

ВПЛИВ ПРОСТОРОВОГО РОЗТАШУВАННЯ ПОСІВІВ ВІДНОСНО ЛІСУ НА БІОХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ЗЕРНА СОЇ

ВРАДІЙ О.І. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент

orcid.org/0000-0001-7383-3829

Вінницький національний аграрний університет

САЛЯМОН А.В. – аспірант

orcid.org/0009-0006-9236-7652

Вінницький національний аграрний університет

Постановка проблеми. В умовах глобального потепління, посилення антропогенного тиску та зростання потреб у якісному продовольстві постає проблема збереження та підвищення біохімічної якості зерна сільськогосподарських культур, зокрема сої – цінної білкової та олійної культури [9]. Разом з цим, просторові чинники, такі як відстань до лісових масивів, можуть істотно впливати на мікрокліматичні умови, рівень трофності ґрунтів, вологоутримання та динаміку міграції біогенних і забруднюючих речовин [2].

На сьогодні недостатньо вивченими залишаються питання впливу буферних лісових зон на якісні характеристики продукції рослинництва. Зокрема, бракує комплексних досліджень щодо залежності вологості, вмісту білка та концентрації нітратів у зерні сої від просторової орієнтації посівів – відстані до лісу, що виступає природним фільтром та регулятором агроєкосистемних процесів [8, 11].

Поглиблене вивчення цієї проблематики є важливим не лише з наукового погляду, але й з практичної точки зору – для формування зональних рекомендацій щодо просторового планування сільськогосподарських угідь, покращення якості рослинної продукції та зменшення агроєкологічних ризиків [1, 6].

У сучасних умовах розвитку сільського господарства України пріоритетним завданням є підвищення якості рослинницької продукції за одночасного збереження природних ресурсів та екосистемної рівноваги [5]. Серед основних культур, що займають значне місце в аграрному виробництві, важливу роль відіграє соя (*Glycine max*) – стратегічно цінна бобова культура, яка є джерелом білка, олії, кормових компонентів та сировини для харчової й фармацевтичної галузей [4].

Біохімічні показники зерна сої, зокрема вологість, вміст білка та нітратів, суттєво визначають її якість, екологічну безпечність та рентабельність переробки. Проте ці показники залежать не лише від генетичних особливостей сорту чи агротехнічних заходів, але й від екологічних умов місцевості, у тому числі просторового розташування посівів [4, 7].

Зокрема, лісові масиви, що межують із полями, можуть чинити буферний вплив: змінювати вологісний режим, захищати від вітрової ерозії, регулювати температуру й впливати на міграцію забруднюючих речовин. Тому відстань посівів від лісу може мати прямий і опосередкований вплив на біохімічний склад врожаю [9, 10].

Однак даний аспект поки що недостатньо вивчений у науковій літературі. Актуальність даного дослідження

зумовлена необхідністю виявити просторові фактори, що впливають на якість сої, з урахуванням екологічного стану агроєкосистем та перспектив запровадження сталих практик землекористування [12, 13].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження [18] демонструють вплив лісових масивів на посіви сої в Аргентині. Вони довели, що наближеність до лісу підвищує різноманітність хижих комах і паразитоїдів, що знижує ураження рослин і підвищує врожайність. Це свідчить про екосистемні переваги близькості до лісу, хоч дослідження фокусувалося більше на агроєкосистемах, ніж на біохімії зерна.

Дослідження FAO [23] на прикладі зон Степу, Лісостепу та Полісся України (2017–2018 рр.) показало, що зона вирощування визначає до 55% дисперсії урожайності й близько 31% впливу на масу 1000 насінин, масу білка та олії (agris.fao.org). Зокрема, найвищий вміст білка (37,5–44%) зафіксований у Лісостепу, що свідчить про важливість природноресурсної бази [19, 21].

Українські дисертаційні й статтеві дослідження в Лісостепу підтверджують, що: оптимальна технологія сівби (ширина міжряддя, густота) значно впливає на урожайність і білковий вміст зерна (academic.info); місцезнаходження полів (зона Лісостепу) має більший вплив на біохімічні показники, ніж сорт сої [20].

