних, і наявності джерел загоряння. На досліджуваній території такі джерела пов'язані насамперед із людською діяльністю – випалюванням сухої трави навесні та необережним поводженням із вогнем відвідувачів лісів.

Просторово всі пожежі, які відбулися на досліджуваній території за період з 2006 до 2016 р., сконцентровані у трьох центрах горимості (рис. 3), що обумовлено умовами пожежного середовища, насамперед джерелами загоряння.

Центр горимості I розташований у південно-західній частині території. За період із 2006 до 2016 р. у цій зоні відбулося 13 пожеж, з яких 6 – на вкритих лісом територіях та 7 – на непокритих лісом: 2006 р. – одна пожежа (14 травня); 2009 р. – одна пожежа (4 травня); 2012 р. – одна пожежа (20 березня); 2014 р. – три пожежі (26, 27 та 28 жовтня); 2015 р. – одна пожежа (10 квітня); 2016 р. – чотири пожежі (6 і 29 серпня, 13 вересня та 2 жовтня).

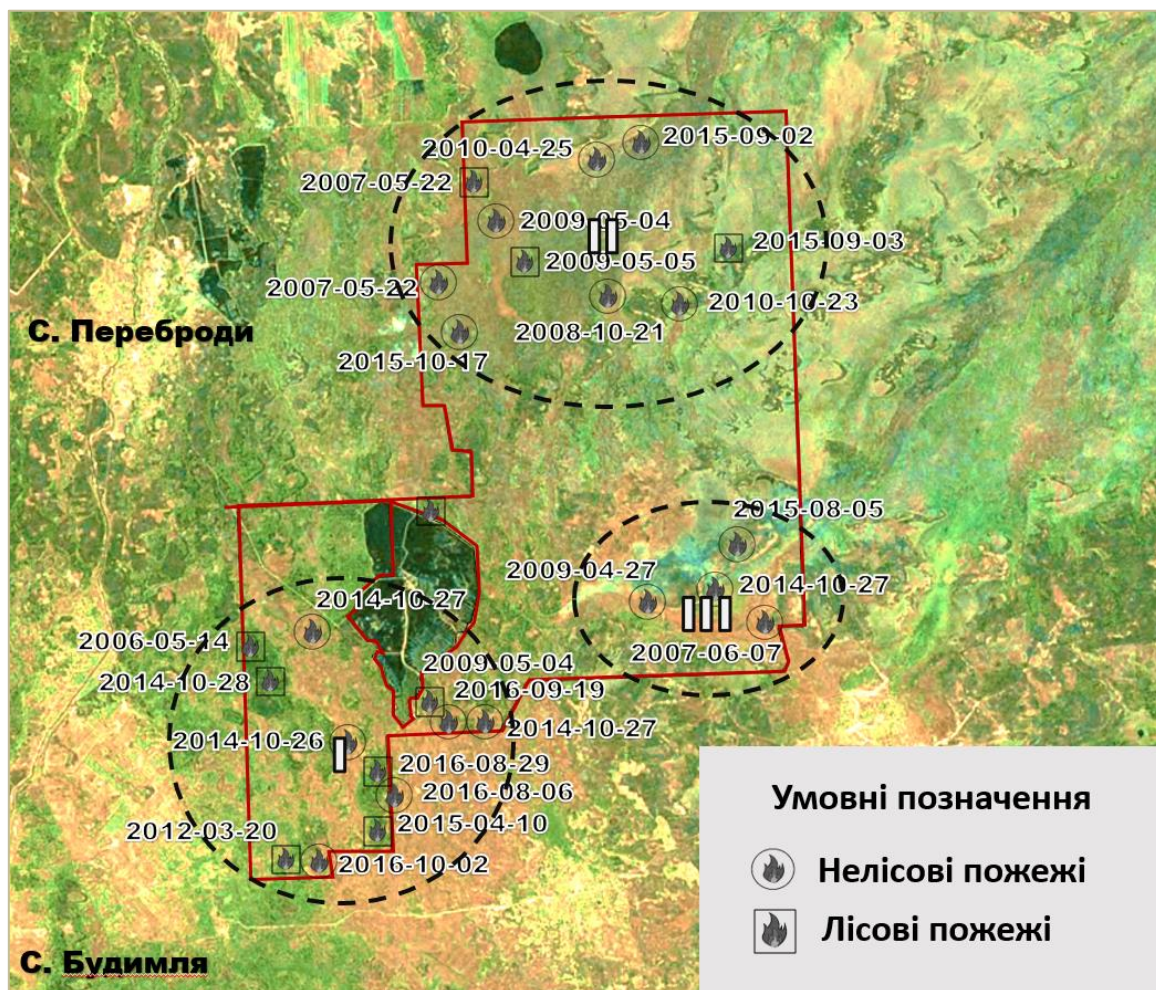


Рис. 3 – Просторовий та часовий розподіл пожеж та центри горимості ландшафтів української частини Транскордонної Рамсарської території «Ольмани-Переброди»

Центр горимості II розташований біля державного кордону з Республікою Білорусь на території Північного лісництва Рівненського природного заповідника, де за період з 2006 до 2016 р. відбулося 10 пожеж, серед яких 7 – на некрітих лісом землях і 3 – у лісах: 2007 р. – дві пожежі (в один день 22 травня); 2008 р. – одна пожежа (21 жовтня); 2009 р. – дві пожежі (4 і 5 травня); 2010 р. – 2 пожежі (25 квітня та 23 жовтня); 2015 р. – дві пожежі (2 та 3 вересня) та одна в жовтні.

Центр горимості III розташований у південно-східній частині досліджуваної території, де за період з 2006 до 2016 р. відбулося 4 пожежі на некрітих лісом територіях: 2007 р. – одна пожежа (7 червня); 2009 р. – одна пожежа (27 квітня); 2014 р. – одна пожежа (27 жовтня); 2015 р. – одна пожежа (5 серпня).

На рис. 4 та 5 зображено найбільші пожежі, які відбулися на території української частини Транскордонної Рамсарської території «Ольмани-Переброди» упродовж періоду 2006–2016 рр. Аналіз пожеж та спілкування з місцевими фахівцями свідчать, що пожежі відбувалися як через людську недбалість, так і через навмисні підпали. Центри горимості I та III пов'язані із близькістю до населених пунктів с. Старе Село, с. Переходичі та с. Дроздинь, мешканці яких випалюють пасовища та рослинні залишки на городах та полях. Частина з цих палів, через відсутність контролю, виходить за межі приватних ділянок і розвивається в лісові пожежі.

З метою обмеження таких пожеж на території заповідника встановлено шлагбауми на в'їзді в ліс.

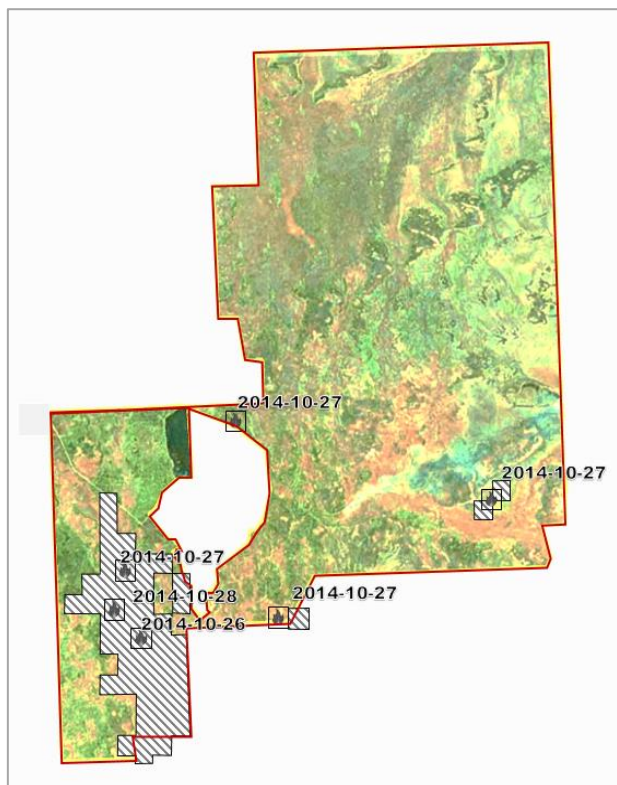


Рис. 4 – Пожежа в жовтні 2014 р. в південно-західній частині досліджуваної території (загальна площа, пройдена пожежею, становить 1119 га)

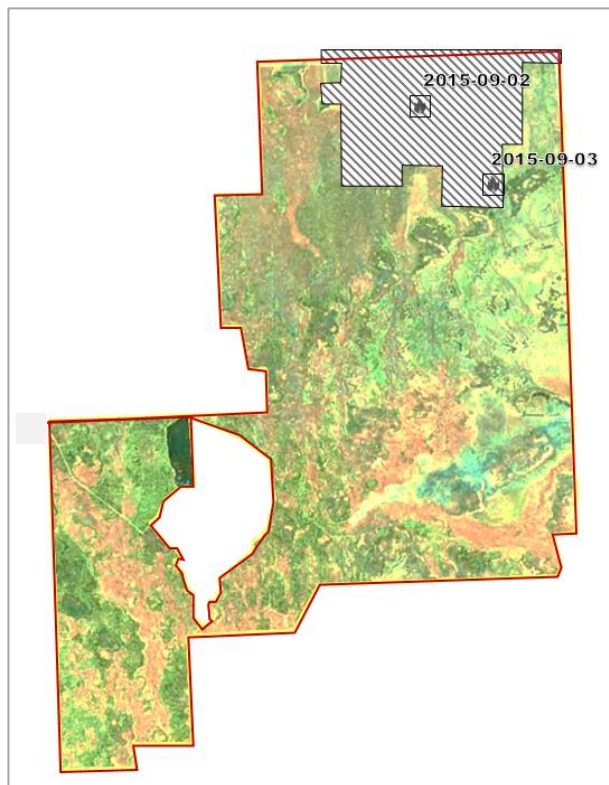


Рис. 5 – Пожежа у вересні 2015 р. в північній частині досліджуваної території (загальна площа, пройдена пожежею, становить 1527 га)

Більшість пожеж, що виникають на межі земель заповідника у вересні та жовтні, пов'язані з переходом вогню від сусідніх землекористувачів – приватних землевласників, комунальних або державних підприємств (пожежі 07.06.2007, 13.09.2016, 6.08.2015, 29.08.2015, 02.10.2016 тощо). Дещо іншою є ситуація у центрі горимості II – територія відзначається високою заболоченістю, відсутністю доріг із твердим покриттям та віддаленістю від населених пунктів і місць перебування пожежних. Пожежі пов'язані переважно з необережним поводженням із вогнем або навмисними підпалами. Потенційними випадками навмисних підпалів можуть бути випадки пожеж, які відбулися в один день у різних місцях за умов низької пожежної небезпеки. З метою дослідження правдивості такої гіпотези доцільно розглянути пожежі, які відбулися 26–28 жовтня 2014 р. Усі пожежі відбулися на значній відстані одна від одної та за умов відсутності пожежної небезпеки (I клас небезпеки за умов погоди). Причинами навмисних підпалів найчастіше є місцеві конфлікти щодо порядку відвідування території заповідника.

Обговорення. Таким чином, вплив комплексу природних та антропогенних причин на території заповідника й суміжних територіях періодично спричиняє виникнення пожеж особливо великого розміру, які пошкоджують як вкриті, так і не вкриті лісом земельні ділянки, ділянки державної та недержавної форм власності й різного відомчого підпорядкування. Природна пожежна небезпека на вкритих лісом територіях заповідника зростає через накопичення лісових горючих матеріалів у зв'язку із заборонаю лісгосподарських заходів – рубок. Тому під час формування системи охорони лісів від пожеж на таких територіях потрібно враховувати зростання класу природної пожежної небезпеки. За умов недостатнього фінансування перспективним шляхом удосконалення охорони лісів від пожеж є інформаційні технології, підвищення готовності лісопожежних служб та кваліфікації

пожежних команд, чітка реєстрація всіх випадків пожеж. На території природного заповідника необхідно створити систему довгострокових протипожежних заходів. Пріоритетною вимогою під час гасіння пожеж має бути безпека населення, особиста безпека пожежників та безпека місцевої інфраструктури. Пожежі на території Рівненської області загрожують населеним пунктам, громадянам, природним екосистемам і потребують значних витрат на їхнє гасіння та реабілітацію територій. Головну увагу слід звернути на готовність служб під час посушливих періодів, коли загроза виникнення великих пожеж є найбільшою.

Задля удосконалення протипожежної профілактики слід:

- встановлювати та фіксувати причини пожеж, здійснювати аналіз динаміки пожеж упродовж пожежонебезпечного періоду та розповсюджувати відповідну інформацію серед населення та влади (об'єднані територіальні громади, поліція, Державна служба України з надзвичайних ситуацій, підприємці, населення) з метою мінімізації ризиків (обговорення наслідків пожеж, відповідальності за скоєння пожеж, співпраці та уникнення випадків у майбутньому);

- проводити зібрання з населенням з метою обговорення проблеми лісових пожеж, ризиків та можливих наслідків пожеж, демонстрації їх шкоди та загроз для життя й здоров'я населення, місцевої інфраструктури, довкілля тощо; ширше використовувати в протипожежній пропаганді інтернет-технології, зокрема соціальні мережі;

- постійно підвищувати обізнаність населення про небезпеку пожеж у природних екосистемах із акцентом на особливе природоохоронне значення територій заповідника (робота з дітьми у школі, з місцевим населенням під час проведення різноманітних масових заходів);

- роз'яснювати місцевому населенню, фермерам, сільськогосподарським підприємствам, орендарям, які використовують вогонь для спалювання рослинних залишків, що це є незаконним, карається штрафами і недопустимо у зонах радіаційного забруднення; на протипожежних аншлагах указати на згубні наслідки пожеж, загрозу для людей та житлових будинків від пожеж, використовуючи фото реальних пожеж, а також указати номер телефону, за яким необхідно повідомити про пожежу; узгодити щорічний мобілізаційний план із представниками місцевих об'єднаних територіальних громад, керівниками та відповідальними особами організацій, включених у цей документ, щодо порядку взаємодії, зв'язку, відповідальних осіб, підпорядкування, ресурсів;

- на початку березня кожного року проводити штабні навчання із залученням всіх зазначених у мобілізаційному плані осіб та організацій для відпрацювання порядку взаємодії на випадок великої пожежі;

- заходи з оновлення або створення мінералізованих смуг починати одразу після сходу снігового покриву, коли ґрунтові умови для роботи техніки будуть сприятливими; розділити територію заповідника на протипожежні блоки з метою недопущення виходу великої пожежі за межі блоку, межами блоку можуть бути природні або штучні протипожежні розриви, на яких є можливість розташувати протипожежні сили та засоби;

- визначитися із пріоритетними ділянками організації попередження пожеж, зазвичай це території, які межують із населеними пунктами, об'єктами інфраструктури та лісовими масивами високої природної пожежної небезпеки.

З метою підвищення готовності протипожежних сил та засобів до гасіння пожеж слід:

- щоденно використовувати клас пожежної небезпеки погоди та значення комплексного показника пожежної небезпеки погоди, який визначається на метеостанції міста Сарни, для готовності відповідних сил та засобів;

- затвердити порядок утримання та використання безпілотних літальних апаратів для оперативного виявлення пожеж. Забезпечити надійну роботу камер відеонагляду для виявлення пожеж шляхом створення складу запасних частин та забезпечення альтернативного джерела живлення; стандартизувати порядок передачі інформації від

оператора відеокамери до чергового і далі до керівників, в тому числі відповідальному за пожежну безпеку з Білоруської сторони у випадку виникнення пожежі;

- укласти угоду про співпрацю з відповідним пожежним підрозділом Республіки Білорусь у випадку гасіння транскордонних пожеж, включити інформацію про підрозділ у мобілізаційний план; розробити адаптований до умов Рівненського природного заповідника регламент роботи лісопожежних служб у разі значення комплексного показника пожежної небезпеки погоди вище ніж 10000;

- забезпечити виконання 15–25-хвилинного нормативу між моментом виявлення пожежі та прибуттям першого розрахунку на пожежу, зокрема за рахунок стратегічного розміщення протипожежних сил та засобів;

- у разі IV–V класів пожежної небезпеки за умов погоди передбачити розташування пожежних автомобілів біля центрів горимості впродовж світлої доби;

- у випадку значення КППН погоди більше ніж 5000 – всі наявні пожежні засоби мають одночасно висуватися до місця пожежі (агресивна перша атака);

- особовому складу пройти навчання щодо правил особистої безпеки та безпечної поведінки під час ліквідації пожеж, мати індивідуальні засоби захисту лісового пожежника (куртка та штани з вогнетривкої тканини, каска, окуляри, шкіряні рукавиці, шкіряне взуття, вода, аптечка), мати засоби зв'язку (рацію або мобільний телефон), знати підпорядкування й порядок ліквідації пожежі;

- забезпечити постійну періодичну підготовку із гасіння пожеж та підвищення кваліфікації працівників Рівненського природного заповідника, яких залучають до гасіння пожеж у природних екосистемах; забезпечити їх засобами індивідуального захисту (спеціальні костюми, взуття, каски, окуляри, респіратори);

- створити карту наявних доріг на території Рівненського природного заповідника з метою швидкого та ефективного реагування на пожежі; підвищити рівень матеріально-технічного забезпечення щодо гасіння пожеж (оновити пожежну техніку, придбати пожежні модулі, ранцеві апарати у кількості, яка відповідає кількості працівників, створити матеріальний резерв);

- створити протипожежні водойми або встановити резервуари з водою в місцях найбільших ризиків виникнення пожеж.

Окрім звичайних засобів та методів під час гасіння пожеж слід:

- застосовувати екологічно-безпечні ретарданти, які в 8–10 разів зменшують необхідну кількість води для локалізації та ліквідації пожежі;

- застосовувати техніки відпалу для створення смуг без горючих матеріалів перед фронтом пожежі від опорної лінії за умови наявності підготовлених заздалегідь пожежників.

Висновки. Проблема ландшафтних пожеж на території Транскордонної Рамсарської території «Ольмани-Переброди» є суттєвішою, ніж показано в офіційних звітах; окрім того, рівень пожежної небезпеки в умовах сьогодення також зростає. Отже, для попередження пожеж на території Рівненського природного заповідника, які виникають через дії населення, необхідно вирішувати місцеві конфлікти та роз'яснювати шкоду від природних пожеж для місцевої громади, рослинного й тваринного світу та держави загалом. Рушійною силою того, що громадяни намагаються збирати продукцію лісу на території природно-заповідного фонду або іноді навмисно підпалюють ліс, є безробіття, неприйнятно низькі доходи, низький рівень життя. Отже, місцева, районна та обласна влада мають провести аналіз можливостей для легального економічного розвитку громади шляхом залучення інвестицій або налагодження асоціацій, які спільно будуть виробляти цінову політику на продукти лісу, які збирають на законних підставах в інтересах громади. Задля удосконалення системи охорони природних територій Рівненського природного заповідника, зокрема й української частини Транскордонної Рамсарської території «Ольмани-Переброди», від пожеж слід дотримуватися рекомендацій, наведених у цій публікації.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

Balabukh, V. O. and Zibtsev, S. V. 2016. Vplyv zminy klimatu na kilnist ta ploshchu lisovykh pozhezh u pivnichno-chornomorskomu rehioni Ukrainy [Climate change impact on number and area of forest fires in northern Black Sea region]. [Electronic resource]. Ukrainian Hydrometeorological Journal, 18: 60–71. Available from: <https://www.researchgate.net/publication/326300695> (last accessed date 23.05.2019) (in Ukrainian).

Giglio, L., Boschetti, L., Roy, D. P., Humber, M. L., Justice, C. O. 2018. The Collection 6 MODIS burned area mapping algorithm and product. [Electronic resource]. Remote Sensing of Environment, vol. 217. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0034425718303705> (last accessed date 23.05.2019).

Shevchenko, O., Vlasiuk, O., Stavchuk, I., Vakoliuk, M., Illiash, O., Rozhkova, A. 2014. Ocinka vrazlyvosti do zminy klimatu: Ukraina [Climate Vulnerability Assessment: Ukraine]. [Electronic resource]. Climate Forum East (CFE). Working Group on Climate Change Civic Organizations. Myflaer. Kyiv. Available from: http://necu.org.ua/wp-content/uploads/ukraine_cc_vulnerability.pdf (last accessed date 23.05.2019) (in Ukrainian).

Shvydenko, A., Buksha, I., Krakovska, S. 2016. Strengthening Ukraine's ability to assess the vulnerability of plain forests to climate change. Clima East project report, CEEF2015-036-UA.

Zibtsev, S. V., Myroniuk, V. V., Soshenskyi, O. M., Koren, M. S., Koren, V. A. 2019a. Prostorovo-chasovyi rozpodil pozhezh u pryrodnykh landshaftakh Rivnenskoï oblasti [Wildfire regimes of natural landscapes of the Rivne Region of Ukraine]. [Electronic resource]. Scientific Bulletin of UNFU, 29(6): 18–23. Available from <https://doi.org/10.15421/40290603> (last accessed date 23.05.2019) (in Ukrainian).

Zibtsev, S., Soshenskyi, O., Gumeniuk V., Koren, V. 2019b. Bagatorichna dynamika lisovykh pozhezh v Ukrayini [Long term dynamics of forest fires in Ukraine]. Ukrainian journal of forest and wood science, 3: 27–40 (in Ukrainian).

Zibtsev S. V., Soshenskyi O. M., Myroniuk V. V., Gumeniuk V. V.

LANDSCAPE FIRE MONITORING IN THE UKRAINIAN PART OF THE OLMANY-PEREBRODY TRANSBOUNDARY RAMSAR SITE BASED ON REMOTE SENSING DATA

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

Global climate change, forest species dieback, land-use change and increased forest attendance by the locals have significantly enlarged the problem of fire management in protected areas and cross-border regions. The Olmany-Pererbrody Transboundary Ramsar site is characterized by a high level of landscape and biological diversity, including endangered species of birds, animals and plants. Protection of such areas from fires is a priority issue as it is highly important to preserve their biodiversity. Since recently particularly large forest fires have become more frequent in Ukraine, including Polissia, it is necessary to be prepared for possible cases of such fires in the territory of Rivne Nature Reserve, which involves the Ukrainian part of the transboundary Ramsar area. The paper presents an analysis of the dynamics of fires that occurred in natural landscapes of the Olmany-Pererbrody Transboundary Ramsar site during 2006–2016, based on remote sensing data. The results obtained in terms of the temporal and spatial distribution of fires in the studied territory over a long period will allow predicting the probability of occurrence and spread of fires in the future.

Key words: protected areas, transboundary Ramsar site, remote sensing, landscape fires, fire hazard, fire management.

Зибцев С. В., Сошенский А. М., Миронюк В. В., Гуменюк В. В.

МОНИТОРИНГ ЛАНДШАФТНЫХ ПОЖАРОВ ТРАНСГРАНИЧНОЙ РАМСАРСКОЙ ТЕРРИТОРИИ «ОЛЬМАНЫ-ПЕРЕБРОДЫ» ПО ДАННЫМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины

Глобальные изменения климата, видового состава лесов, землепользования и рост посещаемости лесов населением обусловили существенное обострение проблемы охраны лесов от пожаров на заповедных и сопредельных территориях. Трансграничная Рамсарская территория «Ольманы-Переброды» характеризуется высоким уровнем ландшафтного и биологического разнообразия, в том числе за счет видов птиц, животных и растений, находящихся под угрозой исчезновения. Вопросы охраны таких территорий от пожаров являются приоритетными, учитывая необходимость сохранения биологического разнообразия. Несмотря на то, что в последние годы участились случаи особо крупных лесных пожаров на территории Украины, в том числе и на Полесье, следует быть готовым к возможным случаям таких пожаров и на территории Ровенского природного заповедника, в который входит украинская часть трансграничной Рамсарской территории. Анализ пожаров в природных ландшафтах исследуемой территории позволил оценить горимость территории в историческом аспекте и в будущем спрогнозировать вероятность возникновения и распространения пожаров.

Ключевые слова: заповедная территория, трансграничная Рамсарская территория, дистанционные методы, природные пожары, пожарная опасность, охрана лесов от пожаров.

E-mail: soshenskyi@nubip.edu.ua

Одержано редколегією 31.05.2019

**ЗАГАЛЬНА ПРОДУКЦІЯ СОСНОВИХ ДЕРЕВОСТАНІВ
ПІВНІЧНОГО ПРИДНІПРОВСЬКОГО СТЕПУ УКРАЇНИ**¹Національний університет біоресурсів та природокористування України,

Інститут лісового та садово-паркового господарства

²Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Опрацьовано інформаційну базу та розроблено алгоритм для моделювання загальної продукції компонентів фітомаси надземної частини деревостанів сосни звичайної лісів Північного Придніпровського Степу України. Наведено результати статистичного та кореляційного аналізу щодо визначення тісноти зв'язку між поточним приростом за запасом соснових насаджень та їхніми основними таксаційними показниками. Встановлено, що ряди розподілу натуральних величин поточного приросту, запасу деревостану та фітомаси деревини деревостану відповідають умовам нормального розподілу. Визначено, що тісніший кореляційний зв'язок значення поточного приросту має із запасом деревостану, середній – із середньою висотою та повнотою деревостану, слабкий – із середнім діаметром деревостану. Наведено результати моделювання та статистичну оцінку компонентів фітомаси деревини та кори стовбурів, деревини та кори гілок, модель розрахунку відсотка поточного приросту, а також загальної річної продукції надземної частини соснових деревостанів. Виявлено, що найбільш придатними для розрахунків загальної продукції надземної частини деревостанів є рівняння, де для розрахунку відсотка поточного приросту за запасом та фітомаси окремих компонентів вхідними аргументами слугують такі таксаційні ознаки: вік, середній діаметр та відносна повнота деревостану. Охарактеризовано закономірності розподілу загальної річної продукції надземної частини сосняків за даними повидільної бази даних ВО «Укрдержліспроєкт» для соснових насаджень лісгосподарських підприємств у межах Дніпропетровського регіону.

Ключові слова: *Pinus sylvestris* L., поточний приріст, моделювання, продукція фітомаси надземної частини, стовбур, гілки, хвоя.

Вступ. Лісові насадження відіграють вирішальну роль у виконанні екологічних, економічних, соціальних функцій та наданні відповідних послуг природним екосистемам і людству, регулюючи гідрологічні цикли, виконуючи рекреаційні, енергетичні, обмінні функції. Кількісна оцінка біомаси лісових екосистем є вкрай важливою для отримання інформації щодо наявних лісових ресурсів та розуміння змін у структурі лісу внаслідок сукцесійних змін. Управління ресурсами в умовах сталого ведення лісового господарства потребує детальної, вичерпної інформації щодо якісної та кількісної структури фітомаси лісів, в яких відбуваються динамічні процеси (Parson et al. 1992, Fournier et al. 2003). Оцінка фітомаси лісів є критично важливою для вдосконалення механізмів моделювання вуглецевих бюджетів і прогнозування впливу глобальної зміни клімату на продуктивність лісів (Kurz & Apps 1999, Li et al. 2002, Monserud et al. 1996b).

Чиста первинна продукція ототожнюється із ростом структурних компонентів насаджень та відповідним їх нарощуванням (приростом) у масі за певний проміжок часу на одиниці площі. Інформація з приросту продукції компонентів фітомаси дерев надає рідкісну можливість розуміння екологічної динаміки рослинних спільнот та може використовуватись як непряме джерело даних для розпізнавання шкідливого впливу навколишнього середовища на рослини з наступним визначенням основних напрямків його покращення (Art & Marks 1978, Badeau et al. 1996, Monserud et al. 1996a, Fournier et al. 2003, Brienens & Zuidema 2006). Результати впливу навколишнього середовища на ростові процеси лісових деревостанів, динаміку їхніх біопродукційних процесів знайшли відображення в низці досліджень, ґрунтованих на розумінні взаємозв'язку між приростом і факторами абіотичної природи (Villanueva et al. 2007; Lara et al. 2013).

Нестача вологи під час росту є основною перешкодою для формування фітомаси деревних рослин у багатьох посушливих регіонах, до яких належить Північний Степ України. За цих умов формування лісових масивів здійснюється переважно штучним способом, а лісоутворювальними деревними видами є ті, які можуть функціонувати за вкрай

несприятливих умов росту. До хвойних порід, що здатні створювати лісові ландшафти в умовах місцезростання з обмеженою вологістю, належить сосна звичайна (*Pinus sylvestris* L.). Вплив лімітувальних факторів росту, насамперед посухи й температури, на поточний приріст дерев сосни звичайної проаналізовано багатьма авторами (Antonova & Stasova 1993, Oberhuber et al. 1998, Gruber et al. 2010, Semenіuc et al. 2016). Загалом, з огляду на значне поширення цієї породи в Європі та Україні, актуальність вивчення якісних і кількісних характеристик продукції соснових лісів, зокрема специфіки річного її накопичення за окремими компонентами в соснових деревостанах Степу, не викликає сумнівів.

Отже, метою дослідження стала оцінка загальної річної продукції надземної частини фітомаси деревостанів сосни звичайної в межах Північного Придніпровського Степу України.

Матеріали й методи. Під час досліджень фітомаси компонентів надземної частини, а саме деревини та кори стовбурів, деревини та кори гілок, хвої соснових деревостанів використано дані з 20 тимчасових пробних площ (ТПП), закладених у межах лісового фонду державних підприємств Дніпропетровського обласного управління лісового та мисливського господарства. Відбір модельних дерев на ТПП проводили за принципом їхньої репрезентативності до розподілу за ступенями та класами товщини. ТПП закладали переважно в чистих насадженнях, у типах лісорослинних умов A_{0-1} , B_{1-3} , C_{1-3} , та D_1 і з відносними повнотами від 0,13 до 1,04. Оцінювання фракцій надземної частини фітомаси дерев здійснювали за методикою П. І. Лакиди (Lakyda 2002). Віковий діапазон деревостанів становив від 9 до 90 років. Загалом на ТПП зрубано та пофракційно обміряно 60 модельних дерев, на яких визначено параметри поточного приросту деревини стовбурів. Вихідні дані було згруповано в робочі масиви та оброблено за допомогою спеціальних прикладних програм PERTA, ZRIZ, PLOT (Lakyda 2002).

Надалі було проведено статистичну обробку вихідних даних, їхній кореляційний аналіз та пошук регресійних залежностей поточного об'ємного приросту за запасом від таксаційних показників соснових деревостанів. У результаті обробки вихідних даних було отримано їхню статистичну характеристику в натуральних і логарифмічних величинах, а також матриці відповідних їм парних кореляцій. Розрахунок стандартних статистичних параметрів оцінено з використанням програм Statistica (2010) та Excel.

Для моделювання фітомаси окремих складників надземної частини деревостанів та їхньої загальної річної продукції прийнято такі умовні позначення: A – середній вік деревостану, роки; $D_{1,3}$ – середній діаметр деревостану на висоті 1,3 м, см; H – середня висота деревостану, м; P – відносна повнота деревостану; M – запас стовбурової деревини на 1 га, $\text{м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$; $Z_{\text{дст}}$ – поточний приріст деревини за запасом деревостану, $\text{м}^3 \cdot \text{га}^{-1} \cdot \text{рік}^{-1}$; $BZ_{\text{дст}}$ – частка поточного приросту деревини за запасом, %; $Pr_{\text{дст}}$ – загальна продукція надземної частини соснових деревостанів. За допомогою зазначених вище програм спеціальної біометричної обробки дослідних даних отримано кількісні та якісні параметри компонентів фітомаси дерев та деревостанів: $Ph_{\text{дст}}$ – фітомаса деревини стовбурів деревостану, $\text{т} \cdot \text{га}^{-1}$; $Ph_{\text{кст}}$ – фітомаса кори стовбурів деревостану, $\text{т} \cdot \text{га}^{-1}$; $Ph_{\text{дг}}$ – фітомаса деревини гілок, $\text{т} \cdot \text{га}^{-1}$; $Ph_{\text{кг}}$ – фітомаса кори гілок, $\text{т} \cdot \text{га}^{-1}$; $Ph_{\text{хв}}$ – фітомаса хвої, $\text{т} \cdot \text{га}^{-1}$. Для визначення компонентів надземної частини фітомаси деревостанів попередньо здійснено оцінку середньої базисної щільності деревини стовбурів дерев – $Q_{\text{д.баз.}}$, $\text{т} \cdot (\text{м}^3)^{-1}$; кори стовбура – $Q_{\text{к.баз.}}$, $\text{т} \cdot (\text{м}^3)^{-1}$; деревини гілок – $Q_{\text{дг.баз.}}$, $\text{т} \cdot (\text{м}^3)^{-1}$; кори гілок – $Q_{\text{кг.баз.}}$, $\text{т} \cdot (\text{м}^3)^{-1}$, а також вмісту сухої речовини у хвої – $S_{\text{хв}}$.

Алгоритм розрахунку загальної річної продукції деревостанів сосни звичайної включав поетапне калькулювання продукції фітомаси компонентів їхньої надземної частини – деревини та кори стовбурів, деревини та кори гілок, хвої – з урахуванням відсотка поточного приросту компонентів деревостану та частки хвої за один рік.

Для розрахунків фактичних показників загальної надземної продукції соснових деревостанів у межах Дніпропетровського регіону використовували повидільну базу даних лісовпорядкування станом на 2011 р., надану ВО «Укрдержліспроект».

Результати та обговорення. На першому етапі наших досліджень показники робочого масиву даних соснових деревостанів підлягали статистичному аналізу. Основні статистики розподілу ознак із визначенням середнього арифметичного ($\bar{X}$), середнього квадратичного відхилення (σ), асиметрії (A) – показника косості, ексцесу (E) – показника крутості, які характеризують соснові деревостани у межах району досліджень, наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Основні статистики розподілу показників масиву даних (перший рядок – натуральні величини, другий рядок – логарифми)

Ознака деревостану	Значення		Статистики			
	Min	Max	$\bar{X}$	Σ	A	E
$Z_{\text{дсм}}, \text{м}^3 \cdot \text{га}^{-1} \cdot \text{рік}^{-1}$	0,08 -1,10	14,08 1,15	6,96 0,72	3,61 0,49	0,379 -3,059	0,462 10,886
A , років	9 0,95	87 1,94	54,5 1,67	22,9 0,29	-0,808 -1,669	-0,116 1,781
$D_{1,3}$, см	4,6 0,66	40,2 1,60	21,8 1,29	8,0 0,23	-0,416 -1,887	1,604 3,260
H , м	2,8 0,45	30,5 1,48	19,4 1,23	7,2 0,27	-1,005 -2,191	1,225 4,349
P	0,13 -0,89	1,04 0,02	0,56 -0,27	0,17 0,17	0,349 -2,338	3,803 9,094
M , $\text{м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$	1,5 0,17	489,2 2,69	236,2 2,20	126,1 0,61	0,0002 -2,615	0,255 6,771
$Ph_{\text{д}}, \text{т} \cdot \text{га}^{-1}$	0,46 -0,34	170,17 2,23	87,51 1,743	47,57 0,66	-0,133 -2,507	-0,181 5,877
$Ph_{\text{к}}, \text{т} \cdot \text{га}^{-1}$	0,08 -1,10	29,53 1,47	10,32 0,83	6,61 0,60	1,000 2,567	2,775 5,734
$Ph_{\text{дк}}, \text{т} \cdot \text{га}^{-1}$	0,54 -0,27	18,96 1,28	5,65 0,59	4,44 0,43	1,348 -0,667	2,947 -0,418
$Ph_{\text{кк}}, \text{т} \cdot \text{га}^{-1}$	0,10 -1,00	3,29 0,52	0,81 -0,26	0,77 0,41	2,102 -0,100	5,361 1,517
$Ph_{\text{хв}}, \text{т} \cdot \text{га}^{-1}$	0,68 -0,17	12,35 1,09	3,48 0,42	2,82 0,33	1,892 -0,003	4,337 -0,371

Дані таблиці дають змогу стверджувати, що в разі описової характеристики натуральних величин ряди розподілу поточного об'ємного приросту деревини, запасу деревостану та фітомаси деревини деревостану задовольняють умови нормального розподілу ($A_{\text{кр.}} = 0,711$ ($p \leq 0,05$), $E_{\text{кр.}} = 0,877$ ($p \leq 0,01$)) (Yantsev 2012). Розподіл поточного приросту деревини за запасом є гостровершинним, із додатнім коефіцієнтом та помірною правосторонньою асиметрією (див. табл. 1). Розрахований коефіцієнт варіації становить 51,9 %, що свідчить про істотне коливання цього параметру.

За такими показниками, як середня висота деревостану, фітомаса кори, фітомаса деревини та кори гілок деревостанів, сукупність значень не характеризується нормальним розподілом, оскільки отримані показники асиметрії та ексцесу перевищують їхні критичні значення.

З метою зменшення дисперсії результатів у дослідженнях науковці часто використовують логарифми вихідних даних. Цей прийом застосовано і для цієї роботи. Як виявив аналіз отриманих даних, розподіл логарифмів сукупності оцінюваних значень виявився більш наближеним до нормального у випадку оцінки фітомаси деревини гілок, кори гілок та фітомаси хвої, унаслідок чого вони можуть стати основою під час розроблення моделей залежностей означених характеристик від основних таксаційних показників деревостанів.

Для отриманих результатів поточного приросту був проведений кореляційний аналіз для визначення тісноти зв'язку між приростом та біометричними показниками деревостану, який

підтвердив значущість зв'язку між досліджуваними параметрами в більшості випадків на різних рівнях (табл. 2).

