



УДК 631.963

DOI <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.9.2024.22>

ВПЛИВ РОЗТАШУВАННЯ ЛІСІВ НА АГРОХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ РОДЮЧОСТІ ҐРУНТУ В АГРОЕКОСИСТЕМІ

О. І. Врадій¹, А. В. Салямон²

На сьогоднішній день одним із основних завдань сільськогосподарського виробництва є створення оптимального режиму формування та функціонування агроєкосистем задля отримання стабільних і високих врожайів. Агроєкосистеми є антропогенними системами і, на відміну від природних екосистем, кругообіг речовин та енергії в них здійснюється за вимушеної участі людини. Натомість, природні екологічні процеси, що відбуваються в ґрунтах і сільськогосподарських культурах, визначають подальшу долю агроєкосистем не в меншій мірі, ніж технологічні впливи, такі як обробіток ґрунту, зрошення та внесення добрив. Саме тому теоретичною основою землекористування має бути сукупність наукових знань про взаємодію між рослинами, тваринами і мікроорганізмами в агроєкосистемах та вплив факторів навколишнього середовища на їх життєдіяльність. Враховуючи провідну роль культурних рослин у формуванні агроценозу, теорію процесів сільськогосподарського рослинництва слід вважати основною частиною цієї сукупності наукових знань. У природних системах баланс кругообігу поживних речовин досягається різноманітністю видів рослин і тварин, поширених на даній території, але такий баланс по суті недосяжний в агроєкосистемах, де врожайі формуються переважно з одного виду рослин. Тому винесення мінеральних і органічних сполук з агроєкосистеми необхідно постійно доповнювати внесенням добрив, а для одночасного співіснування в природі різних видів рослин необхідно регулярно чергувати їх у вигляді сівозміни. Однак досягти повної гармонії в агроєкосистемах неможливо. Застосування гербіцидів та інсектицидів призводить до дисбалансу в екосистемі, що, як наслідок, веде до вирощування спеціальних культур, вразливих до хвороб, бур'янів та нашествя шкідників. Водночас, побічні ефекти використання хімічних засобів захисту рослин впливають на екологічний стан самого ґрунту, а також сусідніх лісів і водойм.

Представлені дані агрохімічного обстеження ґрунтів на прикладі агроєкосистеми села Плебанівка, культурою вирощування якої є соя та структурним і невід'ємним елементом якої є ліси розташовані в її структурі. Встановлені різні показники обмінної кислотності (рН) в залежності від дальності розташування від лісу, в основному рН є нейтральною у більшості відібраних зразків. Встановлено, що є ділянки, які мають дуже низькі показники лужногідролізованого азоту – 53 мг/кг, 61 мг/кг, 78 мг/кг та 81 мг/кг; один зразок з низьким вмістом

¹ кандидат сільськогосподарських наук, доцент
(Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця)
e-mail: oksanavradii@gmail.com
ORCID: 0000-0001-7383-3829

² аспірант
(Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця)
e-mail: salart27072000@gmail.com
ORCID: 0009-0006-9236-7652

рухомого фосфору – 42 мг/кг, всі інші зразки характеризувались високим ступенем забезпеченості ґрунту; показники обмінного калію мали у всіх зразках високий ступінь забезпечуваності ґрунту від 150 мг/кг до 195 мг/кг.

Ключові слова: агроекосистема, продуктивність, ліс, агрохімічні показники, ступінь забезпеченості.

