

ВУГЛЕЦЕПОГЛИНАЛЬНА ЗДАТНІСТЬ СОСНОВИХ ЛІСОВИХ НАСАДЖЕНЬ ЖИТОМИРСЬКОГО ПОЛІССЯ

Мороз В.В. – кандидат сільськогосподарських наук

<https://orcid.org/0000-0002-1457-4641>

НИКИТЮК Ю.А. – кандидат сільськогосподарських наук

<https://orcid.org/0000-0002-1274-7668>

Житомирський національний агроекологічний університет

Постановка проблеми. За останні десятиріччя кліматичні зміни в призвели до низки негативних чинників, серед яких зникнення окремих видів рослин і тварин, посухи, ускладнення вирощування сільськогосподарських культур, всихання і захворювання деревних порід та ін. [1; 4].

З огляду на зазначені фактори на Міжнародних кліматичних переговорах ООН (COP21) у 2015 р. була підписана Паризька угода. Із 197 країн світу, які узяли участь у підписанні угоди, 176 її ратифікували. Україна була однією з перших країн світу, яка на державному рівні затвердила угоду [11; 12].

Головна мета Паризької кліматичної угоди – не допустити зростання глобальної середньої температури повітря більше ніж 2 °С (за можливості – не більше 1,5 °С) щодо показників до початку промислової революції, коли людство почало спалювати величезну кількість викопного палива, йдеться про історичний період до 1750-х рр. – до того як в Англії розпочалась промислова революція, що пізніше поширилася країнами Європи [11; 12].

Утримання глобального потепління на рівні 1,5–2 °С потребує швидкого зменшення антропогенних викидів парникових газів в оточення та повного їх усунення до другої половини XXI ст. [4; 11].

Для вирішення локальних і глобальних екологічних проблем Паризька угода передбачає активне використання торгівлі квотами на викиди забруднюючих речовин. «Квота» – це дозвіл, сертифікат на викиди, однієї тони еквівалента CO₂ за певний період часу, який може бути передано відповідно до правил схеми. Торгівля квотами емісії парникових газів (ПГ) (англ. Emissions trading) – ринковий інструмент зниження викидів парникових газів в атмосферу [1; 8; 14]. Середня вартість однієї квоти на викиди парникових газів становить 18 доларів США [12], якщо припустити можливість продажу різниці між викидами і депонуванням вуглецю, то Україна мала б значний прибуток від реалізації квот. Враховуючи вищезазначене, Міністерство енергетики та захисту довкілля України розглядає шляхи впровадження системи торгівлі квотами на викиди парникових газів [1].

На конференції ООН зі зміни клімату в Парижі (2015) розглядалася роль лісів у боротьбі зі зміною клімату. Важливість лісів ґрунтується на рамковій програмі ООН, схваленій у 2013 р., – REDD+ (скорочення викидів у результаті знеліснення і деградації лісів) [16].

Отже, збереженню наявних та збільшенню кількості природних поглиначів вуглецю за допомогою покращеного управління лісами та іншими рослинними насадженнями і ґрунтами науковці надають особливу увагу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Через моделювання продуктивності лісових насаджень і оцінки їх вуглецепоглиальної здатності визначають хід процесів у лісових екосистемах із метою екологічного моніторингу сталого ведення лісового господарства.

У науці низкою вітчизняних вчених, зокрема П.І. Лакидою (2006, 2009, 2011), С.І. Миклушем (2011), М.А. Голубом (2003), В.І. Білоусом (2009), В.П. Пастернаком (2011), Р.Д. Васишиним (2014) та ін., розроблено шляхи та методи оцінки біологічної продуктивності лісових насаджень.

Наші наукові дослідження доповнено розробками іноземних науковців у галузі оцінки біопродуктивності лісових насаджень: Д.Г. Щепашенко, А.З. Швиденко, В.С. Шалаєв, Ю.П. Демаков, А.С. Пураєв, І.А. Алексєєв, І.П. Курненкова, А.С. Аткин та ін. [2; 6; 17; 20], та удосконалено методами математичного моделювання з використанням методик А.І. Герасимович, Я.І. Матвєєва, А.І. Кобзаря [5; 9].

Мета статті. Метою наших досліджень було розробити математичні залежності конверсійних коефіцієнтів для встановлення накопичення фітомаси та обсягів поглинутого вуглецю сосновими лісовими насадженнями Житомирського Полісся за їх віком, застосовуючи методичні підходи вітчизняних та іноземних науковців.