Таблиця 2

Коефіцієнти кореляції показників поточного приросту з таксаційними ознаками соснових деревостанів

Таксаційні показники деревостану	Коефіцієнт кореляції	Стандартна похибка	Рівень значущості
A, роки	0,26	0,22	–
D _{1,3} , см	0,47	0,21	$p < 0,05$
H, м	0,56	0,19	$p < 0,01$
P	0,65	0,18	$p < 0,01$
M, м ³ ·га ⁻¹	0,71	0,17	$p < 0,001$

Найтісніший кореляційний зв'язок зафіксовано між значенням поточного приросту та запасом деревостану, середній – із середньою висотою та повнотою деревостану та слабкий – із середнім діаметром деревостану. Отримані показники коефіцієнтів кореляції свідчать про можливість моделювання поточного приросту деревостанів із урахуванням усіх наявних взаємозв'язків. Під час моделювання загальної продукції надземної частини всіх компонентів фітомаси для апроксимації дослідних даних було використано алометричну функцію $y=ax^b$, яка має переваги під час оцінювання біопродукції лісонасаджень (Kofman 1986). Під час побудови математичних моделей обрану функцію ускладнювали шляхом збільшення параметрів входу, що узгоджується із загальними постулатами системного підходу щодо досліджень складних лісових екосистем. Адже використання багатовимірних залежностей дає можливість у достатній кількості отримати інформацію з тимчасових пробних площ із урахуванням регіональних особливостей лісових екосистем.

Результати моделювання річної продукції компонентів надземної частини деревостанів, модель розрахунку відсотка поточного приросту, а також статистичну оцінку моделей подано в таблиці 3. Під час верифікації моделей, оцінюючи значущість впливу факторів на досліджувані компоненти фітомаси на 5-відсотковому рівні за довірчими інтервалами коефіцієнтів регресії, аналізуючи коефіцієнти детермінації та залишки, ми виявили, що найбільш придатними та наближеними до отриманих у натурних умовах фактичних результатів є трифакторні моделі залежності фітомаси окремих компонентів від таких таксаційних ознак, як вік, середній діаметр та відносна повнота деревостану. Отже, для розрахунку загальної продукції надземної частини соснових деревостанів використовували моделі № 2, 6, 10, 15, 20 та 23, унаслідок чого було сформовано таке узагальнююче рівняння:

$$Pr_{дст} = (Z_{дст} \cdot Q_{дст}) + (Ph_k \cdot V_{Zk}) + (Ph_{дг} \cdot V_{Zдг}) + (Ph_{кг} \cdot V_{Zкг}) + Ph_{хв} \quad (26)$$

В узагальненій моделі (26) враховано показники середніх базисних щільностей та абсолютно сухої речовини у хвої для окремих компонентів надземної фітомаси дерев сосни звичайної в умовах Північного Степу (Lovynska & Lakyda 2017). Так, середня базисна щільність деревини стовбурів сосни звичайної становить 0,414 т·(м³)⁻¹; кори стовбурів – 0,317 т·(м³)⁻¹; деревини гілок – 0,430 т·(м³)⁻¹; кори гілок – 0,325 т·(м³)⁻¹; уміст абсолютно сухої речовини у хвої – 0,520 г. Враховуючи фізіологічні особливості росту хвої дерев сосни звичайної, її річну масу було розділено на 3 (усереднений термін функціонування асиміляційного апарату сосни в досліджуваному регіоні).

Підібрані алометричні моделі використано для оцінювання еколого-ресурсного потенціалу деревостанів сосни звичайної в межах Дніпропетровського обласного управління лісового та мисливського господарства, які функціонують на площі 21472,9 га, що становить 24,6 % від загальної площі вкритих лісовою рослинністю земель. Загальна річна продукція сосняків становить 125194,38 т·рік⁻¹ із середньою продукцією усіх компонентів надземної фітомаси 5,96 т·га⁻¹·рік⁻¹.

Таблиця 3

Моделі для оцінювання поточного приросту, відсотка приросту та загальної продукції компонентів надземної частини соснових деревостанів

Номер моделі	Вид рівняння	Коефіцієнт детермінації
Розрахунок поточного приросту деревини стовбурів за запасом		
1	$Z_{\text{дст}} = (2,332 \cdot A^{-0,344} \cdot D^{-0,478} \cdot H^{-0,006} \cdot P^{0,243} \cdot M^{0,763})$	0,65
2	$Z_{\text{дст}} = (4,439 \cdot A^{-0,059} \cdot D^{1,148} \cdot P^{0,773})$	0,52
3	$Z_{\text{дст}} = (3,645 \cdot D^{0,384} \cdot P^{0,916})$	0,49
4	$Z_{\text{дст}} = (2,569 \cdot A^{-0,363} \cdot D^{-0,557} \cdot H^{1,407})$	0,41
Фітомаса кори стовбурів		
5	$Ph_{\text{к}} = (0,097 \cdot A^{0,548} \cdot D^{-0,525} \cdot H^{-0,423} \cdot P^{0,512} \cdot M^{1,031})$	0,86
6	$Ph_{\text{к}} = (1,081 \cdot A^{0,413} \cdot D^{0,443} \cdot P^{1,397})$	0,80
7	$Ph_{\text{к}} = (0,410 \cdot H^{-0,175} \cdot P^{0,770} \cdot M^{0,764})$	0,82
8	$Ph_{\text{к}} = (0,401 \cdot A^{0,395} \cdot D^{0,146} \cdot H^{0,419})$	0,39
Фітомаса деревини гілок		
9	$Ph_{\text{дг}} = (1,153 \cdot A^{0,307} \cdot D^{1,593} \cdot H^{0,061} \cdot P^{2,134} \cdot M^{-0,670})$	0,70
10	$Ph_{\text{дг}} = (0,057 \cdot A^{0,730} \cdot D^{0,788} \cdot P^{1,613})$	0,69
11	$Ph_{\text{дг}} = (1,082 \cdot D^{1,666} \cdot H^{-0,925} \cdot P^{1,407})$	0,69
12	$Ph_{\text{дг}} = (0,396 \cdot D^{1,126} \cdot P^{1,627})$	0,66
13	$Ph_{\text{дг}} = (0,314 \cdot A^{0,389} \cdot D^{2,152} \cdot H^{-1,665})$	0,32
Фітомаса кори гілок		
14	$Ph_{\text{кг}} = (0,309 \cdot A^{-0,706} \cdot D^{2,289} \cdot H^{-2,133} \cdot P^{1,086} \cdot M^{0,657})$	0,72
15	$Ph_{\text{кг}} = (0,519 \cdot A^{-0,986} \cdot D^{1,752} \cdot P^{2,219})$	0,68
16	$Ph_{\text{кг}} = (2,771 \cdot D^{7,936} \cdot H^{-59,641} \cdot P^{2,482})$	0,57
17	$Ph_{\text{кг}} = (0,175 \cdot H^{0,379} \cdot P^{5,173} \cdot M^{0,246})$	0,64
18	$Ph_{\text{кг}} = (0,051 \cdot A^{-0,017} \cdot D^{2,940} \cdot H^{-2,119})$	0,26
Відсоток поточного приросту деревини		
19	$B_{Z_{\text{д}}} = (413,804 \cdot A^{-0,598} \cdot D^{-1,330} \cdot H^{-0,522} \cdot P^{0,149} \cdot M^{0,620})$	0,92
20	$B_{Z_{\text{д}}} = (230,221 \cdot A^{-0,944} \cdot D^{-0,027} \cdot P^{0,572})$	0,90
21	$B_{Z_{\text{д}}} = (319,584 \cdot A^{-1,288} \cdot D^{-1,253} \cdot H^{1,474})$	0,85
Фітомаса хвої		
22	$Ph_{\text{хв}} = (1,116 \cdot A^{-0,562} \cdot D^{1,475} \cdot H^{-1,415} \cdot P^{1,052} \cdot M^{0,657})/3$	0,72
23	$Ph_{\text{хв}} = (1,939 \cdot A^{-0,655} \cdot D^{1,347} \cdot P^{1,926})/3$	0,72
24	$Ph_{\text{хв}} = (1,136 \cdot D^{1,211} \cdot H^{-0,582} \cdot P^{1,702})/3$	0,71
25	$Ph_{\text{хв}} = (0,051 \cdot A^{-0,017} \cdot D^{2,940} \cdot H^{-2,119})/3$	0,22

Майже 61 % площі насаджень сосни звичайної зосереджено в Петриківському (31,2 %) та Новомосковському військовому (27,8 %) лісових господарствах із відповідним вкладом загальної річної продукції 31,8 та 24,3 % (табл. 4). Найменше деревостанів сосни звичайної виявлено в умовах Верхньодніпровського, Криворізького, а особливо Марганецького державних лісових господарств.

Таблиця 4

Загальна продукція надземної частини соснових деревостанів у межах Дніпропетровського обласного управління лісового та мисливського господарства, т·рік⁻¹

Лісництво	Таксаційні виділи, шт.	Площа соснових деревостанів, га	Загальна продукція надземної частини, т·рік ⁻¹
ДП «Васильківське ЛГ»			
Великомихайлівське	171	604,6	3986,3
Межівське	14	125,2	744,2
Олександрівське	67	593,4	3895,3

ЛІСІВНИЦТВО І АГРОЛІСОМЕЛІОРАЦІЯ – FORESTRY AND FOREST MELIORATION
2019. Вип. 134 – 2019. Iss. 134

Закінчення табл. 4

Лісництво	Таксаційні видили, шт.	Площа соснових деревостанів, га	Загальна продукція надземної частини, т·рік-1
Покровське	56	397,6	2449,0
<i>Загалом</i>	<i>308</i>	<i>1720,8</i>	<i>11074,8</i>
ДП «Верхньодніпровське ЛГ»			
Бородаївське	15	37,5	237,9
Верхньодніпровське	2	4,5	28,1
Лихівське	20	72,3	369,0
Мішуринорізьке	14	99,4	706,6
П'ятихатське	12	22,0	145,0
<i>Загалом</i>	<i>63</i>	<i>235,7</i>	<i>1486,6</i>
ДП «Петриківське ЛГ»			
Петриківське	2	12,7	28,2
Курилівське	219	1309,4	8145,7
Миколаївське	76	393,7	2046,9
Радянське	286	1424,4	9908,0
Царичанське	238	308,5	10150,9
Шульгівське	271	1737,6	9559,6
<i>Загалом</i>	<i>1092</i>	<i>6435,9</i>	<i>39839,3</i>
ДП «Дніпровське ЛГ»			
Ленінське	11	33,0	77,5
Любимівське	22	62,9	317,0
Кіровське	163	986,4	6760,4
Микільське	11	36,0	157,1
Нижньодніпровське	3	3,6	8,1
<i>Загалом</i>	<i>210</i>	<i>1121,9</i>	<i>7320,1</i>
ДП «Криворізьке ЛГ»			
Держинське	16	25,6	163,6
Криворізьке	10	37,3	173,9
Софіївське	1	19	77,2
Широківське	54	252,6	1347,8
<i>Загалом</i>	<i>78</i>	<i>334,5</i>	<i>1762,5</i>
ДП «Марганецьке ЛГ»			
Марганецьке	22	35,8	171,9
Нікопольське	16	49,2	238,8
<i>Загалом</i>	<i>38</i>	<i>85</i>	<i>410,7</i>
ДП «Новомосковське ЛГ»			
Котовське	28	236,6	1460,7
Кочерезьке	126	909,2	6371,7
Новомосковське	166	637,8	4664,4
Перещепинське	13	30,8	259,1
<i>Загалом</i>	<i>333</i>	<i>1814,4</i>	<i>12756,0</i>
ДП «Новомосковський військовий лісгосп»			
Васильківське	636	1486,3	8302,1
Вільнянське	398	1046,8	5432,4
Знаменівське	713	1868,4	9338,2
Красноліське	516	1340,7	7443,1
<i>Загалом</i>	<i>2263</i>	<i>5742,2</i>	<i>30515,8</i>
ДП «Павлоградське ЛГ»			
Павлоградське	367	2368,8	14866,6
Петропавлівське	18	282,5	1792,3
Юрївське	1	0,6	5,4
<i>Загалом</i>	<i>386</i>	<i>2651,9</i>	<i>16664,3</i>
Природний заповідник «Дніпровсько-Орільський»	117	436,6	3364,2
<i>Загалом</i>	<i>4889</i>	<i>20648,9</i>	<i>125194,38</i>

Висновки. Аналіз основних статистик розподілу свідчить про найбільшу мінливість абсолютних значень компонентів фітомаси кори гілок та фітомаси хвої соснових деревостанів. При цьому виявляється істотна правостороння асиметрія та висока крутість. Аналіз тісноти зв'язку поточного об'ємного приросту деревостанів сосни звичайної із таксаційними показниками виявив найвищий коефіцієнт кореляції із запасом, зв'язок середньої сили – із висотою та повнотою, слабкий – із діаметром деревостанів на висоті 1,3 м. Загальна продукція надземної частини соснових деревостанів Дніпропетровського регіону становить $125194,38 \text{ т} \cdot \text{рік}^{-1}$, середня річна продукція – $5,96 \cdot \text{т} \cdot \text{га}^{-1} \cdot \text{рік}^{-1}$. Наведені моделі розрахунку загальної річної продукції залежно від таксаційних показників деревостанів надають можливість подальшої їхньої реалізації для оцінювання вуглецедепонувальних та киснепродукувальних функцій соснових насаджень у зазначеному районі досліджень.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

- Antonova, G. F. and Stasova, V. V. 1993. Effects of environmental factors on wood formation in Scots pine stems. *Trees*, 7: 214–219.
- Art, H. W. and Marks, P. L. 1978. A summary table of biomass and net annual primary production in forests ecosystems of the world. In: Lieth, H.F.H., *Patterns of Primary Production in the Biosphere. Benchmark Papers in Ecology*, Volume 8, Dowden, Hutchison and Ross, Stroudsburg, Pennsylvania. p. 177–192.
- Badeau, V., Becker, M., Bert, D., Dupouey, J. L., Lebourgeois, F., Picard, J. F. 1996. Long-term growth trends of trees: ten years of dendrochronological studies in France. In: Spiecker, H., Mielikainen, K., Kohl, M. & Skovsgaard J. P. (eds.). *Growth trends in European forests*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, p. 167–182).
- Brienen, R. J. W. and Zuidema, P. A. 2006. The use of tree rings in tropical forest management: Projecting timber yields of four Bolivian tree species. *Forest Ecology and Management*, 226: 256–267.
- Fournier, R. A., Luther, J. E., Guindon, L., Lambert, M.-C., Piercey, D., Hall, R. J., Wulder, M. A. 2003. Mapping aboveground tree biomass at the stand level from inventory information: test cases in Newfoundland and Quebec. *Can. J. For. Res.*, 33: 1846–1863.
- Gruber, A., Stobl, S., Veit, B., Oberhuber, W. 2010. Impact of drought on the temporal dynamics of wood formation in *Pinus sylvestris*. *Tree Physiology*, 30(4): 490–501.
- Kofman, G. B. 1986. Rost i forma derevyev. [Growth and shape of trees]. Novosibirsk, Science, 211 p. (in Russian).
- Kurz, W. A. and Apps, M. J. 1999. A 70-year retrospective analysis of carbon fluxes in the Canadian Forest Sector. *Ecol. Appl.*, 9: 526–547.
- Lakyda, P. I. 2002. Fitomasa lisiv Ukrayiny [Phytomass of forests of Ukraine], Ternopil, Zbruch, 256 p. (in Ukrainian).
- Lara, W., Bravo, F., Maguire, D. A. 2013. Modeling patterns between drought and tree biomass growth from dendrochronological data: A multilevel approach. *Agricultural and Forest Meteorology*, 178–179: 140–151.
- Li, Z., Apps, M. J., Banfield, E., Kurz, W. A. 2002. Estimating net primary production of forests in the Canadian prairie provinces using an inventory-based carbon budget model. *Can. J. For. Res.*, 32: 161–169.
- Lovynska, V. M. and Lakyda, P. I. 2017. Shchilnist derevyyny ta kory stovburiv sosny zvychnoyi Pivnichnoho Stepu Ukrayiny [Wood and bark density of trunks of Scots pine in the Northern Steppe of Ukraine]. *Lisivnytstvo i ahrolisomeliorsiya* [Forestry and Forest Melioration], 130: 185–192 (in Ukrainian).
- Monserud, R. A., Onuchin A. A., Tchebakova, N. M. 1996a. Needle, crown, stem, and root phytomass of *Pinus sylvestris* stands in Russia. *Forest Ecology and Management*, 82: 59–67.
- Monserud, R. A., Tchebakova, N. M., Kolchugina T., Denissenko, O. V. 1996b. Change in Siberian phytomass predicted for global warming. *Silva Fennica*, 30: 185–200.
- Oberhuber, W., Stumbock, M., Kofler, W. 1998. Climate-tree-growth relationships of Scots pine stands (*Pinus sylvestris* L.) exposed to soil dryness. *Trees*, 13:19–27.
- Parson, E. A., Haas, P. M., Levy, M. A. 1992. A summary of major documents signed at the earth summit and the global forum. *Environment*, 34(4): 12–15, 34–36.
- Semeniuc, A. I, Sidor, C. G., Vlad, R. 2016. Scots pine tree ring structure modifications and relation with climate. *Eurasian Journal of Forest Science*, 4(2): 1–7.
- Villanueva-Diaz, J., Stahle, D. W., Luckman, B. H., CeranoParedes, J., Therrell, M. D., Cleaveland, M. K., CornejoOviedo, E. 2007. Winter-spring precipitation reconstructions from tree rings for northeast Mexico. *Climate Change*, 83: 117–131.
- Yantsev, A. V. 2012. Vybory statistycheskikh kriteriev [Selection of statistical criteria]. Symferopol, Izdatelstvo TNU, 136 p. (in Russian).

Lakyda P. I.¹, Lovynska V. M.²

TOTAL PRODUCTION OF PINE STANDS WITHIN NORTHERN PRIDNEPROVSK STEPPE OF UKRAINE

¹National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Institute of Forestry and Landscape-Park

Management

²Dnipro State Agrarian and Economic University

The information base was worked out, and the modelling algorithm for the total production of aboveground phytomass components of the pine stands within Northern Pridneprovsk Steppe of Ukraine was developed. The article presents the results of the statistical and correlation analysis with the estimation of the strength of the relationship of the current growing stock increment of pine stands with their basic biometric indexes. The variation series of natural values of the current increment, the growing stock of stand and the wood phytomass of the stand follow a normal distribution. The value of the current increment had a closer relationship with the growing stock of the stand; it had a medium relationship with the average height and relative density of stocking of the stand, and a weak one, with the average diameter of the stand. We present the results of modelling and statistical estimation of the phytomass components of stem wood and bark, wood and bark of the branches, calculations of the percentage of the current increment, as well as the total annual aboveground production of the pine stands. It was found that the most suitable for calculating the total aboveground production of the stands is the equation where input arguments for calculating the percentage of the current growing stock increment and phytomass of individual components are such biometric indexes as age, average diameter and relative density of the stand's stocking. The distribution of the total annual aboveground production of pine forests was described according to the Database of Production Association "Ukrderzhlisproekt" for pine stands of the state forest enterprises within Dnipropetrovsk Region.

Key words: *Pinus sylvestris* L., current increment, modeling, aboveground phytomass production, stem, branches, needles.

Лакида П. И.¹, Ловинская В. Н.²

ОБЩАЯ ПРОДУКЦИЯ СОСНОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ СЕВЕРНОЙ ПРИДНЕПРОВСКОЙ СТЕПИ УКРАИНЫ

¹Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, Институт лесного и садово-паркового хозяйства

²Днепропетровский государственный аграрно-экономический университет

Обработана информационная база и разработан алгоритм для моделирования общей продукции компонентов фитомассы надземной части древостоев сосны обыкновенной лесов Северной Приднепровской Степи Украины. Представлены результаты статистического и корреляционного анализа для оценки тесноты связи текущего прироста по запасу сосновых насаждений с основными их таксационными показателями. Установлено, что ряды распределения натуральных величин текущего прироста, запаса древостоя и фитомассы древесины древостоя удовлетворяют условиям нормального распределения. Определено, что более тесную корреляционную связь величина текущего прироста имеет с запасом древостоя, среднюю – со средней высотой и полнотой древостоя, слабую – со средним диаметром древостоя. Представлены результаты моделирования и статистической оценки компонентов фитомассы древесины и коры стволов, древесины и коры ветвей, модель расчета процента текущего прироста, а также общей годовой продукции надземной части сосновых древостоев. Выявлено, что наиболее удобным для подсчета общей продукции надземной части древостоев является уравнение, где для расчета процента текущего прироста по запасу и фитомассы отдельных компонентов входящими аргументами служат такие таксационные признаки как возраст, средний диаметр и относительная полнота древостоя. Охарактеризованы закономерности распределения общей годовой продукции надземной части сосняков по данным поведельной базы данных ПО «Укргослеспроект» для сосновых насаждений лесохозяйственных предприятий в пределах Днепропетровского региона.

Ключевые слова: *Pinus sylvestris* L., текущий прирост, моделирование, продукция фитомассы надземной части, ствол, ветви, хвоя.

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

Одержано редколлегією 04.06.2019



С. В. СИДОРЕНКО¹, В. П. ПАСТЕРНАК¹, С. Г. СИДОРЕНКО¹, Г. Б. ГЛАДУН²
ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ЗАПАСІВ ФІТОМАСИ ТА МОРТМАСИ
В ДУБОВИХ ПОЛЕЗАХИСНИХ ЛІСОВИХ СМУГАХ
ЛІСОСТЕПОВОЇ ЧАСТИНИ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

¹Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького

²Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. Петра Василенка

Подано результати формування компонентів фітомаси та мортмаси в дубових полезахисних лісових смугах залежно від конструктивних особливостей, густоти й санітарного стану лінійних насаджень, а також наведено підсумки моделювання та статистичну оцінку компонентів живої та мертвої частин органічної маси рослин. Встановлено, що розподіл фітомаси деревостану полезахисних лісових смуг залежав від конструктивних особливостей лінійного насадження. Зі збільшенням ажурності вертикального профілю смуги зростає частка надземної фітомаси гілок та листя деревостану. Запаси фітомаси деревостану у полезахисних лісових смугах залежали від загальної продуктивності деревостану та визначалася запасом насадження. Проведено облік мортмаси за фракціями в лісових смугах із урахуванням змін базисної щільності під дією деструктивних процесів у деревині. Визначено, що компоненти наземної мортмаси становлять від 2,5 до 41,0 т · га⁻¹. Оцінено потенційну кисневу продуктивність смугових насаджень та обсяги депонування вуглецю для насаджень третього періоду розвитку. Аналіз отриманих результатів дослідження свідчить, що у північно-східній частині лівобережного лісостепу лісові смуги поглинають 0,8–4,3 т вуглекислого газу на гектар на рік.

К л ю ч о в і с л о в а : полезахисні лісові смуги, конструкція полезахисних смуг, фітомаса, мортмаса, ажурність, депонування вуглецю.

Вступ. Захисні лісові насадження є надійним стабілізатором навколишнього природного середовища, вони здатні на тривалий час депонувати у своїй фітомасі вуглець з атмосфери та генерувати кисень, чим частково запобігають глобальній зміні клімату. Полезахисні лісові смуги (ПЛС), які входять до системи захисних насаджень, відіграють важливу роль в існуванні та розвитку агроландшафтів, мають вагомe значення для покращення мікроклімату та запобігання деградації земель (Arid Zone Forestry 1989, Lampartová et al. 2015, Yukhnovsky & Gladun 2015, Rudenko 2017). Окрім того, лісові смуги сприяють покращенню екологічних, агролісомеліоративних та природоохоронних умов, забезпечуючи стійке функціонування аграрного виробництва (Furdychko & Stadnyk 2008).

Складові деревних насаджень ПЛС здійснюють тривале депонування діоксиду вуглецю та продукування кисню в процесі асиміляції (Moroz 2013a, Piwowar et al. 2017). Своєчасним та актуальним є визначення можливостей лінійних насаджень адсорбувати вуглець з атмосфери та депонувати його у компонентах фітомаси (стовбурі, корі, гіллі, листі) та мортмаси (деревній ламані, підстилці, опаді, пнях). Зважаючи на це, дослідження якісних і кількісних характеристик захисних насаджень є необхідними для визначення таких функцій, як поглинання вуглецю та киснепродукування. У документі «Стратегія низьковуглецевого розвитку України до 2050 року» зазначено, наскільки важливим є проведення заходів щодо оцінювання сучасного стану ПЛС та їхнього потенціалу депонування вуглецю. Увагу акцентовано на впровадженні та підтриманні кращих практик ведення сільського й лісового господарства, які враховують зміну клімату та спрямовані на запобігання виносу вуглецю з агроценозів, підвищення рівня продуктивності та стійкості лісових екосистем, збереження й накопичення вуглецю в лісовій фітомасі та ґрунтах (Stratehiya nyzkovuhletsevoho rozvytku 2018).

За сучасними оцінками величина щорічної циркуляції вуглецю між атмосферою та наземними екосистемами становить близько 125 ГтС, з яких 80 % припадає на ліси (Climate change 2001, Buksha et al. 2012). Водночас комплексному оцінюванню депонування вуглецю різними компонентами біомаси полезахисних лінійних насаджень не приділялося належної уваги.

Вивчення процесів накопичення фітомаси та мортмаси в лісових смугах різних лісорослинних зон є актуальним, оскільки вони є штучними насадженнями, які створювали

переважно в 40–60-х роках минулого століття; нині вони перебувають у третьому періоді розвитку. Це означає, що насадження досягли свого віку стиглості (граничною довговічністю твердолистяних порід у ПЛС на чорноземах звичайних прийнято вік 51 рік (Pavlovskiy et al. 1983, Pasternak 1990)). У міру збільшення віку понад 51 рік санітарний стан більшості дерев у лісових смугах погіршується, вони стають уразливішими до шкідників і хвороб, а також збільшується інтенсивність усихання дерев.

В Україні дубові полезахисні лісові смуги займають значну площу, роблячи внесок у довгострокове зв'язування вуглецю. Водночас визначити та оцінити кількісно об'єм депонування вуглецю практично неможливо, оскільки інформація щодо фактичної площі лісових смуг відсутня. Також дотепер не проведено інвентаризацію захисних насаджень, створених на території сільськогосподарських угідь (Sydorenko & Hladun 2018). Українськими науковцями (Gladun 1987, Borodavka 1991, Khodash 2010, Moroz 2013a) проведено низку досліджень з визначення запасів органічного вуглецю у фітомасі полезахисних лісових смуг, проте дослідження мортмаси лишилося поза увагою. Досліджуючи біопродуктивність насаджень, науковці (Lakyda et al. 2012, Shvydenko et al. 2014) оцінювали або лише фітомасу, або мортмасу, що унеможливило визначення комплексної структури біомаси лісового фітоценозу (Bilous 2014, Avramchuk & Bilous 2015), що робить дану роботу актуальною.

Метою дослідження є встановлення запасів фітомаси та мортмаси в дубових лінійних насадженнях різних конструктивних особливостей.

Матеріали й методи. Під час дослідження запасів фітомаси та мортмаси захисних лісових насаджень використано дані 20 пробних площ (ПП), закладених упродовж 2012–2017 рр. у типових для північно-східної частини Лівобережного Лісостепу дубових полезахисних лісових смугах. Системи захисних лісових насаджень із переважанням дуба звичайного (*Quercus robur* L.) розташовані на територіях ДП «ДГ “Елітне” ІР НААН» та Науково-навчально-виробничого центру (ННВЦ) «Дослідне поле ХНАУ ім. В. В. Докучаєва» (далі – «Елітне» та «Дослідне поле ХНАУ»).

На кожній ділянці визначали кількість рядів, висоту насадження, ажурність поздовжнього профілю та конструкцію лісових смуг (Instruktsiya po proektirovaniyu 1979, Metodyka 1985, Ahrolisomelioratsiya 2010, Sovakov 2013). Вік насадження полезахисних лісових смуг становив 68–71 років. Характеристики стану полезахисних лісових смуг за матеріалами ПП наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Характеристика стану полезахисних лісових смуг

№ ПЛС	D, см	H, м	Склад	Густота, шт·га ⁻¹	Запас, м ³ ·га ⁻¹	Ширина смуги, м	Ажурність, %	Iс	Кількість рядів, шт.	Конструкція
«Елітне»										
1	22,9	19,2	6Дз3Язл1Клг+ Клп	762	216,7	28,1	21,6	2,9	6	Ажурно-щільна
4	22,0	17,9	7Дз2Язл1Клт	844	224,0	35,0	18,0	2,2	6	Ажурно-щільна
7	24,3	20,0	8Язл2Дз+Клг	1616	425,1	25,0	8,0	3,0	6	Щільна
9	22,5	18,5	4Дз4Язл2Клг	695	254,0	30,0	5,0	2,3	6	Щільна
10	21,6	18,0	5Дз4Язл1Клг	940	315,6	28,0	9,0	2,2	6	Щільна
11	23,3	18,2	4Дз4Язл2Клг	877	258,6	24,5	8,8	2,4	6	Щільна
15	24,1	17,9	4Дз5Язл1Клг	1035	440,2	21,0	12,9	2,6	5	Ажурно-щільна
23	25,8	20,3	3Дз3Язл2Яз 2Клг	1462	395,0	22,4	25,0	2,1	7	Ажурна
38	21,6	17,9	7Клг3Язл+Дз	957	231,3	46,3	22,0	3,9	7	Ажурно-щільна

Закінчення табл. 1

№ ПЛС	D, см	H, м	Склад	Густота, шт·га ⁻¹	Запас, м ³ ·га ⁻¹	Ширина смуги, м	Ажурність, %	Iс	Кількість рядів, шт.	Конструкція
«Дослідне поле ХНАУ»										
31	25,8	17,6	10Дз	602	256,9	24,0	15,0	3,1	3	Ажурна
32	21,6	21,0	10Дз	650	324,5	21,0	9,0	2,5	5	Щільна
47*	24,0	22,5	7Дз3Клг+Язл	773	279,3	60,0*	0,0	2,2	28	Щільна
61	29,2	23,0	9Дз1Клг+Язл	987	299,7	32,5	12,0	1,7	5	Щільна
63-1	26,8	22,5	9Дз1Язл	747	342,5	32,5	28,0	2,7	5	Продувна
63-2	26,5	22,4	7Дз3Язл+Клг+Лпд	1027	209,7	28,0	9,2	2,0	3	Щільна
64	26,6	22,2	9Дз1Клг+Язл	987	317,9	26,5	26,3	1,9	5	Ажурна
65	27,1	22,4	10Дз+Клг	844	295,0	31,0	25,0	2,1	3	Ажурно-продувна
66-1	26,3	22,0	10Дз	840	249,5	27,0	20,5	1,9	3	Ажурна
66-2	28,3	23,0	10Дз+Клг	1107	311,6	35,0	12,8	2,2	3	Ажурна
68	22,6	19,8	10Дз+Клг	400	219,0	100,0*	0,0	1,2	12	Щільна

*Багаторядні лісові смуги, вказується як масивні насадження.

Дослідні дані збирали відповідно до методичних підходів із комплексного оцінювання кількісних показників компонентів фітомаси (коріння, стовбура, кори, листя) та мортмаси (грубої та дрібної деревної ламані, підстилки).

Фітомасу дерев за фракціями оцінювали за методикою А. М. Ходаша (Khodash 2010). Статистичну обробку вихідних даних, їх дисперсійний, кореляційний аналіз та пошук регресійних залежностей здійснювали з використанням програми Statistica 10.

Запаси фітомаси дерев у ПЛС за фракціями, а також підросту, підліску та живого надґрунтового покриття визначали окремо як для центральної, так і для узлісної частин смуги.

Об'єм деревини стовбура, кори та фітомасу гілок і листя розраховували за формулами, отриманими А. М. Ходашем (Khodash 2010) для дубових полезахисних смуг:

об'єм деревини стовбура:

$$V_{\text{дер}} = 2,94 \cdot 10^{-5} \cdot d^{1,916} \cdot h^{1,096}, \quad (1)$$

де $V_{\text{дер}}$ – об'єм дерева, м³; d – діаметр дерева, см; h – висота дерева, м;

об'єм кори стовбура:

$$V_{\text{к}} = 2,71 \cdot 10^{-5} \cdot d^{1,856} \cdot h^{0,622}, \quad (2)$$

де $V_{\text{к}}$ – об'єм кори, м³; d – діаметр дерева, см; h – висота дерева, м;

фітомаса гілок:

$$q_{\text{г}} = 2,77 \cdot 10^{-4} \cdot d^{4,007} \cdot h^{-0,045} \cdot \text{Аж}^{0,129}, \quad (3)$$

де $q_{\text{г}}$ – фітомаса гілок, кг; d – діаметр дерева, см; h – висота дерева, м; Аж – ажурність полезахисної лісової смуги, %;

фітомаса листя:

$$q_{\text{л}} = 2,3 \cdot 10^{-2} \cdot d^{3,735} \cdot h^{-1,903} \cdot \text{Аж}^{0,364}, \quad (4)$$

де $q_{\text{л}}$ – фітомаса листя, кг; d – діаметр дерева, см; h – висота дерева, м; Аж – ажурність полезахисної лісової смуги, %.

Для переходу від показників об'єму до значень обсягів фітомаси використано середню базисну щільність – 677 та 579 кг·м⁻³ для деревини та кори відповідно. Для конверсії маси до обсягів абсолютно сухої фітомаси використано значення абсолютно сухої речовини для фракцій гілок – 59 %, для листя – 44 % (Khodash 2010).

Конверсійні коефіцієнти для фракцій фітомаси коріння розраховували залежно від середньої висоти й діаметра насадження за рівнянням (5):

$$K_f = a D^b H^c, \quad (5)$$

де K_f – фракційний коефіцієнт конверсії (т С м⁻³); D – середній діаметр деревостану, см; H – середня висота, м; a , b і c – параметри, специфічні для кожної деревної породи (для коріння $a = 0,289$; $b = -1,273$; $c = 0,965$) (Stetsenko & Safonov 2010).

Для визначення обсягів вуглецю за окремими компонентами фітомаси використано перевідні коефіцієнти: для деревини та кори – 0,50, для гілок і листя – 0,45 (Matthews 1993). Фітомасу кореневих систем визначили з використанням конверсійних коефіцієнтів (Stetsenko & Safonov 2010). Щорічне середнє поглинання вуглецю знаходили шляхом ділення загальної маси депонованого вуглецю на вік полезахисних лісових смуг. Показники маси кисню, який виділяється під час утворення однієї тонни абсолютно сухої речовини, є довідковою інформацією та становлять для дуба звичайного 1,430 т. Щорічне середнє виділення кисню знаходили шляхом ділення загальної маси кисню, що виділяється в атмосферу під час накопичення фітомаси, на вік полезахисних лісових смуг.

На дослідних ділянках також проведено облік мортмаси насадження за фракціями (Lutes et al. 2006). Зокрема, було відзначено наявність сухостійних дерев, деревної ламані та покриття сухими гілками. Деревну ламань оцінювали за величиною фракцій: дрібна (діаметром до 7,4 см) та груба (діаметром понад 7,4 см). Грубу деревну ламань під час обліку класифікували за ступенями деструкції, враховуючи зміни базисної щільності під дією деструктивних процесів у деревині (Pasternak & Yarotskyi 2010). У центральній частині смуги та на узлісних ділянках проводили облік лісової підстилки та розраховували її загальний запас із подальшим визначенням шарів мінералізації (Chornobay 2000). Оцінювання рослинної органічної речовини в лісовій підстилці як компонента мортмаси викликає різні дискусійні питання, пов'язані з тим, що підстилку розглядають як потенційну складову ґрунту. Проте, враховуючи специфіку та складність структури лісової підстилки, для оцінювання її мортмаси рекомендовано досліджувати лише ту частину, походження якої можна ідентифікувати. Мортмаса підстилки включає опад листя (хвої), дрібних гілок ($d \leq 1$ см) та/або їхні фрагменти, кору, плоди, насіння та інші дрібні компоненти (Bilous 2014).

Результати та обговорення. Запаси фітомаси деревостану в полезахисних насадженнях залежали від загальної продуктивності деревостану та визначалися запасом насадження ($r = 0,91$, $p = 0,05$) (табл. 2). Встановлено обернений помірний кореляційний зв'язок між шириною ПЛС за проекціями крон крайніх рядів та загальною фітомасою лісових смуг ($r = -0,45$, $p = 0,05$). Також встановлено, що інтенсивне розростання крон у крайніх рядах смуги призвело до меншого накопичення фітомаси на одиницю площі. А у випадку збільшення густоти деревостану в полезахисних лісових смугах, навпаки, спостерігалось нарощування загальної фітомаси за компонентами ($r = 0.69$, $p = 0,05$).

За результатами досліджень В. В. Мороз під час вивчення надземної фітомаси полезахисних насаджень дуба звичайного в умовах Правобережного Лісостепу України встановлено, що на 1 га площі за однакового запасу полезахисні лісові насадження накопичують значно більшу надземну фітомасу, ніж дубові масивні насадження (Moroz 2013a, b, c), що пов'язане з кращим розвитком крон у дерев ПЛС. Вказано, що фітомаса полезахисних смуг розподіляється таким чином: деревина – 63 %, гілки – 27 %, кора – 8 %, листя – 2 %. У масивних насадженнях співвідношення таке: деревина – 73 %, гілки – 15 %, кора – 8 %, листя – 2 %.