INFLUENCE OF LOCATION OF FORESTS ON AGROCHEMICAL INDICATORS OF SOIL FERTILITY IN AN AGROECOSYSTEM

O. I. Vradii, A. V. Saliamon

Today, one of the main tasks of agricultural production is the creation of an optimal mode of formation and functioning of agroecosystems in order to obtain stable and high yields. Agroecosystems are anthropogenic systems and, unlike natural ecosystems, the circulation of substances and energy in them is carried out with the forced participation of humans. Instead, natural ecological processes occurring in soils and crops determine the future fate of agroecosystems no less than technological influences such as tillage, irrigation and fertilization. That is why the theoretical basis of land use should be a set of scientific knowledge about the interaction between plants, animals and microorganisms in agroecosystems and the influence of environmental factors on their vital activities. Considering the leading role of cultivated plants in the formation of agrocenosis, the theory of processes of agricultural plant production should be considered the main part of this body of scientific knowledge. In natural systems, the balance of the cycle of nutrients is achieved by the variety of plant and animal species distributed in the given territory, but such a balance is essentially unattainable in agroecosystems, where crops are formed mainly from one type of plant. Therefore, the removal of mineral and organic compounds from the agroecosystem must be constantly supplemented with fertilizers, and for the simultaneous coexistence of different types of plants in nature, it is necessary to regularly rotate them in the form of crop rotation. However, it is impossible to achieve complete harmony in agroecosystems. The use of herbicides and insecticides leads to an imbalance in the ecosystem, which as a result leads to the cultivation of special crops that are vulnerable to diseases, weeds and pest infestation. At the same time, the side effects of using chemical plant protection agents affect the ecological condition of the soil itself, as well as the neighboring forests and water bodies. The data of the agrochemical survey of soils are presented on the example of the agroecosystem of the village of Plebaniivka, the culture of which is soybean and the structural and integral element of which are the forests located in its structure. Different indicators of exchange acidity (pH) were established depending on the distance of the location from the forest, basically the pH is neutral in most of the selected samples. It was established that there are areas that have very low indicators of alkaline hydrolyzed nitrogen – 53 mg/kg, 61 mg/kg, 78 mg/kg and 81 mg/kg; one sample with a low content of mobile phosphorus – 42 mg/kg, all other samples were characterized by a high degree of soil availability; indicators of exchangeable potassium in all samples had a high degree of availability of the soil from 150 mg/kg to 195 mg/kg.

Key words: agroecosystem, productivity, forest, agrochemical indicators, degree of security.

Вступ

На сьогоднішній день, питання забруднення навколишнього середовища, екологічні та кліматичні зміни, вирубка лісів, стік озер та знищення біоти посідають перше місце з питань екологічної безпеки по всьому світу (Poloviy, 2005; Дебринюк і Распопіна, 2019).

Сільськогосподарська діяльність призвела до формування нового типу екосистем – агроекосистем, які прийшли на зміну попереднім природним угрупованням. Агроекосистеми є найбільш чутливими до антропогенних змін, спричиняючи швидкі зміни в популяційному та видовому складі агроландшафтів. Агроекосистеми є єдиним

екорегіональним сектором, в якому людина може контролювати і модифікувати генетичні зрушення (Magdoff, 2007; Vodnar, 2016).

Родючість ґрунту – це здатність ґрунтів функціонувати в природних та антропогенних екосистемах, підтримуючи продуктивність сільськогосподарських культур, якісні показники води та повітря, добробут людей та середовище існування біорізноманіття. Антропогенний вплив на родючість ґрунтів значною мірою зумовлений необхідністю задовольнити зростаючий попит населення на продукти харчування, волокно та паливо. В останні десятиліття було докладено значних зусиль для підвищення про-

дуктивності сільського господарства за рахунок збільшення використання добрив і пестицидів, іригації, управління земельними ресурсами і сільськогосподарськими культурами та широкомасштабної трансформації земель (Гнатів та ін., 2011).

Останніми роками зростає визнання і занепокоєння стосовно того, що інтенсифікація сільського господарства створює значне навантаження на здатність ґрунту підтримувати інші функції, що призводить до широкомасштабної деградації екосистем і довгострокових втрат продуктивності. Наприклад, перетворення природних екосистем на сільськогосподарські угіддя призвело до величезних екологічних втрат, включаючи опустелювання, збільшення викидів парникових газів, зменшення органічної речовини ґрунту, втрату біорізноманіття та зміну біогеохімічних і гідрологічних циклів (Hatcher & Melander, 2003). Таким чином, перед сучасним сільським господарством стоять серйозні завдання не лише забезпечити глобальну продовольчу безпеку шляхом підвищення врожайності, але й зменшити екологічні витрати, особливо в контексті змін навколишнього середовища та зростаючої конкуренції за земельні, водні та енергетичні ресурси. Ліси є одним з природних ресурсів, який можна відновити і підтримувати у ньому стан та чисельність біорізноманіття (Cunningham et al., 2005; Duhamel & Vandenkoornhuysen, 2013). Ліси також мають потенціал як агро-екологічної території, які можуть принести користь людському суспільству в їхніх околицях (Enger & Smith, 2004). Тому актуальністю цього дослідження є вивчення впливу лісів, як компонента агроекосистеми на показники родючості ґрунтів.