Матеріали та методика досліджень. Збір дослідного матеріалу проводився в державних підприємствах 2016–2019 рр.: Баранівське ЛМГ (у лісництвах – Баранівське, Зеремлянське, Явненське, Адамівське, Биківське, Довбинське, Кам'янобрідське, Довишське), Білокоровицьке ЛГ (у лісництвах – Білокоровицьке, Жубровицьке, Замисловицьке, Озорянське, Радовельське, Поясківське, Зубковицьке, Тепеницьке, Броницьке, Замисловицьке), Городницьке ЛГ (у лісництвах – Городницьке, Липинське, Броницьке, Надслучанське, Кленівське, Липинське, Червоновольське), Ємільчинське ЛГ (у лісництвах – Барашівське, Гартівське, Глумчанське, Ємільчинське, Жуфельське, Королівське, Кочичинське), Житомирське ЛГ (у лісництвах – Новозаводське, Тригірське, Богунське, Березівське, Корабельне, Левківське, Пилипівське, Станишівське), Коростенське ЛМГ (у лісництвах – Бєхівське, Омелянівське, Турчинецьке, Ушомирське, Шершнівське, Дубовецьке, Коростишівське, Кропивнянське, Смолівське, Івницьке), Малинське ЛГ (у лісництвах – Чоповицьке, Малинське, Любовицьке, Іршанське, Слобідське, Чоповицьке, Українківське), Народицьке СЛГ (у лісництвах – Клішівське, Народицьке (ландшафтний заказник місцевого значення «Древлянський»), Базарське, Заліське, Закусилівське, Давидківське, Радчанське), Новоград-Волинський ДЛМГ (у лісництвах – Малоцвілянське,

Нов-Волинське, Курчицьке, Пилиповецьке, Пищівське (ландшафтний заказник місцевого значення «Пікельський»), Ярунське, Овруцький СЛГ (у лісництвах – Борутинське, Журбенське, Виступовицьке, Ситовецьке, Коптівщинське, Овруцьке, Прилуцьке, Ігнатпільське, Піщаницьке, Гладковицьке, Бережестьське), Олевське ЛГ (у лісництвах – Руднянське, Покровське, Кам'янське, Олевське, Юрівське, Журжевицьке, Сновидовицьке, Хочинське, Комсомольське), Словечанський лісгосп АПК (у лісництвах – Бігунське, Словечанське, Слобідське, Перебродське, Овруцьке, Рокитнянське, Гладковицьке).

Наші дослідження були зосереджені на відборі дослідного матеріалу в різновікових соснових насадженнях I–IV категорій лісів Житомирського Полісся.

Тимчасові пробні площі закладали в соснових насадженнях згідно із СОУ 02.02–37–476:2006 «Пробні площі лісовпорядні. Метод закладання». Загальна кількість пробних площ – 104.

Фітомасу деревини та кори в абсолютно сухому стані визначали через їх об'єм за довідковими таблицями [7; 19] та множили на середню базисну щільність [3; 10; 13]:

$$m = V \times \rho_{\text{баз}}, \quad (1)$$

де m – фітомаса компонента, кг; V – об'єм компонента, м³; $\rho_{\text{баз}}$ – базисна щільність, кг/м³.

Для встановлення фітомаси крони сосни звичайної використано рівняння, яке запропонували А.С. Аткин та Л.І. Аткина [2; 17]:

$$m_{\text{крони}} = 8,379 + 0,087 \times m_{\text{стовбура}}, \quad (2)$$

де $m_{\text{крони}}$ – фітомаса крони, кг; $m_{\text{стовбура}}$ – фітомаса стовбура, кг.

Загальну фітомасу дерева визначали суму окремих фітофракцій дерева (кора, деревина, крона).

Запаси вуглецю в деревостанах встановлювали на підставі даних запасу стовбурів сосни звичайної за допомогою конверсійно-об'ємних коефіцієнтів, що представляють собою відношення фітомаси окремих фракцій до запасу деревини і залежних від віку деревостану [2; 6; 17].

Математичне моделювання здійснювали за методикою А.І. Кобзаря, А.І. Герасимович, Я.І. Матвєєва [5; 9] за допомогою *Microsoft Excel*.

Результати досліджень. Проблема вивчення пулів вуглецю в лісових екосистемах тісно пов'язана з тенденціями в зміні клімату. Встановлення різниці між викидами вуглецю та його акумулюванням у фітомасі дерев дасть змогу достовірно прогнозувати стан навколишнього середовища та виконувати вимоги Паризької угоди.

Аналізуючи кліматичні зміни Житомирського Полісся за період 1968–2018 рр., ми визначили тенденцію зростання середньорічної температури повітря на 2,5 °С (рис. 1).

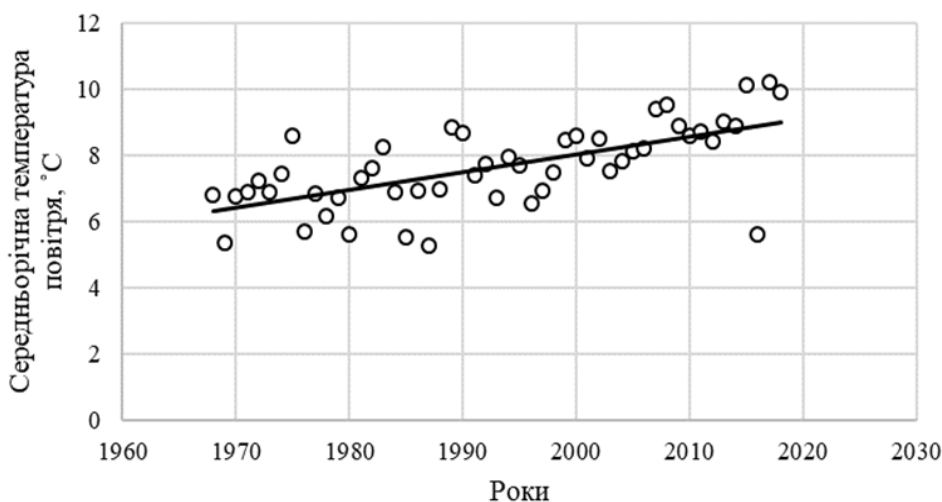


Рис. 1. Середньорічна температура повітря за період 1968–2018 рр.