кора – 11 %, листя – 1 %. За результатами власних досліджень фітомаса у смугових насадженнях розподілялася таким чином: деревина – 59,3 %, гілки – 26,6 %, кора – 9,9 %, листя – 4,3 %. Відмінності у розподілі надземної фітомаси були спричинені особливостями конструкцій ПЛС. Так, для ПЛС ажурних конструкцій розподіл за компонентами фітомаси деревини, гілок, кори та листя мав вигляд: 58,2; 27,5; 9,7 та 4,6 %. Для лісових смуг щільної конструкції: 60,6; 26,8; 10,8 та 4,1 %. Для ПЛС продувної конструкції: 60,2; 25,6; 9,6 і 3,7 %. Розподіл компонентів фітомаси полезахисних лісових смуг достовірно відрізнявся від розподілу у масивних насадженнях ($\chi^2_{\text{факт}} = 22,54$; $\chi^2_{0,05} = 7,81$; $p = 0,012$).

Таблиця 2

Фітомаса деревостану дубових полезахисних насаджень, т·га⁻¹

№ ПЛС	Запас, м ³ ·га ⁻¹	Основний ярус за фракціями					Підріст та підлісок			Надґрунтовий покрив			Загальна
		Стовбур	Листя	Гілки	Кора	Корені	Загалом	Узлісна частина	Центр смуги	Загалом	Центр смуги	Узлісна частина	
«Елітне»													
1	216,7	146,7	15,6	72,4	25,1	40,2	10,8	6,4	4,4	2,2	0,2	2,0	313,0
4	224	117,4	7,6	32,5	20,9	42,0	8,0	4,1	3,9	2,3	–	2,3	230,7
7	425,1	287,8	20,6	129,8	48,7	76,0	9,6	4,3	5,3	3,3	–	3,3	575,8
9	254	132,9	5,5	32,3	23,7	46,3	15,1	10,2	4,9	6,2	0,5	5,7	262,0
10	315,6	164,5	8,8	42,1	29,7	58,3	12,0	9,1	2,9	4,4	0,2	4,2	319,8
11	258,6	175,1	17,0	111,0	29,9	44,7	7,0	0,1	6,8	1,9	–	1,9	386,6
15	440,2	298,0	26,8	154,3	48,7	72,3	6,4	2,8	3,7	1,3	0,1	1,2	607,8
23	395	267,4	23,8	130,9	44,3	66,7	1,5	1,5	-	2,5	–	2,5	537,1
38	231,3	156,6	13,7	60,7	27,4	43,4	4,3	2,1	2,3	3,5	0,1	3,4	309,6
Разом «Елітне»	2760,5	1746,4	139,4	766,0	298,4	489,9	74,7	40,6	34,2	27,6	1,1	26,5	3542,4
«Дослідне поле ХНАУ»													
31	256,9	130,1	14,8	65,2	23,4	32,7	23,1	22,8	0,3	2,1	0,2	1,9	291,4
32	324,5	168,9	12,5	89,9	27,6	40,1	19,4	19,1	0,3	2,6	–	2,6	361,0
47	279,3	148,7	2,8	47,5	23,7	57,0	11,9	7,2	4,7	1,3	–	1,3	292,9
61	299,7	202,9	11,9	100,2	31,9	48,7	8,1	5,5	2,6	1,9	0,3	1,6	405,6
63	342,5	182,7	15,2	95,7	29,1	60,7	4,8	2,5	2,2	4,9	0,8	4,1	393,1
63-2	209,7	113,6	4,2	31,8	18,4	37,2	6,4	4,6	1,8	2,2	0,5	1,7	213,8
64	317,9	215,2	19,9	131,6	34,3	56,2	9,3	4,8	4,5	1,1	–	1,0	467,6
65	295	199,7	10,8	84,4	31,9	51,5	9,0	6,2	2,7	4,1	2,6	1,6	391,4
66	249,5	168,9	12,7	77,3	27,3	44,3	14,6	8,7	5,9	1,4	0,5	0,9	346,5
66-2	311,6	210,9	13,8	109,8	33,2	52,7	14,8	10	4,9	1,7	1,0	0,7	436,9
68	219	148,2	3,0	35,6	25,4	42,6	4,8	2,7	2,0	2,3	0,9	1,5	261,9
Разом «Дослід- не поле ХНАУ»	3105,6	1889,8	121,6	869,0	306,2	523,7	126,2	94,1	31,9	25,6	6,8	18,9	3862,1
Продувні	301,3 ± 9,03	190,8 ± 4,77	12,0 ± 0,60	83,1 ± 2,49	31,1 ± 1,55	52,3 ± 2,09	6,9 ± 0,35	4,2 ± 0,21	2,7 ± 0,14	2,8 ± 0,14	0,8 ± 0,04	2,0 ± 0,1	379,0 ± 15,166
Ажурні	280,7 ± 11,23	173,1 ± 6,92	13,7 ± 0,69	81,8 ± 4,09	28,7 ± 1,44	47,5 ± 2,37	11,8 ± 0,35	8,7 ± 0,43	3,1 ± 0,156	2,1 ± 0,04	0,2 ± 0,01	1,9 ± 0,09	358,7 ± 14,4
Щільні	302,7 ± 7,56	190,4 ± 5,71	12,2 ± 0,61	79,6 ± 2,39	32,1 ± 0,96	53,3 ± 1,59	8,7 ± 0,44	4,9 ± 0,15	3,8 ± 0,19	2,9 ± 0,087	0,3 ± 0,09	2,6 ± 0,078	379,2 ± 15,17

Фітомаса надґрунтового покриву в захисному насадженні зменшувалася від узлісної частини до центру смуги, а її обсяги були більшими в смугах продувної та ажурної конструкції. Пояснюється це посиленням освітленості під наметом ПЛС. Таким чином, запаси фітомаси надґрунтового покриву залежали від параметрів лісових смуг, які прямо чи

опосередковано впливали на збільшення освітленості під наметом, а саме від густоти ($r = -0,48$), запасу ($r = -0,38$), ажурності ($r = 0,4$) та санітарного стану ($r = 0,51$). Погіршення стану дерев у ПЛС супроводжувалося дефоліацією крон, а отже, і збільшенням надходження фотосинтетично активної радіації (ФАР) під намет лінійного насадження (Molchanovska 2013). Під час дисперсійного аналізу виявлено, що ПЛС із різним типом конструкції достовірно відрізнялися за обсягами фітомаси надґрунтового покриву в них ($F = 8,7$; $p = 0,05$; $F_{crit} = 3,74$). Значно менші запаси надґрунтового покриву відзначено в ПЛС щільної конструкції, більші – в ПЛС продувної та ажурно-продувної конструкції. Встановлено, що в узлісній частині лісових смуг накопичується достовірно більший запас фітомаси надґрунтового покриву ($F = 96,5$; $p = 0,01$; $F_{crit} = 4,14$) унаслідок збільшення інтенсивності бічного освітлення.

Фітомаса підросту та підліску сягала $23,1 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$ (від $1,5$ до $23,1 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$ залежно від ажурності ПЛС), залежала від конструкції лісової смуги ($r = -0,53$) та ширини узлісної частини ($r = 0,64$). Середня фітомаса підросту та підліску в ПЛС продувної конструкції становила $6,9 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$, ажурної – $11,8 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$, щільної – $8,7 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$.

Іншим важливим компонентом у зв'язуванні вуглецю та складовою лісового середовища є мортмаса насадження (табл. 3). За загальними показниками в системі ПЛС ДГ «Елітне» накопичуються значно більші запаси мортмаси, що пояснюється віддаленістю насаджень від густонаселених територій та значно нижчим рекреаційним навантаженням (Vysotska et al. 2018). Середньозважені загальні запаси мортмаси у ПЛС ДГ «Елітне» становили $60,1 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$, у системі ПЛС «Дослідне поле ХНАУ» обсяги фітомаси були на 75% меншими ($15,0 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$).

Таблиця 3

Мортмаса дубових полезахисних смуг за фракціями, $\text{т} \cdot \text{га}^{-1}$

№ ПЛС	Груба деревна ламань			Дрібна деревна ламань			Мортмаса підстилки			Загальна
	Загальний показник	Смуга	Узлісна частина	Загальний показник	Смуга	Узлісна частина	Загальний показник	Смуга	Узлісна частина	
«Елітне»										
1	7,6	5,5	2,1	50,4	27,4	23,0	4,7	2,9	1,8	62,7
4	8,8	2,9	5,9	51,9	19,6	32,3	4,4	3,1	1,2	65,1
7	8,9	8,5	0,4	79,0	39,7	39,3	3,6	2,4	1,2	91,5
9	5,1	2,9	2,2	58,5	27,2	31,3	4,3	2,7	1,6	67,9
10	2,9	2,6	0,3	42,8	13,5	29,3	3,1	1,8	1,3	48,8
15	3,6	0,7	2,9	53,6	25,1	28,5	2,5	2,2	0,4	59,7
23	1,8	1,8	–	25,9	13,9	12,0	2,9	2,4	0,5	30,6
38	0,8	0,3	0,5	53,7	22,9	30,8	4,2	2,6	1,5	58,7
«Дослідне поле ХНАУ»										
47	0,4	0,2	0,2	17,7	5,3	12,4	1,9	0,4	1,5	20
60	2,1	0,2	1,9	18,6	4,8	13,8	2,3	1,1	1,2	23
61	0,3	0,3	–	19,6	8,5	11,1	1,6	1,0	0,6	21,5
64	0,6	0,6	–	6,8	3,9	3,0	3,0	1,4	1,6	10,4
65	–	–	–	4,7	2,1	2,6	1,1	0,7	0,4	5,8
68	–	–	–	11,3	3,5	7,7	1,6	0,7	0,9	12,9
63-1	–	–	–	7,9	2,8	5,1	1,2	1,0	0,2	9,1
63-2	2,0	2,0	–	13,7	1,8	11,8	1,1	0,2	0,9	16,8
66-1	–	–	–	8,1	4,3	3,8	1,1	0,6	0,5	9,2
66-2	–	–	–	5,0	1,9	3,1	1,2	0,7	0,6	6,2
31	2,2	1,8	0,4	25,3	12,2	13,1	2,0	1,4	0,6	29,5
32	1,5	1,3	0,2	28,6	9,9	18,7	2,1	1,6	0,5	32,2

У системі лісових смуг ДГ «Елітне» грубої деревної ламані накопичилося у 5,5 разу більше, дрібної – у 3,7 разу та сформованої лісової підстилки – у 2,2 разу більше, якщо порівняти із системою ПЛС ХНАУ (рис. 1).

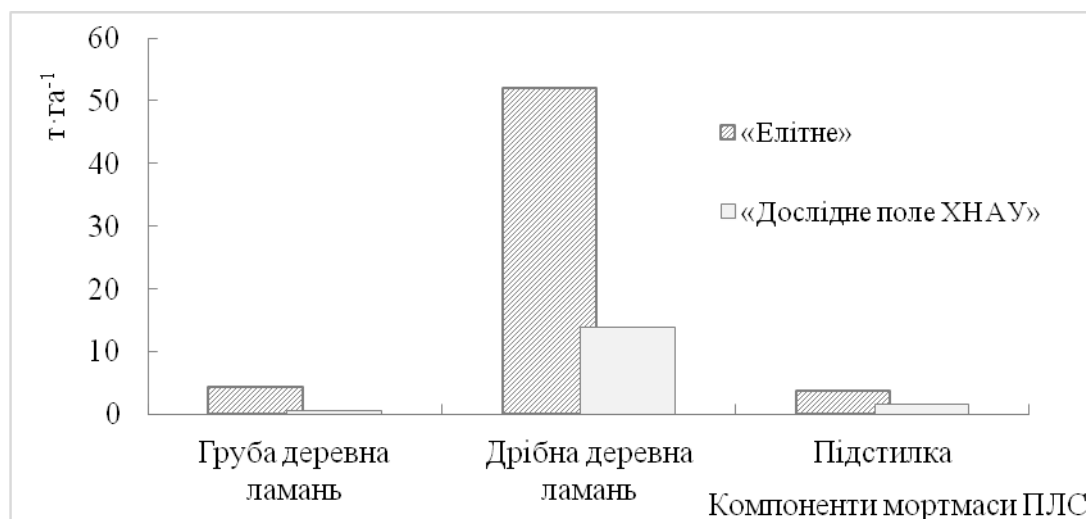


Рис. 1 – Розподіл мортмаси за компонентами у насадженнях лісових смуг дослідних господарств

Розподіл деревної ламані з огляду на фракції за величиною також різнився. У системі ПЛС господарства «Дослідне поле ХНАУ» переважала дрібна деревна ламань, її частка становила 58 %, тоді як у системі лісових смуг господарства «Елітне» превальовали грубі фракції мортмаси (діаметром понад 8 см) – 62 %.

Виявлено, що в узлісній частині полезахисних лісових смуг накопичується на 17 % менше мортмаси. Саме цю частку складає дрібна деревна ламань (різниця достовірна, $F = 18,5$; $p = 0,01$; $F_{crit} = 4,15$). Під час дисперсійного аналізу виявлено, що накопичення мортмаси дрібного детриту достовірно залежить від типу конструкції (ажурності вертикального профілю). Так, найбільше мортмаси виявлено в лісових смугах щільної конструкції (за середніми показниками) – $43,4 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$, менше – під ПЛС ажурної конструкції, $19,0 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$, найменше – під смугами з продувною конструкцією, $5,8 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$ ($F = 5,72$; $p = 0,01$; $F_{crit} = 3,74$).

Захарашеність у системі лінійних насаджень господарства «Елітне» була більшою, ніж у системі «Дослідного поля ХНАУ». Мортмаса грубого деревного детриту в середньому становила $4,5 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$ і в 5,5 разу перевищувала показники господарства «ХНАУ». Від типу конструкції та частини полезахисних смуг («центр» або «узлісна частина») залежали також запаси грубої мортмаси. У центрі насаджень накопичувалися більші запаси грубої деревної ламані ($F_f = 6,9$; $p = 0,05$; $F_{st} = 4,14$).

Встановлено, що запаси загальної деревної ламані збільшувалися з погіршенням стану насадження ($r = 0,66$), а загальна мортмаса ламані мала відносно менші показники зі збільшенням середнього діаметра насадження ($r = -0,64$) та захисної висоти ПЛС ($r = -0,79$), а також частки дуба в насадженні ($r = -0,59$) (рис. 2).

Виявлено збільшення абсолютних значень мортмаси зі збільшенням густоти насадження ($r = 0,37$), що пояснюється інтенсивнішим природним зріджуванням. Схожі тенденції має груба деревна ламань. Для цієї фракції виявлено також помірний кореляційний зв'язок між збільшенням мортмаси та фітомаси великого підросту та підліску ($r = 0,5$).

Лісова підстилка, яка є особливим компонентом лісових ценозів (Sukachov 1972), формується під наметом лісу з опадів органічних решток надземних ярусів деревостану та є складовою частиною мортмаси (Lakyda 2002, Svyrydenko et al. 2005). Встановлено, що запаси підстилки збільшуються одночасно зі збільшенням обсягів інших компонентів мортмаси (грубої та дрібної ламані). Виявлено обернений кореляційний зв'язок запасів підстилки із середнім діаметром ПЛС ($r = -0,68$) та захисною висотою ПЛС ($r = -0,75$).



Рис. 2 – Часткова загибель дерев дуба звичайного (*Quercus robur* L.) у лісовій смузі № 7 дослідного господарства «Елітне»

Загальні запаси зв'язаного захисними насадженнями вуглецю розраховано, виходячи із запасів фітомаси (табл. 4) та мортмаси ПЛС (табл. 5). Встановлено, що загальний запас вуглецю, що міститься у фітомасі смугового насадження, коливається від 53,4 до 294,0 т·га⁻¹ і залежить від стану та продуктивності відповідної ПЛС.

Таблиця 4

Депонований вуглець у насадженнях лісових смуг за компонентами наземної біомаси, т·га⁻¹

№ ПЛС	Запас, м ³ ·га ⁻¹	Депонований вуглець								Загальний С·т·га ⁻¹
		у надземній фітомасі				у підрослі та підліску			підземною фітомасою насадження, С·т·га ⁻¹	
		Стовбур	Листя	Кора	Гілки	Загалом	Узлісся	Центр		
«Елітне»										
1	216,7	73,4	7,0	12,6	32,6	5,4	3,2	2,2	20,1	151,0
4	224,0	58,7	3,4	10,5	14,6	4,0	2,1	2,0	21,0	112,2
7	425,1	143,9	9,3	24,4	58,4	4,8	2,1	2,7	38,0	278,8
9	254,0	66,5	2,5	11,8	14,6	7,6	5,1	2,5	23,2	126,1
10	315,6	82,2	4,0	14,9	18,9	6,0	4,6	1,5	29,2	155,2
11	258,6	76,8	6,7	13,1	43,8	3,5	0,1	3,4	22,3	166,2
15	440,2	149,0	12,0	24,4	69,5	3,2	1,4	1,8	36,1	294,2
23	395,0	133,7	10,7	22,2	58,9	0,7	0,7	—	33,3	259,6
38	231,3	78,3	6,2	13,7	27,3	2,2	1,0	1,1	21,7	149,3
«Дослідне поле ХНАУ»										
31	256,9	65,1	6,7	11,7	29,3	11,5	11,4	0,1	16,3	140,6
32	324,5	84,5	5,6	13,8	40,4	9,7	9,6	0,1	20,0	174,1
47	279,3	74,3	1,2	11,8	21,4	6,0	3,6	2,4	28,5	143,2
61	299,7	101,4	5,3	15,9	45,1	4,1	2,8	1,3	24,4	196,2
63-1	342,5	91,3	6,9	14,6	43,1	2,4	1,3	1,1	30,4	188,6
63-2	209,7	56,8	1,9	9,2	14,3	3,2	2,3	0,9	18,6	104,0
64	317,9	107,6	9,0	17,1	59,2	4,7	2,4	2,2	28,1	225,6
65	295,0	99,9	4,8	16,0	38,0	4,5	3,1	1,4	25,7	188,9
66	249,5	84,5	5,7	13,7	34,8	7,3	4,4	3,0	22,2	168,1
66-2	311,6	105,5	6,2	16,6	49,4	7,4	5,0	2,4	26,4	211,5
68	219,0	21,2	0,4	3,6	4,6	2,4	1,4	1,0	21,3	53,4

Відомо (Kalinin 1994), що один гектар лісової смуги за рік поглинає близько 4 т вуглекислого газу (CO₂). Багато в чому кількість зв'язаного вуглекислого газу залежить від виду дерева, географічних і кліматичних умов, у яких воно росте. Результати проведених

досліджень свідчать, що полежахисні смуги щорічно поглинають вуглецю в середньому 2,5 т·га⁻¹ на рік. На відміну від М. І. Калініна, ми визначали ширину смуги за проекцією крони. Такий критерій дещо занижував реальну продуктивність лісової смуги, хоча в той же час такі дані є більш значущими для подальшого комбінованого використання наземної зйомки та застосування методів дистанційного зондування землі.

Таблиця 5

Загальні показники депонованого вуглецю в насадженнях лісових смуг за компонентами наземної фітомаси та надземної мортмаси, т·га⁻¹

№ ПЛС	Депонований вуглець						Загалом
	у фітомасі			у мортмасі			
	деревостану	підліску	надґрунтового покриву	грубої деревної ламані	дрібної деревної ламані	підстилки	
«Елітне»							
1	145,7	5,4	1,1	3,4	22,7	1,8	180,1
4	108,2	4,0	1,2	4,0	23,4	1,7	142,4
7	274,0	4,8	1,6	4,0	35,6	1,4	321,3
9	118,6	7,6	3,1	2,3	26,3	1,6	159,6
10	149,2	6,0	2,2	1,3	19,3	1,2	179,1
11	162,7	3,5	1,0	1,8	25,3	1,7	196,0
15	291,0	3,2	0,7	1,6	24,1	1,0	321,6
23	258,8	0,7	1,3	0,8	11,7	1,1	274,4
38	147,2	2,2	1,8	0,4	24,2	1,6	177,3
«Дослідне поле» ХНАУ							
31	129,1	11,5	1,1	0,8	11,4	0,8	154,7
32	164,3	9,7	1,3	0,6	12,9	0,8	189,6
47	137,2	6,0	0,6	0,1	8,0	0,7	152,6
61	192,1	4,1	0,9	0,1	8,8	0,6	206,6
63-1	186,3	2,4	2,4	–	3,6	0,5	195,1
63-2	100,8	3,2	1,1	0,9	6,2	0,4	112,6
64	221,0	4,7	0,5	0,3	3,1	1,1	230,7
65	184,4	4,5	2,1	–	2,1	0,4	193,5
66	160,9	7,3	0,7	–	3,6	0,4	173,0
66-2	204,1	7,4	0,8	–	2,3	0,5	215,0
68	51,1	2,4	1,2	–	5,1	0,6	60,4
Узагальнені результати за типами конструкцій							
Ажурні	167,7	5,9	1,0	1,0	12,3	1,1	189,0
Щільні	167,4	4,4	1,5	1,5	18,8	1,1	194,7
Продувні	185,4	3,5	2,3	–	2,9	0,5	194,3

З урахуванням фітомаси живого надґрунтового покриву та підросту з підліском визначено обсяги щорічного поглинання СО₂, які становлять: 0,8–4,3 т·С·га⁻¹ на рік (рис. 3).

Аналіз середніх обсягів депонування вуглецю у системах ПЛС виявив, що полежахисні лісові смуги ДГ «Елітне» зв'язують у надземній та підземній фітомасі на 11,1 % більше вуглецю, якщо порівняти із захисними насадженнями господарства «Дослідне поле ХНАУ». У мортмасі ПЛС господарства «Елітне» було зв'язано на 74 % більше вуглецю, ніж у лісових смугах «Дослідного поля ХНАУ» (див. рис. 3).

Найбільшу частку депонованого вуглецю зосереджено у фітомасі стовбура – 47 %, у гілках – 19 %, у корінні – 14 %, у корі – 8 % та в листі – 3,1 % (рис. 4). Таким чином, 91,1 % вуглецю депоновано у фітомасі деревостану. У підліску та підрості – 2,7 %, у живому надґрунтовому покриві – 1,4 %. У мортмасі депонується 4,6 % вуглецю, з яких у деревній ламані – 4,4 % та лісовій підстилці – 0,2 %.

За даними У. М. Альошкіної зі співавт. (2011), у лісових екосистемах заказника «Лісники» (м. Київ) частка вуглецю, яка зосереджена в деревному ярусі, становить 62–73 %, у підрості та чагарниках – 0,3–5 %, у трав'яному ярусі – 0,01–0,1 %, підстилці – 3–10 %.

Отже, такі дані доводять, що структура депонованого вуглецю в полезахисних лісових смугах значно відрізняється від масивних насаджень.

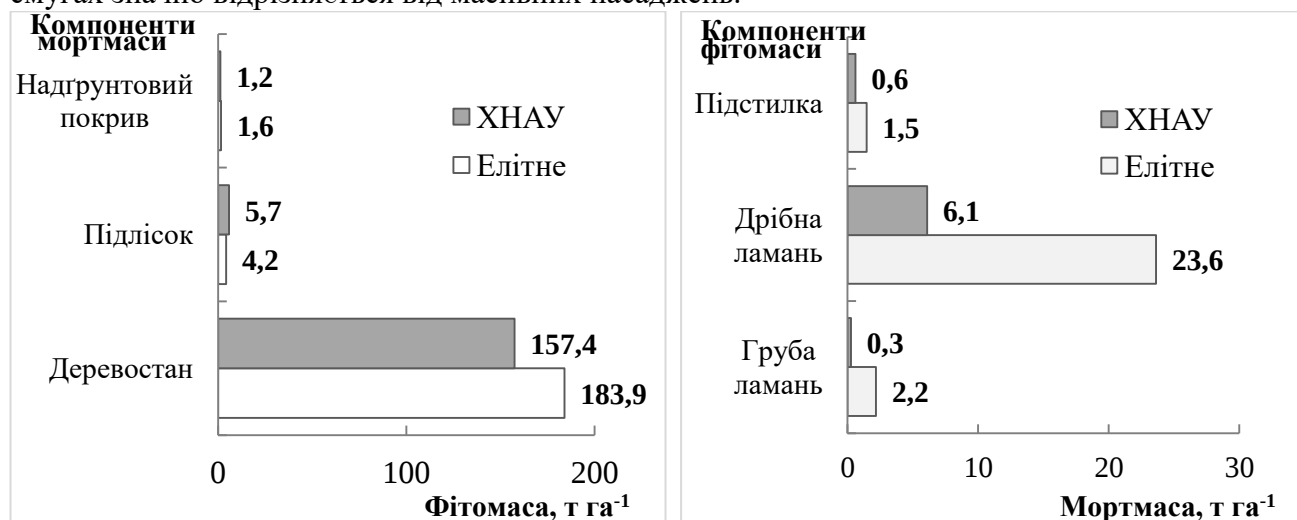


Рис. 3 – Депонований вуглець у компонентах фітомаси та мортмаси систем полезахисних лісових смуг «Елітне» та «Дослідне поле ХНАУ»

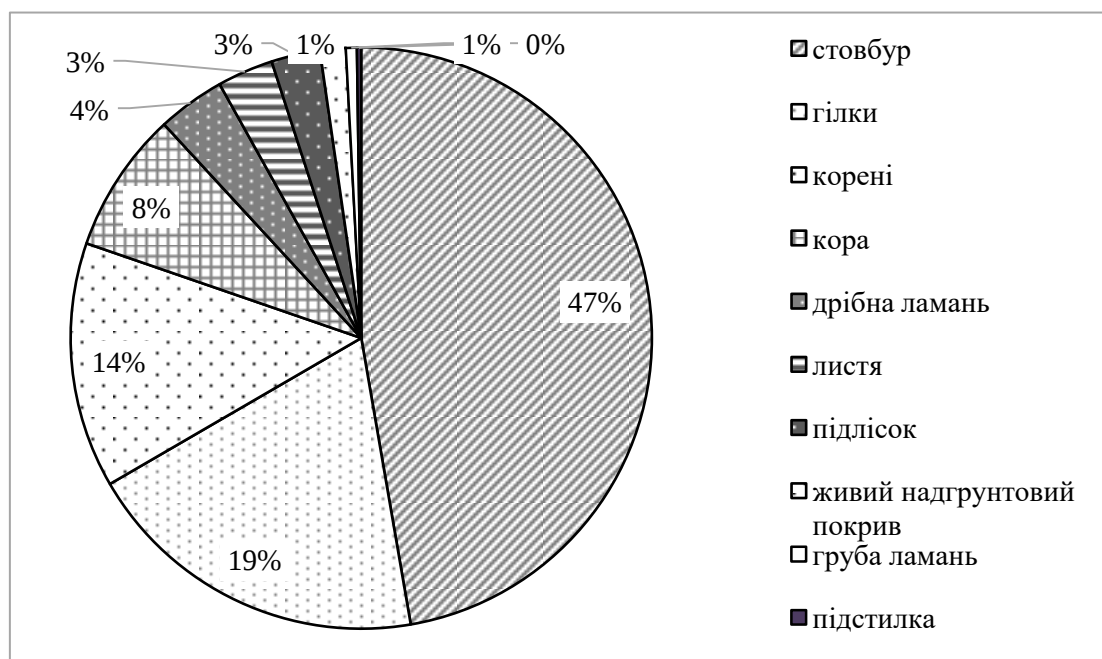


Рис. 4 – Структура депонованого вуглецю в різних компонентах біомаси та мортмаси полезахисних лісових смуг

Киснепродукувальну здатність ПЛС розраховували за обсягами фітомаси основного ярусу та підросту з підліском. Виділення кисню впродовж одного року полезахисними лісовими смугами, що займають площу 1 га, коливається від 4,4 до 12,6 т·га⁻¹ та залежить від продуктивності захисних насаджень і щільності фітомаси. Середня киснепродукувальна здатність ПЛС господарства «Елітне» становить 8,1 т·га⁻¹·рік⁻¹, а насаджень лісових смуг «Дослідного поля ХНАУ» – 7,2 т·га⁻¹·рік⁻¹ (що є на 12,5 % меншим). Зважаючи на граничний вік насаджень, у подальшому очікується послаблення киснепродукувальної здатності смуг, що пов'язане з погіршенням санітарного стану та розладнанням структури полезахисного лінійного насадження.

Висновки. Фітомаса деревостану залежить від продуктивності насадження та конструктивних особливостей лісових смуг. Зі збільшенням ажурності вертикального профілю полезахисного насадження відповідно збільшується частка фітомаси гілок та листя.

Біомаса надґрунтового покриву в захисному насадженні зменшувалася від узлісної частини до центра смуги, її обсяги були більшими в ПЛС продувної та ажурної конструкцій. Фітомаса підросту та підліску сягала $23,1 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$ та залежала від конструкції смуги та ширини узлісної частини.

Запаси компонентів наземної мортмаси (підстилки, деревної ламані, надґрунтового покриву) становили від 2,5 до $41,0 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$. Акумуляція мортмаси дрібної деревної ламані була найбільшою в ПЛС щільної конструкції, а найменшою – в ПЛС продувної конструкції. Запаси підстилки підвищувалися одночасно зі збільшенням обсягів дрібної деревної ламані та мали високий показник у смугових насадженнях за більшої густоти.

Киснепродукувальна здатність позахисних лісових смуг третього періоду розвитку впродовж одного року може сягати $12,6 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$, а депонування вуглекислого газу може бути доволі значним внеском у зменшення його обсягів в атмосфері планети. Аналіз отриманих результатів показав, що в позахисних насадженнях північно-східної частини Лівобережного Лісостепу України лісові смуги поглинають вуглекислого газу $0,8\text{--}4,3 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$ на рік. Найбільша частка вуглецю депонується в деревостані ПЛС – до 91 % (у фітомасі стовбурів, кори, гілля, листя та коріння) – та становить від $51,1$ до $291,0 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$ залежно від стану та продуктивності захисного насадження. Враховуючи граничний вік насаджень, доцільно рекомендувати проведення заходів із реконструкції лісосмуг.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

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

Aloshkina, U. M., Zhovtenko, A. A., Vyshenska, I. H. 2011. Akumulyatsiya vuhletsyu lisovymy ekosystemamy (na prykladi modelnykh dilyanok u zakaznyku "Lisnyky", m. Kyiv) [Accumulation of carbon by forest ecosystems (the case study of model sites in the Lisnyky reserve, Kyiv)]. NaUKMA Research Papers. Biology and Ecology, 119: 52–56 (in Ukrainian).

Arid Zone Forestry: A Guide for Field Technicians. 1989. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). Delle Terme di Caracalla, 00100 Rome, Italy, 143 p.

Avramchuk, O. O. and Bilous, A. M. 2015. Otsiniuvannya mormasy pidstylky sosnovykh lisiv Kyivskoho Polissia [The estimation of litter mortmass of pine forests in Kiev Polissya]. Naukovyy visnyk NLTU Ukrayiny [Scientific Bulletin of UNFU], 25.3: 50–55 (in Ukrainian).

Bilous, A. 2014. Metodyka doslidzhennya mormasy lisiv [Methodology of forest mortmass research]. Biological Resources and Nature Management, 6(3–4): 134–140 (in Ukrainian).

Borodavka, V. A. 1991. Formirovaniye struktury polezashchitnykh lesnykh polos s preobladaniem duba chereschatogo na obyknovennykh chernozemakh yugo-vostochnoi stepi Ukrainy [Formation of the structure of shelter belts with a predominance of English oak in the ordinary chernozemah south-eastern steppes of Ukraine]. Avtoref. dis. na soiskanie uchenoy stepeni kand. s.-kh. nauk [Extended abstract of PhD dissertation]. Kharkiv, 22 p. (in Ukrainian).

Buksha, I. F., Raspopina, S. P., Pasternak, V. P. 2012. Zapasy orhanichnoho vuhletsyu u gruntakh ta pidstyltsi na dilyankakh monitorynhu lisiv [Carbon stock in soil and litter in forest monitoring plots]. Lisivnytstvo i ahrolisomeliorsiya [Forestry and Forest Melioration], 120: 106–112 (in Ukrainian).

Chornobay, Yu. M. 2000. Transformatsiya roslynnoho detrytu v pryrodnykh ekosystemakh [Transformation of plant detritus in nature ecosystems]. Lviv, Vydavnytstvo DPM NAN Ukrainy, 352 p. (in Ukrainian).

Climate change 2001: The Scientific basis. 2001. IPCC: Contribution of working group I to the third assessment report of the Intergovernmental panel on Climate Change. [Houghton, J. T., Ding, Y., Griggs, D. J., Noguer, M., van der Linden, P. J., Dai, X., Maskell, K., and Johnson, C. A. (Eds.)]. NY, USA, Cambridge, United Kingdom and New York, Cambridge University Press, 881 p.

Furdychko, O. I. and Stadnyk, A. P. 2008. Lisovi melioratsiyi yak osnovnyy faktor stabilizatsiyi stepovykh ekosystem [Forest reclamation as a main factor for the stabilization of steppe ecosystems]. Ekolohiya i noosferolohiya, 19(3–4): 13–24 (in Ukrainian).

Gladun, G. B. 1987. Struktura i lesovodstvenno-meliorativnaya ocnka berezovykh polezashitnykh polos v Levoberezhnoy Lesostepi Ukrainskoy SSR [Structure and forestry reclamation assessment of birch shelterbelts in the Left-Bank Forest-Steppe of USSR]. Avtoref. dis. na soiskanie uchenoy stepeni kand. s.-kh. nauk [Extended abstract of PhD dissertation]. Kharkiv, 22 p. (in Ukrainian).

Instruktsiya po proektirovaniyu i vyrashivaniyu zashitnyh lesnyh nasazhdeniy na zemlyah selskohozyaystvennyh predpriyatiy Ukrainiskoy 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).

Kalinin, M. I. 1994. Lisovi kultury i zakhysne lisorozvedennya [Forest planting and protective afforestation]. Lviv, Svit, 295 p. (in Ukrainian).

Khodash, A. M. 2010. Nadzemna fitomasa duba zvychainoho u polezakhysnykh lisovykh smuhakh Shkhidnoho Polissia i Tsentralnoho Lisostepu [Aboveground biomass of English oak in shelterbelts within Eastern Polissya and Central Forest-Steppe regions]. Avtoref. dys. na zdobuttya nauk. stupenya kand. s.-h. nauk [Extended abstract of PhD dissertation]. Kyiv, 20 p. (in Ukrainian).

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

Lakyda, P. I., Bilous, A. M., Vasylyshyn, R. D., Matushevych, L. M., Makarchuk, Ya. I. 2012. Bioproduktyvnist ta enerhetychnyy potentsial myakolystyanykh derevostaniv Ukrayinskoho Polissia [Bioproductivity and energy potential of softwood stands in Ukrainian Polissya]. Korsun-Shevchenkivskiy, FOP Havryshenko V. M., 454 p. (in Ukrainian).

Lampartová, I., Schneider, J., Vyskot, I., Rajnoch, M., Litschmann, T. 2015. Impact of protective shelterbelt microclimate characteristics. *Ekológia (Bratislava)*, 34(2): 101–110.

Lutes, D. C.; Keane, R. E., Caratti, J. F., Key, C. H., Benson, N. C., Sutherland, S., Gangi, L. J. 2006. FIREMON: Fire effects monitoring and inventory system. Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-164-CD. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. <https://doi.org/10.2737/RMRS-GTR-164>.

Matthews, G. 1993. The Carbon Contents of Trees. Forestry Commission, Tech. Paper 4. Edinburgh, 21 p.

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

Molchanovska, S. V. 2013. Formuvannya pidrostu ta pidlisku v polezakhysnykh smuhakh riznogo porodnoho skladu [Forming of sapling and undergrowth in field protective forest shelter belts of different species composition]. *Lisivnytstvo i ahrolisomelioryatsiya [Forestry and Forest Melioration]*, 122: 110–115 (in Ukrainian).

Moroz, V. V. 2013a. Opredeleniye nadzemnykh komponentov fitomassy i nakopleniya ugleroda v polezashitnykh dubovykh lesopolosakh Ukrainy [Determination of the aboveground components of phytomass and carbon accumulation in Ukrainian oak shelterbelts]. *Lesnye kultury*, 1: 26–29 (in Russian).

Moroz, V. V. 2013b. Modelirovaniye komponentov fitomassy i opredeleniye nakopleniya ugleroda v polezashitnykh lesnykh nasazhdeniyakh Ukrainy [Modeling of phytomass components and determination of carbon accumulation in Ukrainian shelterbelts]. *Agrarian Bulletin of the Urals*, 10: 50–53 (in Russian).

Moroz, V. V. 2013c. Ekologichna rol polezakhysnykh dubovykh smuh ta yikh vplyv na balans vuhletsu v atmosferi [The ecological role of field-protective oak strips and their effect on carbon balance in the atmosphere]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannya*, 1: 48–50 (in Ukrainian).

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

Pasternak, V. P. and Yarotskyi, V. Yu. 2010. Zapasy ta dynamika vidmerloyi derevyny v lisakh pivnichnoho skhodu Ukrainy [Stocks and dynamics of dead wood in the forests of the north-east of Ukraine]. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannya Ukrainy [Scientific Herald of NULES of Ukraine]*, 152(2): 93–100 (in Ukrainian).

Pavlovskiy, Ye. S., Kargan, A. V., Tarasyuk, V. N. 1983. Instruktivnye ukazaniya po agrolesomelioryativnomu ustroystvu zashitnyh lesonasazhdeniy na zemlyah selskohozyaystvennyh predpriyatiy [Guidelines for agroforestry arrangement of protective afforestation on the lands of agricultural enterprises]. Moscow, Kolos, 55 p. (in Russian).

Piwowar, J. M., Amichev, B. Y., Van Rees, K. C. J. 2017. The Saskatchewan shelterbelt inventory. *Can. J. Soil Sci.*, 97(3): 433–438. <https://doi.org/10.1139/cjss-2016-0098>

Rudenko, O. M. 2017. Pohlynannya vuhletsu ta produkuvannya kysnyu sosnoyu zvychainoyu v umovakh Mizhrichynskoho rehionalnoho landshaftnoho parku [The absorption of carbon and production of oxygen by a pine in Mizhrichynskyy Regional Landscape Park]. *Ahroekologichnyy zhurnal [Agroecological journal]*, 2: 216–219 (in Ukrainian).