Ліси є найбільш продуктивними екосистемами з точки зору поглинання енергії та виробництва органічної речовини. Висока біологічна продуктивність сільськогосподарських земель значною мірою зумовлена антропогенним шляхом. Це означає, що внесення додаткової енергії ззовні (у вигляді палива, енергії для обробітку, зрошення та добрив) збільшує енергію на цих територіях (Разанов та ін., 2021; Букша, 2022). Джерелами енергії є природні екосистеми (переважно ті ж самі ліси), які колись виробляли енергетичні ресурси – вугілля, нафту та воду (Генсірук, 2002; Лісняк та ін., 2019).

Роль лісів у біосфері можна оцінювати з різних точок зору. Важливою оцінкою екосистеми є швидкість перетворення хіміч-

них елементів. Чим швидше відбувається перетворення, тим позитивніше оцінюється вплив екосистеми на біосферу. Однак у сучасних умовах стабілізація умов життя на Землі та використання біосферних процесів для забезпечення цієї стабілізації, хоча і залишається важливою, але відбувається все частіше і в більшій мірі. Наприклад, регулювання вмісту чадного газу в атмосфері вимагає довготривалого зв'язування з органічними сполуками, а не прискорення циклу. Зростання попиту на воду вимагає не лише прискорення кругообігу води, але й регулювання її рівномірного постачання її. Іншими словами, необхідно раціонально координувати природні процеси та оптимізувати їх для довгострокових потреб людини, враховуючи при цьому найвіддаленіші наслідки. Це набагато складніше, ніж проста інтенсифікація, оскільки вимагає заходів для того, щоб біологічні процеси йшли у двох протилежних напрямках і були взаємно скоординовані. Ліси можуть бути найбільш ефективно використані для вирішення цих проблем через їхній надзвичайно різноманітний вплив на біологічні процеси та величезну біологічну пластичність (Жила, 2013; Шевченко і Десятник, 2019).

Киснеутворююча здатність лісів, а також їхній потенціал щодо поглинання вуглецю та захисту від забруднення вуглекислим газом прямо пропорційний їхній продуктивності та тривалості їхнього збереження як живих природних компонентів. У зв'язку з цим, ліси є не тільки основними споживачами вуглецю на суші, але й основним сховищем біологічно зв'язаного вуглецю (не враховуючи викопне паливо, яке вийшло з обігу, але частина вуглецю, що зберігається у викопному паливі, повертається в атмосферу через спалювання людиною). Ліси містять від 400 до 500 мільярдів тонн вуглецю, що становить близько двох третин загального запасу вуглецю в атмосфері (Стрельченко та ін., 2000; Морозюк, 2009).

Окрім глибинних хімічних процесів у біосфері, велике значення для людини має також фізична структура змін, що відбуваються в біосфері, які тісно пов'язані з господарською діяльністю людини. Фізичний і навіть механічний вплив лісів на ці процеси змін має велике значення. І якщо хімічні процеси важливі як для прискорення, так і для уповільнення, то фізичні процеси потребують стабілізації, тобто вирівнювання та послаблення амплітуд коливань. Захисні та стабілізуючі властивості лісів мають вирішальне

значення для збереження природи. Їхні властивості різноманітні і проявляються по відношенню до землі, води, повітря, господарських об'єктів і самої людини.

Захисні та стабілізаційні властивості лісів є найбільш важливими, коли вони позитивно впливають на об'єкти, що становлять інтерес для людини, тобто промислові підприємства, міста та інші населені пункти, транспортні шляхи, сільськогосподарські угіддя, джерела води та водосховища, мисливські угіддя, курорти, зони водопостачання та водовідведення, а також місця з небажаними кліматичними змінами. Ліси позитивно впливають на природні явища в цих об'єктах лише в тому випадку, якщо вони розташовані безпосередньо на їх території або поблизу неї. Крім того, всі ліси в густонаселених районах, як правило, мають підвищену захисну та стабілізаційну цінність (Коваленко, 2018).