Такі зміни мають негативний вплив на насадження, останні роки спостерігається всихання соснових насаджень. Згідно з останнім публічним звітом Державного агентства лісових ресурсів України станом на 1 січня 2019 р. загальна площа всихання лісів становить 440 000 га, з них сосни звичайної – 243 000 га.

За даними державного агентства лісових ресурсів в Україні серед 30 головних лісотвірних порід сосна звичайна (*Pinus silvestris* L.) займає 35% і є одним із перспективних вуглецепоглиначів держави (рис. 2).

Згідно з Державним лісовим кадастром станом на 1 січня 2011 р. у Житомирському Поліссі площа вкритих лісовою рослинністю соснових лісових

ділянок становить 776,7 тис. га, що становить 59% від решти насаджень (рис. 3).

Розподіл площ лісових ділянок під насадженнями за категоріями лісів у Житомирському Поліссі вказав, що більшість займають соснові ліси IV категорії (експлуатаційні), їх частка становить 68%, а найменшу площу займають ліси III категорії (захисні) – 6% (рис. 4).

За формулами 1 і 2 встановлено фітомасу деревини, кори та крони сосни звичайної та побудовано кореляційну матрицю між показниками надземної фітомаси в абсолютно сухому стані та таксаційними показниками дерева (діаметр і висота). Результати аналізу представлено у таблиці 1.

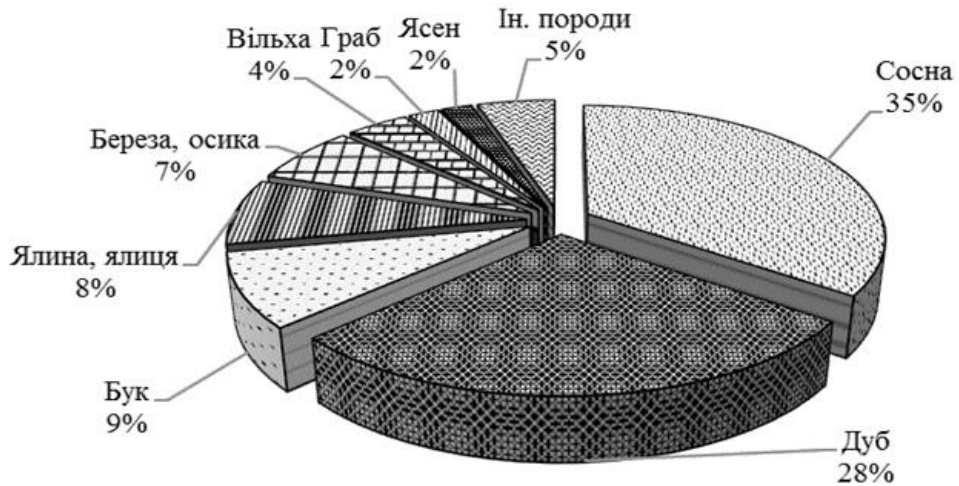


Рис. 2. Розподіл площі лісів України за переважаючими деревними породами (згідно з даними Державного агентства лісових ресурсів України) [15]