Визначено, що фактична вологість, вміст білка та органолептичні показники в українських зразках не завжди відповідають ДСТУ, особливо стосовно маси білка (<35%) [22]. Це викликає занепокоєння щодо екологічної якості продукту.

Хоча прямі дослідження впливу відстані до лісу на біохімію зерна сої ще обмежені, наявні дані дають підстави вважати, що природні агроландшафтні умови відіграють важливу роль у визначенні якості зерна. Інтегрування результатів попередніх досліджень з просторовим аналізом стане фундаментом для подальших наукових робіт.

Мета статті – встановити закономірності впливу просторового розміщення посівів сої відносно лісових насаджень на основні біохімічні показники насіння (вологість, масова частка білка, вміст нітратів), з метою визначення оптимальних умов вирощування цієї культури для забезпечення її екологічної та харчової якості.

Матеріали та методика досліджень. Об'єктом нашого дослідження були рослини сої сорту Аполло, вирощена в умовах Правобережного Лісостепу України на полі, яке межує з широколистяним лісом (домінують дуб, граб). Було закладено 6 експериментальних точок

на різних відстанях від краю лісу: 10 м, 50 м, 100 м, 200 м, 500 м та 1000 м.

З кожної ділянки було відібрано зразки насіння сої для лабораторного аналізу. Відбір насіння проводився вручну з п'яти рослин на кожній ділянці методом «конверта» (з центра та кутів ділянки). Кожен зразок висушувався до стандартної вологості (13%) перед проведенням аналізів. Вологість насіння (%) визначалась за допомогою вагового методу висушування в сушильній шафі при 130 °C до постійної маси (ДСТУ 10842:2002).

Масова частка білка (%) визначалась методом К'ельдаля з перерахунком на вміст білка за коефіцієнтом 6,25 (ДСТУ ISO 20483:2007). Вміст нітратів (мг/кг) визначався фотометричним методом після водної екстракції (ДСТУ 4964:2008), з використанням нітратного стандарту для калібрування [24, 25].

Кожне визначення проводилось у трьох повтореннях. Результати оброблялись у програмі Excel та Statistica. Використовувались методи: середнє арифметичне, стандартне відхилення, кореляційний аналіз (r), ANOVA для перевірки значущості відмінностей.

Результати досліджень. За результатами наших досліджень показана певна закономірність зміни показників якості зерна сої відносно розташування її посівів до лісу (табл. 1).

Білок у сухій речовині має чітку тенденцію до зростання з віддаленням від лісу: від 40,2% (10 м) до 65,4% (1000 м). Це може бути пов'язано зі зменшенням

вологості та особливостями мікроклімату (менше затінення, більше сонячної радіації).

Вологість найвища – 15,4% на 100 м, найнижча – 7,9% на 200 м. Вологість нестабільна, але на віддалених ділянках вона, як правило, нижча, що зумовлює вищий відсоток білка у сухій речовині.

Нітрати найменше нітратів на 10 м (15,1 мг/кг), найбільше – на 200 м (30,9 мг/кг). Після піку на 200 м рівень нітратів дещо знижується, але залишається вищим, ніж біля лісу.

Лісові насадження впливають на якість зерна сої, зокрема на вологість (помірно знижується з віддаленням), масову частку білка у сухій речовині (різко зростає з віддаленням), вміст нітратів (менший біля лісу).

На рис. 1 зображений графічний вигляд якісних показників досліджуваного нами зерна сої на різній відстані від лісу. Що демонструє просторовий розподіл біохімічних показників зерна сої залежно від відстані посівів до лісу. Він ілюструє: тенденцію до зростання білка при збільшенні відстані; найнижчий вміст нітратів у найближчих до лісу ділянках; варіації вологості з максимумом на середній відстані (100 м).