Питання охорони природи та родючості сільськогосподарських земель безпосередньо пов'язані з експлуатацією лісів. Чим більше розвивається людська популяція, тим важливішим стає це питання. Це пов'язано як зі зростанням чисельності населення, так і з потребою людей у кращих умовах життя.

Ліси збільшують пересіченість рельєфу, створюючи реальні перешкоди для руху повітряних мас, сповільнюючи приземні швидкості повітря і розсіюючи високошвидкісні повітряні потоки. Структура та відстань між лісосмугами можуть бути відрегульовані таким чином, щоб забезпечити захист ґрунтів від вітрової ерозії. Захист сільськогосподарських угідь лісами впливає на врожайність сільськогосподарських культур. На захищених полях врожайність на 15–25% вища. Чим гірші кліматичні умови, тим вища врожайність на захищених лісом полях порівняно з незахищеними (Bodnar et al., 2016).

Матеріал і методи

Зразки ґрунту для досліджень відбирались на площі агроєкосистеми, що включає в свій склад ліс експлуатаційного призначення з переважаючими дубово-грабовими породами та агроценоз, що включає у себе поле площею 33 га, на якому основною культурою, яку вирощують а період 2024 року – року наших досліджень є соя сорту Аполло, Seed Graine Company, Канада. Тип ґрунту – сірі лісові. Попередником була озима пшениця сорту Кубус, що розташовані в селі Плебанівка Жмеринського району Шаргородської міської громади Вінницького району (48°47'39" пн. ш. 28°00'36" сх. д.). Перед посівом основної культури (сої) було проведено дискове лушення попередника озимої пшениці дисковою бороною АГ-2.4. В 1 декаді листопада проведено оранку на глибину 18–20 см. При настанні фізичної сплості ґрунту проведено закриття вологи. 10 травня проводився посів сої сівалкою СЗ-4.0 з одночасною передпосівною культивуацією Європак – 6000. Норма висіву сої 140 кг/га з одночасним внесенням мінеральних добрив сульфат амонію у нормі 100 кг/га.

Зразки ґрунту відбирали перед безпосередньою обробкою поля агрохімікатами методом конверту, суть якого полягає у відборі ґрунтів п'яти проб з кожного поля чи ділянки. Проби ґрунту відбирали на глибині переорювання ґрунтів до 20 см. Всі п'ять зразків змішували з кожної ділянки окремо, відбирали залишки вегетативної маси рослин, після чого формували представницьку пробу методом точкових проб для лабораторних досліджень. Зразки ґрунту були розміщені у пронумеровані пакети та доставлені для проведення лабораторного дослідження до Державної установи «Інститут охорони ґрунтів України».

Таблиця 1

Групування ґрунтів за вмістом агрохімічних показників та ступенем кислотності

№ п/п	Забезпеченість ґрунту поживними речовинами	Гумус, %	N	P205	K205	Обмінна кислотність (pH)	
			мг на 1 кг ґрунту				
1	Дуже низька	< 1,1	< 100	< 20	< 20	Дуже сильнокислі	< 4,0
2	Низька	1,01–2,00	100–150	21–50	21–40	Сильнокислі	4,1–4,5
3	Середня	2,01–3,00	150–200	51–100	41–80	Середньокислі	4,6–5,0
4	Підвищена	3,01–4,00	> 200	101–150	81–120	Слабокислі	5,1–5,5
5	Висока	4,01–5,00	–	151–200	121–180	Близькі до нейтральних	5,6–6,0
6	Дуже висока	> 5,0	–	> 200	> 180	Нейтральні	> 6,0

Агрохімічні показники відібраних зразків ґрунту аналізували за загальноприйнятими методиками (табл. 1) (ДСТУ ISO 10381-1:2004; ДСТУ 4287:2004; ДСТУ ISO 10381-2:2004; ДСТУ 4770.1:2007 – ДСТУ 4770.9:2007; ДСТУ ISO 10390:2001).

Результати та їх обговорення

Проведені нами дослідження у агроєкосистемі, що функціонує на території села Плебанівка показують різні значення агрохімічних показників ґрунту в залежності від віддалі розташування лісу (табл. 2). Зразок ґрунту № 1, відібраний на відстані 10 м від лісу, характеризувався низьким вмістом гумусу та дуже низьким вмістом азоту лужногідролізованого при нейтральній рН та високих показниках вмісту рухомого фосфору та обмінного калію.