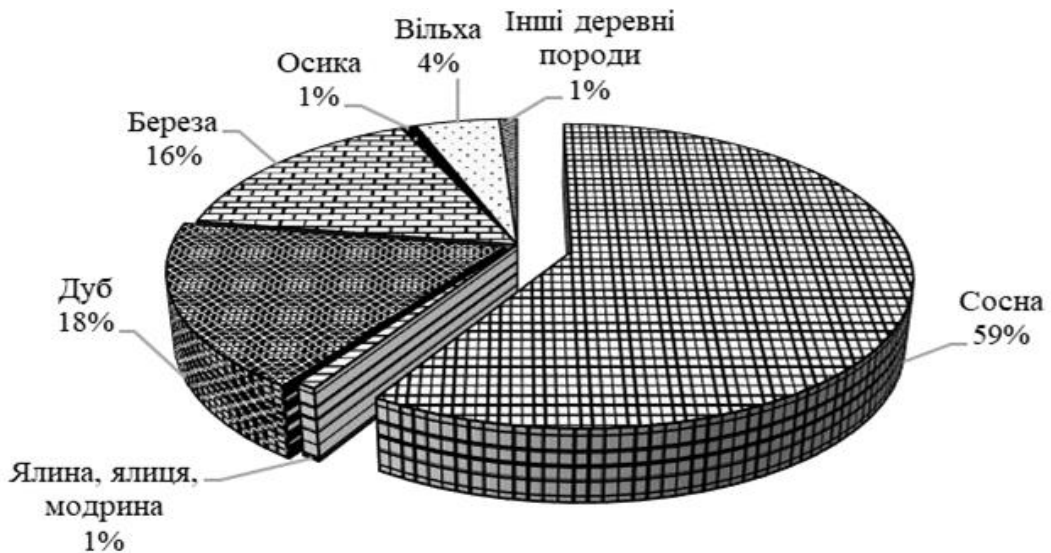


Рис. 3. Розподіл площі вкритих лісовою рослинністю соснових лісових ділянок

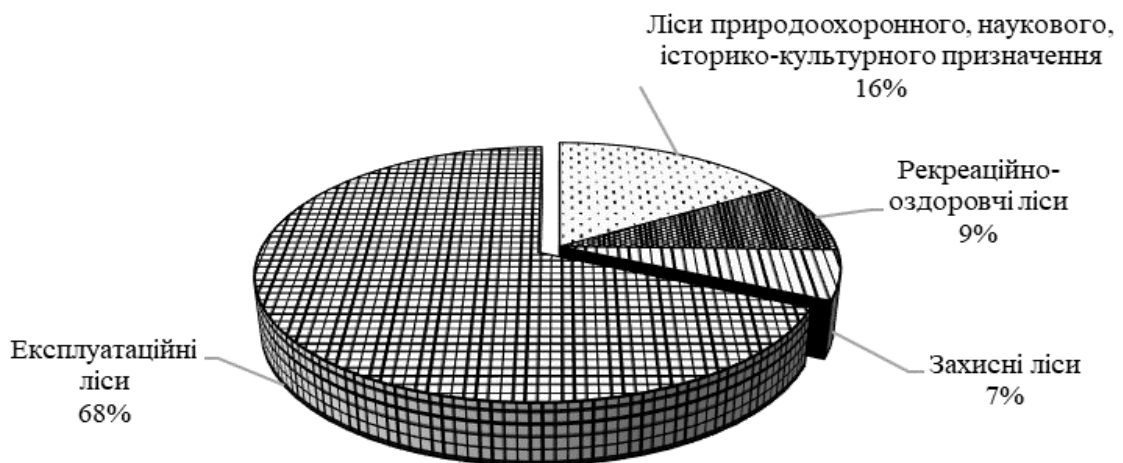


Рис. 4. Розподіл за категоріями соснових лісових ділянок у Житомирському Поліссі

Таблиця 1 – Кореляційна матриця основних біометричних показників соснових деревостанів та надземної фітомаси в абсолютно сухому стані

Показники	Вік, років	Повнота	Бонітет	Середня висота, м	Середній діаметр, см	Об'єм стовбура в корі, м ³	Фітомаса деревини, кг	Фітомаса кори, кг	Фітомаса крони, кг
Вік, років	1,00	–	–	–	–	–	–	–	–
Повнота	-0,007	1,00	–	–	–	–	–	–	–
Бонітет	0,076	-0,071	1,00	–	–	–	–	–	–
Середня висота, м	0,776	0,033	-0,361	1,00	–	–	–	–	–
Середній діаметр, см	0,863	-0,011	-0,133	0,894	1,00	–	–	–	–
Об'єм стовбура в корі, м ³	0,850	0,010	-0,061	0,815	0,955	1,00	–	–	–
Фітомаса деревини, кг	0,850	0,010	-0,060	0,814	0,955	1,00	1,00	–	–
Фітомаса кори, кг	0,851	0,009	-0,070	0,823	0,955	0,999	0,999	1,00	–
Фітомаса крони, кг	0,850	0,010	-0,061	0,815	0,955	1,00	1,00	0,999	1,00

Отримана кореляційна матриця вказує на тісний зв'язок (0,776–0,999) між всіма зазначеними в таблиці показниками окрім повноти та бонітету.

Проведений статистичний аналіз вказав на однорідну сукупність за середньою висотою та неоднорідну за іншими показниками. Розподіл дуже асимет-

ричний, правосторонній за віком, повнотою, бонітетом, об'ємом стовбура та фітомасою, розподіл помірний за середнім діаметром і лівосторонній за середньою висотою. Коефіцієнт ексцесу вказав на гостровершинний розподіл за повнотою та плосковершинний за рештою показників (табл. 2).

Таблиця 2 – Основні статистичні характеристики біометричних показників та компонентів надземної фітомаси дерев сосни звичайної в абсолютно сухому стані

Показники	Вік, років	Повнота	Бонітет	Середня висота, м	Середній діаметр, см	Об'єм стовбура у корі, м ³	Фітомаса деревини, кг	Фітомаса кори, кг	Фітомаса крони, кг
X_{cp} (середнє арифметичне значення)	68,9	0,8	1,4	21,9	27,4	0,7	278,5	23,3	34,6
S_v (стандартна помилка)	2,9	0,1	0,1	0,5	0,9	0,1	22,3	1,8	2,1
σ (стандартне відхилення)	29,4	0,5	0,7	5,4	9,5	0,6	227,2	18,0	21,3
D (дисперсія вибірки)	862,4	0,3	0,4	28,9	90,0	0,4	51603,1	325,7	455,0
E (ексцес)	0,2	94,8	1,9	0,4	0,04	1,9	1,9	1,9	1,9
A (коефіцієнт асиметрії)	0,7	9,5	1,6	-0,5	0,4	1,4	1,4	1,4	1,4
V (коефіцієнт варіації), %	42,6	69,1	46,9	24,5	34,6	81,1	81,6	77,3	61,6
min (мінімум)	8,0	0,4	1,0	3,0	2,0	0,01	4,9	0,4	8,9
max (максимум)	150,0	6,0	4,0	32,0	52,0	2,9	1095,1	88,6	111,4