Shvydenko, A., Lakyda, P., Schepaschenko, D., Vasylyshyn, R., Marchuk Yu. 2014. Vuhlets, klimat ta zemleupravlinnya v Ukrayini: lisovyy sektor [Carbon, climate, and land-use in Ukraine: Forest sector]. Korsun-Shevchenkivskiy, FOP Havryshenko V. M., 283 p. (in Ukrainian).

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

Stetsenko, A. V. and Safonov, G. V. 2010. Investitsii v lesa Rossii: Metodologicheskie osnovy [Investing in Russian forests: Methodological basics]. Moscow, MAKS Press, 134 p. (in Russian).

Stratehiya nyzkovuhletsevoho rozvytku Ukrainy do 2050 roku [Ukraine 2050 low emission development strategy]. 2018. [Electronic resource]. Ministerstvo ekolohii ta pryrodnykh resursiv Ukrainy. Available from: https://menr.gov.ua/files/docs/Proekt/LEDS_ua_last.pdf (last accessed date 07.05.2019) (in Ukrainian).

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

Svyrydenko, V. Ye., Babich, O. G., Kyrychok, L. S. 2005. Forestry. Kyiv Aristey, 544 p. (in Ukrainian).

Sydorenko, S. V. and Hladun, H. B. 2018. Ahroekolohichne ta klimatorehulyuyuche znachennya polezakhysnykh lisovykh smuh [Agro-ecological and climate-regulating value of shelterbelts]. Zbirnyk tez mizhnarodno naukovo-praktychnoi konferentsiia za uchastiu FAO "Klimatychni zminy ta silske hospodarstvo. Vyklyky dlia ahrarnoi osvity ta nauky" [Climate Change and Agriculture: Challenges for Science and Education: Book of abstracts of International Scientific and Practical Conference with the support of the FAO]. Kyiv, p. 698–701 (in Ukrainian).

Vysotska, N. Yu., Sydorenko, S. V., Sydorenko, S. H. 2018. Vplyv rekreatsiyi na stan i strukturu polezakhysnykh lisovykh smuh [Recreational influence on the condition and structure of shelter belts]. Lisivnytstvo i ahrolisomeliatsiya [Forestry and Forest Melioration], 132: 110–115 (in Ukrainian).

Yukhnovsky, V. Yu. and Gladun, G. B. 2015. Zakonodavcho-pravove zabezpechennya implementatsiyi kontseptsiyi ahrolisomeliatsiyi v Ukrayini [Legislative framework of agroforestry concept implementation in Ukraine]. Naukovyy visnyk UDLTU: Lisove ta sadovo-parkove hospodarstvo [Scientific Bulletin of UNFU], 13: 32–37 (in Ukrainian).

Sydorenko S. V.¹, Pasternak V. P.¹, Sydorenko S. H.¹, Hladun H. B.²

PECULIARITIES OF PHYTOMASS AND MORTMASS FORMATION IN OAK SHELTERBELTS WITHIN THE FOREST-STEPPE PART OF KHARKIV REGION

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

²Kharkiv National Technical University of Agriculture named after Petro Vasilenko

The article presents results of the phytomass and mortmass component formation in oak shelterbelts depending on the design features, density and health condition of the forest belts. Simulation results and the statistical assessment of the living and dead part components of the organic mass of plants are shown. In the shelterbelts, the tree phytomass distribution depended on their design features. Proportion of the aboveground phytomass of the shelterbelts increased along with increasing of the vertical profile openness (%). The stocks of plant phytomass depended on the total productivity of the stand and were determined by the stock of the shelterbelt. Mortmass was calculated by fractions, taking into account changes in the timber basic density influenced by destructive processes in timber. The components of ground mortmass were found to vary from 2.5 to 41.0 tonnes per ha. The potential oxygen productivity and the carbon sequestration volumes for the shelterbelts of the third development period were evaluated. The analysis showed that the oak shelterbelts in the north-eastern part of the Left-Bank Forest-Steppe absorbed 0.8–4.3 tonnes of CO₂ per ha per year as the highest proportion of carbon was sequestered in the stands' phytomass.

Key words: shelterbelts, shelterbelt design, phytomass, mortmass, openness, carbon sequestration.

Сидоренко С. В.¹, Пастернак В. П.¹, Сидоренко С. Г.¹, Гладун Г. Б.²

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЗАПАСОВ ФИТОМАССЫ И МОРТМАССЫ В ДУБОВЫХ ПОЛЕЗАЩИТНЫХ ЛЕСНЫХ ПОЛОСАХ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЧАСТИ ХАРЬКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

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

²Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства им. Петра Василенко

Представлены результаты формирования компонентов фитомассы и мортмассы в дубовых полевых защитных лесных полосах в зависимости от конструктивных особенностей, густоты и санитарного состояния линейных насаждений, а также показаны результаты моделирования и статистическая оценка компонентов живой и мертвой частей органической массы растений. Установлено, что распределение фитомассы древостоя полевых защитных лесных полос зависело от конструктивных особенностей полосного насаждения. С увеличением ажурности вертикального профиля полосы увеличивается доля надземной фитомассы древостоя. Запасы фитомассы древостоя в ПЛС зависели от общей производительности древостоя и определялись запасом насаждения. Проведена оценка мортмассы по фракциям в лесных полосах с учетом изменения базисной плотности под действием деструктивных процессов в древесине. Установлено, что компоненты наземной мортмассы составляют от 2,5 до 41,0 т·га⁻¹. Оценены потенциальная кислородная производительность полосных насаждений и объемы депонирования углерода по состоянию на третий период развития насаждений. Анализ полученных результатов исследования показал, что в северо-восточной части левобережной лесостепи лесные полосы поглощают углекислого газа 0,8–4,3 т·га⁻¹ в год, поскольку наибольшая доля углерода депонировалась в фитомассе насаждений.

Ключевые слова: полевые защитные лесные полосы, конструкция полевых защитных полос, фитомасса, мортмасса, ажурность, депонирование углерода.

E-mail: svit23sydorenko@gmail.com, pasternak65@ukr.net

Одержано редколегією 14.05.2019

ЗАХИСТ ЛІСУ

UDC 630.4

<https://doi.org/10.33220/1026-3365.134.2019.117>**K. V. DAVYDENKO^{1,2}****PRELIMINARY ASSESSMENT OF PATHOGENICITY OF *FUSARIUM CIRCINATUM* ON GERMLINGS OF *PINUS SYLVESTRIS* IN UKRAINE**¹Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G. M. Vysotsky²Kharkiv Zooveterinary Academy

Fusarium circinatum is the causal agent of Pine Pitch Canker (PPC) of pines and established in the Iberian Peninsula in Europe only. However, it is hypothesized that its range could expand through the Europe in the near future. The disease is very harmful to forests and nurseries all around the world. Despite the aggressiveness of this fungus, no trials on the susceptibility of Ukrainian Scots pine provenances from *Pinus sylvestris* to *F. circinatum* have been performed. The first preliminary pathogenicity test was carried out in vitro and revealed the strong probability of high level of pine seedlings susceptibility to pitch canker.

Keywords: *Fusarium circinatum*, Pine Pitch Canker (PPC), Scots pine (*Pinus sylvestris*), damping-off.

Introduction. Conifers are native components of the tree flora in Europe, and Scots pine (*Pinus sylvestris*) usually forms the dominant vegetation cover and are thus important components of the ecosystems of Ukraine. Recently, the amount of new invasive species in Europe has significantly increased, which, in turn, brought about emerging of new destructive diseases in forest stands (Santini et al. 2013). Among them *Fusarium circinatum* Nirenberg & O'Donnell (sexual morph: *Gibberella circinata* Nirenberg & O'Donnell ex Britz, T.A. Cout., M.J. Wingf. & Marasas) could pose a serious threat to the ecological and economic sustainability of forest ecosystem.

The pathogen is believed to originate from North America where it was first discovered. Recently, it has been found in Central America, South America, South Africa, East Asia and Europe. This pathogen can devastate pine plantations. Its outbreak has been recently reported in Spain and Portugal (EPPO 2012). It was also detected in urban parks on *P. halepensis* and *P. pinea* in Italy (Gordon et al. 2011), and on *P. menziesii* and *Pinus* spp. in French nurseries (Gordon 2006). However, the disease has been officially eradicated in these countries. Thus, further entry into Europe, and spread within the EU are considered very likely.

Several pathways for entry have been identified i.e. the import of contaminated seed and other propagation material, different forms of wood material, plant material for decorative purposes, soil and growing substrates (Ennos 2015). Furthermore, the rapid spread via such vectors like wind, wind-blown rain, insects and other animals carrying spores are also important pathways. Climate change will certainly predispose trees to the attack of pathogens and likely help their spread into new areas (Gordon et al. 2011, Ennos 2015).

Pitch canker caused by the ascomycete fungus *F. circinatum* infects a wide range of pine species. It has also been recorded on more than 57 other pine species, including Mediterranean species like Aleppo pine (*P. halepensis*) and Maritime pine (*P. pinaster*), as well as in the hemiboreal forests of Europe Scots pine (*P. sylvestris*), including various American and Asian species planted in Europe (Enebak & Stanosz 2003, Ioos et al. 2013). *F. circinatum* has also been reported as the causal agent of a severe root disease in seedlings of *P. radiata* and *P. pinaster* planted in nursery (Landeras et al. 2005). All pines growing in Europe can be potentially affected by the disease, with *P. Radiata* the most susceptible species (Gordon et al. 2012, Iturrutxa et al. 2011) and *P. canariensis* and *P. pinea* the least susceptible ones (Wingfield et al. 2008). Differences in susceptibility among provenances of the same *Pinus* species have been reported for *P. Sylvestris* (Davydenko et al. 2018, Martínez-Álvarez et al. 2017) and *P. Pinaster* (Storer et al. 1999).

Generally, up to 60 conifers have been reported to be vulnerable to the PPC (Gordon 2006). Infection can only occur when trees are injured, and their damaged tissues are exposed to spores. Such wounds can be caused by insect damage, hail or wind damage or some mechanical means

(Storer et al. 1998). Vectors and wounding agents may vary greatly between locations and can greatly influence the impact of the disease once it arrives in a new area (Gordon 2006).

The disease is only established in the Iberian Peninsula, but it is hypothesized that its range could expand through Europe in the near future. Therefore, these areas are posed at risk, which is confirmed by climatic data and host distribution (EPPO, 2012). Moreover, other European countries including Ukraine are also at the risk of infection. Taking into account the high susceptibility of young pines to the disease and the ease of getting infected via seeds and seedlings, the threat of *F. circinatum* to the European nurseries seems very serious due to the fact that infected nurseries were typically the first point of entry of PPC with its further spread to forest plantations (Martínez-Álvarez et al. 2017, Davydenko et al. 2018).

Scots pine is an ecologically and economically important species, in particular for wood production in Ukraine. That is why a widespread distribution of *F. circinatum* may cause a major threat to the biodiversity of Ukrainian forest ecosystems, and especially in nurseries where Scots pine is the most common species. It might result in serious plant and yield losses on planting susceptible species (*Pinus* spp.) in infected areas. Thus, the nurseries infected by *F. circinatum* seem to be the first step of the disease and they make a reservoir for the transmission of the PPC to the forest plantations.

The aim of our research was to broaden the knowledge about a new potential invasive disease of pine species, as well as to evaluate the potential threat of *Fusarium circinatum*, which might be harmful to seeds and seedlings of *Pinus sylvestris*, and to test the pathogenicity of *F. circinatum* using germlings of *Pinus sylvestris*.

Materials and Methods. *Fungal isolate.* Isolate of *F. circinatum* (FcCa6) has been obtained from Spain (host – *Pinus radiata*, Comillas, Cantabria, Spain, 43°20'16.2" N and 4°18'17.1" W), from Depository of Sustainable Forest Management Research Institute, University of Valladolid – INIA, Palencia, Spain. The cultivation of the fungus *F. circinatum* as an infection material for the experiment was carried out under laboratory conditions by growing the fungi on potato dextrose agar (PDA) for 7 days in Petri dishes at 24.5°C. Preliminary assessment of pathogenicity of *F. circinatum* for pine germlings was carried out in the Research Centre of Quarantine, Invasive and Genetically Modified Organisms, Institute of Plant Protection - NRI (Poznan, Poland). For the *in vitro* virulence test, we followed the methods of James et al. (1995, 2000), which are briefly described below.

In vitro virulence test. Stratified seeds of *P. Sylvestris* from Ukrainian ecological provenances (Sumy and Kharkiv provenances in Eastern Ukraine, taken from gene reserve forests of *P. sylvestris*) were placed inside a new mesh bag, soaked in tap water to remove seed contaminants. After purification, seeds were germinated on moistened, sterile Whatman No. 3 filter paper within sterile Petri dishes and incubated at about 22°C. A single germinant (primary root about 10 mm long) was carefully placed inside Petri dishes on moistened filter paper. Fifteen-day pine seedlings were transferred to Petri dishes amended with a piece of fungal inoculums 5×5 mm (Fig.1).



Fig. 1 – Preliminary pathogenicity testing of the susceptibility of Ukrainian provenances of Scots pine to *Fusarium circinatum* (Kharkiv provenance left and Sumy provenance right)

In total, 24 Petri dishes with 48 pine seedlings (two in each) were used for preliminary assessment of pathogenicity. Sterile water was added as needed and capped Petri dishes were incubated under diurnal light (12/12) at about 23°C. Production of disease symptoms (root rot, damping-off, and no disease, respectively) was monitored and evaluated daily over 28 days.

After 28 days, all remaining germlings were harvested and cultured, as well as examined for disease symptoms, and re-isolations onto PDA medium were made from all inoculated germlings.

All inoculated and non-inoculated germlings were assessed for height growth, root parameters and dry weight.

DNA Extraction, Purification and PCR Amplification. The sampling of all germlings inoculated *Fusarium circinatum* and from control were homogenized by cutting with scissors and shaking followed by adding of two glass beads to every screw cap tube. The subsamples of 500–700 uL from all of the homogenized samples were transferred into 2 ml screw cap tubes. When all groups were ready, all tubes were put into the freeze-drier overnight (using Parafilm to keep the lids in place). All samples were used for conventional PCR tests in order to detect presence/absence of *F. circinatum* using specific primers (FCIR1 and FCIR 4 described below).

Ground or drilled material (500 to 700 mg) was transferred to a sterile microfuge tube. DNA extraction and purification were done using NucleoSpin® Plant II Midi kit (MACHEREY-NAGEL product). DNA quantification and quality control of the DNA the samples were analyzed spectrophotometrically by the NanoDrop.

The concentration of genomic DNA was determined using a spectrophotometer. DNA in individual samples was diluted to 5–10ng/μl.

Water solutions DNA received were used for the implementation of conventional PCR using species-specific primers to detect presence/absence of *F. circinatum* in samples. The specific primers forward FCIR-F (TCG ATG TGT CGT CTC TGG AC) and reverse FCIR-R (CGA TCC TCA AAT CGA CCA AGA) were used to amplify IGS rDNA region (Ioos et al. 2013). The PCR reaction mixture includes 1× PCR buffer supplied with the DNA polymerase, 0.25 mM each dNTP, 2 mM MgCl₂, 0.5 μM of each CIRC1A and CIRC4A primers, 0.05 U/μL DNA polymerase and 6.0 μL of template DNA. The PCR reaction was carried out in a thermocycler and included an initial denaturation at 95°C for 3 min, followed by 40 cycles for denaturation at 95°C for 30 sec, annealing at 64°C for 55 sec and elongation at 72°C for 50 sec. A final elongation step was done at 72°C for 12 min. The PCR products were separated by electrophoresis in a 1% agarose gel.

A DNA template containing *F. circinatum* DNA should yield a 146 bp fragment after a FCIR-F and FCIR-R specific primers.

Statistical Analyses. Analyses of variance (ANOVAs) and multiple comparison procedures were performed to test the effects of *F. circinatum* on infested germlings. As the data violated two of the ANOVA assumptions (normality and homogeneity of variances), robust statistical methods were applied. In particular, heteroscedastic one-way ANOVAs were performed using the generalized Welch procedure and a 0.1 trimmed mean transformation. Survival analysis based on the nonparametric estimator Kaplan–Meier was performed with the “Survival” package to test the probability of mortality up to the end of the experiment (182 days).

Survival curves were created with the “Survfit” function and the differences between the curves were tested with the “Survdiff” function.

All analyses were performed using R software environment (R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria).

Results. The obtained results showed that the growth of pine germlings inoculated with *Fusarium circinatum* varied considerably (Table 1), but in 28 days *F. circinatum* in this assay killed all the pine germlings. During the observation period, all inoculated germlings formed a long necrotic lesions (8.4–8.7 mm) and showed typical symptoms as basal needle dieback and wilting. The final measurement of the necrotic lesion was not carried out due to the damping-off of the majority of germlings. Moreover, *F. circinatum* strongly affected plant development, and the root growth resulted in 92.5–96.7 % of mortality on the 28th day.

Table 1

Effects of tested *Fusarium circinatum* isolate on *Pinus sylvestris* germlings growth and root development

Isolate	Kharkiv provenance				Sumy provenance			
	Root parameters (inhibition, %)	Mortality, %	Height, cm	Dry weight, mg	Root parameters (inhibition, %)	Mortality, %	Height, cm	Dry weight, mg
<i>Fusarium circinatum</i>	88.7 ± 6.8 ^a	92.5 ± 12.1 ^a	7.9 ± 0.2 ^a	1.7 ± 0.02 ^a	86.4 ± 7.8 ^a	96.7 ± 6.9 ^a	8.5 ± 1.2 ^a	1.5 ± 0.3 ^a
Control	0 ^b	0 ^a	8.3 ± 0.1 ^a	1.8 ± 0.03 ^a	0 ^b	0 ^b	8.9 ± 1 ^a	1.6 ± 0.3 ^a

Note. Bars with different letters indicate significantly different means (HSD Tukey post hoc test, $\alpha = 0.05$)

The HSD Tukey post hoc test showed that the mortality level of plants and their root inhibition were almost equal for Kharkiv and Sumy provenances (Table 1). No significant difference between the root parameters for the two provenances was noticed ($F = 2.73$, p -value = 0.24), as well as between other parameters ($F = 1.92$, p -value = 0.64, $F = 2.35$, p -value = 0.21, $F = 2.45$, p -value = 0.34 for mortality, height and dry weight respectively). Generally, the mortality of pine germlings was very high, which indicates a strong effect of *F. circinatum* on the root growth and extensive vascular discolouration in root tissue and seedling viability (Fig. 2).

The highest percentages of pine germlings mortality were recorded for both provenances (92.5–96.7 % Kharkiv and Sumy respectively) (Table 1). Plant growth was reduced significantly ($p = 0.97$) by the *F. circinatum*, where more than 95 % germlings died and the rest of them were weakened. No dead or weakened seedlings were observed in control.

The root growth was inhibited by *F. circinatum* intensively (88.7 % for Kharkiv provenance and 86.4 % for Sumy provenance) comparing with non-inoculated germlings (Table 1). Thus, there was a strong effect of *F. circinatum* on the root growth and extensive vascular discolouration in root tissue ($p = 0.98$). The statistical analysis showed no significant differences between pine provenances in the root growth variable ($p = 0.002$) and a high probability of seedlings mortality in all tested groups (Fig. 2).

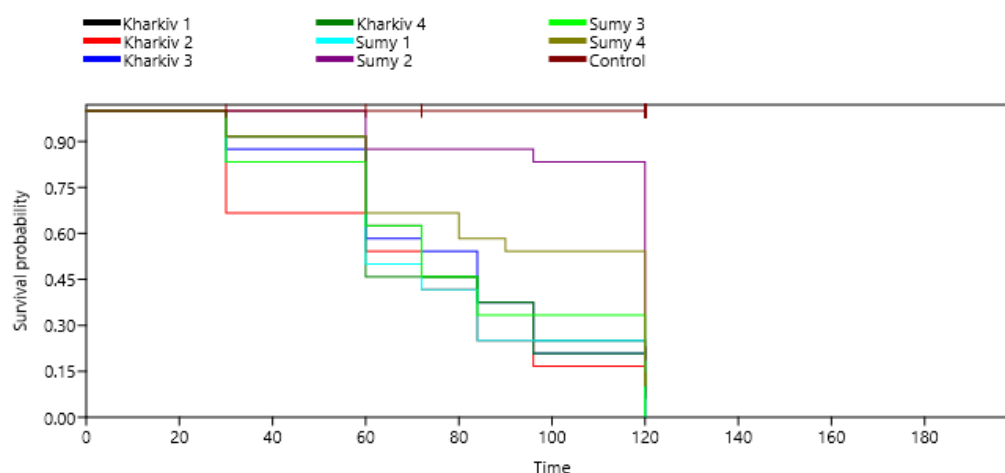


Fig. 2 – Plot of survival probability determined using the Kaplan-Meier estimate of the survival function for *Pinus sylvestris* (Kharkiv and Sumy provenances) infected with *Fusarium circinatum*

Note: no mortality was recorded for all control germlings. For this reason, all of these curves overlap in a straight line making it difficult to distinguish them

Discussion. Previous studies done in Europe, US and Asia have been reported considerable differences between susceptibility of different pine species to *F. circinatum* (Gordon et al. 1998,

Enebak & Stanosz 2003, Iturrutxa et al. 2013) indicating high or moderate level of virulence and aggressiveness of *F. circinatum* for seedlings and older plants (Perez-Sierra et al. 2007, Iturrutxa et al. 2013, Davydenko et al. 2018). On the other hand, some authors (Landeras et al. 2005) demonstrated that the pathogen in nurseries was isolated only from pines *P. radiata* and *P. pinaster*, while *P. nigra*, *P. sylvestris* and *Pseudotsuga menziesii* seedlings did not show any symptoms of pitch canker. So, it's too early to talk about statistical distribution modelling of PPC in Europe and particularly in Ukraine. Most of the distribution models use presence-only data along with environmental predictors (e.g. precipitation, temperature) across a user-defined landscape that is divided into grid cells. By using presence-only records and data about susceptible species in Europe, it is assumed that the current distribution of the pathogen indicates its ecological requirements, as different authors cite contradictory data. Our results are too preliminary and there is not enough evidence to generalize the data on its pathogenicity level. However, our study demonstrated that *F. circinatum*, if appeared in Ukraine, might be an important pathogen of *P. sylvestris* in nurseries within a short period (Fig. 2). For the most part, all studies rely on inoculation data in greenhouse or field result in a brief and clear assessment of pathogen to pose a serious threat to the plants, so further experiments are needed. For that reason, we are planning to inoculate seedlings from Ukraine to continue our study and search for a resistant genotype to pitch canker (Swett and Gordon 2013).

Thus, our study showed that *F. circinatum* caused significantly higher mortality of 15-day old pine germlings than non-inoculated seedlings in the control group ($p < 0.05$). Therefore, based on the preliminary assessment of symptoms development, we stated that Ukrainian provenances of *P. sylvestris* might be significantly susceptible to pitch canker. The reason for this could be that plants were too young to develop proper physiological mechanism responsible for the induction of plant resistance. Furthermore, observed absence of variation in the susceptibility to pitch canker provides the prospect for greater utilization of genetic breeding for the management of this disease in the future. Moreover, a few works demonstrate that infection of *F. circinatum* can be in the latent phase. We can say that these findings are good indicators to make an effort and perform breeding programmes in Ukraine now in order to be ready in the future, when the introduction of the disease to pine forests becomes a fact.

Some studies indicate the pine shoot beetle (*Tomicus piniperda*) and other bark beetles as potential vectors of the pathogen during maturation, feeding on the shoots of healthy pine trees (Landeras et al. 2005, Romón et al. 2007, Bezos et al. 2015). Since *T. piniperda* is one of the most common bark beetles in Ukraine, it will be able to increase the potential threat of the diseases pathogen spread within the country.

Conclusions. The results of the study indicate that in future *Fusarium circinatum* might be the most important pathogen causing damping-off of Ukrainian pine seedlings, and a serious threat for the Ukrainian forestry in case of its introduction to the country.

Acknowledgements. This article is based upon the work carried out during COST Action FP1406 PINESTRENGTH (Pine pitch canker - strategies for management of *Gibberella circinata* in greenhouses and forests), supported by COST (European Cooperation in Science and Technology). Kateryna Davydenko was awarded the Short Term Scientific Mission within the PINESTRENGTH framework to experiment the Forest Research Institute (Poland).

The research was supported by the Ministry of Education and Science of Ukraine within joint Ukrainian-Lithuanian project No M/93-2018 (Biological control of forest invasive pathogens to preserve biodiversity in European woodland ecosystems).

REFERENCES

Bezós, D., Martínez-Álvarez, P., Díez, J.J. 2015. The pine shoot beetle *Tomicus piniperda* as a plausible vector of *Fusarium circinatum* in northern Spain. *Annals of Forest Science*, 72, 1079.

- Davydenko, K., Nowakowska, J., Kaluski, T., Gawlak, M., Sadowska, K., García, J., ... & Oszako, T. 2018. A comparative study of the pathogenicity of *Fusarium circinatum* and other *Fusarium* species in Polish provenances of *P. sylvestris* L. Forests, 9(9), 560.
- Enebak, S. A. and Stanosz, G. R. 2003. Responses of conifer species of the Great Lakes region of North America to inoculation with the pitch canker pathogen *Fusarium circinatum*. Forest Pathology, 33: 333–338. doi:10.1046/j.1439-0329.2003.00334.x
- Ennos, R. A. 2015. Resilience of forests to pathogens: An evolutionary ecology perspective. Forestry, 88: 41–52.
- Gordon, T. R. 2006. Pitch canker disease of pines. Phytopathology, 96(6): 657–659.
- Gordon, T. R., Kirkpatrick, S. C., Aegerter, B. J., Fisher, A. J., Storer, A. J., Wood, D. L. 2011. Evidence for the occurrence of induced resistance to pitch canker, caused by *Gibberella circinata* (anamorph *Fusarium circinatum*), in populations of *Pinus radiata*. Forest Pathology, 41: 227–232. doi:10.1111/j.1439-0329.2010.00678.x
- Iturrutxa, E., Ganley, R. J., Raposo, R., García-Serna, I., Mesanza, N., Kirkpatrick, S. C., Gordon, T. R. 2013. Resistance levels of Spanish conifers against *Fusarium circinatum* and *Diplodia pinea*. For. Pathol. 43: 488–495.
- Ioos, R., Annesi, T., Fourrier, C., Saurat, C., Chandelier, A., Inghelbrecht, S., Diogo, E. L. F., Pérez-Sierra, A. M., Barnes, A. V., Paruma, K., Adam, M., van Rijswijk, P., Riccioni, L. 2013. Test performance study of diagnostic procedures for identification and detection of *Gibberella circinata* in pine seeds in the framework of a EUPHRESKO project. EPPO Bulletin, 43.2: 267–275.
- James, R. L., Dumroese, R. K., Wenny, D. L. 1995. *Fusarium proliferatum* is a common, aggressive pathogen of container-grown conifer seedling. Phytopathology, 85, 1129.
- James, R. L., Perez, R., Dumroese, R. K., Wenny, D. L. 2000. Virulence of *Fusarium oxysporum* on Douglas-fir germinants: comparison of isolates from nursery soil and roots of healthy and diseased seedlings. In: Proceedings of the Fourth Meeting of IUFRO Working Party S7 03-04 (Disease and Insects in Forest Nurseries), Helsinki, Finland, Ed. by Lilja, A.; Sutherland, J. R., Finnish Forest Research Institute, Research Paper 781. pp. 49–64.
- Landeras, E., García, P., Fernández, Y., Braña, M., Fernández-Alonso, O., Méndez-Lodcs, S., Pérez-Sierra, A., León, M., Abad-Campos, P., Berbegal, M., Beltrán, R., García-Jiménez, J., Armengol, J. 2005. Outbreak of pitch canker caused by *Fusarium circinatum* on *Pinus* spp. in northern Spain. Plant Disease, 89, 1015.
- Martínez-Álvarez, P., Pando, V., Díez, J. J. 2014. Alternative species to replace Monterey pine plantations affected by pitch canker caused by *Fusarium circinatum* in northern Spain. Plant pathology, 63.5: 1086–1094.
- Romón, P., Carlos, J., Gibson, K., Lindgren, S., Goldarazena, A. 2007. Quantitative association of bark beetles with pitch canker fungus and effects of verbenone on their semiochemical communication in Monterey pine forests in Northern Spain. Environmental Entomology, 36(4): 743–750.
- Storer, A. J., Gordon, T. R., Clark, S. L. 1998. Association of the pitch canker fungus, *Fusarium subglutinans* f. sp. pini, with Monterey pine seeds and seedlings in California. Plant pathology, 47(5): 649–656.
- Storer, A. J., Bonello, P., Gordon, T. R., Wood, D. L. 1999. Evidence of resistance to the pitch canker pathogen (*Fusarium circinatum*) in native stands of Monterey pine (*Pinus radiata*). Forest Science, 45(4): 500–505
- Swett, C. L. and Gordon, T. R. 2012. Latent infection by *Fusarium circinatum* influences susceptibility of monterey pine seedlings to pitch canker. In: Snieszko, R. A., Yanchuk, A. D., Kliejunas, J. T., Palmieri, K. M., Alexander, J. M., & Frankel, S. J., tech. cords. Proceedings of the fourth international workshop on the genetics of host-parasite interactions in forestry: disease and insect resistance in forest trees. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-240. Albany, CA.
- Wingfield, M. J., Hammerbacher, A., Ganley, R. J., Steenkamp, E. T., Gordon, T. R., Wingfield, B. D., Coutinho, T. A. 2008. Pitch canker caused by *Fusarium circinatum*—A growing threat to pine plantations and forests worldwide. Australas. Plant Pathol., 37: 319–334.

Давиденко К. В.^{1,2}

ПОПЕРЕДНЄ ОЦІНЮВАННЯ ПАТОГЕНОСТІ ІНВАЗІЙНОГО ГРИБА *FUSARIUM CIRCINATUM* ДЛЯ ПРОРОСТКІВ *PINUS SYLVESTRIS* В УКРАЇНІ

¹Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького

²Харківська Державна Зооветеринарна академія

Fusarium circinatum є інвазійним збудником виразкового рака сосни, який був уперше знайдений в Іспанії та Португалії, але ймовірно є подальше поширення фітопатогена у хвойних насадженнях Європи найближчим часом. Патоген уражує насіння, саджанці, молодняки й стиглі насадження хвойних порід. Незважаючи на високу агресивність цього гриба, в Україні ще не проводили випробування на сприйнятливості сосни звичайної до *F. circinatum*. Метою нашої роботи було проведення попереднього оцінювання агресивності й вірулентності сіянців сосни звичайної з генетичних резерватів Харківської та Сумської областей *in vitro*. Ці рослини виявили високий рівень вилягання сходів сосни під час штучного інфікування патогеном, що свідчить про ймовірну високу сприйнятливості саджанців сосни до цього збудника.

Ключові слова: *Fusarium circinatum*, виразковий сосновий рак, сосна звичайна (*Pinus sylvestris*).

Давиденко Е. В.^{1,2}

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПАТОГЕННОСТИ ИНВАЗИВНОГО ГРИБА *FUSARIUM CIRCINATUM* ДЛЯ СЕЯНЦЕВ *PINUS SYLVESTRIS* В УКРАИНЕ

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

²Харьковская Государственная Зооветеринарная академия

Fusarium circinatum является инвазивным возбудителем язвенного рака сосны, который был впервые найден в Испании и Португалии. Вполне вероятно его дальнейшее распространение в хвойных насаждениях Европы в ближайшее время. Болезнь поражает семена, саженцы, молодняки и спелые насаждения хвойных пород, вызывая полегание сеянцев и саженцев и язвенный некроз более взрослых насаждений. Несмотря на высокую агрессивность этого гриба, в Украине еще не проводились испытания на восприимчивость сосны обыкновенной к *F. circinatum*. Целью нашей работы было проведение предварительной оценки агрессивности и вирулентности сеянцев сосны обыкновенной из генетических резерватов Харьковской и Сумской областей *in vitro*. Эти растения показали высокую смертность при искусственном инфицировании патогеном, что свидетельствует о вероятной высокой восприимчивости саженцев сосны к этому возбудителю.

Ключевые слова: *Fusarium circinatum*, язвенный сосновый рак, сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*).

E-mail: kateryna.davydenko74@gmail.com

Одержано редколегією 03.06.2019



<https://doi.org/10.33220/1026-3365.134.2019.124>

V. L. MESHKOVA¹, Ya. V. KOSHELYAEVA²

**AGE STRUCTURE OF THE BIRCH STANDS
IN THE LEFT-BANK FOREST-STEPPE OF UKRAINE**

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

²*Kharkiv National Agrarian University named after V. V. Dokuchaev*

The aim of this work was to define the features of the age structure of the silver birch stands in the Left-Bank Forest-Steppe considering forest site conditions, origin, site index and proportion of this species in the forest composition. Survival of silver birch in almost all age classes was the lowest in the relatively poor forest site conditions. The mean weighted age classes of silver birch are IV.8 in vegetative stands and IV.6 – in artificial seed stands. For all origins, the mean weighted age classes are V.1 for Sumy Region and IV.6 – for Kharkiv and Poltava Regions. The stands of the lower productivity have the least longevity. Survival of pure and almost pure stands (silver birch make 90 % of all the trees) is the lowest. At that, it is the highest in Sumy Region.

Key words: silver birch (*Betula pendula* Roth), forest site conditions, origin, site index, forest composition.

Introduction. Silver birch (*Betula pendula* Roth) in the forest fund of the State Agency of Forest Resources covers only 5.7% from the forest-covered area (Zahalna kharakterystyka 2016). Considering a high ecological meaning of this species (Meshkova & Koshelyaeva 2015, Goychuk et al. 2018), its proportion should be increased. However, due to its lower productivity and cost compared with pine and oak species, a silver birch is also underutilized as a source of valuable wood. At the same time, recently the health condition of silver birch has worsened in many regions (Skrylnik & Koshelyaeva 2015, Goychuk et al. 2018). Our studies showed that among the trees with the diameter over 20 cm, a diameter of dead trees exceeded a diameter of living trees (Meshkova et al. 2018). This indirectly indicates that the standard age of maturity and, accordingly, the age of the main felling in birch stands is overstated. Due to the small proportion of the birch in the stands and its relatively early mortality, the valuable properties of this species are far from being fully utilized. We assumed that to evaluate the maturity age in unfavourable conditions for many forest species, it is necessary to take into account not their productivity dynamics only, but also the risk of worsening of their health condition with age, which is accompanied by the deterioration in the quality of timber products.

The aim of this work was to define the features of the age structure of silver birch stands in the Left-Bank Forest-Steppe considering forest site conditions, origin, site index and proportion of this species in the forest composition.

Materials and Methods. We analyzed the Production Association “Ukrderzhlisproekt” Database (by 01.01.2011) for the State Forest Enterprises which are located in the Left-Bank Forest-Steppe. Sumy Region was represented by two State Enterprises, namely Okhtyrskе Forest Economy (FE) and Trostianetske FE. Poltava Region was represented by three State Enterprises: Gadiatske FE, Myrgorodske FE and Poltavske FE. Kharkiv Region was represented by six State Enterprises: Vovchanske FE, Gutianske FE, Zmiyivske FE, Chuguyevo-Babchanske FE, Skrypayske Training & Experimental Forest Economy of Kharkiv National Agrarian University named after V. V. Dokuchaev (Skrypayske TEFE) and Kharkivska Forest Research Station of the Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G. M. Vysotsky (Kharkivska FRS). Their territory varies from 49°35' N (Poltavske FE) to 50°28' N (Trostianetske FE) by latitude and from 33°36' E (Myrgorodske FE) to 36°56' E (Vovchanske FE) by longitude (Table 1). The proportion of stands with silver birch as the main forest-forming species was the lowest in Skrypayske TEFE and Chuguyevo-Babchanske FE (0.2 and 0.4 % respectively) and the highest in Poltavske FE (2.2 %). The oldest silver birch stands were in the VIII age class in Zmiyivske FE only, in the IX age class – in five forest enterprises, in the X age class – in three forest enterprises and in the XI age class – only in two forest enterprises Trostianetske FE and Gadiatske FE, which are in the most northern part of the analyzed territory (Table 1).

Table 1

Characteristics of birch stands in the territory of forest enterprises

State Forest Enterprise (FE)	Latitude, N*	Longitude, E	Proportion of silver birch stands, %**	Age class limits for birch stands*
Okhtyrsk FE	50°18'	34°54'	0.9	I–X (V.1)
Trostianetske FE	50°28'	34°28'	1.4	I–XI (V.1)
Vovchanske FE	50°17'	36°56'	0.6	I–X (V.2)
Gutianske FE	50°08'	35°21'	1.5	I–X (IV.3)
Zmiyivske FE	49°42'	36°22'	0.6	I–VIII (IV.1)
Skrypavivske TEFE	49°44'	36°31'	0.2	II–IX (V.5)
Chuguyev-Babchanske FE	49°52'	36°44'	0.4	I–IX (III.9)
Kharkivska FRS	50°09'	36°31'	1.5	II–IX (V.0)
Gadiatske FE	50°22'	33°59'	2.0	I–XI (IV.8)
Poltavske FE	49°35'	34°32'	2.2	I–X (IV.3)
Myrhorodske FE	49°57'	33°36'	1.6	I–IX (IV.7)

* Latitude and longitude for each forest enterprise were evaluated as centroids of respective contours of the territory using MapInfo Mapping Package.