Графік демонструє зміну чотирьох показників якості зерна сої залежно від відстані посівів від лісу: вологи, білка (у натуральній та сухій речовині) та вмісту нітратів. Вміст білка у сухій речовині чітко зростає зі збільшенням відстані від лісу (від 40,2% до 65,35%). Це свідчить про вплив мікрокліматичних умов (більше сонячного

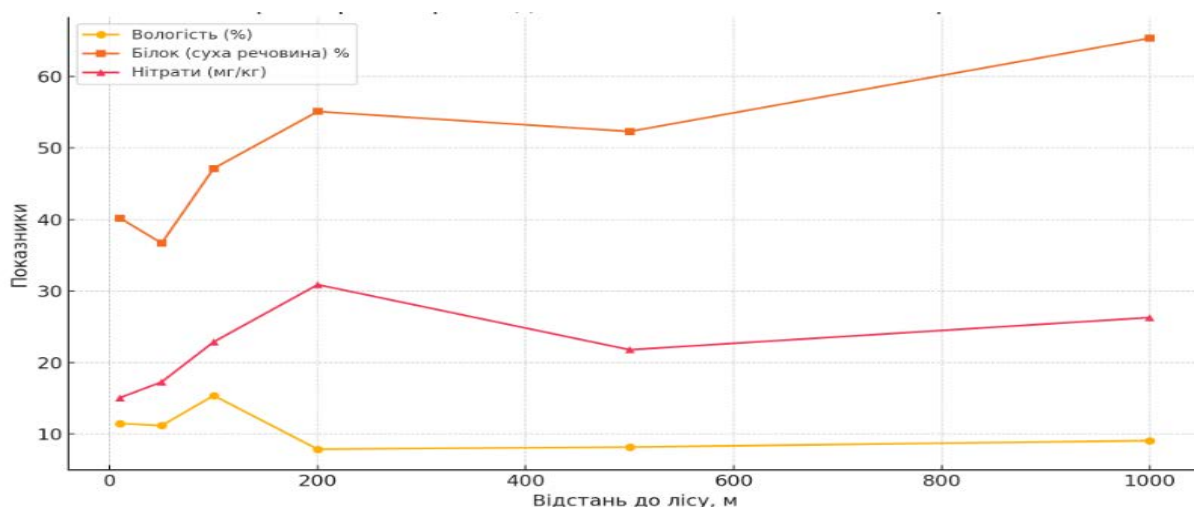


Рис. 1. Просторовий розподіл біохімічних показників зерна сої

Таблиця 1

Показники якості зерна сої залежно від розташування посівів відносно лісу

№ з/п зразка	Вологість, %	Масова частка білку у натуральній речовині, %	Масова частка білку в перерахунку на суху речовину, %	Нітрати, мг/кг
1 (10 м)	11,5	35,6	40,2	15,1
2 (50 м)	11,2	32,6	36,7	17,3
3 (100 м)	15,4	31,5	47,15	22,9
4 (200 м)	7,9	35,0	55,10	30,9
5 (500 м)	8,2	34,8	52,31	21,8
6 (1000 м)	9,1	37,1	65,35	26,3