Для пошуку математичних моделей взаємозв'язку конверсійних коефіцієнтів соснових насаджень застосовувалась функція:

$$R_v = f(A, B, P, M), \quad (3)$$

де R_v – відповідні конверсійні коефіцієнти для кожної фітофракції дерева; A, B, P, M – вік, бонітет, повнота, запас насадження у корі [10; 20].

Як залежна змінна нами використовувалось відношення маси фракції фітомаси до стовбурового запасу деревостану в корі:

$$R_v = \frac{M_{fr}}{M}. \quad (4)$$

де R_v – конверсійний коефіцієнт, M_{fr} – маса фракції фітомаси в абсолютно сухому стані, т/га, M – запас деревостану у корі, м³/га [10; 18; 20].

З метою отримання емпіричних рівнянь R_v були використані показники тимчасових пробних площ, на яких встановлювалась фітомаса за рівняннями 1, 2.

У ході математичного моделювання отримані наступні рівняння:

для деревини

$$R_{v(дер)} = 0,346 \times A^{0,021} \quad R^2=0,70; \quad (5)$$

для кори

$$R_{v(кори)} = 0,060 \times A^{-0,143} \quad R^2=0,72; \quad (6)$$

для крони

$$R_{v(крони)} = 0,576 \times A^{-0,565} \quad R^2=0,70, \quad (7)$$

де $R_{v(дер)}$ – конверсійний коефіцієнт деревини, $R_{v(кори)}$ – конверсійний коефіцієнт кори, $R_{v(крони)}$ – конверсійний коефіцієнт крони, A – вік насадження.

Використовуючи отримані конверсійні коефіцієнти соснових насаджень (рівняння 5–6), встановили запас вуглецю на вкритих лісовою рослинністю соснових лісових ділянок за різними категоріями лісистості згідно з останнім обліком державного лісового кадастру станом на 1 січня 2011 р. (рис. 5).

За отриманими результатами аналізу встановлено, що більшість Житомирського Полісся становлять лісові насадження IV категорії захищеності, тому їх вуглецепоглиняльна здатність є більшою. Серед експлуатаційних лісів найбільшу вуглецеакумуляуючу здатність мають насадження у віці 70 років.

За даними Головного управління статистики Житомирської області, найбільшими забруднювачами довкілля викидами діоксиду вуглецю є стаціонарні та пересувні джерела забруднення (табл. 3).

За отриманими конверсійними коефіцієнтами, з огляду на вікові зміни соснових насаджень різної категорії лісів Житомирського Полісся та їх запас, встановлено щорічне депонування вуглецю, починаючи з 2004 р. (табл. 3).

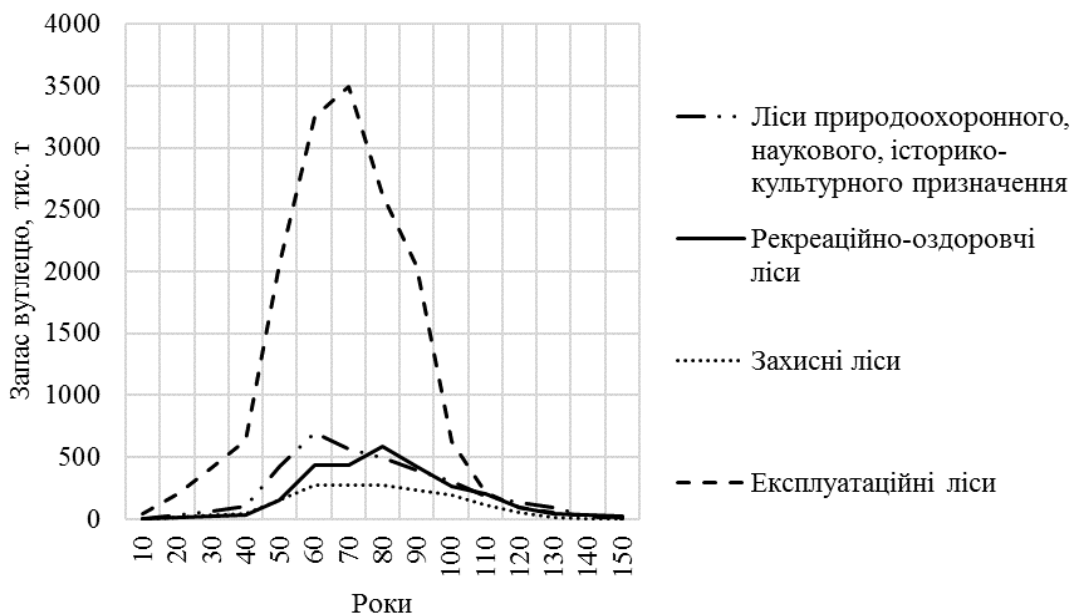


Рис. 5. Запас вуглецю у соснових насадженнях Житомирського Полісся за категорією лісів