Зразок № 2, відібраний на відстані 50 м від лісу, характеризувався низьким вмістом гумусу та дуже низьким вмістом азоту лужногідролізованого при близькій до нейтральної рН та підвищеному вмісті рухомого фосфору та дуже високому вмісту обмінного калію. Зразок № 3, відібраний на відстані 100 м від лісу, характеризувався низьким вмістом гумусу та середньою забезпеченістю ґрунту лужногідролізованим азотом, низькою забезпеченістю ґрунту рухомим фосфором та високою забезпеченістю обмінним калієм при середньокислій рН.

Зразок № 4, відібраний на відстані 200 м від лісу, характеризувався високим вмістом гумусу при сильно кислій рН і рівнем забезпеченості ґрунту: азоту лужногідролізованого – низький, рухомого фосфору – середній, обмінного калію – високий. Зразок № 5, відстань відбирання – 500 м, мав нейтральну рН, середній показник вмісту гумусу та рівні

забезпеченості ґрунту: лужногідролізованим азотом – низький, рухомим фосфором – дуже високий, обмінним калієм – високий. Зразок № 6, відібраний на відстані 1000 м від лісу, містив нейтральну рН та характеризувався ступенем забезпечуваності ґрунту: лужногідролізованим азотом – дуже низький, рухомим фосфором – підвищений, обмінним калієм – дуже високий.

Висновки

З'ясовано, що віддаль розташування лісів у структурі агроєкосистеми має певний вплив на агрохімічні показники ґрунту цієї агроєкосистеми. У всіх відібраних зразках на відстані від 10 до 1000 м обмінна кислотність (рН) була нейтральною, окрім зразків на відстані 100–200 м, де рН була сильнокислою та слабкислою, як варіант внесення вапна для зменшення кислотності ґрунту. Вміст гумусу зростає із кожним наступним показником відстані від лісу, окрім останнього, на відстані 1000 м, вміст гумусу значно нижчий попереднього, як варіант внесення органічних добрив на ділянці поля, що має знижений вміст гумусу. Вміст азоту лужногідролізованого, рухомого фосфору та обмінного калію також різнився за своїми показниками. Найвищий та найнижчий вміст лужногідролізованого азоту спостерігався на відстані 200 м та 100 м відповідно. Найвищий та найнижчий вміст рухомого фосфору спостерігався на відстані 500 м та 100 м відповідно. Найвищий та найнижчий вміст обмінного калію спостерігався на відстані 1000 м та 100 м відповідно. Всі агрохімічні показники мають низькі числові значення ділянки поля, на відстані 100 м від лісу, як варіант дана ділянка потребує більшого внесення органічно-мінерального удобрення. Перспективами

Таблиця 2

Агрохімічні показники ґрунту агроєкосистеми с. Плебанівка

№ зразка	рН	Гумус, %	Азот лужногідролізований (за Корнфілдом) мг/кг	Рухомий фосфор за Чириковим (P2O5), мг/кг	Обмінний калій за Чириковим (K2O), мг/кг
№1 (10 м)	6,3	1,64	81	154	166
№2 (50 м)	5,8	1,84	62	123	185
№3 (100 м)	5,0	1,84	53	43	150
№4 (200 м)	4,4	1,98	108	72	154
№5 (500 м)	7,0	2,06	106	295	174
№6 (1000 м)	6,0	1,70	78	146	195
НД на метод випробувань	ДСТУ ISO 10390-2007	ДСТУ 4362:2004	ДСТУ 7863-2015	ДСТУ 4115-2002	ДСТУ 4115-2002

подаальших досліджень є вивчення дальності розташування лісу на біометричні показники рослин сої та вивчення екоотоксикологічної характеристики ґрунтів поля агроєкосистми, а саме вміст важких металів на ділянках різної відстані від лісу.