**Proportion of birch stands from area of forest covered lands, %.

We studied the data for subcompartments with silver birch as the main forest-forming species according to 10-year age classes for different forest site conditions, origin (natural and artificial seed origin, vegetative origin), site index, and proportion of silver birch in the stand composition.

The probability of stand survival up to the mentioned age class was modeled by means of the method of Yu. P. Demakov (Demakov 2000), which was successfully tested in the analysis of the pine plantations survival in Sumy Region (Tovstukha 2012). According to this method, the area proportion of each 10-year age class was evaluated for each sample of subcompartments with respective forest site condition, origin, site index, and proportion of silver birch in the stand composition. Then we evaluated the proportion of stands' area which survives up to a certain age.

To analyze the data, we applied MS Excel. Coordinates for forests of each forest enterprise were evaluated as centroids of respective contours of the territory using MapInfo Mapping Package.

Results and Discussion. We analysed silver birch stands from subcompartments with all forest site conditions, origin, site index and birch proportion in the stand and found out that in the IV age class from 30.5 % (Chuguyev-Babchanske FE) to 74.3% (Skrypavivske TEFE) of the trees survived (Table 2).

Table 2

Survival of birch stands in the forest fund of certain forest enterprises of the Left-Bank Forest-Steppe (all origins, site indices and forest site conditions)

State Forest Enterprise (FE)	Mean age class	Survival up to				
		IV age class	V age class	VI age class	VII age class	VIII age class
Vovchanske FE	V.2	58.6	41.3	31.5	23.4	5.4
Kharkivska FRS	V.0	66.7	39.6	3.3	2.0	2.0
Gutianske FE	IV.3	45.0	32.6	17.4	4.3	0.1
Chuguyev-Babchanske FE	III.9	30.5	19.7	12.0	2.7	1.2
Skrypavivske TEFE	V.5	74.3	48.0	29.6	2.8	2.8
Zmiyivske FE	IV.1	43.1	21.8	6.9	1.6	0.0
Trostianetske FE	V.1	65.1	38.5	13.6	6.2	1.7
Okhtyrsk FE	V.1	65.6	37.3	26.7	9.9	5.0
Gadiatske FE	IV.8	51.4	34.4	16.2	6.0	1.1
Poltavske FE	IV.3	46.6	33.5	16.5	2.9	0.8
Myrhorodske FE	IV.7	53.6	38.6	16.7	5.4	1.0

We also found that the part of the stands preserved in the V age class is from 19.7 % in Chuguyev-Babchanske FE to 48 % in Skrypavivske TEFE and 41.3% in Vovchanske FE. Up to the VIII age class which is suggested as the age of maturity, 5.4 and 5.0 % of silver birch stands

survive in Vovchanske FE and Okhtyrsk FE respectively. There are no such stands in Zmiyivske FE, and they cover less than 1% of the area in Poltavsk FE and Gutianske FE (Table 2).

Grouping data showed that the survival of silver birch in almost all age classes is the lowest in the relatively poor forest site conditions, while it is the highest in the age before the V age classes and after the VII age classes in fresh fertile forest site conditions (Fig. 1). It happens due to the fact that fertile sites are more favourable for many tree species. However, the silver birch is often removed from pine-birch stands in fresh relatively poor forest site conditions during thinning operations.

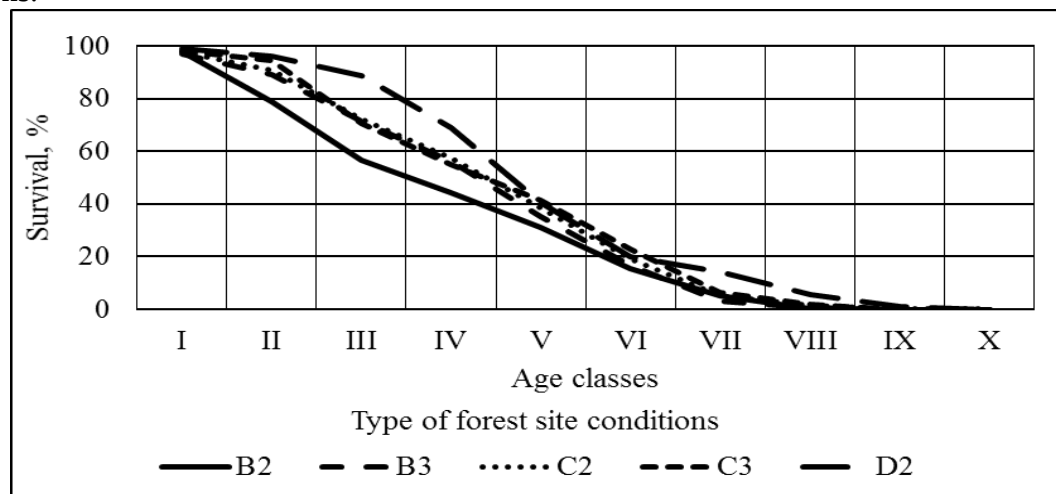


Fig. 1 – Survival of birch stands in the particular forest site conditions in the forest fund of analyzed forest enterprises of the Left-Bank Forest-Steppe (all origins, and site indices)
(B₂ – fresh relatively poor forest site conditions (fsc); B₃ – moist relatively poor fsc; C₂ – fresh relatively fertile fsc; C₃ – fresh relatively fertile fsc; D₂ – fresh fertile fsc)

We compared the results of evaluation by administrative regions and found out that the silver birch survival was the lowest in the Forest-Steppe part of Kharkiv Region and the highest in the Forest-Steppe part of Sumy Region almost in all forest site conditions (Table 3).

Table 3

Survival of birch stands in the particular forest site conditions in the forest fund of analyzed forest enterprises of the Left-Bank Forest-Steppe grouped by regions (all origins, and site indices)

Region	Mean age class	Survival (%) up to				
		IV age class	V age class	VI age class	VII age class	VIII age class
B ₂ – fresh relatively poor forest site conditions						
Kharkiv	III.2	16.3	9.6	5.8	3.6	0.0
Sumy	V.1	68.0	51.4	18.2	5.1	1.3
Poltava	IV.6	51.4	35.7	19.7	5.7	0.2
B ₃ – moist relatively poor forest site conditions						
Kharkiv	IV.5	53.9	32.8	22.6	2.5	0.0
Sumy	IV.7	62.5	28.4	15.3	0.0	0.0
Poltava	IV.7	55.7	37.9	15.1	4.3	1.2
C ₂ – fresh relatively fertile forest site conditions						
Kharkiv	IV.7	57.5	36.5	20.0	2.8	0.8
Sumy	V.0	64.3	33.3	14.6	5.5	2.2
Poltava	IV.8	54.6	42.4	20.5	6.5	1.2
C ₃ – fresh relatively fertile forest site conditions						
Kharkiv	IV.6	50.2	36.5	16.0	3.7	0.6
Sumy	VI.0	83.1	60.1	48.1	23.0	4.3
Poltava	IV.9	52.2	40.9	22.7	4.7	2.4

Table 1. Continued

Region	Mean age class	Survival (%) up to				
		IV age class	V age class	VI age class	VII age class	VIII age class
D ₂ – fresh fertile forest site conditions						
Kharkiv	V.9	73.5	60.3	37.3	32.8	8.4
Sumy	V.2	62.2	26.7	15.8	10.8	7.8
Poltava	V.1	71.3	37.8	11.1	3.6	1.9

However, in the fresh fertile forest site conditions, such relations are actual up to the IV age class only and in higher age classes of silver birch stands in Kharkiv Region.

On calculating the survival of silver birch stands of different origin by plots (Fig. 2), we noted that the mean weighted age class of this tree species in the Left-Bank Forest-Steppe is IV.7. It is slightly higher in vegetative stands (IV.8) and little less in artificial seed stands (IV.6). For all origins, the mean weighted age class is the highest for Sumy Region (V.1) and is IV.6 for Kharkiv and Poltava Regions. The mean weighted age class for Kharkiv Region is the highest for vegetative stands (V.6), for Poltava Region – for natural seed stands (V.0), and for Sumy Region it is V.1 for vegetative and artificial seed stands and IV.7 for natural seed stands.

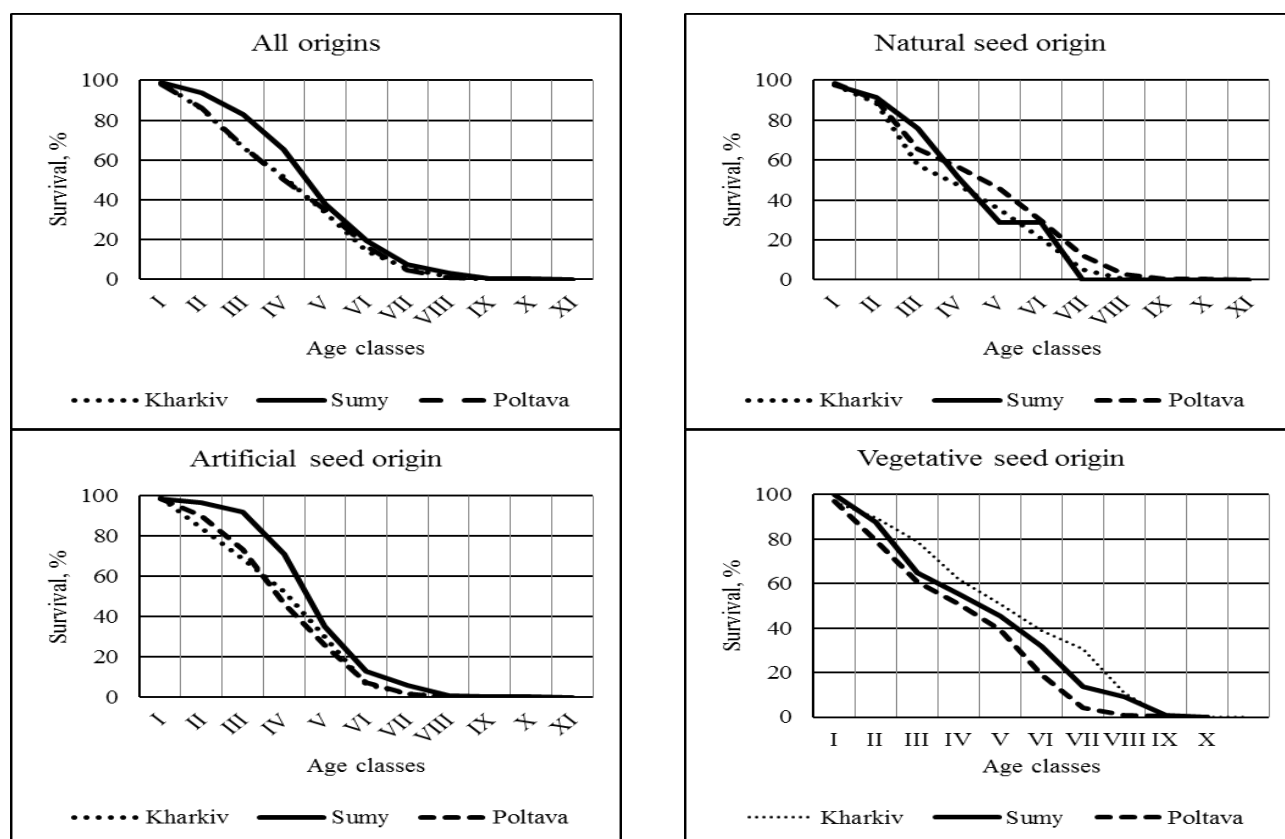


Fig. 2 – Survival of birch stands of different origin in analyzed forest enterprises of certain regions of the Left-bank Forest-Steppe (all site indices and forest site conditions)

A comparison of the survival for silver birch stands of different site indices showed that the stands of the worse growth have the least longevity (Fig. 3).

At the same time, we figure out that the stands with the best growth (site indices I^a–I^b) survive up to the VII age class only, while the stands of I–III site indices survive up to the X age class.

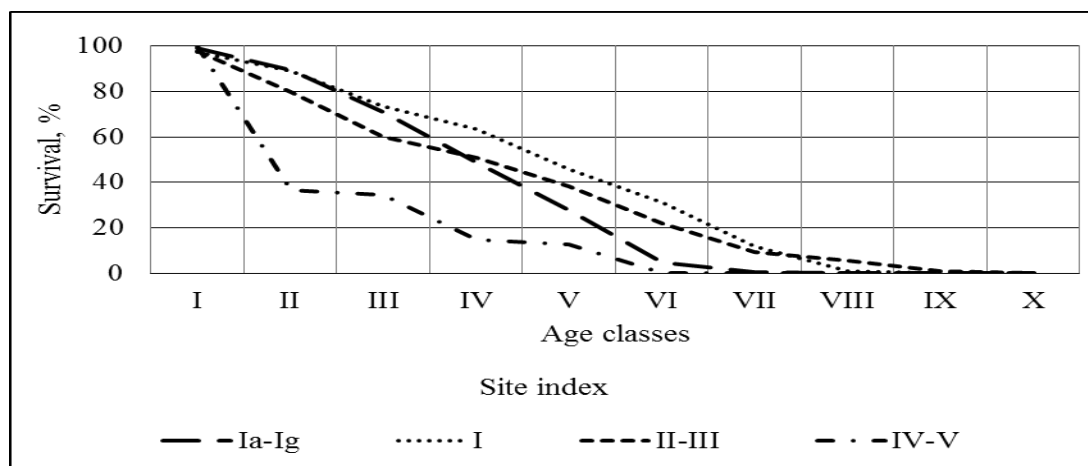


Fig. 3 – Survival of birch stands of particular site indices in the forest fund of analyzed forest enterprises of the Left-Bank Forest-Steppe (all origins, and forest site conditions)

Such a conclusion is also true for certain regions (Table 4). There no silver birch stands of IV–V site indices in Sumy Region, they survive over 30 years in Kharkiv Region and up to V age class in Poltava Region. The stands of I^a–I^g site index survive up to VII age class in all analyzed regions. The survival of birch stands with the best growth is the highest in Sumy Region.

Table 4

Survival of birch stands of particular site index in the forest fund of analyzed forest enterprises of the Left-Bank Forest-Steppe grouped by regions (all origins, and forest site conditions)

Region	Mean age class	Survival (%) up to				
		IV age class	V age class	VI age class	VII age class	VIII age class
Site index I ^a – I ^g						
Kharkiv	IV.5	54.9	32.6	5.5	0.5	0.0
Sumy	IV.9	63.9	30.9	7.3	0.2	0.0
Poltava	IV.1	35.5	21.1	3.0	0.4	0.0
Site index I						
Kharkiv	IV.7	49.5	34.9	27.9	13.6	1.6
Sumy	V.7	75.1	49.6	38.8	18.1	2.2
Poltava	V.4	71.2	53.9	31.6	8.8	0.4
Site index II – III						
Kharkiv	IV.5	45.8	35.5	16.7	9.0	6.5
Sumy	V.0	55.3	46.4	33.8	20.2	16.8
Poltava	IV.6	51.9	37.9	21.8	7.3	3.1
Site index IV–V						
Kharkiv	II.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sumy	–	–	–	–	–	–
Poltava	III.0	17.4	14.8	0.0	0.0	0.0

A comparison of silver birch stands of different species composition showed that survival of pure (100 % of silver birch) and almost pure (90 % of silver birch) stands is the lowest (Fig. 4). The stands with 50–70 % of silver birch have the highest survival level. The stands with a low proportion of silver birch (up to 40 %) take an intermediate position.

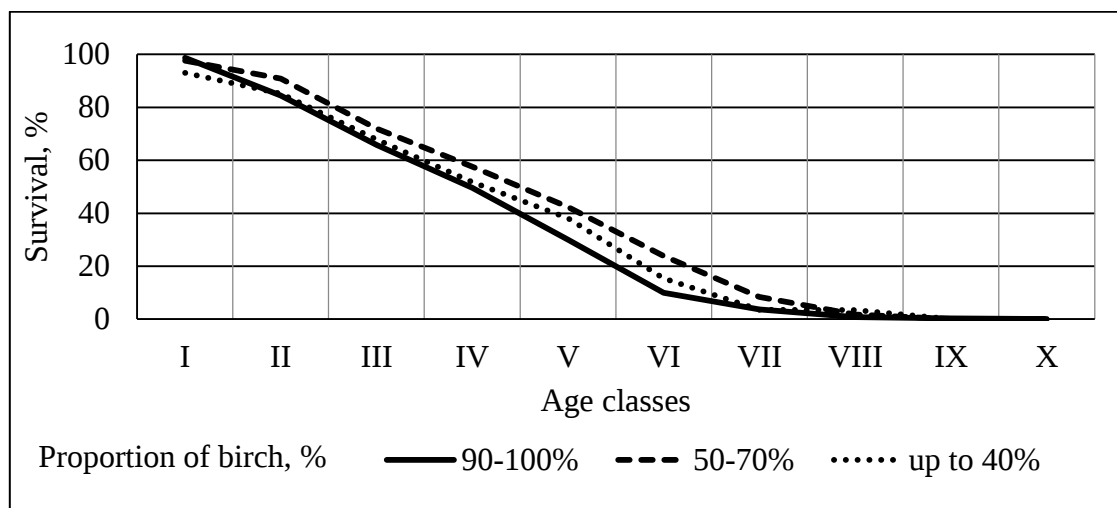


Fig. 4 – Survival of birch stands with particular birch proportion in the stand composition in the forest fund of analyzed forest enterprises of the Left-Bank Forest-Steppe (all origins, site indices and forest site conditions)

We detected that the survival of pure and almost pure silver birch stands is the highest in Sumy Region (Table 5). Survival of stands with 50–70 % of silver birch is the highest in Sumy Region up to the IV age class only. Survival of the stands with a low proportion of silver birch (10–40 %) is the highest in Sumy Region after the VI age class.

Table 5
Survival of birch stands with particular birch proportion in the stand composition in the forest fund of analyzed forest enterprises of the Left-Bank Forest-Steppe grouped by regions (all origins, site indices and forest site conditions)

Region	Mean age class	Survival (%) up to				
		IV age class	V age class	VI age class	VII age class	VIII age class
Birch proportion is 90–100 %						
Kharkiv	IV.2	46.5	25.8	5.2	2.1	0.7
Sumy	V.2	73.0	40.1	17.1	7.3	2.5
Poltava	IV.3	44.0	29.8	11.2	3.7	0.3
Birch proportion is 50–70 %						
Kharkiv	V.0	58.1	44.2	24.6	10.4	1.2
Sumy	V.0	59.6	35.4	20.9	5.4	2.6
Poltava	IV.9	56.3	43.2	24.3	7.6	2.0
Birch proportion is up to 40 %						
Kharkiv	IV.1	41.4	32.4	7.5	0.8	0.8
Sumy	V.3	52.8	28.9	28.9	18.3	18.3
Poltava	IV.7	59.4	45.8	16.5	0.2	0.0

The results of the research showed that the survival rate of silver birch in the forest stands of the Left-Bank Forest-Steppe depends on the region, the type of forest site conditions, the origin, the site index of the stands, as well as on the proportion of silver birch in the composition. At the same time, the manifestation of various factors of the weakening of birch stands also depends on these factors. Therefore, one of the tasks of our subsequent research is to reveal the combination of factors most favourable for the long-term existence of silver birch forests. Furthermore, if there is a threat of mortality to silver birch plantations and/or a risk of timber quality decrease, it is necessary to provide in the regulatory documents the possibility of reducing the age of main felling in case of expectation of the deadline for the main felling in accordance with existing standards.

Conclusions. The probability of silver birch survival in the Left-Bank Forest-Steppe was evaluated depending on the region, the type of forest site conditions, the origin, the site index of the stands and the proportion of silver birch in the composition.

We came to the conclusion that survival of silver birch in almost all age classes is the lowest in the relatively poor forest site conditions and is the highest in the most of age classes in fresh fertile forest site conditions.

Moreover, the mean weighted age class of silver birch in the Left-Bank Forest-Steppe is IV.8 in vegetative stands and IV.6 – in artificial seed stands. For all origins, the mean weighted age class is V.1 for Sumy Region and IV.6 – for Kharkiv and Poltava Regions.

The stands of the worse growth have the least longevity.

A survival of pure (100 % of silver birch) and almost pure (90 % of silver birch) stands is the lowest. The stands with 50–70 % of silver birch have the highest survival level. The stands with a low silver birch proportion (up to 40 %) take an intermediate position. Survival of pure and almost pure silver birch stands is the highest in Sumy Region.

To conclude, it is necessary to provide the possibility to reduce the age of the main felling if there is a risk of decrease of the timber quality in case of expectation of the deadline for the main felling in accordance with existing standards.

REFERENCES

- Demakov, Yu. P. 2000. Diagnostika ustoychivosti lesnykh ekosistem (metodo-lo-gicheskiye i metodicheskiye aspekty) [Diagnostics of the sustainability of forest ecosystems (methodological and methodological aspects)]. Yoshkar-Ola, 416 p. (in Russian).
- Goychuk, A., Drozda, V., Shvets, M. 2018. Risk of birch disappearance in Zhytomyr Polissya of Ukraine. Proceedings of the forestry academy of sciences of Ukraine, 17, 16–25. <https://doi.org/10.15421/411816>.
- Meshkova, V. L. and Koshelyaeva, Y. V. 2015. Silver birch (*Betula pendula* Roth) in the forests of the Left-bank Forest Steppe of Ukraine. Forestry and Forest Melioration, 126: 74–80. DOI: 10.2478/ffp-2019-0016.
- Meshkova, V. L., Koshelyaeva, Y. V., Skrylnik, Y. Y., Zinchenko, O. V. 2018. Symptomy ta oznaky poshkodzhennya y urazhennya derev berezy povysloyi v Derhachivs'komu lisnytstvi [Symptoms and signs of Silver birch damage and injury in Dergachivske forestry]. The Bulletin of Kharkiv National Agrarian University. Series Phytopathology and Entomology, 1–2: 101–110 (in Ukrainian).
- Skrylnik, Yu. Ye. and Koshelyaeva, Ya. V. 2015. Pershi rezultaty vyvchennya stovburovykh komakh berezy povysloyi (*Betula pendula* Roth.) u Kharkivskiy oblasti [First results of study the stem insects of silver birch (*Betula pendula* Roth.) in the Kharkiv Region]. The Kharkov Entomological Society Gazette, 23 (1): 54–58 (in Ukrainian).
- Tovstukha, O. V. 2012. Vikova struktura osnovnykh lisiv DP "Shostkynske LH" [Age structure of pine forests of SE "Shostka Forest Enterprise"]. Forestry and Forest Melioration, 120: 23–30 (in Ukrainian).
- Zahalna kharakterystyka lisiv Ukrayiny [General characteristics of Ukrainian forests]. 2016. [Electronic resource]. Available from: http://dklg.kmu.gov.ua/forest/control/uk/publish/article?art_id=62921&cat_id=32867 (last accessed date 25.03.2019) (in Ukrainian).

Мешкова В. Л.¹, Кошеляєва Я. В.²

ВІКОВА СТРУКТУРА ЛІСОВОГО ФОНДУ БЕРЕЗОВИХ НАСАДЖЕНЬ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

¹Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького

²Харківський Національний аграрний університет ім. В. В. Докучаєва

Метою досліджень було виявлення особливостей вікової структури насаджень берези повислої Лівобережного лісостепу з урахуванням лісорослинних умов, походження, бонітету та участі цього виду в складі насаджень. Імовірність виживання берези повислої майже в усіх класах віку була найменшою у свіжому суборі. Середній зважений клас віку берези повислої – IV,8 у вегетативних насадженнях і IV,6 у штучних насадженнях. Середній зважений клас віку березових насаджень у вибірках усіх походжень становить V,1 у Сумській області та IV,6 у Харківській і Полтавській. Насадження найгіршого росту є найменш довговічними. Імовірність виживання чистих і майже чистих (9 одиниць берези в складі) є найменшою. Цей показник є найвищим у Сумській області.

Ключові слова: береза повисла (*Betula pendula* Roth), типи лісорослинних умов, походження, бонітет, склад порід.

Мешкова В. Л.¹, Кошеляева Я. В.²

ВОЗРАСТНАЯ СТРУКТУРА ЛЕСНОГО ФОНДА БЕРЕЗОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ ЛЕВОБЕРЕЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ

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

²*Харьковский Национальный аграрный университет им. В.В. Докучаева*

Целью исследований было выявление особенностей возрастной структуры насаждений березы повислой Левобережной лесостепи с учетом лесорастительных условий, происхождения, бонитета и участия этого вида в составе насаждений. Вероятность выживания березы повислой почти во всех классах возраста была наименьшей в свежей субори. Средний взвешенный класс возраста березы повислой – IV,8 в вегетативных насаждениях и IV,6 в искусственных семенных. Средний взвешенный класс возраста березовых насаждений в выборках всех происхождений составил V,1 в Сумской области и IV,6 в Харьковской и Полтавской. Насаждения наиболее слабого роста являются наименее долговечными. Вероятность выживания чистых и почти чистых (9 единиц березы в составе) – наименьшая. Этот показатель наиболее высок в Сумской области.

Ключевые слова: береза повислая (*Betula pendula* Roth), типы лесорастительных условий, происхождение, бонитет, состав пород.

E-mail: Valentynameshkova@gmail.com; yana120783@i.ua

Одержано редколегією 29.03.2019



О. В. ЗІНЧЕНКО

ОСОБЛИВОСТІ БІОЛОГІЇ БРУСЛИНОВОЇ ГОРНОСТАЄВОЇ МОЛІ (*YPONOMEUTA CAGNAGELLUS* (HÜBNER, 1810)) У ЛІСОПАРКУ М. ХАРКОВА

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

Досліджено біологію та шкідливість бруслинової горностаєвої молі на бруслині європейській і бородавчастій. Встановлено, що в Лісопарку м. Харкова переважала бруслина європейська (за поширеністю – 100 %, за часткою – 81,3 %). Найбільша заселеність рослин (96,2 %) і дефоліація (62,5 %) визначені на бруслині європейській. На бруслині бородавчастій суцільного пошкодження не виявлено. Підтверджено, що бруслинова горностаєва міль зимує на стадії личинки I віку. Відзначено, що за постійної температури повітря (20–21°C) у лабораторних умовах початок живлення личинок відбувався через 13 діб після занесення зрізаних гілок у приміщення – одночасно з початком розпускання перших листочків. Виявлено, що в природних умовах живлення личинок починалося наприкінці квітня – на початку травня. Встановлено, що тривалість життя та плодючість були вищими у самок, які мали додаткове живлення.

Ключові слова: бруслинова горностаєва міль (*Yponomeuta cagnagellus* Hübner, 1810.), бруслина європейська (*Euonymus europaeus* L.), бруслина бородавчаста (*E. verrucosus* Scop.), дефоліація, фенологія.

Вступ. У зв'язку з погіршенням стану навколишнього середовища проблема ефективного захисту приміських насаджень від фітофагів, спроможних до формування спалахів масового розмноження, є дуже актуальною.

Фітофаги в приміських насадженнях переважно трапляються в невисокій щільності популяцій і не становлять великої загрози. Однак за певних умов чисельність окремих груп і видів швидко зростає, виникають спалахи масового розмноження, що завдає значної шкоди, зокрема приміським насадженням. Періодичне збільшення чисельності комах-фітофагів супроводжується помітним пошкодженням (об'їданням) листя багатьох видів рослин (Shcherbakova 1999, Shyryaeva 2000, Belov 2011). Одноразове повне знищення листя комахами не спричиняє всихання дерев чи кущів, але негативно впливає на приріст і декоративність рослин (Meshkova 2011).

Природні та штучно створені приміські насадження в Харкові є дуже поширеними, водночас видовий склад фітофагів окремих лісових порід і біологію цих шкідників вивчено недостатньо. Зокрема це стосується фітофагів роду бруслина (*Euonymus* L.), що є складовою підліска в природних лісах та штучних насадженнях. Бруслину використовують у зеленому будівництві як підлісок у групах, на узліссях, у насадженнях. Особливо декоративними бруслини є восени завдяки гарному забарвленню листків і плодів.

Видовий склад комах, які пошкоджують бруслину, є доволі обмеженим (Gershenzon 1995). Так, листя часто пошкоджує бруслинова попелиця (*Aphis evonymi* Gmel.), або листкова буякова попелиця, яка увійшла до складу виду *Aphis fabae* як підвид *Aphis fabae evonymi* Fabr. Буякова попелиця об'єднує низку морфологічно близьких підвидів і належить до групи так званих чорних попелиць (Aleksyeyeva 2010).

Одним із небезпечних шкідників приміських насаджень є бруслинова горностаєва міль (*Yponomeuta cagnagellus* Hübner, 1810). Личинки бруслинової молі живляться листям бруслини європейської (*Euonymus europaeus* L.) та бородавчастої (*E. verrucosus* Scop.), які приурочені до рослин роду *Euonymus*, тобто є вузькими олігофагами (Gershenzon 2011, 2015). Спалахи масового розмноження бруслинової горностаєвої молі (БГМ) в Україні реєстрували в Київській і Вінницькій областях, а також у Приазов'ї (Донецька обл., «Хомутовський степ») (Gershenzon & Kozhevnikova 2016). Осередки виникали на відкритих штучних плантаціях різних видів бруслин, для яких ця міль є найбільш господарсько важливим шкідником (Gershenzon 1995).

Недостатня кількість даних щодо вивчення біології та сезонного розвитку бруслинової горностаєвої молі для оцінювання рівня шкідливості в зелених насадженнях зумовила актуальність наших досліджень.

Метою наших досліджень було вивчення особливостей пошкодження крон бруслини європейської та бородавчастої, а також уточнення біології бруслинової горностаєвої молі в приміських насадженнях м. Харкова.

Матеріали й методи. Польові дослідження проводили протягом 2017–2018 рр. у Лісопарку м. Харкова, а камеральні – у лабораторії захисту лісу УкрНДІЛГА ім. Г. М. Висоцького.

Об'єктами досліджень були рослини бруслини європейської (БЄ) та бруслини бородавчастої (ББ). Польові дослідження проведено за загальноприйнятими ентомологічними, геоботанічними та лісівничими методами (Vorobyov 1967, Mozolevskaya et al. 2010). Під час маршрутних обстежень у лісопарковій зоні м. Харкова оглядали рослини роду бруслин на наявність фітофагів.

Поширеність БЄ та ББ оцінювали на 20 тимчасових облікових ділянках (розміром 5×5 м), які були розташовані на відстані 3–5 м одна від одної. Види бруслин визначали за атласом (Voron 2011).

Поширеність певного виду рослин на ділянці оцінювали як частку екземплярів цього виду від загальної кількості рослин, виражену у відсотках (%). *Трапляння* визначали як частку (%) облікових ділянок, на яких наявний певний вид рослин, від загальної кількості ділянок. *Заселеність* шкідником рослин роду бруслина розраховували як частку рослин певного виду з наявністю гнізд БГМ від загальної кількості рослин, виражену у відсотках. *Дефоліацію* (пошкодження крон) визначали для кожної рослини окремо та обчислювали середні значення для БЄ та ББ. *Рівень пошкодження* рослин БГМ визначали окомірно за шкалою, яка враховує рівень пошкодження листя: 1 бал – 0–25 %; 2 бала – 26–50 %, 3 бала – 51–75 %, 4 бала – 76–100 %.

У лабораторних умовах вимірювали довжину тіла личинок, кокони та імаго за допомогою біокулярного мікроскопа МБС-10 та штангенциркуля. Статистичний аналіз проводили за допомогою MS Excel.

Терміни і тривалість окремих етапів сезонного розвитку БГМ визначали як початкову та кінцеву дати виявлення особин окремих стадій. Для визначення потенційної плодючості БГМ за допомогою біокулярного мікроскопа підраховували загальну кількість сформованих яєць та обчислювали середні значення. Як додаткове живлення метеликам БГМ у чашках Петрі та пробірках пропонували краплю цукрового сиропу.

Результати та обговорення. У результаті досліджень виявлено, що серед двох видів бруслини в дослідних насадженнях переважала БЄ – 81,3 %, тоді як частка ББ становила лише 18,7 % (рис. 1).

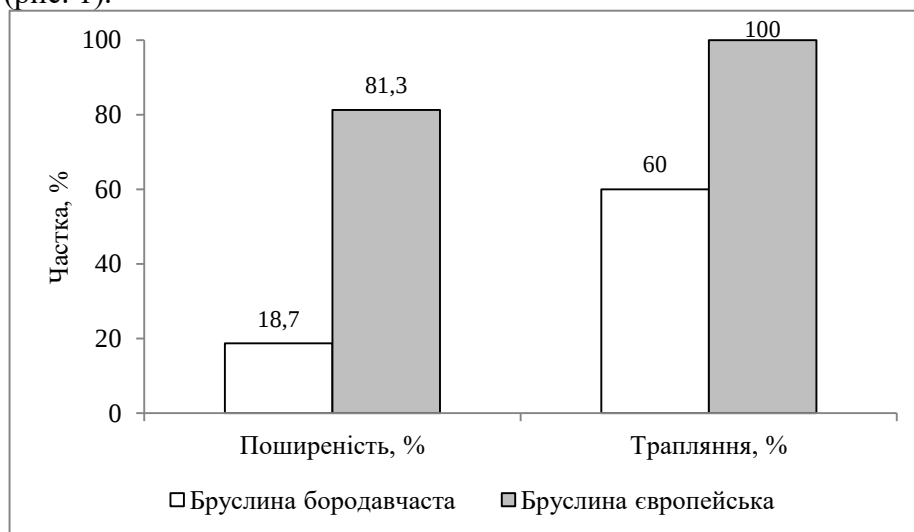


Рис. 1 – Поширеність і трапляння БЄ та ББ у складі підліску

У складі підліску БЄ була наявна на всіх облікових ділянках та мала значну перевагу. Трапляння ББ не перевищувало 60 %. За літературними даними (Voron 2011), БЄ є доволі посухостійкою, світлолюбною породою, тоді як ББ – більш тіньовитривала та краще росте у вологіших умовах. Таким чином, серед двох видів бруслин у Лісопарку м. Харкова домінувала БЄ як більш пристосована до умов зростання.

Найбільшою мірою заселеною БГМ (96,2 %) та пошкодженою (середня дефоліація 62,5 %) виявилась БЄ. Загальна дефоліація ББ становила лише 37,5%, а заселеність – 75 % (рис. 2).

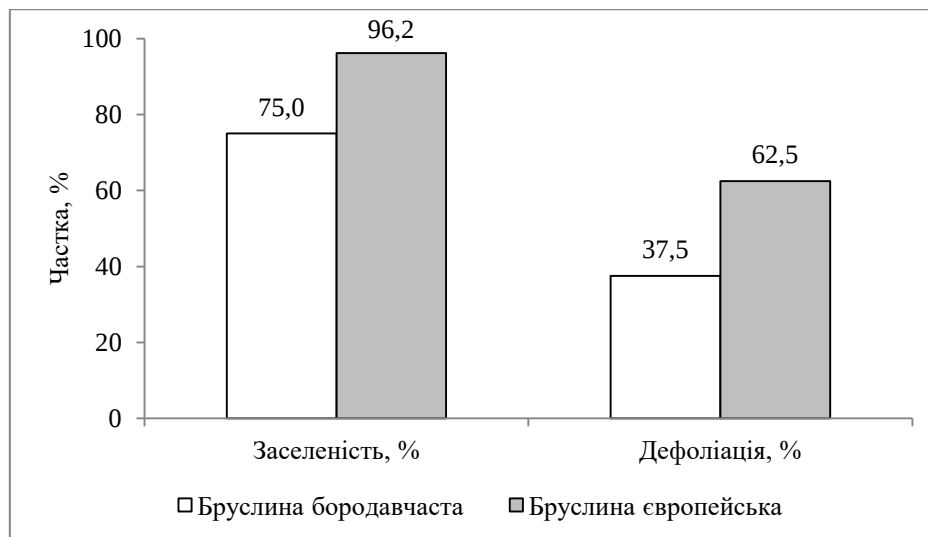


Рис. 2 – Заселеність БГМ та середня дефоліація бруслин

Аналіз даних щодо дефоліації бруслини свідчить, що інтенсивніше була пошкоджена БЄ. Переважна частка дослідних куців БЄ мала високий рівень пошкодження – 34,6 % (рис. 3).

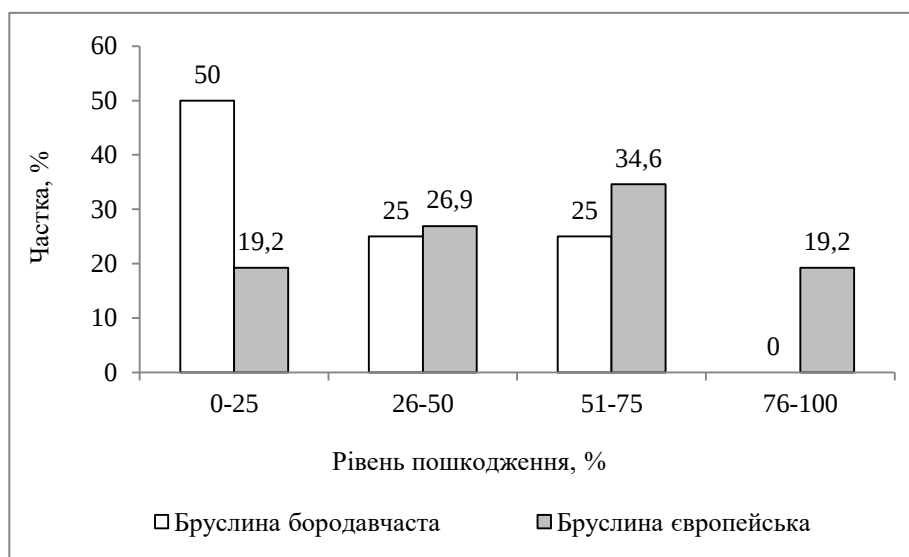


Рис. 3 – Розподіл бруслин за рівнем пошкодження личинками БГМ

Суцільне пошкодження (рис. 4), тобто 75–100 % знищеної крони, та слабе (0–25 %) траплялися однаковою мірою – 19,2 %, середній ступінь пошкодження визначено на 26,9 % куців БЄ. Водночас 50 % куців ББ були пошкодженими у слабкому ступені. Однаково були представлені середній і сильний рівні пошкодження – 25 %, а суцільне пошкодження крон ББ не відзначалось.