Таблиця 3 – Порівняльні дані антропогенних викидів вуглецю та його депонування сосновими лісами Житомирського Полісся

Роки	Кількість депонованого вуглецю за роками, млн т	Загальний обсяг щорічного поглинання вуглецю, млн т	Щорічні викиди вуглецю в атмосферне повітря, млн т*	Різниця між викидами та депонуванням вуглецю за рік, млн т
2004	24,0	–	–	–
2005	24,0	0,005	0,20	0,20
2006	24,0	0,006	0,60	0,59
2007	24,0	0,006	1,40	1,39
2008	24,0	0,007	1,50	1,49
2009	24,0	0,008	1,70	1,69
2010	24,0	0,009	1,60	1,59
2011	24,0	0,009	1,50	1,49
2012	24,0	0,010	1,60	1,59
2013	24,1	0,010	1,70	1,69
2014	24,1	0,011	1,50	1,49
2015	24,1	0,012	1,40	1,39
2016	24,1	0,012	0,70	0,69
2017	24,1	0,013	0,70	0,69
2018	24,1	0,013	0,80	0,79

* З 2004 р. – по автомобільному, залізничному транспорту; з 2007 р. – по автомобільному, залізничному транспорту та виробничій техніці

Щорічно соснові ліси Житомирського Полісся поглинають від 5,0–13,0 тис. т вуглецю з повітря, знижуючи щорічні викиди діоксиду вуглецю на 0,5–2,3%.

Втрата 243 тис. га соснових насаджень через всихання спричиняє не тільки екологічні проблеми але й економічні, адже Україна мала би значні прибутки від продажу квот на світовому ринку, беручи активну участь у Паризькій угоді.

Висновки. Проаналізовано кліматичні зміни в регіоні дослідження, встановлено зростання середньорічної температури повітря на 2,5 °С за період 1968–2018 рр., такі зміни спричиняють втрату соснових насаджень.

За допомогою отриманих емпіричних рівнянь встановлено, що експлуатаційні соснові ліси, які

переважають у Житомирському Поліссі, у віці 70 років у своїй фітомасі накопичують 3,5 млн т вуглецю.

З'ясовано, що соснові насадження Житомирського Полісся щорічно поглинають від 5,0–13,0 тис. т, знижуючи викиди парникових газів від стаціонарних та пересувних джерел забруднення від 0,5 до 2,3%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Аналітичний документ. Європейська система торгівлі викидами та перспективи впровадження системи торгівлі викидами в Україні. *Експертно-дорадчий центр «Правова аналітика»*. 2018. вересень. 26 с.

2. Аткин А.С., Аткина Л.И. Способ и динамика органической массы в лесных сообществах. Екатеринбург : Изд. УГЛТА, 1999. 108 с.

3. Боровиков А.М., Уголев Б.Н. Справочник по древесине : справочник. Москва : Лесн. пром-сть, 1989. 296 с.

4. Букша І.Ф., Бутрим О.В., Пастернак В.П. Інвентаризація парникових газів у секторі землекористування та лісового господарства : монографія. Харків : ХНАУ, 2008. 232 с.

5. Герасимович А.И., Матвеева Я.И. Математическая статистика. Минск : «Вышэйшая школа», 1978. 200 с.

6. Демаков Ю.П., Пуряев А.С., Черных В.Л., Черных Л.В. Использование аллометрических зависимостей для оценки фитомассы различных фракций деревьев и моделирования их динамики. *Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Лес. Экология. Природопользование.* 2015. № 2 (26). С. 19–36.

7. Кашпор С.М., Строчинський А.А. Лісотаксаційний довідник. Київ : Вид. дім «Вінніченко», 2013. 496 с.

8. Киотский протокол. История развития, цели и принципы. Проекты совместного осуществления в Украине: сборник информационно-методических материалов / под. ред. С.В. Третьякова. Донецк : ООО «УКРДРУК», 2006. 184 с.

9. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников. Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2006. 816 с.

10. Лакида П.І. Фітомаса лісів України : монографія. Тернопіль : Збруч, 2002. 256 с.

11. Паризька угода ООН. Угода. Міжнародний документ від 12.12.2015 р. Київ. 2014. URL: http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/995_161.

12. Партнерство заради ринкової готовності в Україні (PMR). Пропозиції щодо розвитку інструментів вуглецевого ціноутворення в Україні: звіт з моделювання. Partnership for market readiness. Серпень 2019. 69 с.

13. Полубояринов О.И. Плотность древесины. Москва : Лесн. пром-сть, 1976. 160 с.

14. Почтовюк А.Б., Пряхина Е.А. Торговля квотами как один из механизмов Киотского протокола. *Проблемы современной экономики.* Санкт-Петербург. 2012. № 3 (43). С. 300–304.