Список використаної літератури

- Букша І. Внесок лісового господарства України у зменшення ризику зміни клімату. Деякі аспекти глобальної зміни клімату в Україні. *Ініціатива з питань зміни клімату*. 2002. С. 132–146.
- Генсірук С. Ліси України. Львів : Наук. тов. ім. Шевченка, УкрДЛТУ, 2002. 496 с.
- Гнатів П.С., Снітинський В.В., Хірівський П.Р. Системний підхід в екології й охороні довкілля: актуальність знання і практичних навичок. *Наука і методика*. Київ : Аграрна освіта, 2011. № 23. Вип. 23. С. 81–86.
- Дебринюк Ю.М., Распопіна С.П. Вплив лісових насаджень плантаційного типу на показники родючості лісових ґрунтів в умовах Західного Лісостепу України. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*. 2019. № 18. С. 35–45. <https://doi.org/10.15421/411903>.
- ДСТУ ISO 10381-1:2004. Якість ґрунту. Відбирання проб. Частина 1. Настанови щодо складання програм відбирання проб. [Чинний від 2006.04.01]. К. : Держспоживстандарт України, 2006. 36 с.
- ДСТУ 4287:2004. Якість ґрунту. Відбирання проб. [Чинний від 2005.07.01]. К. : Держспоживстандарт України, 2005. 9 с.
- ДСТУ ISO 10381-2:2004. Якість ґрунту. Частина 2. Настанови з методів відбирання проб. [Чинний від 2006.04.01]. К. : Держспоживстандарт України, 2006. 29 с.
- ДСТУ 4770.1:2007 – ДСТУ 4770.9:2007. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук марганцю (цинку, кадмію, заліза, кобальту, міді, нікелю, хрому, свинцю) в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії. [Чинний від 2009.01.01]. К. : Держспоживстандарт України, 2009. 117 с.
- ДСТУ ISO 10390:2001. Якість ґрунту. Визначення рН. [Чинний від 2003.01.01]. К. : Держстандарт України, 2003. 14 с.
- Жила Т.В. Особливості споживання послуг лісових екосистем у контексті екологічної глобалізації. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2013. Вип. 23.11. С. 88–92.
- Коваленко І.М. Лісова екологія з основами лісовідновлення та лісорозведення: підручник. Суми : ПФ «Видавництво «Університетська книга», 2018. 240 с.
- Лісняк А.А., Torma S., Vilček J., Kiyovskiy P., Pego M.З. Зміна агрохімічних показників сірих лісових ґрунтів лівобережного лісостепу під впливом лісових екосистем. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2019. Вип. 31. С. 1–8.
- Морозюк О.В. Глобальні зміни клімату та регіональний вплив лісів на баланс вуглецю. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2009. Вип. 19.5. С. 88–92.
- Разанов С.Ф., Мельник В.О., Назарук Б.В., Куценко М.І. Оцінка агроєкологічного складу сірих лісових ґрунтів за різного сільськогосподарського використання. *Збалансоване природо-користування*. 2021. № 1. С. 146–153.
- Стрельченко В.П., Бовсуновський А.М., Стецюк О.П. Відтворення гумусу в агроєкосистемах Поліссі. *Вісник аграрної науки*. 2000. № 7. С. 9–13.
- Шевченко М.С., Десятник Л.М. Смарт методи управління родючістю ґрунтів: навчальний посібник для аспірантів спеціальності 201 – Агрономія. Дніпро : ДУ ІЗК НААН, 2019. 176 с.
- Bodnar V.O. General characteristics of forests and forestry of Ukraine. *Public report of the State Forest Resources Agency of Ukraine*. 2016. [Електронний ресурс]. URL: http://dklg.kmu.gov.ua/forest/control/uk/publish/article?art_id=62921 (дата звернення 10.06.2024).
- Cunningham W.P., Cunningham M.A., Saigo B.W. Environmental Science: a global concern. Boston-Toronto : Wm. C. Brown Publishers, 2005. 600 p.
- Duhamel M., Vandenkoornhuyse P. Sustainable agriculture: Possible trajectories from mutualistic symbiosis and plant neodomestication. *Trends in Plant Science*. 2013. Vol. 18. P. 597–600.
- Enger E.D., Smith B.F. Environmental Science: a study of interrelationships. Boston-Toronto : Wm. C. Brown Publishers, 2004. 477 p.
- Hatcher P.E., Melander B. Combining physical, cultural and biological methods: prospects for integrated non-chemical weed management strategies. *Weed Res*. 2003. Vol. 43. P. 303–322.
- Magdoff F. Ecological agriculture: Principles, practices, and constraints. *Renewable Agriculture and Food Systems*. 2007. Vol. 22(2). P. 109–117.
- Poloviy A.M. Model of productivity of agroecosystems. *Bulletin of the Odessa State Ecological University*. 2005. № 1. P. 79–86.