Рис. 4 – Суцільне пошкодження крон БЄ бруслиною міллю (фото автора, Лісопарк 22.05.2018)

Зважаючи на те, що в поточному році ми реєструємо спалах масового розмноження БГМ, можна зробити висновок, що ці комахи в період масового розмноження пошкоджують обидва види бруслин, але надають перевагу найбільш принадній для живлення БЄ.

Метелики БГМ мають білу голову, на передніх крилах поздовжні ряди чорних крапок та білу бахрому на зовнішньому краю передніх крил знизу (рис. 5). На задніх крилах бахрома також біла, крім основи крил і їхніх внутрішніх кутів, де бахрома сіра. Розмах крил метелика становить 2,3–2,5 см. Розмір самок у спокійному стані – до 10 мм, самців – 8,5 мм.



Рис. 5 – Метелики БГМ: самка (ліворуч), самець (праворуч) під бінокляром (фото автора, збільшення $\times 10$)

Самки відкладають яйця на стовбури або гілки дерев у напівлежачому положенні, рядами з черепицеподібним розташуванням, за якого наступне яйце наполовину прикриває попереднє, і заливають усю поверхню кладки виділеннями додаткових статевих залоз (рис. 6).

Тривалість розвитку ембріона від відкладання яєць до виходу личинки залежить від температури та вологості повітря. Так, за даними Ф. Отто (Otto 1964), у лабораторних умовах ембріональний розвиток яєць БГМ тривав 7–15 діб за температури повітря 18–20°C, а в природних умовах – протягом 4 тижнів. У більшості представників роду *Yponomeuta* яйця розвиваються протягом 7–15 діб (Gershenzon 1995).

За нашими дослідженнями, на поміщених у воду 16 листопада зрізаних гілках бруслини європейської у лабораторних умовах за постійної температури повітря 20–21°C вихід

личинки БГМ розпочався через 13 діб одночасно з початком розпускання листків і появою перших бутонів – 29 листопада (табл. 1).



Рис. 6 – Кладка яєць БГМ на пагоні БС (ліворуч), личинки I віку БГМ, що зимують (праворуч) (фото автора, 16.11.2017, збільшення $\times 15$)

Таблиця 1

Розвиток БГМ і листків БС за постійної температури повітря 20-21°C у лабораторних умовах (занесення в лабораторні умови 16.11.2017)

Етапи розвитку	Дата
Набухання бруньок	27.11
Початок розпускання листків, поява перших бутонів	28.11
Початок живлення перших личинок	29.11
Поява повного листа та бутонів	06.12
Формування гнізда личинками	08.12
Сформоване гніздо з личинками II віку	12.12
Личинки III віку	19.12

Формування личинками павутинних гнізд, які візуально визначалися, співпадало з появою повного листа та бутонів на пагонах бруслини – 06–08 грудня (рис. 7).

У повністю сформованому гнізді відзначали до 12 личинок. Серед них виявляли личинок як I, так і II віків (12 грудня), які мали блідо-жовте забарвлення. У личинок III віку, завдовжки 7–8 мм, з'являлися характерні чорні крапочки на боках (19 грудня).



Рис. 7 – Формування павутинового гнізда БГМ у лабораторних умовах (фото автора, 12.12.2017)



Рис. 8 – Личинка II віку БГМ у природних умовах (фото автора, 02.05.2018)

Личинки активно розповзалися із гнізд у пошуках корму, але у зв'язку з відсутністю свіжого листя подальші спостереження було припинено.

Дорослі личинки БГМ жовто-кістяного кольору, але під час спалаху з'являються темні особини (до темно-сірих). Голова, грудні ноги, передньоспинний і анальний щитки темні, аж до чорного кольору. На тілі чотири поздовжніх ряди темних плям і темні дрібні бляшки, що несуть волоски. Загалом, видові відмінності гусениць розрізняють за тими породами, на яких вони живляться. За час розвитку гусениці линяють чотири рази і проходять п'ять віків. Довжина тіла дорослих личинок становить 1,8 см (Gershenzon 2013).

Дати появи імаго горностаєвих молей у природних умовах залежать від температури та вологості повітря конкретного року (Gershenzon 1995). За нашими дослідженнями у природних умовах, після зимівлі живлення личинок БГМ розпочалося з кінця квітня – на початку травня в 2017 р. та майже на 2 тижні раніше в 2018 р. (табл. 2). На дослідних ділянках 11 травня 2017 р. та 2 травня 2018 р. ми відзначали вже личинок II віку (рис. 8).

Таблиця 2

**Терміни і тривалість окремих етапів сезонного розвитку БГМ
у вегетаційний період 2017–2018 рр.**

Фенологічні явища та їхня тривалість	Рік досліджень	
	2017	2018
Початок живлення личинок, дати	28 квітня – 1 травня	16 квітня – 20 квітня
Тривалість розвитку личинок після виходу з кладки, діб	39 ± 5	36 ± 4
Утворення лялечок, дати	6–12 червня	23 травня – 5 червня
Масовий літ, дати	16–22 червня	11–15 червня
Період льоту імаго, дати	12 червня – 26 липня	6 червня – 23 липня

Тривалість розвитку личинок у 2017 р. у середньому становила 39 ± 5 діб, на відміну від 2018 р. – 36 ± 5 діб. Невелика розбіжність пов'язана з коливанням погодних умов конкретного року в період розвитку личинок. У лабораторних умовах заляльковування личинок розпочалося на 3–5 діб раніше, ніж у природних умовах, що пов'язане з мінливістю температури повітря в природі.

Заляльковування БГМ у лабораторії тривало з 6 до 12 червня, а масове заляльковування відбувалося 8–9 червня. Лялечки БГМ до 1 см завдовжки, червонувато-жовті або світло-бурі, до вершини черевця звужені з шістьма загостреними щетинками на його верхівці. Знаходяться у веретеноподібних білих або жовтуватих коконах, що висять усередині павутинних гнізд на кущах бруслини (рис. 9).



Рис. 9 – Заляльковування БГМ у природних (ліворуч) та лабораторних (праворуч) умовах (фото автора)

Літ метеликів у природних умовах розпочався 16 червня, а масовий виліт (90 % імаго) у лабораторних умовах – 19 червня (рис. 10). Першими з лялечок вилітали самці, на 1–3 доби пізніше – самки. Нами підраховано, що кількість самок перевищувала на 20,5 % кількість самців. Загалом, літ метеликів тривав майже 2 місяці (див. табл. 2).



Рис. 10 – Масовий виліт імаго бруслинової молі у лабораторних умовах (фото автора, 19.06.2018)

Метелики самок вилітають із недозрілими яйцями, їхнє дозрівання відбувається протягом 3–4 діб усередині яєчних трубок (Gershenzon 1995).

Імаго горностаєвих молей потребують додаткового живлення. У природних умовах вони споживають нектар квітів, у лабораторних умовах – цукровий сироп (рис. 11).



Рис. 11 – Додаткове живлення імаго БГМ у лабораторних умовах цукровим сиропом

Так, за нашими даними тривалість життя імаго БГМ без додаткового живлення в середньому становила 19 ± 7 діб. Більше ніж удвічі тривалість життя збільшилася у випадку додаткового живлення цукровим сиропом у лабораторних умовах і сягала 48 ± 5 діб (табл. 3).

Таблиця 3

Тривалість життя та плодючість самок БГМ залежно від додаткового живлення імаго

Показник	Без додаткового живлення	З додатковим живленням
Тривалість життя, діб	19 ± 7	48 ± 5
Плодючість, шт.	111,3 ± 7,6	167,4 ± 11,6

Загалом у досліді плодючість самок була більшою, якщо вони додатково живилися, і становила $167,4 \pm 11,6$ шт. та $111,3 \pm 7,6$ шт. за наявності та відсутності додаткового живлення відповідно (див. табл. 3).

Як відомо (Gershenzon 1995), нестача корму в личинок спричиняє затримку їхнього росту й розвитку, такі личинки швидше заляльковуються та мають меншу масу, а розміри майбутніх метеликів є меншими від середніх. Нестача корму під час живлення личинок у поєднанні з недостатнім додатковим живленням (наприклад, якщо скошене або відсутнє квітуче різнотрав'я) мають негативний вплив на плодючість самок.

Висновки. В обстеженому насадженні Лісопарку м. Харкова за поширенням, траплянням, заселенням бруслиноюю горностаєвою міллю та дефоліацією переважає бруслина європейська.

Підтверджено факт зимівлі бруслинової горностаєвої молі на стадії личинки I віку. Початок живлення личинок після зимівлі співпадає з появою перших листочків і бутонів на кормовій рослині. У природних умовах тривалість розвитку личинок становить 39 ± 5 діб. Заляльковування личинок БГМ у 2018 р. відбулося майже на два тижні раніше проти попереднього року досліджень. Масовий літ метеликів припадає на середину червня. У лабораторних умовах доведено збільшення тривалості життя та плодючості самок бруслинової горностаєвої молі у разі додаткового живлення цукровим сиропом.

Зважаючи на оптимальні кліматичні умови для розвитку бруслинової горностаєвої молі у Лівобережному Лісостепу України, необхідним є її всебічне вивчення з метою вчасного прогнозування спалахів масового розмноження.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

- Aleksyeyeva, S. A. 2010. Biologichne obgruntuvannya systemy zakhystu nasinnykiv tsukrovyykh buryakiv vid lystkovoyi buryakovoyi popelytsi (*Aphis fabae* Scop.) v Tsentralnomu Lisostepu Ukrayiny [Biological substantiation of the system of beet seeds protection from black bean aphid (*Aphis fabae* Scop.) in the Central Forest-Steppe of Ukraine]. Avtoref. dys. na zdobuttya nauk. stupenya kand. s.-h. nauk [Extended abstract of PhD dissertation]. Kyiv, 20 p. (in Ukrainian).
- Belov, D. A. 2011. Ekologo-troficheskie komplekxy rastitel'noyadnykh chlenistonogikh v nasazhdenyakh Moskvy [Ecological and trophic complexes of herbivorous arthropods in Moscow urban stands]. Vestnyk Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta lesa. Lesnoy vestnik [Bulletin of the Moscow State Forest University. Forest Bulletin], 4: 5–12 (in Russian).
- Gershenzon, Z. S. 1995. Osobennosti biologii palearkticheskikh gornostaevykh moley (Lepidoptera, Yponomeutidae) [Features of biology of palaearctic yponomeutid moths (Lepidoptera, Yponomeutidae)]. Vestnik zoologii, 5–6: 59–65 (in Russian).
- Gershenzon, Z. S. 2011. K kharakterystyke moley-yponomeutyd (Lepidoptera, Yponomeutidae) sadovo-parkovykh nasazhdeniy [To the characteristic of yponomeutid moths (Lepidoptera Yponomeutidae) of landscape gardening stands]. Vestnik Vytebskogo gosudarstvennogo universiteta [Bulletin of the Vitebsk State University], 5 (65): 23–27 (in Russian).
- Gershenzon, Z. S. 2013. Osobennosti formirovaniya vidovogo raznoobraziya moley-iponomeutid (Lepidoptera, Yponomeutidae). Vestnyk Vitebskogo gosudarstvennogo universiteta [Bulletin of the Vitebsk State University], 5 (77): 65–68 (in Russian).
- Gershenzon, Z. S. 2015. Osobennosti formirovaniya konsortivnykh svyazey moley-yponomeutyd (Lepidoptera, Yponomeutidae). Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo universiteta [Bulletin of the Vitebsk State University], 5: 37–40 (in Russian).
- Gershenzon, Z. S. and Kozhevnikova, V. A. 2016. Moli-fitofagi: argirestiide i iponomeutidy (Lepidoptera: Argyrestidae, Yponomeutidae) fauny Vostochnoy Evropy [The moths-phytophages: Lepidoptera: Argyrestidae, Yponomeutidae) of the Eastern Europe]. Kyiv, Naukova dumka, 240 p. (in Russian).

Meshkova V. L. 2011. Sovremennyye problemy lesnoy entomologii i zashchity lesa na Ukraine. In: Bolezni i vrediteli v lesakh Rossii: vek XXI. Materyaly Vserossiyskoy konf. s mezhdunarodnym uchastiem i V ezhegodnykh chteniy pamyati O. A. Kataeva. Ekaterinburg, 20–25 sentyabrya. Krasnoyarsk, SO RAN, p. 18–20 (In Russian).

Mozolevskaya, E. H., Selikhovkin, A. V., Izhevskiy, S. S. et al. 2010. Lesnaya entomologiya [Forest entomology]. Akademiya, 416 p. (in Russian).

Otto, F. J. 1964. Zur Bionomie und Ökologie der Westfalen vorkommenden Arten der Gattung *Paraswammerdamia* FRIESE (Lepidoptera, Yponomeutidae. Z. angew. Entomologie, 4: 387–433.

Shcherbakova, L. N. 1999. Monitoring sostoyaniya zelenykh nasazhdeniy Sankt-Peterburga i ego prigorodov [Monitoring of condition of urban stands of St. Petersburg and its suburbs]. Lesnoy vestnik [Forest Herald], 2(7): 41–43 (in Russian).

Shyryayeva, N. V. 2000. Chlenystonogiye lesnykh i gorodskikh nasazhdeniy Severnogo Kavkaza i upravlenie ikh chislennostyu [Arthropods of forest and urban stands of the North Caucasus and their control]. Avtoref. dis. na soiskanie uchenoy stepeni kand. biol. nauk [Extended abstract of PhD dissertation]. Krasnodar, 33 p. (in Russian).

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

Voron, V. P. 2011. Dereva ta chaharnyky Ukrayiny [Trees and shrubs of Ukraine]. Atlas dlya praktychnykh zanyat z dendrolohiyi [Atlas for practical classes on dendrology]. Kharkiv, Nove slovo, 156 p. (in Ukrainian).

Zinchenko O. V.

PECULIARITIES OF THE SPINDLE ERMINE MOTH (*YPONOMEUTA CAGNAGELLUS* HÜBN.) BIOLOGY IN THE KHARKIV FOREST-PARK

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

Biology and injuriousness of spindle ermine moth in European spindle tree and warted spindle tree were studied. It was found that European spindle tree dominated in the Forest park of Kharkiv (its spread was 100 %, its occurrence was 81.3 %). The most incidence (96.2 %) and defoliation (62.5 %) were registered in European spindle. No severe damage of warted spindle tree was revealed. It was confirmed that spindle ermine moth hibernates as the 1st instar larvae. At constant air temperature (20–21°C) in a laboratory, the larvae start feeding 13 days after the cut branches were brought into the room, simultaneously with first leaves blooming. The study showed that in the forest, larvae begin feeding in late April – early May. It was noted that females with maturation feeding had longer life-span and higher fecundity.

Key words: spindle ermine moth (*Yponomeuta cagnagellus* Hübn.), European spindle tree (*Euonymus europaeus* L.), warted spindle tree (*E. verrucosus* Scop.), defoliation, phenology.

Зинченко О. В.

ОСОБЕННОСТИ БИОЛОГИИ БЕРЕСКЛЕТОВОЙ ГОРНОСТАЕВОЙ МОЛИ (*YPONOMEUTA CAGNAGELLUS* HÜBN.) В ЛЕСОПАРКЕ Г. ХАРЬКОВА

Украинский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации им. Г. М. Висоцкого

Исследованы биология и вредоносность бересклетовой горностаевой моли на бересклете европейском и бородавчатом. Установлено, что в Лесопарке г. Харькова преобладал бересклет европейский (по распространенности – 100 %, по встречаемости – 81,3 %). Наибольшая заселенность растений (96,2 %) и дефолиация (62,5 %) отмечены на бересклете европейском. На бересклете бородавчатом сплошного повреждения не обнаружено. Подтверждено, что бересклетовая горностаевая моль зимует на стадии личинки I возраста. Отмечено, что при постоянной температуре воздуха (20–21°C) в лабораторных условиях начало питания личинок происходит через 13 суток после занесения срезанных веток в помещение – одновременно с началом распускания первых листочков. Было обнаружено, что в природных условиях питание личинок начиналось в конце апреля – начале мая. Установлено, что продолжительность жизни и плодовитость более высоки у самок, которые имели дополнительное питание.

Ключевые слова: бересклетовая горностаевая моль (*Yponomeuta cagnagellus* Hübn.), бересклет европейский (*Euonymus europaeus* L.), бересклет бородавчатый (*E. verrucosus* Scop.), дефолиация, фенология.

E-mail: zinch.ov@gmail.com

Одержано редколегією: 25.10.2018

**КОРОЇДИ ХВОЙНИХ ПОРІД БОТАНІЧНОГО САДУ ХАРКІВСЬКОГО
НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ІМ. В. М. КАРАЗІНА**

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

На території Ботанічного саду Харківського національного університету (ХНУ) ім. В. М. Каразіна на хвойних породах визначено 4 види короїдів: короїда-типографа (*Ips typographus* L.), гравера звичайного (*Pityogenes chalcographus* L.), соснового короїда-крихітку (*Crypturgus cinereus* Herb.) та тайгового короїда-крихітку (*C. subcribrosus* Eg.). Відзначено, що з роду *Abies* лише п'ять видів не мали ознак заселення, а саме: *A. balsamia*, *A. cephalonica*, *A. concolor*, *A. grandis*, *A. violacea*. *Picea koraiensis* та *P. alba* не були заселені короїдами, але на стовбурі помічено спроби заселення. Встановлено, що форму *P. obovata* «*Glausa*» заселяли всі визначені види короїдів. Найбільш поширеним на ялині серед інших видів короїдів виявився *Ips typographus*. Серед 198 обстежених дерев визначено: живих із відсутністю ознак заселення короїдами – 27,3 %, зі спробами заселення – 9,1 %, заселених короїдами – 63,6 %.

Ключові слова: стовбурові шкідники, сосна, ялина, ялиця, короїд-типограф, гравер звичайний.

Вступ. За даними Державного агентства лісових ресурсів України станом на 2011 р., хвойні породи у лісовому фонді представлені сосною (33 %), ялиною (8 %), ялицею (1 %) та іншими породами (менше ніж 1 %) (Zahalna kharakterystyka 2016).

Ялина європейська *Picea abies* (L.) – одна з головних лісоутворювальних порід Українських Карпат: її лісостани займають близько 437 тис. га (Rekomendatsiyi 2008).

У західній Палеарктиці ялину європейську здатні заселяти 39 видів короїдів (Pfeffer 1994). На території України налічується 29 видів короїдів, здатних заселяти ялину (Stark 1952). Т. В. Нікуліна (Nikulina 2014) відзначає 28 видів. У лісостеповій зоні Лівобережної України на ялині можуть розвиватися 19 видів короїдів (Terekhova & Salnytskaya 2014).

Однією з причин всихання як корінних, так і похідних ялиників Українських Карпат є дія стовбурових комах (Shparyk et al. 2013, Parpan et al. 2014). Аналіз феромонних пасток і модельних дерев виявив, що в умовах Карпат ялину європейську заселяють короїд-типограф (*Ips typographus* L.), короїд-двійник (*Ips duplicatus* Sahl.), гравер (*Pityogenes chalcographus* L.), короїд верхівковий (*Ips acuminatus* Gyll.), короїд багатохідний (*Ips amitinus* Eichh.), мікрограф звичайний (*Pityophthorus micrographus* L.), короїд-крихітка ялиновий (*Crypturgus pusillus* Gyll.), коренежил ялиновий (*Hylastes cunicularius* Er.) (Derbak & Tyukh 2008, Kostyba et al. 2008).

Короїд-типограф – один із небезпечних видів, який домінує в короїдному комплексі ялини, за певних умов здатен заселяти сосну та ялицю (Stark 1952). За даними багатьох авторів (Gregoire & Evans 2004, Gregoire et al. 2015, Hlásny et al. 2019) причиною всихання 8 % насаджень на території Європи за період 1850–2000 рр. був комплекс короїдів, у якому домінував короїд-типограф. Останнім часом відзначено тенденцію до збільшення кількості осередків масового розмноження короїда-типографа та їхньої площі у хвойних лісах. Об'єм деревини сосни та ялини, пошкодженої внаслідок його діяльності, збільшився майже на 700 % за останні десятиріччя, від 2,1 млн м³ на рік у 1971–1980 рр. до 14,5 млн м³ на рік у 2002–2010, а у майбутньому цей показник тільки зростатиме (Seidl et al. 2014). Інші перелічені види короїдів також можуть бути небезпечними для ялини, ялиці чи сосни, особливо в екстремальних для хвойних порід умовах – потепління клімату, нестачі вологи тощо.

На території м. Харків та області насадження, що містять у складі ялину, ялицю та інші хвойні породи, мають переважно штучне походження. Найбільше різноманіття хвойних порід представлено на території ботанічного саду Харківського національного університету (ХНУ) ім. В. М. Каразіна, який є об'єктом природно-заповідного фонду м. Харків загальнодержавного значення. Колекція рослин ботанічного саду налічує понад 7 000 видів, у тому числі понад 1 000 видів і форм декоративних листяних і хвойних порід (Botanichnyy

sad 2019). Ботанічний сад розташований майже у центрі міста та знаходиться під постійним антропогенним навантаженням. Не менш важливим є те, що в насадженні велика кількість дерев досягли віку стиглості та є сприйнятливими до негативного впливу природних та антропогенних чинників.

Починаючи з 2011 р., стан хвойних порід на території ботанічного саду почав поступово погіршуватися, ослаблення дерев супроводжувалося їхнім заселенням комплексом короїдів. Масове заселення спочатку окремих ослаблених дерев, а потім і здорових призвело до значного знищення колекції хвойних у ботанічному саду.

Мета дослідження – визначити видовий склад короїдів на хвойних породах Ботанічного саду ХНУ ім. В. М. Каразіна

Матеріали й методи. Дослідження проведено на території Ботанічного саду ХНУ ім. В. М. Каразіна (50°01' N, 36°13' E, висота над рівнем моря 140–150 м) протягом вегетаційного періоду 2019 р.

Загалом обстежено 198 дерев хвойних порід, які представлені 36 видами, що належать до 7 родів, а саме: ялицею (*Abies*), ялиною (*Picea*), сосною (*Pinus*), псевдотсугою (*Pseudotsuga*), ялівцем (*Juniperus*), модриною (*Larix*) та тисом (*Taxus*).

Ентомологічний аналіз проводили за загальноприйнятими методиками. Ручний збір комах здійснювали на нижніх гілках, стовбурах дерев (на висоті до 2 м від поверхні ґрунту), тобто у зоні досяжності. Через відсутність технічної можливості верхня частина стовбура та крона не були оглянуті. Відзначали заселені та незаселені дерева, а також живі дерева з ознаками спроб заселення короїдами (смолотечею, буровим борошном, вхідними отворами). Видовий склад короїдів визначали в лабораторних умовах за допомогою бінокулярного мікроскопа ZTX-20-W, визначників та атласів (Stark 1952, Pfeffer 1994, Nikulina 2014).

Результати та обговорення. На хвойних породах Ботанічного саду ХНУ ім. В. М. Каразіна визначено 4 види короїдів: короїд-типограф (*Ips typographus* Linnaeus, 1758), гравер звичайний (*Pityogenes chalcographus* Linnaeus, 1761), сосновий короїд-крихітка (*Crypturgus cinereus* Herbst, 1793) та тайговий короїд-крихітка (*C. subcubrosus* Eggers, 1933).

За даними А. Пфєффера (Pfeffer 1994), для західної Палеарктики дерева з роду *Abies* здатні заселяти 31 вид короїдів, які належать до 12 родів (*Cryphalus*, *Crypturgus*, *Dryocoetes*, *Hylurgops*, *Ips*, *Pityokteines*, *Pityophthorus*, *Platypus*, *Polygraphus*, *Xyleborus*, *Xyloterus*, *Xylechinus*); рід *Picea* – 64 види короїдів із 16 родів (*Carphoborus*, *Cryphalus*, *Crypturgus*, *Dendroctonus*, *Dryocoetes*, *Hylurgops*, *Hylastes*, *Ips*, *Orthotomicus*, *Pityophthorus*, *Pityogenes*, *Polygraphus*, *Phthorophloeus*, *Xyleborus*, *Xylechinus*, *Xyloterus*); окремі види з роду *Pinus* (які присутні в колекції ботанічного саду) заселяє 51 вид із 14 родів (*Carphoborus*, *Cryphalus*, *Crypturgus*, *Dryocoetes*, *Hylastes*, *Hylurgops*, *Hylurgus*, *Ips*, *Orthotomicus*, *Pityogenes*, *Pityophthorus*, *Polygraphus*, *Tomicus*, *Xyleborus*). Дереву *Pseudotsuga menziesii* можуть заселяти 2 види короїдів (*Pityogenes chalcographus*, *Pityophthorus pityographus*); дерева з роду *Larix* – 14 видів короїдів із 10 родів (*Carphoborus*, *Crypturgus*, *Dryocoetes*, *Hylurgops*, *Ips*, *Orthotomicus*, *Pityogenes*, *Pityophthorus*, *Scolytus*, *Xyloterus*). Дереву *Taxus baccata* заселяє тільки *Scolytus rugulosus*.

На території Ботанічного саду ХНУ ім. В. М. Каразіна ялиця представлена 13 видами. За С. І. Кузнецовим та ін. (Kuznetsov et al. 2013), в Україні ростуть 17 видів ялиць. Ялиця біла, або гребінчаста (*Abies alba*) – єдиний дикорослий вид в Україні, поширений у Карпатах у нижній мішаній смузі лісів разом із буком та смерекою до висоти 1 200 м (Kondratyuk 1960). Цей вид на території Ботанічного саду представлений трьома екземплярами, одне дерево не мало ознак заселення, два інші мали патьоки живиці як ознаку невдалих спроб заселення короїдами. З усіх обстежених дерев лише п'ять видів ялиці (15 екз.) не мали ознак заселення, а саме: *A. balsamica*, *A. cephalonica*, *A. concolor*, *A. grandis* та *A. violacea* (табл. 1).

Дереву із шістьох видів ялиці мали ознаки спроб або заселення короїдами. Визначено, що *A. fraseri* та *A. nordmanniana* заселяв тільки *Pityogenes chalcographus*, *A. veitchii* – *Crypturgus cinereus*. *A. arizonica* та *A. lasiocarpa* заселяли по 2 види короїдів – *I. typographus* і

Crypturgus subcribrosus. Ялиця сибірська заселена трьома видами короїдів окрім короїда-типографа.

Таблиця 1

Розподіл короїдів на кормових хвойних породах у Ботанічному саду ХНУ ім. В. М. Каразіна

Вид	Кількість дерев, екз.			Види короїдів			
	без заселень	спроби	заселені	<i>Ips typographus</i>	<i>Pityogenes chalcographus</i>	<i>Crypturgus cinereus</i>	<i>Crypturgus subcribrosus</i>
<i>Abies arizonica</i>	0	0	4	+	–	–	+
<i>A. alba</i>	1	2	0	–	–	–	–
<i>A. balsamia</i>	5	0	0	–	–	–	–
<i>A. cephalonica</i>	1	0	0	–	–	–	–
<i>A. concolor</i>	7	0	0	–	–	–	–
<i>A. grandis</i>	1	0	0	–	–	–	–
<i>A. fraseri</i>	0	0	2	–	+	–	–
<i>A. lasiocarpa</i>	2	0	1	+	–	+	–
<i>A. nordmanniana</i>	1	0	1	–	+	–	–
<i>A. sachalinensis</i>	0	1	0	–	–	–	–
<i>A. sibirica</i>	0	4	5	–	+	+	+
<i>A. veitchii</i>	0	0	1	–	–	+	–
<i>A. violacea</i>	1	0	0	–	–	–	–
<i>Juniperus virginiana fastigiata</i>	0	1	0	–	–	–	–
<i>Larix sp.</i>	0	0	5	+	+	–	–
<i>Picea abies</i>	32	4	47	+	+	+	–
<i>P. alba</i>	0	2	0	–	–	–	–
<i>P. asperata</i>	0	1	11	+	–	+	+
<i>P. engelmannii</i>	0	0	2	+	–	+	–
<i>P. glehnii</i>	0	0	3	+	–	+	–
<i>P. koraiensis</i>	0	1	0	–	–	–	–
<i>P. obovata</i>	0	1	4	+	–	+	+
<i>P. obovata «Glauca»</i>	0	1	10	+	+	+	+
<i>P. omorika</i>	0	0	1	+	–	–	–
<i>P. orientalis</i>	0	0	3	+	–	–	+
<i>P. ungens</i>	0	0	1	+	–	–	–
<i>P. ubens</i>	0	0	1	–	+	+	–
<i>P. schrenkiana</i>	0	0	1	+	–	–	–
<i>P. wilsonii</i>	0	0	2	+	–	+	–
<i>Pinus banksiana</i>	0	0	1	+	–	–	–
<i>P. kochiana</i>	1	0	0	–	–	–	–
<i>P. nigra</i>	1	0	0	–	–	–	–
<i>P. pallasiana</i>	0	0	1	–	+	–	–
<i>P. peuce</i>	0	0	1	+	–	–	–
<i>P. strobus</i>	0	0	1	+	–	+	–
<i>Pseudotsuga menziesii «Glauka»</i>	0	0	17	+	+	–	–
<i>Taxus baccata</i>	1	0	0	–	–	–	–
УСЬОГО	54	18	126	18	9	12	6

За С. І. Кузнецовим та ін. (Kuznetsov 2013), в Україні ростуть 19 видів ялин. Серед обстежених 128 дерев ялини, які належать до 13 видів та однієї форми *Picea obovata* «*Glauca*», єдиним аборигенним для України видом є ялина звичайна, або європейська, *P. abies*, усі інші – види-інтродуценти (Kondratyuk 1960).

Виявлено, що *P. koraiensis* та *P. alba* не були заселені короїдами, але на стовбурі помічено спроби заселень.

Три види ялини, а саме: *P. omorika*, *P. pungens*, *P. schrenkiana* заселяв лише *I. typographus*. Ці дерева короїди почали заселяти першими, а під час обстеження вони були загиблими вже декілька років. Інші види ялини мали свіжі ознаки заселення комплексом короїдів у тому чи іншому складі.

Сиза форма ялини (*P. obovata* «*Glauca*») виявилася найбільш пригодною для заселення, на ній знайшли поселення всіх визначених короїдів.

За С. І. Кузнецовим (Kuznetsov 2013), на території України ростуть 50 видів сосни. На території Ботанічного саду рід *Pinus* був представлений 6 видами.

На *P. kochiana* та *P. nigra* не виявлено поселень короїдів. *P. banksiana* та *P. peuce* заселяв *Ips typographus*, а на *P. strobus* окрім *Ips typographus* відзначали також поселення *Crypturgus cinereus*. Дереву *P. pallasiana* заселяв тільки *Pityogenes chalcographus*.

Обстежені 5 екземплярів *Larix sp.* і 17 екземплярів *Pseudotsuga menziesii* «*Glauka*» заселені *Ips typographus* та *Pityogenes chalcographus*. Один екземпляр *Taxus baccata* не був заселеним короїдами.

Таким чином, під час обстеження із 198 дерев лише 54 шт. (27,3 %) виявилися живими та не мали ознак заселення короїдами. Спроби заселення виявлено на 18 деревах (9,1 %), заселеними були 126 (63,6 %) із обстежених дерев.

Ips typographus виявився найпоширенішим серед інших видів короїдів на дослідних деревах і визначений на 18 видах хвойних. Поселення *Crypturgus cinereus* визначили на 12 видах хвойних, а *Pityogenes chalcographus* та *Crypturgus subcristatus* заселили 9 і 6 видів хвойних порід відповідно.

Висновки. У результаті досліджень виявлено 4 види короїдів, серед яких домінував короїд типограф (*Ips typographus*), який був визначений на 18 видах хвойних із 37 досліджених.

Усі визначені види короїдів заселяли ялину *P. obovata* «*Glauca*».

Серед досліджених хвойних 8 видів не мали ознак заселення, а саме: п'ять видів ялиці (*A. balsamia*, *A. cephalonica*, *A. concolor*, *A. grandis*, *A. violacea*), два види сосни (*P. kochiana*, *P. nigra*) та *Taxus baccata*. Під час озеленення необхідно враховувати дані щодо принадності хвойних до заселення короїдами.

Враховуючи значну частку дерев зі спробами (9,1 %) та явними ознаками заселення короїдами (63,6 %), можна стверджувати про високий ризик заселення дерев колекції хвойних порід Ботанічного саду.

Подяка. Автори роботи висловлюють подяку співробітникам ботанічного саду ХНУ ім. В. М. Каразіна та особисто М. В. Сухоруковій

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

Botanichnyy sad [Botanical garden]. 2019. [Electronic resource]. Kharkivskyy natsionalnyy universytet imeni V. N. Karazina [V. N. Karazin Kharkiv National University]. Available from: https://www.univer.kharkov.ua/ua/general/structure/scientific_institutions/botanical_garden. (last accessed date 28.05.2019) (in Ukrainian).

Derbak, I. S. and Tyukh, Yu. Yu. 2008. Feromonnyy lisivnycho-biologichnyy metod zakhystu yalyny vid zhukiv-koroyidiv v umovakh lisovykh nasadzhen NPP. "Synevyr". [Pheromone forestry-biological method of spruce protection from bark-beetles in the forest of the Synevyr NNP]. Naukovyy visnyk Uzhhorodskoho universytetu. Seriya Biologiya, 23, 170–173 (in Ukrainian).

Gregoire, J. C. and Evans, H. F. 2004. Damage and control of BAWBILT organisms – an overview. In: Lieutier, F., Day, K., Battisti, A., Gregoire, J. C., Evans, H. (Eds.). Bark and Wood Boring Insects in Living Trees in Europe, a Synthesis. Kluwer, Dordrecht, p. 19–37.

Gregoire, J. C., Raffa, K. F., Lindgren, B. S. 2015. Economics and politics of bark beetles. In: Vega, F. E. and Hofstetter, R. W. (Eds.). Bark Beetles. Biology and Ecology of Native and Invasive Species. Elsevier, p. 585–613.

Hlásny, T., Krokene, P., Liebhold, A., Montagné-Huck, C., Müller, J., Qin, H., Raffa, K., Schelhaas, M.-J., Seidl, R., Svoboda, M., Viiri, H. 2019. Living with bark beetles: impacts, outlook and management options. European Forest Institute, 52 p. <https://doi.org/10.36333/fs08>.

Kostyba, M. V., Kramarets, V. O., Hrynyk, H. H., Buniy, V. Ya., Novorynskyi, P. S. 2008. Vsykhannya yalynovykh lisostaniv na Bukovyni [Decline of spruce stands in Bukovyna region]. Forestry and Forest Melioration, 114: 152–158 (in Ukrainian).

Kondratyuk, Ye. M. 1960. Dykorostuchi khvoyni Ukrayiny [Wildgrowing conifers of Ukraine]. Kyiv, AN URSR, 120 p. (in Ukrainian).

Kuznetsov, S. I., Kurdyuk, O. M., Mayevskyy, K. V., Zhyla, A. I. 2013. Taksonomichnyy sklad ta systematyka holonasinnykh (*Pinophyta*) dendroflory Ukrayiny na osnovi yikh suchasnoyi klasyfikatsiyi. [The taxonomic compound and the systematic of gymnosperms (*Pinophyta*) of the dendroflora of Ukraine on the basis of their modern classification]. Introduktsiya roslyn, 3: 3–11 (in Ukrainian).

Nikulina, T. V. 2014. Klyuchi k opredeleniyu zhukov-koroyedov (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) Ukrainy [The keys for identification of bark-beetles (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) of Ukraine]. Kavkazskiy entomol. Byulleten, 10(1): 89–106 (in Russian).

Parpan, V. I., Shparyk, Yu. S., Slobodyan, P. Ya. et al. 2014. Osoblyvosti vedennya lisovoho hospodarstva v pokhidnykh yalynnykakh Ukrayinskykh Karpat [Forest management peculiarities in secondary Norway spruce (*Picea abies* (L.) H. Karst) stands of the Ukrainian Carpathians]. Naukovi pratsi Lisivnychoyi akademiyi nauk Ukrayiny [Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine], 12: 20–29 (in Ukrainian).

Pfeffer, A. 1994. Zentral- und Westpaläarktische Borken- und Kernkäfer (Coleoptera: Scolytidae, Platypodidae). Entomologica Basiliensia, 17: 5–310.

Rekomendatsiyi z vidnovlennya ta rozvedennya smerekovykh lisiv Karpat [Recommendations for restoration and breeding of Carpathian spruce forests]. 2008. Brodovych, R. I. ta in. Zbirnyk rekomendatsiy UkrNDIhirlis im. P. S. Pasternaka "Naukovi zasady vedennya staloho lisovoho hospodarstva v Karpat-s'komu rehioni". Ivano-Frankivsk, 24–26 (in Ukrainian).

Seidl, R., Schelhaas, M.-J., Rammer, W., and Verkerk, J. P. 2014. Increasing forest disturbances in Europe and their impact on carbon storage. Nature Climate Change, 4: 806–810.

Shparyk, Yu. S., Parpan, T., Slobodyan, P. Ya., Savchyn, T. I., Buniy, V. Ya. 2013. Vsykhannya yalynnykiv na pivnichno-skhidnomu mehaskhyli Ukrayinskykh Karpat [Parching spruce forests on the north-eastern slope of the Ukrainian Carpathians]. Naukovyy visnyk NLTU Ukrayiny [Scientific Bulletin of UNFU], 23.5: 141–147 (in Ukrainian).