15. Публічний звіт т.в.о. Голови Державного агентства лісових ресурсів України за 2018 рік. Київ, 2018.

16. Соловій І. Оцінка міжнародного досвіду та процедур/регулювань щодо концепції плати за послуги екосистем в лісовому секторі. ENPI EAST FLEG II. September. European Union. 2016. 64 с.

17. Способ определения надземной фитомассы лесных насаждений : пат. Российской федерации на способ изобретения. № 2272402 С2 / Алексеев И.А., Курненко И.П., Чешуин А.Н., Бердинских С.Ю., Степанова Т.В., Вахрушев К.В., Коток О.Н.; патентообладатель Марийский государственный технический университет; заявл. 25.03.2004; опубл. 27.03.2006. № 9. 6 с.

18. Чуроков Б.П., Манякина Е.В. Депонирование углерода разновозрастными культурами сосны. *Ульяновский медико-биологический журнал.* 2012. № 1. С 125–129.

19. Швиденко А.З., Строчинский А.А., Савич Ю.Н., Кашпор С.Н. Нормативно-справочные материалы для таксации лесов Украины и Молдавии. Киев : Урожай, 1987. 560 с.

20. Щепашенко Д.Г., Швиденко А.З., Шалаев В.С. Биологическая продуктивность и бюджет углерода листовых лесов Северо-Востока России : монография. Москва : ГОУ ВПО МГУЛ, 2008. 296 с.

REFERENCES:

1. Analitichnyy dokument. (2018). *Evropeyska sistema torgivli vikidami ta perspektivi vprovadzhennya sistemi torgivli vikidami v Ukrayini. Ekspertno-doradchyy tsentr «Pravova analitika»* [The analytical document. European Emissions Trading Scheme and Prospects for Emissions Trading in Ukraine. Legal Analytics Expert Advisory Center]. Berezen. [in Ukrainian]

2. Atkin A.S., Atkina L.I. (1999). *Sposob i dinamika organicheskoy massyi v lesnyih soobshchestvah* [The method and dynamics of organic matter in forest communities]. Ekaterinburg : izd. Uralskaya gosudarstvennaya lesotekhnicheskaya akademiya. [in Russian]

3. Borovikov A.M., Ugolev B.N. (1989). *Spravochnik po drevesine: spravochnik* [Wood Handbook]. Moskva : Lesnaya promyshlennost. [in Russian]

4. Buksha I.F., Butrim O.V., Pasternak V.P. (2008). *Inventarizatsiya parnikovih gaziv u sektori zemlekoristuvannya ta lisovogo gospodarstva: monografija* [Taking of inventory of greenhouse gases in the sector of land-tenure and forestry]. Harkiv : HNAU. [in Ukrainian]

5. Gerasimovich A.I., Matveeva Ya.I. (1978). *Matematicheskaya statistika* [Math statistics]. Minsk : «Vyisheyschaya shkola». [in Belorussia]

6. Demakov Yu.P., Puryaev A.S., Chernyy V.L., Chernyy L.V. (2015). Ispolzovanie allometricheskikh zavisimostey dlya otsenki fitomassyi razlichnykh fraktsiy derevev i modelirovaniya ih dinamiki [The use of allometric dependencies for assessing the phytomass of various fractions of trees and modeling their dynamics]. *Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta Ser.: Les. Ekologiya. Prirodopolzovanie – Bulletin of the Volga State Technological University. Series: Forest. Ecology. Nature management, 2(26), 19–36.* [in Russian]

7. Kashpor, S.M., Strochinskiy, A.A. (2013). *Lisotaksatslyniy dovidnik* [Forestry Directory]. Kyiv : «Vinnichenko». [in Ukrainian]

8. Tretyakov, S.V. (Ed.). (2006). *Kiotskiy protokol. Istoriya razvitiya, tseli i printsipy. Projekty sovmestnogo osuschestvleniya v Ukraine* [The Kyoto Protocol. History of development, goals and principles. Joint implementation projects in Ukraine]. *Sbornik informatsionno-metodicheskikh materialov – Collection of information and methodological materials.* Donetsk. [in Ukrainian]

9. Kobzar, A.I. (2006). *Priladnaya matematicheskaya statistika. Dlya inzhenerov i nauchnykh rabotnikov* [Applied Mathematical Statistics. For engineers and scientists]. Moskva : FIZMATLIT. [in Russian]

10. Lakida P.I. (2006). *Fitomasa lisiv Ukrayini: monografiya* [Phytomass of the forests of Ukraine]. Ternopil : Zbruch. [in Ukrainian]