References

- Buksha, I. (2002). Vnesok lisovoho hospodarstva Ukrainy u zmenshennia ryzyku zminy klimatu. Deiaki aspekty hlobalnoi zminy klimatu v Ukraini [The contribution of forestry in Ukraine to reducing the risk of climate change. Some aspects of global climate change in Ukraine]. *Iniatsietyva z pytan zminy klimatu [Climate Change Initiative]*. 132–146 [in Ukrainian].
- Hensiruk, S. (2002). Lisy Ukraïny [Forests of Ukraine]. Lviv : Nauk. tov. im. Shevchenka, UkrDLTU, 496 s. [in Ukrainian].
- Hnativ, P.S., Snitynskyi, V.V., & Khirivskyi, P.R. (2011). Systemnyi pidkhid v ekolohii y okhoroni dovkillia: aktualnist znannia i praktychnykh navychok. Nauka i metodyka [A systematic approach in ecology and environmental protection: relevance of knowledge and practical skills. Science and methodology]. Kyiv : *Ahrarna osvita [Agrarian education]*, 23, Vyp. 23, 81–86 [in Ukrainian].
- Debryniuk, I., & Raspopina, S. (2019). Vplyv lisovykh nasadzhen plantatsiinoho typu na pokaznyky rodiuchosti lisovykh gruntiv v umovakh Zakhidnoho Lisostepu Ukrainy [The influence of plantation-type forest plantations on the fertility indicators of forest soils in the conditions of the Western Forest Steppe of Ukraine]. *Naukovi pratsi Lisivnychoi akademii nauk Ukrainy [Scientific works of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine]*, 18, 35–45. <https://doi.org/10.15421/411903> [in Ukrainian].
- DSTU ISO 10381-1:2004. (2004). Yakist gruntu. Vidbyrannia prob. Chastyna 1. Nastanovy shchodo skladannia prohram vidbyrannia prob [Soil quality. Sampling of samples. Part 1. Guidelines for drawing up sampling programs]. Chynnyi vid 2006.04.01 – Effective from 2006.04.01. K. : Derzhspozhyvstandart Ukrainy [Derzhspozhyvstandard of Ukraine], 2006. 36 s. [in Ukrainian].
- DSTU 4287:2004. (2004). Yakist gruntu. Vidbyrannia prob [Soil quality. Sampling of samples]. Chynnyi vid 2005.07.01 – Effective from 2005.07.01. K. : Derzhspozhyvstandart Ukrainy [Derzhspozhyvstandard of Ukraine], 2005. 9 s. [in Ukrainian].
- DSTU ISO 10381-2:2004. (2004). Yakist gruntu. Chastyna 2. Nastanovy z metodiv vidbyrannia prob [Soil quality. Part 2. Guidelines on sampling methods]. Chynnyi vid 2006.04.01 – Effective from 2006.04.01. K. : Derzhspozhyvstandart Ukrainy [Derzhspozhyvstandard of Ukraine], 2006. 29 s. [in Ukrainian].
- DSTU 4770.1:2007 – DSTU 4770.9:2007. (2007). Yakist gruntu. Vyznachennia vmistu rukhomykh spoluk marhantsiu (tsynku, kadmiu, zaliza, kobaltu, midi, nikeliu, khromu, svyntsiu) v grunti v bufernii amoniino-atsetatnii vytiatshy z rN 4,8 metodom atomno-absorbtsiinoi spektrofotometrii [Soil quality. Determination of the content of mobile manganese compounds (zinc, cadmium, iron, cobalt, copper, nickel, chromium, lead) in the soil in a buffered ammonium-acetate extract with pH 4.8 by atomic absorption spectrophotometry]. Chynnyi vid 2009.01.01 – Effective from 01.01.2009. K. : Derzhspozhyvstandart Ukrainy [Derzhspozhyvstandard of Ukraine], 2009. 117 s. [in Ukrainian].
- DSTU ISO 10390:2001. (2001). Yakist gruntu. Vyznachennia pH [Soil quality. Determination of pH]. Chynnyi vid 2003.01.01 – Effective from 2003.01.01. K. : Derzhspozhyvstandart Ukrainy [Derzhspozhyvstandard of Ukraine], 2003. 14 s. [in Ukrainian].
- Zhyla, T.V. (2013). Osoblyvosti spozhyvannia posluh lisovykh ekosystem u konteksti ekolohichnoi hlobalizatsii [Peculiarities of consumption of forest ecosystem services in the context of ecological globalization]. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy [Scientific bulletin of NLTU of Ukraine]*, 23.11, 88–92 [in Ukrainian].
- Kovalenko, I.M. (2018). Lisova ekolohiia z osnovamy lisovidnovlennia ta lisorozvedennia: pidruchnyk [Forest ecology with the basics of reforestation and afforestation: a textbook]. Sumy : PF «Vydavnytstvo «Universytetska knyha», 240 s. [in Ukrainian].
- Lisniak, A.A., Torma, S., Vilček, J., Kiyovskiy, P., & Reho, M.Z. (2019). Zmina ahrokhimichnykh pokaznykiv sirykh lisovykh gruntiv livoberezhnoho lisostepu pid vplyvom lisovykh ekosystem [Changes in agrochemical indicators of gray forest soils of the left-bank forest-steppe under the influence of forest ecosystems]. *Liudyna ta dovkillia. Problemy neoekolohii [Man and environment. Problems of neoecology]*, 31, 1–8 [in Ukrainian].
- Moroziuk, O.V. (2009). Hlobalni zminy klimatu ta rehionalnyi vplyv lisiv na balans vuhletsiu [Global climate change and regional impact of forests on the carbon balance]. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy [Scientific bulletin of NLTU of Ukraine]*, 19.5, 88–92 [in Ukrainian].
- Razanov, S.F., Melnyk, V.O., Nazaruk, B.V., & Kutsenko, M.I. (2021). Otsinka ahroekolohichnoho skladu sirykh lisovykh hruntiv za riznoho silskohospodarskoho vykorystannia [Evaluation