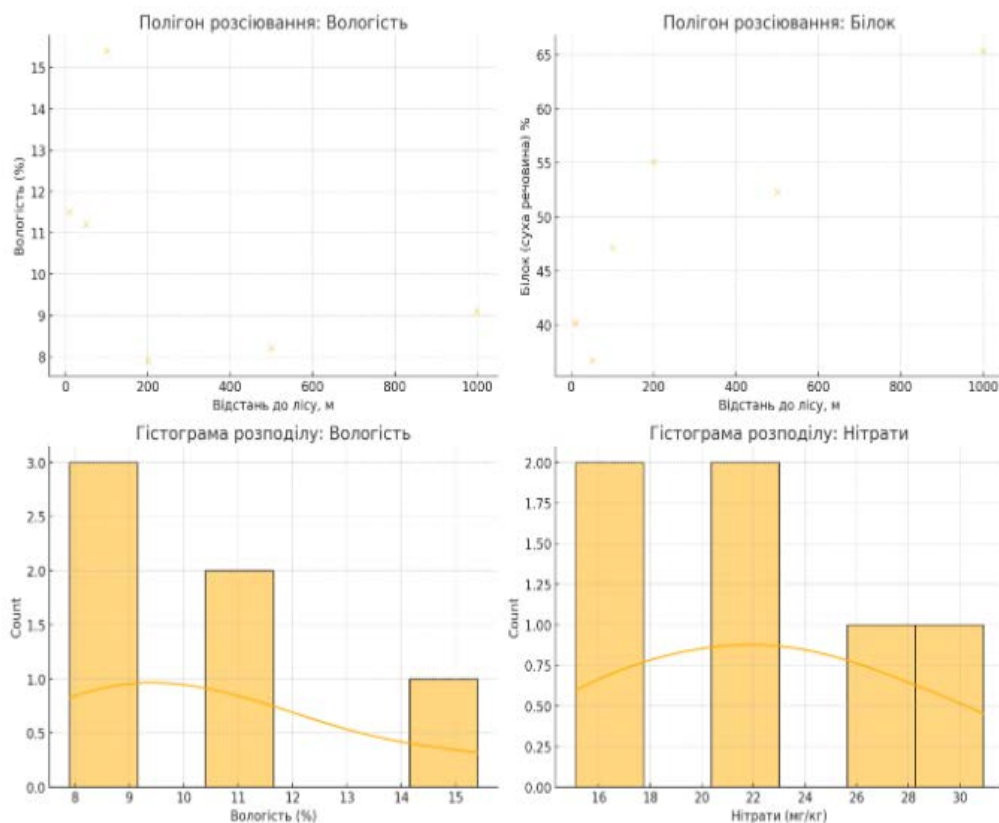


Рис. 2. Гістограма розподілу біохімічних показників та полігон розсіювання зерна сої

освітлення, нижча вологість) на синтез білків. Вологість зерна найбільша на відстані 100 м (15,4%) і має тенденцію до зниження з віддаленням. Найнижча вологість спостерігається на 200–500 м. Нітрати мають хвилюватий розподіл: їх найменше біля лісу (15,1 мг/кг на 10 м), потім спостерігається зростання до максимуму (30,9 мг/кг на 200 м), після чого – часткове зниження. Білок у натуральній речовині варіює менш виражено, але найвищий вміст також на 1000 м (37,1%), найнижчий – на 100 м (31,5%).

Для зручності візуалізації результатів наших досліджень на рис. 2 показана гістограма розподілу показників та полігон розсіювання на досліджуваних нами відстанях від лісу зерна рослин сої.

Полігони розсіювання показують залежність між відстанню до лісу та показниками: вологість має не монотонну зміну; білок у сухій речовині чітко зростає з віддаленням. Гістограми розподілу: вологість має правостороннє зміщення (з максимумом на 15,4%); вміст нітратів найбільше зосереджений у середньому діапазоні (20–30 мг/кг), пік – на 30,9 мг/кг. Це допомагає краще оцінити тренди накопичення речовин у зерні та виділити потенційно «чисті» або «ризикові» ділянки.

Оптимальна зона для посіву сої – 10–50 м від лісу, де поєднуються помірна вологість, висока якість білка в натуральному вигляді та найнижчі показники нітратів. Лісові насадження виконують буферну функцію, зменшуючи забруднення та регулюючи водно-мінеральний режим. Віддалені ділянки (500–1000 м) мають вищий

вміст білка у сухій речовині, але й вищий ризик накопичення нітратів, що потребує додаткового моніторингу та контролю.

Висновки. Просторове розміщення посівів відносно лісу має значення для формування біохімічного складу зерна, що може впливати на його харчову цінність та безпечність. Найякісніше за балансом вмісту білка та нітратів зерно отримане на відстані 10–50 м від лісу: високий вміст білка в натуральній речовині при відносно низьких нітратах. Ці результати підтверджують гіпотезу про буферну та регуляторну функцію лісових насаджень у межах агроєкосистем.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Врадій О.І., Алексеев О.О., Саямон А.В. Біотичні показники росту і розвитку сої залежно від її розміщення в агроєкосистемі на певній відстані від лісу. *Вісник Сумського національного аграрного університету. (Агрономія і біологія)*. 2025. Вип. 1 (59). С. 51–56. <https://doi.org/10.32782/agrobio.2025.1.7>
2. Vradii O.I., Aliksieiev O.O. Ecological and economic assessment of the state of forest ecosystems in the conditions of marital state in Ukraine. *Аграрні інновації*. 2024. №27. С. 29–36. <https://doi.org/10.32848/agrар.innov.2024.27.4>
3. Врадій О.І., Саямон А.В. Вплив розташування лісів на агрохімічні показники родючості ґрунту в агроєкосистемі. *Український журнал природничих наук*. 2024. № 9. С. 218–225. <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.9.2024.22>