11. Parizka uгода OON. Ugoda. Mizhnarodniy dokument vid 12.12.2015. (2014). [UN Paris Agreement. Agreement. International document dated 12.12.2015]. URL: http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/995_161.
12. Partnerstvo zaradi rinkovoyi gotovnosti v Ukraini (PMR). Propozitsiyi schodo rozvitku Instrumentiv vugletsevogo tsinoutvorenniya v Ukraini: zvit z modelyuvannya [Partnership for Market Readiness in Ukraine (PMR). Proposals for developing carbon pricing tools in Ukraine: a simulation report]. (2019). Partnership for market readiness. [in Ukrainian]
13. Poluboyarinov, O.I. (1976). Plotnost drevesiny [Wood density]. [in Russian]
14. Pochtovyuk, A.B., & Pryahina, E.A. (2012). Torgovlya kvotami kak odin iz mehanizmov Kiotskogo protokola [Quota trading as one of the mechanisms of the Kyoto Protocol]. *Problemyi sovremennoy ekonomiki – Problems of the modern economy*, 3(43), 300–304. [in Russian]
15. Publichniy zvit t.v.o. Golovi Derzhavnogo agentstva lsovih resursiv Ukraini za 2018 rik [Public Report of the Head of the State Forest Resources Agency of Ukraine for 2018]. (2018). Kyiv. [in Ukrainian]
16. Soloviy lhor. (2016). Interim Report on the international experience and procedure/regulations of payments for ecosystem services (PES) concept in forest sector. ENPI EAST FLEG II. September. European Union. [in English]
17. Alekseev, I.A., Kurnenkova, I.P., Cheshuin, A.N., Berdinskiy, S.Yu., Stepanova, T.V., Vahrushev, K.V., & Kotok, O.N. (2006). Sposob opredeleniya nadzemnoy fitomassyi lesnyih nasazhdeniy: pat. Rossiyskoy federatsii na sposob izobreteniya [A method for determining the aboveground phytomass of forest stands: US Pat. Russian Federation on the method of invention]. Patent of Russia. Ne 2272402 C2. [in Russian]
18. Churokov, B.P., & Manyakina, E.V. (2012). Deponirovanie ugleroda raznovozrastnyimi kulturami sosnyi [Carbon deposition by pine crops of different ages]. *Ulyanovskiy mediko-biologicheskii zhurnal – Ulyanovsk Medical and Biological Journal*, 11, 125–129. [in Russian]
19. Shvidenko, A.Z., Stochinskiy, A.A., Savich, Yu.N., & Kashpor, S.N. (1987). *Normativno-spravochnyie materialyi dlya taksatsii lesov Ukrainyi i Moldavii* [Normative and reference materials for taxation of forests of Ukraine and Moldova]. Kyiv : Urozhay. [in Ukrainian]
20. Schepaschenko, D.G., Shvidenko, A.Z., & Shalaev, V.S. (2008). *Biologicheskaya produktivnost i byudzheth ugleroda listvennichnyih lesov Severo-Vostoka Rossii: monografiya* [Biological productivity and carbon budget of larch forests of the North-East of Russia]. Moskva : GOU VPO MGUL. [in Russian]

УДК 631.527:633.11

DOI <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2020.73.14>

ВМІСТ БІЛКА В ЗЕРНІ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ПОГОДНИХ УМОВ У РАННЬОВЕСНЯНИЙ ПЕРІОД

МОСТИПАН М.І. – кандидат біологічних наук, професор

<https://orcid.org/0000-0001-5317-6315>

КОВАЛЬОВ М.М. – кандидат сільськогосподарських наук

<https://orcid.org/0000-0003-4421-8960>

Центральноукраїнський національний технічний університет

УМРИХІН Н.Л. – кандидат сільськогосподарських наук

<https://orsid.org/0000-0002-4220-8606>

Інститут сільського господарства Степу

Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. Пшеничне зерно, завдячуючи своєму хімічному складу, є найбільш придатним для виготовлення хлібобулочних виробів. Їх якість визначається, насамперед, вмістом білка та клейковини в зерні пшениці.

Вміст білка в зерні пшениці озимої – це результат численних фізіолого-біохімічних процесів у рослинах, які тісно взаємопов'язані між собою та умовами оточуючого середовища. Головною умовою синтезу білків у зерні пшениці є поглинання рослинами азоту з ґрунту та накопичення його в надземних вегетативних органах [1; 2]. Тому розміщення пшениці озимої після кращих попередників та забезпечення її достатнім азотним живленням є найбільш ефективними та керованими агротехнічними прийомами підвищення білковості зерна. У Північному Степу України доведена незаперечна роль азотних добрив як основного агротехнічного прийому щодо забезпечення високого

вмісту білка в зерні пшениці озимої [3]. Зокрема, в дослідженнях автора встановлено, що внесення азотних добрив підвищувало вміст білка в зерні пшениці озимої по чорному пару з 12,62 до 13,70% [4]. Серед інших агротехнічних прийомів великий вплив на білковість зерна пшениці озимої справляють строки сівби [5]. За даними А.І. Кривенко [6], вміст білка в досліджуваних сортах пшениці озимої в умовах Південного Степу України на 61,3% залежав від строків сівби і навіть перевищував вплив генетичних факторів.

Водночас багато авторів звертають увагу на величезну роль умов оточуючого середовища у формуванні якісних показників зерна пшениці озимої. О.О. Созінов, В.Г. Козлов переконані, що білковість зерна пшениці озимої на 70% залежить від умов оточуючого середовища та на 30% – від генетичних особливостей сортів [7]. Більш пізнішими дослідженнями І.В. Правдзіва та ін. [8] доведено, що вплив