of the agroecological composition of gray forest soils for different agricultural uses]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannia [Balanced nature management]*, 1, 146–153 [in Ukrainian].

Strelchenko, V.P., Bovsunovskyi, A.M., & Stetsiuk, O.P. (2000). Vidtvorennia humusu v ahroekosystemakh Polissi [Reproduction of humus in agro-ecosystems of Polissia]. *Visnyk ahraryi nauky [Herald of Agrarian Science]*, 7, 9–13 [in Ukrainian].

Shevchenko, M.S., & Desiatnyk, L.M. (2019). Smart metody upravlinnia rodiuchistiu gruntiv: navchalnyi posibnyk dlia aspirantiv spetsialnosti 201 – Ahronomiia [Smart methods of soil fertility management: a study guide for graduate students of specialty 201 – Agronomy]. Dnipro : DU IZK NAAN. 176 s. [in Ukrainian].

Bodnar, V.O. (2016). General characteristics of forests and forestry of Ukraine. Public report of the State Forest Resources Agency of Ukraine. [Electronic resource] URL: http://dklg.kmu.gov.ua/forest/control/uk/publish/article?art_id=62921 ((access date 10.06.2024) [in English].

Cunningham, W.P., Cunningham, M.A., & Saigo, B.W. (2005). Environmental Science: a global concern. Boston-Toronto : Wm. C. Brown Publishers, 600 p. [in English].

Duhamel, M., & Vandenkoornhuysse, P. (2013). Sustainable agriculture: Possible trajectories from mutualistic symbiosis and plant neodomestication. *Trends in Plant Science*, 18, 597–600 [in English].

Enger, E.D., & Smith, B.F. (2004). Environmental Science: a study of interrelationships. Boston-Toronto : Wm. C. Brown Publishers, 477 p. [in English].

Hatcher, P.E., & Melander, B. (2003). Combining physical, cultural and biological methods: prospects for integrated non-chemical weed management strategies. *Weed Res*, 43, 303–322 [in English].

Magdoff, F. (2007). Ecological agriculture: Principles, practices, and constraints. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 22 (2), 109–117 [in English].

Poloviy, A.M. (2005). Model of productivity of agroecosystems. *Bulletin of the Odessa State Ecological University*, 1, 79–86 [in English].

Отримано: 17.07.2024

Прийнято: 04.09.2024