Stark, V. N. 1952. Fauna SSSR. Vol. 31. Nasekomye zhestkokrylyye. Koroyedy. [Coleoptera. Bark beetles]. Moscow; Leningrad, AN SSSR, 464 p. (in Russian).

Terekhova, V. V. and Salnytskaya, M. A. 2014. Annotyrovannyi spysok vydiv zhukov-koroedov (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) lesostepnoy zony Levoberezhnoy Ukrainy. [Annotated list of bark beetles (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) of forest-steppe zone of Left-bank Ukraine]. Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho universytetu imeni V. N. Karazina. Seriya: biolohiya [The Journal of V.N.Karazin Kharkiv National University. Series "Biology"], 1100(20): 180–197 (in Ukrainian).

Zahalna kharakterystyka lisiv Ukrayiny. [General characteristics of Ukrainian forests]. 2016. [Electronic resource]. Available from: http://dklg.kmu.gov.ua/forest/control/uk/publish/article?art_id=62921&cat_id=32867 (last accessed date 28.05.2019) (in Ukrainian).

Zinchenko O. V., Kukina O. M., Skrylnyk Yu. Ye.

BARK BEETLES OF CONIFEROUS TREES IN BOTANICAL GARDEN OF V. N. KARAZIN KHARKIV NATIONAL UNIVERSITY

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

Four species of bark beetles were identified (*Ips typographus* L., *Pityogenes chalcographus* L., *Crypturgus cinereus* Herb. and *C. subcubrosus* Eg.) on coniferous trees in the territory of the Botanical Garden. Only five species of the *Abies* genus had no signs of colonizing with bark beetles, namely: *A. balsamia*, *A. cephalonica*, *A. concolor*, *A. grandis*, *A. violacea*. *Picea koraiensis* and *P. alba* were not inhabited by bark beetles, but colonization attempts were found on the stem. *P. obovata* of the "Glauc" form was inhabited by all identified bark beetle species. *Ips typographus* was the most common on the spruce among other bark beetles. Among the 198 surveyed trees, 27.3 % had no signs of colonization by bark beetles, 9.9 % had the attempts of colonization, and 63.6 % were inhabited by bark beetles.

Key words: stem pests, pine, spruce, fir, *Ips typographus*, *Pityogenes chalcographus*.

Зинченко О. В., Кукина О. Н., Скрыльник Ю. Е.

КОРОЕДЫ ХВОЙНЫХ ПОРОД БОТАНИЧЕСКОГО САДА ХНУ ИМ. В. Н. КАРАЗИНА

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

На территории Ботанического сада ХНУ им. В. Н. Каразина на хвойных породах определены 4 вида короедов: короед типограф (*Ips typographus* L.), гравер обыкновенный (*Pityogenes chalcographus* L.), сосновый короед-крошка (*Crypturgus cinereus* Herb.) и таежный короед-крошка (*C. subcubrosus* Eg.). Отмечено, что из рода *Abies* только пять видов не имели признаков заселения, а именно: *A. balsamia*, *A. cephalonica*, *A. concolor*, *A. grandis*, *A. violacea*. Установлено, что *Picea koraiensis* и *P. alba* не были заселены короедами, однако на

стволах отмечены только попытки заселения. Форму *P. obovata* «*Glauca*» заселяли все обнаруженные виды короедов. На ели наиболее распространенным короедом оказался *Ips typographus*. Среди 198 осмотренных деревьев отмечено: живых с отсутствием признаков заселения короедами – 27,3 %, с попытками заселения – 9,1 %, заселенных короедами – 63,6 %.

К л ю ч е в ы е с л о в а : стволые вредители, сосна, ель, пихта, короед-типограф, гравер обыкновенный.

E-mail: zinch.ov@gmail.com; ol.kukina@gmail.com; yuriy.skrylnik@gmail.com

Одержано редколегією 11.06.2019



І. М. УСЦЬКИЙ

**ЗМІНИ ВМІСТУ МОНОТЕРПЕНІВ ЖИВИЦІ СОСНИ У ЗВ'ЯЗКУ З УРАЖЕННЯМ
КОРЕНЕВОЮ ГУБКОЮ (*HETEROBASIDION ANNOSUM* (FR.) BREF.)**

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

За допомогою газорідинної хроматографії виявлено тенденції змін вмісту монотерпенів у складі живиці дерев сосни IV класу віку, уражених кореневою губкою у різному ступені. Виявлено, що з розвитком хвороби вміст α -пінену і камфену знижується. Найменший їхній уміст, якщо порівняти зі здоровими деревами, виявлено у дерев, що знаходяться в активній зоні осередку всихання, ступінь ураження коріння яких становить 11–30 %. Уміст Δ^3 -карену в складі живиці цих дерев проти неуразжених є, навпаки, вищим на 15–16 %. Уміст β -пінену в уражених кореневою губкою дерев був в 1,8–2,0 разу вищим, ніж у неуразжених. Відзначено, що зміни в складі ефірних олій дерев в активній зоні осередку хвороби є сигналом щодо ослаблення дерева та можливості його заселення лубоїдами. Зміни в складі ефірних олій живиці в осередках кореневої губки провокують як патологічні процеси, так і зміни екології дерев унаслідок розвитку хвороби.

Ключові слова: коренева губка (*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.), ефірні олії живиці, монотерпени, осередок всихання, α -пінен, β -пінен, Δ^3 -карен, короїди.

Вступ. Монокультура сосни, створена на староорних землях, як правило, уражається кореневими гнилями, збудником яких є базидіальний гриб *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. Відмирання дерев відбувається не тільки внаслідок дії корневих гнилей, а також під впливом комах. В осередках кореневої губки найбільшого поширення набули великий і малий соснові лубоїди – *Tomicus piniperda* L. та *T. minor* Hart., а верхівки ослаблених дерев заселяє верхівковий короїд *Ips acuminatus* (Ladeyshchikova et al. 2001). Імаго лубоїдів здійснюють додаткове живлення в пагонах сосни, які іноді під дією вітру обламуються й падають. Це явище має назву «стрижки» крон (Радіу 1974) і поширюється за високої чисельності лубоїдів, зокрема після пожеж і на межі зрубів (Porohnyach 2009). Стовбури дерев у міжосередковому просторі ці комахи не заселяли, і зона їхньої активності обмежувалася лише ослабленими деревами осередку всихання. Ефірні виділення сосни відіграють роль як репелентів, так і атрактантів. Власне за запахом, який залежить від складу цих виділень, комахи визначають, чи є доступним дерево для заселення (Isaev 1971). Вивчення впливу відповідних концентрацій складових ефірних олій – α -пінену, β -пінену і лімонену – на вибір дерев великим сосновим лубоїдом дало змогу створити прилад «осмопіль Бертон» для визначення складу та вмісту деяких монотерпенів у повітрі насаджень (Chararas & Berton 1961). Дослідна перевірка впливу монотерпенів (α -пінен, β -пінен, Δ^3 -карен, β -фелландрен, η -цимол) на личинок подовженого короїда виявили, що найбільш токсичним виявився Δ^3 -карен (Isaev & Girs 1975). Характерною діагностичною ознакою ураження дерева кореневою губкою є значне виділення живиці з ушкодженого коріння. Виділення живиці пов'язане зі змінами метаболізму дерева та значними витратами вологи (Kramer & Kozlowski 1979), що також спричиняє зміни в складі монотерпенів ефірних олій хвої (Korobchenko 1975). За даними М. І. Фьодорова (Fyodorov 1984), у живиці дерев, уражених кореневою губкою в сильному ступені, у порівнянні з неуразженими деревами відзначено збільшення вмісту α -пінену на 6 %, β -пінену – у 2–3 рази, а вміст Δ^3 -карену, навпаки, знижується на 12,6 %. Поширення осередків верхівкового короїда в останні роки також може бути пов'язаним зі зміною в складі ефірних олій у соснових насадженнях, де у зв'язку з кліматичними флуктуаціями останніх років могли виникнути локальні порушення водного режиму дерев.

Метою наших досліджень є виявлення змін у складі ефірних олій живиці дерев сосни з різним ступенем ураження корневих систем в осередках кореневої губки.

Матеріали й методи. Особливості будови корневих систем соснових насаджень, уражених кореневою губкою, вивчали за методикою (Ustskiy 1988) у чистому сосновому насадженні IV класу віку (Харківська область, ДП «Жовтневе ЛГ», Васищевське лісництво)

у межах державної бюджетної теми № 39 (Usovershenstvovat sistemu 1988). Усі дерева на пробній площі, яка включала осередки всихання та частину міжосередкового простору, було зрубано та обміряно. Кореневі системи модельних дерев у радіусі 1,0 м довкола стовбура розкопано на глибину 1,0 м. У розкопаному просторі заміряли діаметри всіх коренів на відстані 5 см від їхніх відгалужень і визначали стадію ураження хворобою. Ступінь ураження кореневої системи (СУК) визначали як частку площі перерізу, що була уражена кореневою губкою, у відсотках від площі перерізу всіх облікованих коренів.

За ступенем ураження коріння дерева об'єднували в групи: неуражені, СУК 1–10 %, СУК 11–20 %, СУК 21–30 %, СУК 31–40 % і СУК понад 40 %. Із частини дерев, уражених різною мірою, взято зразки живиці, з яких шляхом відгонки паром за допомогою перегінного апарату добували терпентинні олії. Склад терпентинних олій аналізували шляхом розділення на газорідинному хроматографі ЛХМ-8М. Газ-носій – гелій, твердий носій – целіт 545, нерухома рідка фаза – поліокс-100 (15 % від твердого носія). Термостат хроматографа мав температуру 125°C, швидкість газу – 60 мм·хв⁻¹. Ідентифікацію монотерпенів проводили за послідовністю та часом виходу складових із колонки. Участь компонентів у складі ефірних олій визначали за часткою площі їхніх піків у загальній площі хроматограми.

Матеріали, отримані нами під час досліджень у 80-ті роки, тут розглянуто дещо під іншим кутом зору у зв'язку з виявленням у сучасний період деяких аспектів впливу інших факторів на поширення осередків кореневої губки (Vyvchyty zakonimirnosti 2009).

Результати та обговорення. Розкопки корневих систем дерев, із яких взято зразки живиці, показали, що дерева з неураженим корінням (17,6 % від загальної кількості дерев) розміщені відносно щільною куртиною у ще не порушеному хворобою фрагменті. Дерева із початковою стадією ураження (СУК 1–10 %) (48,2 %) були прилеглими переважно до фрагмента зі здоровими деревами, а на межі прогалини в активній частині осередку знаходилися здебільшого дерева із СУК 21–30 % (10,6 % дерев). Між ними були розміщені дерева із СУК 11–20 %, які становили 10,6 % всіх дерев. Найбільш уражені (СУК 31–40 % та > 40 %) дерева, що становили 13 %, знаходилися переважно у відкритому просторі прогалини. Чітких меж між частинами насадження з різним СУК не виявлено, оскільки на розвиток осередку впливає різна стійкість дерев до хвороби. Дерева в межах групи з тим чи іншим ступенем ураження коріння вирівнювалися за таксаційними показниками (табл. 1).

Таблиця 1

Таксаційні показники дерев сосни звичайної IV класу віку з різним ступенем ураження корневих систем в осередках кореневої губки

Ступінь ураження коріння (СУК), %	Кількість дерев <i>n</i> , шт.	Висота <i>H</i> , м	Діаметр <i>D</i> , см
Здорові дерева	15	16,5 ± 0,23	18,5 ± 0,58
1–10	41	16,2 ± 0,17	18,2 ± 0,46
11–20	9	15,6 ± 0,70	16,7 ± 0,70
21–30	9	14,8 ± 0,33	16,0 ± 0,62
31–40	11	14,5 ± 0,35	15,9 ± 0,66

Результати досліджень свідчать (табл. 2) про значну мінливість вмісту монотерпенів. Так, найменшу мінливість відзначено для α-пінену (35,8–56,1 %), а найбільшу – для дипентену (56–188 %), що в цьому випадку свідчить лише про тенденції змін їхнього вмісту у зв'язку з розвитком хвороби. Так, уміст α-пінену і камфену під впливом хвороби знижується. Найменший їхній вміст, якщо порівняти зі здоровими деревами, відзначено в дерев на краю прогалини, ступінь ураження коріння яких 11–30 %. Проте у дерев із СУК 31–40 % у відкритому просторі вміст монотерпенів дещо підвищується проти менш уражених дерев (рис. 1). Виявлено також, що в уражених дерев уміст β-пінену є вищим проти неуражених дерев в 1,8–2,0 разу. Найбільший уміст β-пінену зареєстровано в дерев відкритого простору прогалини. Вміст Δ³-карену в дерев із СУК 1–10 % та СУК 40 % був на 17–23 % меншим, ніж у здорових дерев, проте у дерев, що знаходяться в активній зоні

осередку (СУК 11–30 %), він був, навпаки, на 15–16% більшим. Уміст лімонену в групах уражених дерев теж підвищувався (120–160 %), проте найбільший рівень спостерігали в дерев на початкових стадіях хвороби (СУК 1–10 %). Уміст дівентену виявився більшим в уражених дерев, ніж у здорових, а найбільший вміст η -цимолу відзначено в дерев зі ступенем ураження 11–20 %.

Таблиця 2

Вміст монотерпенів в ефірних оліях хвої та пагонів дерев сосни в осередках кореневої губки з різним ступенем ураження корневих систем, %

Статистичний показник	Компонент ефірних олій						
	α -пінен	камфен	β -пінен	Δ^3 -карен	лімонен	дівентен	η -цимол
Здорові дерева							
$M \pm$	52,2	2,5	10,2	28,3	3,3	0,7	2,9
m	4,84	0,28	3,57	4,68	0,35	0,11	0,58
V	35,9	44,4	135,2	64,1	41,5	62,3	78
n	15	15	15	15	15	14	15
СУК 1–10 %							
$M \pm$	50,4	2,2	18	21,7	5,2	0,7	2,2
m	3,24	0,16	2,9	2,6	0,9	0,15	0,25
V	41,2	46,4	101,8	77,8	114,4	142,3	71,8
n	41	41	41	41	41	41	41
t	0,3	0,81	1,46	1,26	1,23	0,04	1,21
СУК 11–20 %							
$M \pm$	38	1,7	18	33	4,3	0,8	4,2
m	4,95	0,21	4,89	6,12	1,47	1,14	1,13
V	43,2	43	89,7	61,3	114,4	56,98	89,2
n	11	11	11	11	11	11	11
t	1,9	2,1	-1,28	-0,61	0,69	-0,55	-1,1
СУК 21–30 %							
$M \pm$	36,6	1,8	18,2	32,7	4,6	2,3	2,97
m	6,84	0,34	6,72	7,21	1,01	1,86	0,79
V	56,1	58	110,8	66,1	66,3	188,8	79,9
n	9	9	9	9	9	9	9
t	1,83	1,53	-1,19	-0,51	-1,36	0,35	-0,12
СУК 31–40 %							
$M \pm$	44,1	2,2	21,5	25	4	0,6	2,5
m	4,76	0,28	6,71	7,16	1,12	0,16	0,86
V	35,8	42,7	103,4	94,9	92,2	87,1	112,2
n	11	11	11	11	11	11	11
t	1,12	0,63	1,53	0,38	-0,66	0,35	0,31

Цілоком імовірно, що динаміка вмісту монотерпенів в ефірних оліях живиці дерев в осередках кореневої губки залежить як від ступеня ураження коріння, який насамперед позначається на водному режимі дерева, так і від освітленості крон, яка залежить від позиції дерева в осередку.

Загалом, найбільш чітко з ураженням корневих систем дерев можна зв'язати лише вміст β -пінену в ефірних оліях живиці, частка якого в уражених дерев, незалежно від ступеня ураження корневих систем, є більшою проти здорових дерев. За часткою вмісту монотерпенів у складі ефірних олій живиці переважають α -пінен, β -пінен і Δ^3 -карен. Імовірно, саме співвідношення їхньої участі в складі ефірних олій і визначає можливість заселення уражених кореневою губкою дерев лубоїдами. Частка інших монотерпенів є незначною, та їх важче ідентифікувати. Серед монотерпенів ефірних олій живиці найбільш

летким є α -пінен із температурою кипіння 156°C, потім β -пінен – температура кипіння 164°C. Температура кипіння Δ^3 -карену становить 172°C, відповідно й леткість його є найнижчою (Ponomarev & Fedorova 2014).

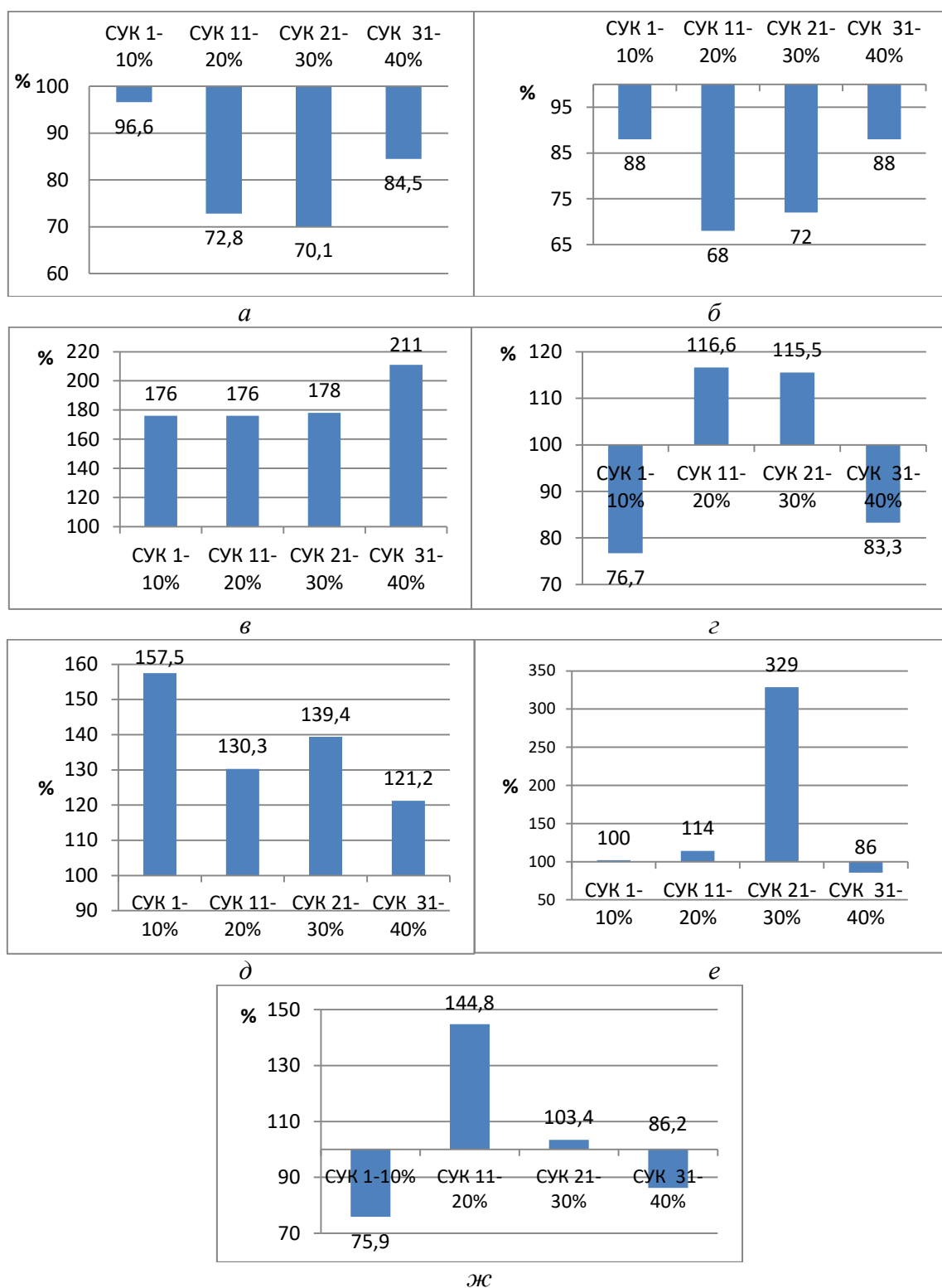


Рис. 1 – Вміст монотерпенів (%) у дерев із різним ступенем ураження коріння (% від неуразених):
а – α -пінен; б – камфен; в – β -пінен; г – Δ^3 -карен; д – лімонен; е – діпентен; ж – η -цимол

Результати кореляційного аналізу свідчать про тісний обернений зв'язок між вмістом α -пінену й Δ^3 -карену – $r_{0,05} = -0,747$ (рис. 2), що підтверджується також іншими

дослідниками. Зокрема, у дослідженні складу живиці та ефірних олій дерев сосни, пошкоджених шкідниками, яке проводили в 70-х роках минулого століття, виявлено, що зі зменшенням вмісту α -пінену вміст Δ^3 -карену збільшується (Mednikov 1970).

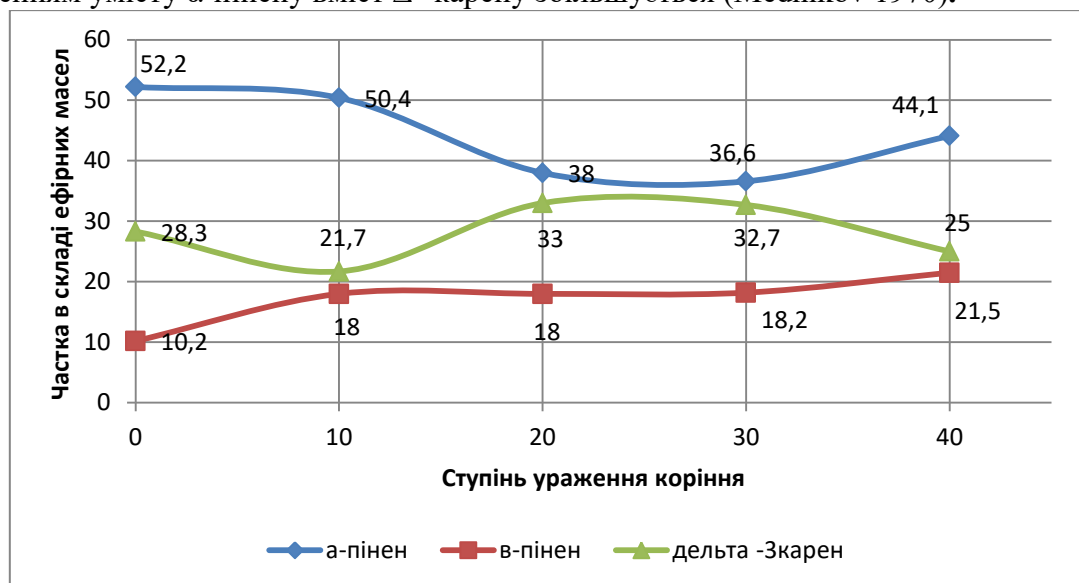


Рис. 2 – Вміст основних монотерпенів у складі ефірних олій живиці дерев із різним ступенем ураження коренів кореневою губкою

Зважаючи на те, що лубоїди заселяють дерева в активній частині осередку всихання (СУК 11–30 %), сигналом щодо ослаблення дерева та можливості його заселення може бути насамперед зниження вмісту α -пінену на 70 % проти його вмісту в здорових дерев та підвищення вмісту Δ^3 -карену на 15 %. Зменшення вмісту Δ^3 -карену в дерев на початковій стадії хвороби ймовірно може бути захисною реакцією на ураження. Зі збільшенням СУК значна частина дерев відмирає, а в активній зоні осередку вже знаходяться дерева з підвищеним вмістом Δ^3 -карену. Подальший розвиток хвороби призводить до того, що у відкритому просторі прогалини знову залишаються дерева із значним ступенем ураження коріння (31–40 %) і зниженим вмістом Δ^3 -карену. Ці дерева є стійкішими, якщо порівняти з деревами з меншим СУК, оскільки ростуть поза активною зоною осередку. Саме серед цих дерев можуть залишитися життєздатні, повністю адаптовані до відкритого простору прогалини дерева, які, можливо, є стійкими до кореневої губки. Вміст β -пінену, ймовірно, пов'язаний із активізацією смолоносної системи сосни унаслідок пошкодження коріння. Ураження коренів та пошкодження їх через збільшення впливу вітрів, збільшення освітленості крон зменшує доступ вологи та збільшує витрати її на транспірацію. Синтез живиці в місцях ураження та пошкодження коренів теж потребує значних обсягів вологи. Зі свого боку зміни водного балансу призводять до якісних змін складу ефірних олій живиці, які дають сигнал лубоїдам щодо можливості заселення дерева.

Враховуючи тісний обернений зв'язок між вмістом Δ^3 -карену і α -пінену, вочевидь за співвідношенням їхнього вмісту можна визначити стан дерева та його приналежність для заселення короїдами. Проте, з цією метою потрібно провести додаткові дослідження на більш масовому матеріалі.

Висновки. За вмістом у складі ефірних олій живиці дерев сосни VI класу віку, уражених кореневою губкою в різному ступені, серед монотерпенів переважають α -пінен (до 52 %), β -пінен (до 20 %) та Δ^3 -карен (до 33 %). Частка інших монотерпенів є незначною. Зміна вмісту монотерпенів в ефірних оліях живиці дерев в осередках кореневої губки з розвитком хвороби залежить як від ступеня ураження коріння, так і від позиції дерев відносно активної частини осередку (край прогалини). Частка β -пінену є суттєво більшою в уражених дерев і мало залежить від розвитку хвороби. Уміст α -пінену і камфену під впливом хвороби

знижується. Найменший уміст цих монотерпенів, якщо порівняти зі здоровими деревами, визначено в дерев на краю прогалини, ступінь ураження коріння яких становить 11–30 %. Уміст Δ^3 -карену в цих дерев є на 15–16 % більшим проти неуражених. Відзначено тісний обернений зв'язок між умістом α -пінену та Δ^3 -карену ($r_{0,05} = -0,747$). Враховуючи те, що короїди заселяють дерева в активній частині осередку всихання (СУК 11–30 %), сигналом щодо ослаблення дерева та можливості його заселення може бути насамперед зниження вмісту α -пінену на 70 % проти його вмісту в здорових дерев та підвищення вмісту Δ^3 -карену на 15 %.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

- Chararas, C. and Berton, R. 1961. Nouvelle methode d'analyse des exhalaisons terpeniques de *Pinus maritima* et comportement de *Blastophagus piniperda* (Col., Scolytidae). Rev. pathol. veget. et entomol. agric. France, 40(4): 235–243.
- Fyodorov, N. I. 1984. Kornevye gnili hvoynnykh porod [Root rots of confers]. Moscow, Lesnaya promyshlennost, 160 p. (in Russian)
- Isaev, A. S. 1971. Itogi i perspektivy izucheniya attraktantov lesnykh nasekomykh [Results and prospects for the study of attractants of forest insects]. In: Zashita lesa ot vrednykh nasekomykh i bolezney [Forest protection from harmful insects and diseases]. Vol. 1. Moscow, p. 60–65 (in Russian).
- Isaev, A. S. and Girs, A. I. 1975. Vzaimodeystvie dereva i nasekomykh-ksilofagov (na primere listvennitsy sibirskoy) [The interaction of a tree and xylophagous insects (the case study of *Larix sibirica*)]. Novosibirsk, Nauka, 114 p. (in Russian).
- Korobchenko, A. G. 1975. Sostav skipidara sosnyi obyknovennoy v usloviyah porazheniya kornevoy gubkoy [Composition of turpentine of root rot infected Scots pine]. Lesovodstvo i agrolesomeliyatsiya [Forestry and Forest Melioration], 40: 90–95 (in Russian).
- Kramer, P. J. and Kozlowski, T. T. 1979. Physiology of woody plants. 2nd Edition. New York, Academic Press, 811 p.
- Ladeyshchikova, O. I., Ustskiy, I. M., Chernykh, O. H., Mokritsky, V. O., Berstneva, L. O. 2001. Nastanova po zakhystu sosnovykh nasadzhen vid korenevoy hubky. Kharkiv, 27 p. (in Ukrainian).
- Mednikov, V. A. 1970. Sostav zhivitsy i skipidara, poluchennih pri podsochke sosnovih derevyev povrezhdyonnykh vredityami. Otchet po teme 1924 [Composition of resin and turpentine obtained by bleeding pine trees damaged by pests. Report 1924]. Lesotekhnicheskaya akademiya im. Kirova, 68 p. (in Russian).
- Padiy, M. M. 1974. Lisova entomolohiya [Forest entomology]. Kyiv, Vyshcha shkola, 288 p. (in Ukrainian).
- Ponomarev, D. A. and Fedorova, E. I. 2014. Osnovy himii terpenov [Chemistry of terpenes]. Syktyivkar, SLI, 56 p. (in Russian)
- Porohnyach, I. V. 2009. Poshkodzhennya kron sosny luboyidamy u stinakh lisu, shcho mezhuyut zi zrubom velykoho zgaryshcha [Damage of *Pinus sylvestris* L. crowns by *Tomicus minor* Hart. and *Tomicus piniperda* L. in the forest wall adjacent to clear-cuts of large burnt forest area]. Lisivnytstvo i ahrolisomeliyatsiya, 116: 45–48 (in Ukrainian).
- Usovershenstvovat sistemu meropriyatiy po zashchite sosny i yeli ot kornevoy gubki v zone intensivnogo vedeniyalesnogo khozyaystva [To improve the measures to protect pine and spruce stands against annosum root rot in the zone of intensive forest management]. 1988. Otchet po teme № 39 ruk. Ladeyshchikova, Ye. I. [The final report on the topic No 39]. State Registration No 01880086036. Kharkiv, URIFFM, 267 p. (in Russian).
- Ustskiy, I. M. 1988. Osobennosti formirovaniya ochagov kornevoy gubki i vliyaniye lesokhozyaystvennykh meropriyatiy na ustoychivost nasazhdeniy sosny [Specific features of the formation of root rot foci and the influence offorest management measures on the stability of pine plantations]. Diss. na soiskaniye uchenoy stepeni kand. s-kh. nauk [PhD dissertation]. Kharkiv, 348 p. (in Russian).
- Vyvchyty zakonornosti vynyknennya ta poshyrennya patolohichnykh protsesiv u lisakh Ukrayiny. Rozrobyty systemu lisopatolohichnoho monitorynhu ta rekomendatsiyi z pidvyshchennya stiykosti nasadzhen [To study the patterns of occurrence and distribution of pathological processes in the forests of Ukraine. To develop a system of forest-pathological monitoring and recommendations for improving planting stability]. 2009. Zvit po temi № 4-t.1, ker. Ustskiy, I. M. [The final report on the topic No 4-t.1]. State Registration No 0104U005468. Kharkiv, 399 p. (in Ukrainian).

Ustskiy I. M.

CHANGES IN THE CONTENT OF MONOTERPENES IN THE PINE RESIN IN RESPONSE TO DAMAGE BY HETEROBASIDION ANNOSUM (FR.) BREF.

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

By means of gas-liquid chromatography the major changes in the content of monoterpenes of resin essential oils were studied for the pine-trees of 4th-age class, damaged by root rot caused by *Heterobasidion annosum* to different extent. Our results demonstrate that the content of α -pinene and camphene decreases due to the disease development in comparison with healthy trees, and their least content is in the active zone of root rot, with the root-damage degree of 11–30%. The content of Δ^3 -karen in these trees is 15–16% higher compared to healthy ones. The content of β -pinene in the trees affected by root rot is 1.8–2 times higher than in non-affected ones. The changes in composition of essential oils in trees in the active zone of disease might be considered as a signal of the trees weakening. It is noted that changes in the composition of essential oils of soft resin in the area where trees die out, are provoked as by pathological processes, so by the changes of ecology of trees as a result of the disease development.

Key words: root rot, *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref., essential oils, monoterpenes, dieback focus, α -pinene, β -pinene, Δ^3 -karen, bark beetles.

Усцкий И. М.

ИЗМЕНЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ МОНОТЕРПЕНОВ В ЖИВИЦЕ СОСНЫ В СВЯЗИ С ПОРАЖЕНИЕМ КОРНЕВОЙ ГУБКой (*HETEROBASIDION ANNOSUM* (FR.) BREF.)

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

Выявленные с помощью газожидкостной хроматографии тенденции изменения содержания монотерпенов в составе живицы деревьев сосны IV класса возраста, пораженных корневой губкой в разной степени, свидетельствуют о том, что с развитием болезни содержание α -пинена и камфена снижается. Наименьшее их содержание, по сравнению со здоровыми деревьями, отмечено у деревьев, находящихся в активной зоне очага усыхания, степень поражения корней которых составляет 11–30 %. Содержание Δ^3 -карена в составе живицы этих деревьев по сравнению с непораженными деревьями было, напротив, больше на 15–16 %. Содержание β -пинена у пораженных корневой губкой деревьев в 1,8–2,0 раза больше, чем у не пораженных болезнью. Отмечено, что изменения в составе эфирных масел деревьев в активной зоне очага болезни сигнализируют об их ослаблении и возможности заселения лубоедами. Изменения в составе эфирных масел смолы в очагах корневой губки провоцируются как патологическими процессами, так и изменениями экологии деревьев по мере развития болезни.

Ключевые слова: корневая губка (*Heterobasidion annosum* (Fr.) Breff.), эфирные масла живицы, монотерпены, очаг усыхания, α -пинен, β -пинен, Δ^3 -карен, лубоеды.

E-mail: ustskiy@uriffm.org.ua

Одержано редколегією 12.03.2019

І. М. УСЦЬКИЙ, В. А. ДИШКО, О. А. МИХАЙЛИЧЕНКО

**ОСОБЛИВОСТІ ПРОРОСТАННЯ НАСІННЯ ТА РОСТУ СІЯНЦІВ ДЕРЕВ СОСНИ
ЗВИЧАЙНОЇ РІЗНОЇ СТІЙКОСТІ ПРОТИ КОРЕНЕВОЇ ГУБКИ**

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

У сосновому насадженні V класу віку обстежено стійкі та уражені кореневою губкою дерева в осередку всихання та неуражені – за його межами (контроль). Вивчали схожість та енергію проростання насіння, зібраного з цих дерев, ефективність його передпосівної обробки H_2O_2 і $KMnO_4$ та вимірювали біометричні показники проростків, вирощених у різних ґрунтових умовах. Насіння стійких дерев відзначається вищим класом якості, кращою енергією проростання та схожістю, ніж уражених, проте поступається їм за інтенсивністю росту проростків на початку онтогенезу. Відмінностей щодо впливів різних засобів дезінфекції та ґрунтових умов не виявлено. Різниця між середніми розмірами проростків стійких і уражених дерев, вирощених у стерильних умовах, становить 2–5 %. Частки довжини коріння та охвоєної частини проростків, вирощених із насіння стійких дерев, є більшими, ніж вирощених з насіння уражених (на 6 і 2 % відповідно). Переваги якісних показників репродуктивного матеріалу дерев із підвищеною резистентністю підтверджують необхідність використання таких дерев для створення лісонасінної бази з метою заліснення площ, на яких можлива поява осередків хвороби.

Ключові слова: *Pinus sylvestris* L., насіння, проростки, енергія проростання, лабораторна схожість, ґрунтова схожість, стійкість проти кореневої губки.

Вступ. Орієнтацію на природне поновлення в соснових насадженнях, уражених кореневою губкою, рекомендували вже давно (Alekseyev 1969, Negrutskiy 1973, 1986). Вони вважали, що життєздатний підріст сосни на патологічному фоні може бути результатом індукованої стійкості. Дослідження, проведені раніше (Ustskiy 1988) свідчать, що такий підріст формується далеко не у всіх випадках і найчастіше він з'являється в зоні прихованого осередку всихання, під наметом уражених у тому чи іншому ступені дерев за оптимального режиму освітлення (рис. 1). Із часом значна частина цього підросту гине, і на прогалинах відбувається задерніння ґрунту. Підріст на прогалині осередку шляхом природного поновлення відновлюється лише після низової пожежі або мінералізації ґрунту. На формування підросту суттєво впливає спадковість (Il'in 1952, Mishukov 1974, Krechetova 1989) та цілий комплекс екологічних факторів (Pravdyn 1964).



Рис. 1 – Підріст сосни на прогалині осередку кореневої губки (ДП «Харківська ЛНДС»)

Альтернативою природному поновленню на патологічному фоні є створення культур стійким до кореневої губки садивним матеріалом. Вивченню його основних якісних і кількісних характеристик присвячено чимало досліджень. Проте вони переважно стосуються

географічного або екологічного походження посівного матеріалу (Mikhaylov 2010, Rogozin, 2012) та впливу морфологічних характеристик насіння на адаптивність та стійкість сіянців (Chemeris & Boyko 2008). У результаті проведених досліджень було виявлено, що краще адаптується до умов місцезростання садивний матеріал місцевого походження, а також вирощений із насіння темного забарвлення (Novikova 2007). Про вплив екологічних умов на ріст і розвиток садивного матеріалу сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) йдеться в роботах І. І. Мітякової та інших (Podvoyskiy 1972, Volokitin et al. 1997, Mityakova 2012). За їхніми даними, наявність гумусу в ґрунті позитивно позначається на біометричних характеристиках сіянців. Встановлено також негативний вплив ущільнення ґрунту на ростові характеристики сіянців (Revut et al. 1962, Romanov 2000).

Незалежно від якісних характеристик насіння важливим етапом у вирощуванні сіянців сосни є його передпосівна обробка, метою якої є захист проростків від ураження збудниками вилягання. Дезинфекцію та дезінсекцію насіння в Україні здійснюють методами сухого та мокрого протруювання. Для цього рекомендують використання агресивних хімічних речовин, електромагнітну обробку насіння, низькотемпературний водяний плазмовий спрей, опромінення рентгенівськими та ультрафіолетовими променями, негативними газовими іонами, імпульсним світлом на лазерних установках тощо (Shykilo 2013, Gostev et al. 2014). Ці методи переважно є дорогими та недоступними, й у лісовому господарстві їх практично не застосовують. Зважаючи на це, доцільним на сьогодні є випробування ефективності дешевих та доступних засобів, які б не забруднювали навколишнє середовище.

Незважаючи на розглянутий нами достатньо великий обсяг наявних публікацій, матеріалів про дослідження насінного матеріалу дерев із різною резистентністю не виявлено. Беручи до уваги, що насіння з таких дерев є потенціалом для природного поновлення, важливо визначити, як фітоімунітет дерев впливає на якісну характеристику їхнього потомства на ранньому етапі онтогенезу.

Метою наших досліджень було вивчення особливостей проростання насіння та розвитку проростків дерев сосни звичайної з різним санітарним станом в осередках ураження кореневою губкою.

Матеріали й методи. Насіння для досліджень було зібрано в чистому сосновому насадженні V класу віку, ураженому кореневою губкою, у Дергачівському лісництві ДП «Харківська ЛНДС» (кв. 166, вид. 1). Підріст сосни в осередках усихання 3–7-річного віку був поодиноким і нежиттєздатним.

За зовнішніми ознаками та позицією в осередку відібрано 21 модельне дерево з подібними таксаційними показниками, але з різним санітарним станом (Sanitarni pravyla 2016): дерева в осередках всихання без зовнішніх ознак захворювання вважали «стійкими», дерева з осередків всихання з наявністю ознак захворювання – «ураженими»; не уражені хворобою дерева, що ростуть у міжосередковому просторі й не мають зовнішніх ознак ослаблення, використали як контроль. Зі зрубаних модельних дерев зібрано всі шишки та вилучено насіння.

Дослід № 1. Насіння пророщували згідно із ГОСТ 13056.6–97 (Semena dereviev 1999) у лабораторних умовах. Зразки насіння в кількості 100 шт. відбирали з усіх дерев і протягом двох годин витримували у 2 % розчині KMnO_4 . Після цього промивали дистильованою водою, переміщували на фільтрувальний папір у стерильні чашки Петрі. До кожного зразку додавали стерильну дистильовану воду (5 мл) і пророщували за $t = +23 \dots +25^\circ\text{C}$ протягом 15 діб. Для визначення показників якості насіння (енергії проростання та лабораторної схожості) використовували ДСТУ 4138-2002 (Nasinnya silskogospodarskykh kultur 2003). Частку насіння, пророслого на 7-му добу, вважали енергією проростання (E , %), а на 15-ту добу – лабораторною схожістю (C , %). Повторність дослідів триразова. Відповідно до схожості насіння за ДСТУ 4138-2002 (Nasinnya silskogospodarskykh kultur 2003), для всіх дерев встановлювали відповідний клас його якості (K): 1 клас – проросло від 95 до 100 % насіння; 2 клас – від 85 до 94 %; 3 клас – від 65 до 84 %. Для кожної групи розраховували

середній показник ($K_{сер}$). Інтенсивність росту проростків визначали на 15-ту добу досліду шляхом вимірювання довжини корінців. За запропонованою нами шкалою частки проростків із різною інтенсивністю росту ранжували за категоріями: висока – довжина корінця > 5 мм; середня – 4–5 мм; слабка – 2–3 мм; дуже слабка – < 2 мм; не проклюнулось.

Дослід № 2. Для оцінювання адаптивності насінного матеріалу визначали ґрунтову схожість та біометричні характеристики 30-денних проростків, вирощених на ґрунтовому субстраті в стерильних умовах. Для досліду відбирали зразки насіння в кількості 50 шт. з кожного модельного дерева й витримували їх протягом доби у склянках із дистильованою водою. Як субстрат використовували суміш (1 : 3) річкового піску з лісовим ґрунтом (ТЛҮ – В₂), який попередньо протягом 4 годин стерилізували у сухожаровій шафі за температури 85°C (шар субстрату мав товщину 3 см). Перед висіванням насіння протягом 20 хв. обробляли 30 % розчином H₂O₂, просушували і вміщували в скляні ємності зі зволоженою ґрунтовою сумішшю, які накривали фольгою. Ґрунтову схожість фіксували на 14, 21 і 30-ту добу пророщування, довжину проростків вимірювали в останню добу досліду (30-ту). У проростків розраховували відсоткове співвідношення підземної (корінець) і надземних (стебельце, охвоєна частина проростка) частин відносно їхньої загальної довжини.

Дослід № 3. Щоб порівняти ефективність впливу різних засобів для дезінфекції та ґрунтових умов на ґрунтову схожість і розміри проростків, відбирали зразки насіння у кількості 100 шт., витримували протягом доби в склянках із дистильованою водою, просушували й ділили на дві частини (по 50 шт.). Кожну частину окремо обробляли 2 % розчином KMnO₄ (протягом 2 годин) і 30 % розчином H₂O₂ (протягом 20 хвилин). Оброблені зразки повторно ділили на дві частини (по 25 шт.) і висівали в скляні ємності з різними стерильними ґрунтовими субстратами – річковим піском та сумішшю річкового піску з лісовим ґрунтом (1 : 3). Ґрунтову схожість сіянців та їхні розміри в усіх варіантах визначали на 30-ту добу досліду і, як у попередньому досліді, розраховували відсоткове співвідношення підземної та надземних частин проростків відносно їхньої загальної довжини.

Для оцінювання ступеня мінливості ознак визначали коефіцієнти варіації (C_v , %) та аналізували їх за допомогою емпіричної шкали рівнів мінливості, запропонованої С. О. Мамаєвим (Мамаєв 1972): дуже низький рівень мінливості (до 7 %), низький (8–12 %), середній (13–20 %), підвищений (21–30 %), високий (31–40 %), дуже високий (понад 40 %).

Результати та обговорення. В обстеженому насадженні в осередках всихання виявлений поодинокий і нежиттєздатний підріст сосни 3–7 річного віку. Оскільки стійкі дерева трапляються не в усіх осередках, то, на нашу думку, більшість підросту є потомством уражених або здорових дерев із міжосередкового простору.

Результати, отримані в процесі **Досліду № 1** (табл. 1), свідчать, що насіння, відібране з модельних дерев різного стану, суттєво різняться енергією проростання E та лабораторною схожістю C . Зразки насіння стійких дерев відзначалися більшою мінливістю показників за енергією проростання ($C_v = 34,7$ %), а уражених – за схожістю ($C_v = 21,7$ %). На 7-му добу досліду енергія проростання насіння в більшості зразків перевершувала 60 %. Нижчі показники було зафіксовано у двох зразків стійких дерев (16 %, 46 %) і одного ураженого (42 %). За середніми показниками стійкі й уражені дерева різнилися несуттєво (75,0 і 70,0 % відповідно). Лабораторна схожість насіння стійких дерев, зафіксована на 15-ту добу досліду, була кращою, ніж в уражених (50,0–96,0 та 46,0–96,0 % відповідно), а різниця між середніми показниками не перевищувала 8 % (87,0 і 79,1 % відповідно). Середні показники енергії проростання та лабораторної схожості насіння на контролі виявилися кращими, ніж у стійких та уражених дерев, і характеризувалися меншою мінливістю за шкалою С. О. Мамаєва ($E = 83,6$ %, $C_{vE} = 19,9$ %; $C = 89,2$ %, $C_{vC} = 12,9$ %). Розрахований середній клас якості насіння для групи стійких дерев виявився кращим ($K_{сер} = 1,9$), ніж для уражених ($K_{сер} = 2,4$) і на контролі ($K_{сер} = 2,0$).

Таблиця 1

Характеристика енергії проростання та лабораторної схожості насіння дерев із різним станом в осередках кореневої губки

Варіант	Енергія проростання $\frac{E_{\text{сер}}}{E_{\text{min}} - E_{\text{max}}}, \%$	$Cv_E, \%$	Лабораторна схожість $\frac{C_{\text{сер}}}{C_{\text{min}} - C_{\text{max}}}, \%$	$Cv_C, \%$	Клас якості $K_{\text{сер}}$	Інтенсивність проростання насіння, %				
						дуже слабка	слабка	середня	висока	непро- росле насіння
Контроль	$\frac{83,6}{62,0-100,0}$	19,9	$\frac{89,2}{62,0-100,0}$	12,9	2,0	18,7	39,5	13,9	16,7	11,6
Стійкі	$\frac{75,0}{16,0-96,0}$	34,7	$\frac{87,0}{50,0-96,0}$	16,3	1,9	18,8	43,1	11,3	15,4	13,4
Уражені	$\frac{70,0}{42,0-90,0}$	26,5	$\frac{79,1}{46,0-96,0}$	21,7	2,4	22,9	27,4	12,9	20,3	19,4

Понад 50 % проростків у зразках відзначалися слабкою (2–3 мм) і дуже слабкою (< 2 мм) інтенсивністю росту. Найбільше таких проростків було виявлено в зразках стійких дерев (61,9 %); в уражених і на контролі – дещо менше (50,3 та 58,2 % відповідно). Висока інтенсивність росту проростків (> 5 мм) була притаманна незначній кількості насіння в зразках. Найбільше проростків із такими розмірами зафіксували в зразках уражених дерев (20,3 %), у зразках стійких та контрольних дерев – дещо менше (15,4 і 16,7 % відповідно). Результати дослідження свідчать, що інтенсивність росту проростків, вирощених із насіння дерев, які в осередках впливу патогенних факторів відзначаються підвищеною резистентністю (стійких), була меншою, ніж у зразках, відібраних із дерев, сприйнятливих до хвороби (уражених). На нашу думку, ці особливості можуть бути спадковими і пов'язаними з анатомічною будовою насіння та фізіологічними процесами.

Дослід № 2. Дослідження проростків, вирощених у лабораторних умовах на стерильному ґрунті, показало (табл. 2), що на 14-ту добу пророщування ґрунтова схожість насіння стійких дерев становила 56,6 %, а уражених – 66,6 %. На контролі ґрунтова схожість насіння в цей день була вищою, ніж в перших двох варіантах дослідів (69,9 %). Спостереження, проведені на 21-шу та 30-ту добу дослідів, показали аналогічні результати, за винятком того, що відмінності між показниками різних груп скоротилися до 1–3 %. Середня довжина сіянців, вирощених із насіння стійких дерев, була дещо меншою, ніж в уражених та на контролі ($96,6 \pm 1,69$; $101,5 \pm 1,36$; $102,6 \pm 1,54$ мм відповідно), що підтверджено статистично (див. табл. 2). Варіювання показників довжини сіянців у всіх групах оцінено коефіцієнтами мінливості низького рівня за шкалою С. О. Мамаєва ($Cv = 10,1 \dots 12,5 \%$).

Таблиця 2

Динаміка ґрунтової схожості насіння та довжина проростків сосни звичайної з різним станом

Ознака		Контроль	Стійкі	Уражені	t_{CT}	
					Стійкі – контроль	Стійкі – уражені
Ґрунтова схожість, %	на 14-ту добу	69,9	56,6	66,6	1,2	0,9
	на 21-шу добу	76,6	69,9	74,9	0,7	0,5
	на 30-ту добу	78,3	74,9	73,3	0,2	0,3
Середня довжина проростків	$L \pm m$, мм	$102,6 \pm 1,54$	$96,9 \pm 1,69$	$101,5 \pm 1,36$	2,3	2,2
	$Cv, \%$	10,1	12,5	10,3	–	–
Співвідношення підземної та надземних частин проростків, %	Корінець	21,2	26,5	22,4	4,2	5,3
	Стебельце	60,0	55,3	61,2	5,2	4,2
	Охвоєна частина	18,8	18,7	16,4	3,9	0,3

Примітка. Показники порівнювали між собою за t -критерієм Стюдента. Грубим шрифтом виділено достовірні відмінності при $t_{\text{CT}} = 2,62$ ($p \leq 0,01$), а курсивом – достовірні відмінності при $t_{\text{CT}} = 1,98$ ($p \leq 0,05$).

Проростки, вирощені з насіння стійких дерев, характеризуються найбільшою середньою часткою своєї підземної частини (26,5 %) проти уражених (22,4 %) та контрольних (21,2 %). Середня частка охвоєної частини проростків стійких дерев також перевершує аналогічний показник уражених і не поступається контролю (див. табл. 2). Достовірність таких відмінностей підтверджено за критерієм Стюдента.

Результати проведеного дослідження свідчать, що на початку онтогенезу репродуктивний матеріал дерев із підвищеною резистентністю поступається ураженим за інтенсивністю росту, але вирізняється потужнішою кореневою системою.

Грунтова схожість у насіння стійких дерев становить 79,3 %, уражених – 76,4 %, а на контролі – 79,1 % (табл. 3). Грунтова схожість насіння, обробленого KMnO_4 і H_2O_2 , варіювалася несуттєво (від 75,0 до 80,6 %) і різнилася в межах 5 %, а в різних ґрунтових умовах (від 75,0 до 83,3 %) – у межах 8 %.

Таблиця 3

Характеристика проростків сосни звичайної, оброблених різними дезінфікуючими засобами та вирощених на різних ґрунтових субстратах

Ознака	Варіант	Контроль	Стіїкі	Уражені	t_{CT}	
					Контроль – стійкі	Стіїкі – уражені
Грунтова схожість, %	H_2O_2	80,6	77,8	77,8	0,45	0,45
	KMnO_4	77,8	80,6	75,0	0,24	0,6
	пісок	80,6	75,0	75,0	0,71	0
	суміш	77,8	83,3	77,8	0,83	1,34
	Разом	79,1	79,3	76,4	0,18	1,15
Довжина проростка ($L \pm m$, мм)	H_2O_2	$100,1 \pm 1,24$	$97,6 \pm 4,30$	$99,6 \pm 2,28$	0,56	0,41
	KMnO_4	$105,1 \pm 2,33$	$106,4 \pm 2,97$	$100,6 \pm 3,14$	0,34	1,34
	пісок	$101,9 \pm 2,08$	$100,7 \pm 3,60$	$98,7 \pm 1,83$	0,29	0,5
	суміш	$103,1 \pm 1,66$	$103,8 \pm 3,76$	$101,5 \pm 3,40$	0,17	0,45
	Разом	$102,5 \pm 1,37$	$102,1 \pm 2,64$	$100,1 \pm 1,88$	0,13	0,62
	C_v , %	9,9	19,8	13,5	–	–
Співвідношення підземної та надземних частин проростків, %	Корінець	22,1	22,6	16,2	3,3	2,8
	Стебельце	62,0	60,2	68,3	–	4,1
	Охвоєна частина	15,9	17,2	15,5	2,0	2,5

Примітка. Показники порівнювали між собою за t -критерієм Стюдента. Грубим шрифтом виділено достовірні відмінності при $t_{\text{CT}} = 2,62$ ($p \leq 0,01$), а курсивом – достовірні відмінності при $t_{\text{CT}} = 1,98$ ($p \leq 0,05$).

За середньою довжиною проростки всіх груп дерев різнилися несуттєво, відмінності між їхніми показниками не перевищували 2 %. Середня довжина проростків стійких дерев становила $102,1 \pm 2,64$ мм; уражених – $100,1 \pm 1,88$ мм, контрольних – $102,5 \pm 1,37$ мм. Аналіз біометричних характеристик проростків, оброблених різними дезінфекційними засобами, засвідчив, що зразки, оброблені 2 % розчином KMnO_4 , відзначаються більшою (на 1–9 %) довжиною ($105,1 \pm 2,33$; $106,4 \pm 2,97$; $100,6 \pm 3,14$ мм відповідно), ніж оброблені 30 % розчином H_2O_2 ($100,1 \pm 1,24$; $97,6 \pm 4,30$; $99,6 \pm 2,28$ мм). Менш суттєві відмінності (2–3 %) зафіксовано між середніми довжинами проростків, вирощених у піску та суміші піску з ґрунтом, при цьому середня довжина проростків, вирощених на суміші ($103,8 \pm 3,76$ мм) була більшою, ніж у тих, що вирости в піску ($101,5 \pm 3,40$ мм). Достовірність відмінностей за вказаними ознаками статистично не підтверджено. Найбільшою мінливістю відзначаються проростки стійких дерев (19,9 %), в уражених варіювання показників – середнє (13,5 %), а на контролі – низьке (9,9 %).

Результати розрахунків свідчать, що середні частки підземної та охвоєної частин проростків стійких дерев були більшими (22,6 та 17,2 % відповідно), ніж уражених (16,2 та

15,5 % відповідно) і не поступалися контрольним (22,1 та 15,9 % відповідно). Достовірність таких відмінностей підтверджено за критерієм Стюдента; це свідчить, що стійкі дерева вирізняються потужнішою кореневою системою та краще розвинутою освоєною частиною, ніж уражені.

Детальний аналіз показав (рис. 2), що умови вирощування та засоби дезінфекції не чинять суттєвого впливу на співвідношення підземної та надземних частин сіянців. Проте частка підземної частини у сіянців, вирощених у піску, є дещо більшою.

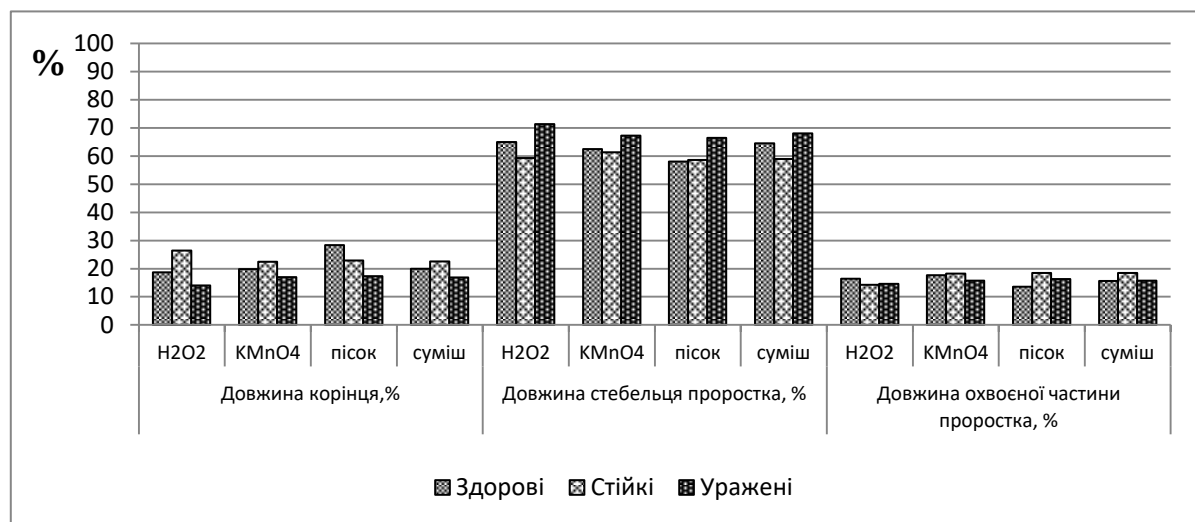


Рис. 2 – Співвідношення довжини підземної та надземних частин проростків сосни звичайної з різною резистентністю в чотирьох варіантах дослідів

Висновки. Стійкі дерева наявні не в усіх осередках всихання, тому їхня роль в залісенні прогалини є несуттєвою. Підріст в осередку всихання переважно є потомством уражених в незначному ступені дерев або здорових, які ростуть за його межами. На ранньому етапі онтогенезу потомство уражених кореневою губкою дерев активної частини осередку всихання не поступається потомствам не уражених хворобою дерев міжосередкового простору та поодиноким дерев, що зберегли рівень метаболізму на патологічному фоні прогалини осередку всихання (стійких дерев).

Середній клас якості насіння стійких дерев є вищим ($K_{\text{сер}} = 1,9$), ніж уражених ($K_{\text{сер}} = 2,4$). Насіння дерев із підвищеною резистентністю (стійких) характеризується дещо кращими середніми показниками енергії проростання, лабораторної та ґрунтової схожості, ніж насіння уражених, але може поступатися їм за інтенсивністю росту проростків на початку онтогенезу.

Середня довжина проростків стійких дерев, вирощених у стерильних умовах, виявилася достовірно більшою (на 2–5 %), ніж уразливих до хвороби. Суттєвої різниці між якісними та кількісними ознаками насіння, обробленого засобами для дезінфекції H_2O_2 та KMnO_4 , не виявлено.

Проростки, вирощені з насіння стійких дерев, характеризуються більшими частками підземної та охопленої частин (22,6 і 17,2 % відповідно), ніж вирощені з насіння уражених (16,2 і 15,5 % відповідно) і не поступаються контрольним (22,1 і 15,9 % відповідно). Зразки, вирощені у піску, характеризуються більшою часткою підземної частини (корінець), ніж вирощені в суміші піску та ґрунту (1 : 3). Переваги якісних показників репродуктивного матеріалу дерев із підвищеною резистентністю підтверджують необхідність використання таких дерев для створення лісонасінної бази з метою залісення площ, де можлива поява осередків хвороби.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

- Alekseyev, I. A. 1969. Lesokhozyaystvennyye mery borby s kornevoy gubkoy [Forestry management measures to control annosum root rot]. Moscow, Lesnaya promyshlennost, 76 p. (in Russian).
- Chemeris, O. V. and Boyko, M. I. 2008. Vmist fenolnykh spolk v infikovanykh hrybom *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. prorostkakh *Pinus sylvestris* L. ta *Pinus pallasiana* D. Don [Content of phenolic compounds in seedlings of *Pinus sylvestris* L. and *Pinus pallasiana* D. Don infected by *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.]. Problemy ekolohiyi ta okhorony pryrody tekhnohennoho rehionu [Ecology and nature conservation issues in the technogenic region] [Bespalova, S.V. (Ed.)], 8: 267–272 (in Ukrainian).
- Semena dereviev i kustarnikov. Metod opredeleniya vskhozhesti. GOST 13056.6–97 [Seeds of trees and shrubs. Method for determination of germination. GOST 13056.6–97]. 1999. Valid from January 1, 2000. Kyiv, Gosstandart Ukrainy, 27 p. [Interstate Standard] (in Russian).
- Nasinnya silskogospodarskykh kultur. Metody vyznachennya yakosti. DSTU 4138-2002 [Seeds of Agricultural plants. Methods for seed testing]. 2003. Kyiv, Derzhspozhivstandart Ukraïni: 15-17 (in Ukrainian).
- Gostev, K. V., Gavrilova, O. I., Gostev, V. A. 2014. Primeneniye kholodnogo plazmennogo spreya dlya predposevnoy obrabotki semyan sosny obyknovnoy [The use of a cold plasma spray for presowing seed treatment of Scots pine]. Lesnoy vestnik, 1: 90–95 (in Russian).
- Il'in, A. I. 1952. Vliyaniye velichiny semyan sosny na ikh kachestvo [The effect of pine seeds' size on their quality]. Lesnoye khozyaystvo [Forestry], 7: 54–55 (in Russian).
- Krechetova, N. V. 1989. Rol faktorov, vliyayushchikh na formirovaniye urozhaya semyan sosny i yeli [The role of factors affecting the formation of a crop of pine and spruce seeds]. In: Lesnaya genetika, selektsiya i fiziologiya drevesnykh rasteniy Materialy Mezhdunarodnogo simpoziuma [Forest genetics, breeding and physiology of woody plants: Proceedings of international Symposium]. Moscow, p. 192–193 (in Russian).
- Mamayev, S. A. 1972. Formy vnutrividovoy izmenchivosti drevesnykh rasteniy (na primere semeystva *Pinaceae* na Urale) [Forms of intraspecific variability of woody plants (in the case of *Pinaceae* family in the Urals)]. Moscow, Nauka, 284 p. (in Russian).
- Mikhaylov, P. P. 2010. Dinamika prorostannya ta skhozhist nasinnya sosny zvychnoyi (*Pinus sylvestris* L.) u derzhavnykh pidpryemstvakh lisovoho hospodarstva Poltavskoyi, Sumskoyi ta Kharkivskoyi oblastey [Dynamics of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) seeds germination and germinating capacity in the state forestry enterprises of the Poltava, Sumy and Kharkov Regions]. Lisivnytstvo i ahrolisomeliatsiya [Forestry and Forest Melioration], 117: 231–240 (in Ukrainian).
- Mishukov, N. P. 1974. Izmenchivost semyan sosny obyknovnoy v Zapadnoy Sibiri [Variability of Scots pine seeds in Western Siberia]. In: Biologiya semennogo razmnozheniya khvoynykh Zapadnoy Sibiri [Biology of seed propagation of conifers in Western Siberia]. Novosibirsk, p. 75–87 (in Russian).
- Mityakova, I. I. 2012. Vliyaniye pochvenno-ekologicheskikh usloviy na rost seyantsev sosny obyknovnoy [Effect of soil and ecological conditions on the growth of seedlings of *Pinus sylvestris*]. [Electronic resource]. Nauchnyy zhurnal KubGAU, 81(07) Available from: <http://ej.kubagro.ru/2012/07/pdf/34.pdf> (last accessed date 04.04.2019) (in Russian).
- Negrutskiy, S. F. 1973. Kornevaya gubka. [The annosum root rot]. Moscow, Lesnaya promyshlennost, 200 p. (in Russian).
- Negrutskiy, S. F. 1986. Kornevaya gubka [The annosum root rot]. Moscow, Agropromizdat, 196 p. (in Russian).
- Novikova, T. N. 2007. Analiz potomstva tsvetosemennyykh form sosny obyknovnoy [Analysis of the progeny of Scots pine color-seeds forms]. Lesovedeniye [Forest science], 1: 36–41 (in Russian).
- Podvoyskiy, M. F. 1972. Vliyaniye uglublenniya pakhotnogo sloya chernozemov na ikh plodorodiye [The effect of deepening the surface soil of black earth on their fertility]. Pochvovedeniye, 6: 95–102 (in Russian).
- Pravdin, L. F., 1964. Sosna obyknovennaya [Scots pine]. Moscow, Nauka, 191 p. (in Russian).
- Revut, I. B., Lebedeva, V. G., Abramov, I. A. 1962. Plotnost pochvy i yeye plodorodiye [Soil density and fertility]. Sb. tr. po agronomicheskoy fizike [Collected papers on agronomical physics], 10: 154–165 (in Russian).
- Rogozin, M. V. 2012. Velichina semyan i shishek sosny obyknovnoy i rost potomstva [The size of the seeds and cones of Scots pine and growth of the progeny]. Vestnik Permskogo universiteta, 3: 11–18 (in Russian).
- Romanov, Ye. M. 2000. Vyrashchivaniye seyantsev drevesnykh rasteniy: bioekologicheskiye i agrotekhnicheskiye aspekty: nauchnoye izdaniye [Growing seedlings of woody plants: bioecological and agrotechnical aspects: a scientific publication]. Yoshkar-Ola, MarGTU, 500 p. (in Russian).
- 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 04.04.2019) (in Ukrainian).
- Shykilo, I. S. 2013. Perspektyvni metody vyroshchuvannya sadyvnogo materialu [Prospective methods of growing planting material]. Naykovi chitannya [Zhitomir, ZHNAYEU], 1: 172–175 (in Ukrainian).
- Ustskiy, I. M. 1988. Osobennosti formirovaniya ochagov kornevoy gubki i vliyaniye lesokhozyaystvennykh meropriyatiy na ustoychivost nasazhdeniy sosny [Specific features of the formation of root rot foci and the influence of

forest management measures on the stability of pine plantations]. Diss. na soiskaniye uchenoy stepeni kand. s-kh. nauk [PhD dissertation]. Kharkiv, 348 p. (in Russian).

Volokitin, M. P., Khan, K. Yu., Son, B. K., Zolotareva, B. N. 1997. Otsenka degradatsii nekotorykh agrofizicheskikh pokazateley pochv [Assessment of the degradation of some agrophysical indicators of soils]. Pochvovedeniye, 1: 57–63 (in Russian).

Ustskiy I. M., Dyshko V. A., Mykhailichenko O. A.

PECULIARITIES OF SEED GERMINATION AND SEEDLING GROWTH OF SCOTS PINE TREES WITH DIFFERENT ROOT ROT RESISTANCE

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

In the V-age-class pine stand, Scots pine trees both resistant to and affected by the annosum root rot were observed within the dieback focus, as well as unaffected trees – outside it (control). Several features were analyzed, namely germination, germination energy of the seeds and efficiency of their pre-sowing treatment with H₂O₂ and KMnO₄. Biometric characteristics of the seedlings grown under different soil conditions were measured. The seeds of resistant trees are characterized by a higher quality class, better germination energy and germination than those of the affected ones, however, they have a worse seedling growth rate at the beginning of ontogeny. No differences were found between the impact of various disinfectants and soil conditions. The difference between the average sizes of seedlings of resistant and affected trees grown under sterile conditions is 2–5 %. The share of underground and covered part of resistant trees' seedlings grown from seed is greater than that of the affected ones (by 6 % and 2 %, respectively). The advantages of seed material of trees with high resistance confirm that it is necessary to preserve them in order to afforest areas where the disease foci may occur.

Key words: *Pinus sylvestris* L., seeds, seedlings, germination energy, laboratory germination, soil germination, resistance against root rot.

Усцький, І. М., Дышко В. А., Михайличенко А. А.

ОСОБЕННОСТИ ПРОРАСТАНИЯ СЕМЯН И РОСТА СЕЯНЦЕВ ДЕРЕВЬЕВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ РАЗЛИЧНОЙ СТОЦКОСТИ К КОРНЕВОЙ ГУБКЕ

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

В сосновом насаждении V класса возраста обследованы устойчивые и пораженные корневой губкой деревья в очаге усыхания и непораженные за его пределами (контроль). Изучались всхожесть и энергия прорастания семян, собранных с этих деревьев, эффективность их предпосевной обработки H₂O₂ и KMnO₄ и измерялись биометрические показатели проростков, выращенных в различных грунтовых условиях. Семена устойчивых деревьев характеризуются более высоким классом качества, лучшей энергией прорастания и всхожестью по сравнению с семенами пораженных, однако уступают им по интенсивности роста проростков в начале онтогенеза. Отличия при воздействии различных средств дезинфекции и грунтовых условий не обнаружены. Разница между средними размерами проростков устойчивых и пораженных деревьев, выращенных в стерильных условиях, составляет 2–5 %. Доли длины корней и охвоенной части проростков, выращенных из семян устойчивых деревьев, больше, чем у тех, что выращены из пораженных (на 6 и 2 % соответственно). Преимущества качественных показателей репродуктивного материала деревьев с повышенной резистентностью подтверждают необходимость использования таких деревьев для создания лесосеменной базы с целью облесения площадей, на которых возможно появление очагов болезни.

Ключевые слова: *Pinus sylvestris* L., семена, проростки, энергия прорастания, лабораторная всхожесть, грунтовая всхожесть, устойчивость против корневой губки.

E-mail: ustskiy@uriffm.org.ua; valya_dishko@ukr.net; muhaylich@ukr.net

Одержано редколегією 18.04.2019

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.

Yeterevskaya, 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, LenNIILH, 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 rivnynniy chastyi Ukrainy 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 ahrolisomelioryatsiya [Forestry and Forest Melioration], 126: 139–147 (in Ukrainian).

Матеріали конференцій

Slobodyan, P. Ya. 2013. Klyasyfikatsiya 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 Ukrainy [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 nasadzhennyakh 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 osередkiv 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 Ukrainy, 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 Ukrainy [Sanitary Forests Regulations in Ukraine]. 2016. [Electronic resource]. Postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy 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	
Висоцька Н. Ю., Кобець О. В. Особливості росту та формування природних порослевих деревостанів осики європейської (<i>Populus tremula</i> L.) Vysotska N. Yu., Kobets O. V. Specificities of growth and formation of the European aspen (<i>Populus tremula</i> L.) natural coppice stands	3
Ткач В. П., Кобець О. В., Румянцев М. Г. Стан та продуктивність дубових насаджень степової частини України Tkach V. P., Kobets O. V., Rumiantsev M. H. Condition and productivity of oak stands in Ukrainian Steppe	13
Ткачук О. М., Олійник В. С. Лісівничий компонент у системі захисту від шкідливих стихійних явищ у Передкарпатті Tkachuk O. M., Oliynyk V. S. Forestry component in the protection system against harmful phenomena in the Precarpathian region	24
СЕЛЕКЦІЯ, ДЕНДРОЛОГІЯ	
Терещенко Л. І., Дишко В. А. Результати 20-річних випробувань кандидатів у сорти-популяції синтетичні сосни звичайної в умовах ДП «Зміївське ЛГ» на Харківщині Tereshchenko L. I., Dyshko V. A. Results of 20-year testing of candidates to synthetic varieties-populations of Scots pine in conditions of Zmiyivske Forestry Enterprise in Kharkiv Region	33
Яцук І. В., Шлончак Г. А. Досвід вирощування сіянців сосни звичайної із застосуванням регуляторів росту рослин у ДП «Клавдієвське ЛГ» Yashchuk I. V., Shlonchak G. A. Experience in cultivating Scots pine seedlings using plant growth regulators in the Klavdiyevske Forestry Enterprise	43
ЛІСОВІДТВОРЕННЯ, АГРОЛІСОМЕЛІОРАЦІЯ, ФІТОМЕЛІОРАЦІЯ	
Тарнопільський П. Б., Товстуха О. В., Ігнатенко В. А., Сотнікова А. В. Ріст і розвиток крон та зімкнення лісових культур дуба звичайного (<i>Quercus robur</i> L.), створених різними видами садивного матеріалу Tarnopilsky P. B., Tovstuha O. V., Ignatenko V. A., Sotnikova A. V. Growth and development of crowns and closure of <i>Quercus robur</i> L. stands planted with various types of planting material	47
ЕКОЛОГІЯ І МОНІТОРИНГ	
Бондарук М. А., Целищев О. Г., Бондарук Г. В. Раритетна компонента лісових фітоценозів Лісостепу України Bondaruk M. A., Tselishchev O. G., Bondaruk G. V. Rarity constituent of forest phytocoenoses in Ukrainian Forest-Steppe	57
Букиша І. Ф., Букиша М. І., Пивовар Т. С. Оцінка репрезентативності даних моніторингу лісів України за різної щільності мережі ділянок спостережень Buksha I. F., Buksha M. I., Pyvovar T. S. Data representativity assessment for monitoring of Ukrainian forests at various permanent plot densities	66
Ворон В. П., Мельник Є. Є. Тенденції виникнення пожеж у лісах України Voron V. P., Melnyk Ye. Ye. Wildfire tendencies in Ukrainian forests	78
Зібцев С. В., Сошенський О. М., Миронюк В. В., Гуменюк В. В. Моніторинг ландшафтних пожеж Транскордонної Рамсарської території «Ольмани-Переброди» за даними дистанційного зондування Землі Zibtsev S. V., Soshenskyi O. M., Myroniuk V. V., Gumeniuk V. V. Landscape fire monitoring in the Ukrainian part of the Olmany-Perebrody Transboundary Ramsar site based on remote sensing data	88
Лакида П. І., Ловинська В. М. Загальна продукція соснових деревостанів Північного Придніпровського Степу України Lakyda P. I., Lovynska V. M. Total production of pine stands within Northern Pridneprovsk Steppe of Ukraine	96
Сидоренко С. В., Пастернак В. П., Сидоренко С. Г., Гладун Г. Б. Особливості формування запасів фітомаси та мортмаси в дубових поєднаннях лісових смуг лісостепової частини Харківської області Sydorenko S. V., Pasternak V. P., Sydorenko S. H., Hladun H. B. Peculiarities of phytomass and mortmass formation in oak shelterbelts within the forest-steppe part of Kharkiv Region	104
ЗАХИСТ ЛІСУ	
Давиденко К. В. Попереднє оцінювання патогенності інвазійного гриба <i>Fusarium circinatum</i> для проростків <i>Pinus sylvestris</i> в Україні Давиденко К. В. Попереднє оцінювання патогенності інвазійного гриба <i>Fusarium circinatum</i> для проростків <i>Pinus sylvestris</i> в Україні	117

Meshkova V. L., Koshelyaeva Ya. V. Age structure of the birch stands in the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine Мешкова В. Л., Кошеляєва Я. В. Вікова структура лісового фонду березових насаджень Лівобережного Лісостепу України	124
Zinchenko O. V. Особливості біології бруслинової горностаєвої молі (<i>Yponomeuta cagnagellus</i> (Hübner, 1810)) у Лісопарку м. Харкова Zinchenko O. V. Peculiarities of the spindle ermine moth (<i>Yponomeuta cagnagellus</i> Hübner) biology in the Kharkiv Forest-Park	132
Zinchenko O. V., Kukina O. M., Skrylnyk Yu. Ye. Коріди хвойних порід Ботанічного саду Харківського національного університету ім. В. М. Каразіна Zinchenko O. V., Kukina O. M., Skrylnyk Yu. Ye. Bark beetles of coniferous trees in Botanical Garden of V. N. Karazin Kharkiv National University	141
Усцький І. М. Зміни вмісту монотерпенів живиці сосни у зв'язку з ураженням кореневою губкою (<i>Heterobasidion annosum</i> (Fr.) Bref.) Ustskiy I. M. Changes in the content of monoterpenes in the pine resin in response to damage by <i>Heterobasidion annosum</i> (Fr.) Bref.	147
Усцький І. М., Дишко В. А., Михайличенко О. А. Особливості проростання насіння та росту сіянців дерев сосни звичайної різної стійкості проти кореневої гнилі Ustskiy I. M., Dyshko V. A., Mykhailichenko O. A. Peculiarities of seed germination and seedling growth of Scots pine trees with different root rot resistance	154
ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРІВ	162
ДОВІДКА РЕЦЕНЗЕНТА	164