4. Врадій О.І., Саліамон А.В. Екотоксикологічна оцінка ґрунтів агроекосистеми Лісостепу Правобережного. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2024. Вип. 138. С. 397–403. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.138.47>
5. Ткачук О.П., Врадій О.І. Параметри кореневих систем бобових багаторічних трав як чинник впливу на агроекологічний стан ґрунту. *Екологічні науки*. 2023. № 1 (46). С.153–161. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2023.eco.1-46.25>
6. Ткачук О.П., Врадій О.І. Баланс поживних речовин у ґрунті при вирощуванні зернобобових культур. *Екологічні науки*. 2022. № 2 (41). С.43–47. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2022.eco.2-41.7>
7. Vradii O., Mudrak H., Aliksieiev O. Application of biological preparations on the crops of perennial leguminous grasses as a means of providing soils with atmospheric nitrogen. In: *Ecology, Biotechnology, Agriculture and Forestry in the 21st century: problems and solutions*. Monograph. Edited by S. Stankevych, O. Mandych. Estonia. Tallinn: Teadmus OÜ, 2024. P. 252–269.
8. Vradii O., Saliamon A. Influence of location of forests on agrochemical and toxicological indicators of soil fertility in agroecosystems. In: *Agroecology, agriculture, forestry and horticulture in the 21st century: problems and solutions*. Monograph. Edited by S. Stankevych, O. Mandych. Tallinn: Teadmus OÜ, 2025. P. 139–154.
9. Pansyryeva H., Aliksieiev O., Tsyhanska O., Vradii O., Honchar M. Formation of qualitative indicators of chickpea seed production under climatic changes in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. *International Journal of Ecosystems and Ecology Science (IJEES)*. 2025. Vol. 15 (2). P. 51–54. <https://doi.org/10.31407/ijees15.207>
10. Алексєєв О.О., Мазур О.В. Формування та функціонування симбіотичної системи соя – *Bradyrhizobium japonicum* за умов бактеріальної і вірусної інфекцій в умовах Лісостепу правобережного: монографія. Вінниця: Видавництво ТОВ «Друк». 2023. 256 с.
11. Мазур В.А., Ткачук О.П., Панцирева Г.В., Купчук І.М. Соя в інтенсивному землеробстві: монографія. Вінниця: «Нілан-ЛТД». 2022. 220 с.
12. Алексєєв О.О., Патики В.П. Формування високо-ефективної симбіотичної системи *Bradyrhizobium japonicum* – Соя. *Тернопільський педагогічний університет ім. Володимира Гнатюка*. 2014. С. 40–44.
13. Дідур І.М., Циганський В.І. Формування фотосинтетичної продуктивності посівів сої за біологізованої системи живлення. *Сільське господарство та лісівництво*. 2023. № 3 (30). С. 44–56.
14. Дідур І.М., Зюзько Л.Г. Накопичення та баланс азоту в ґрунті при вирощуванні сої в умовах Лісостепу правобережного. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2025. Вип. 141. Ч. 1. С. 72–77. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.141.1.10>
15. Дідур І.М., Зюзько Л.Г. Дослідження елементів технології вирощування сої (*Glycine Max Moench*) в умовах Лісостепу правобережного Аграрні інновації. 2025. № 29. С. 35–39. <https://doi.org/10.32848/agar.innov.2025.29.6>
16. Заболотний Г.М., Пелех Л.В., Дідур В.В., Сорока С.Ю., Машенко В.В. Вплив оптимізації системи удобрення на формування фотосинтетичної продуктивності посівів сої. *Сільське господарство та лісівництво*. 2024. № 3 (34). С. 14–23.
17. Циганський В.І., Циганська О.І., Панцирева Г.В., Шевчук О.В. Накопичення біологічного азоту багаторічними бобовими травами та зернобобовими культурами як спосіб відновлення родючості ґрунту. *Сільське господарство та лісівництво*. 2025. № 1 (36). С. 16–27.
18. González E., Salvo A., Valladares G. Forest edges have differential effects on multiple ecosystem services in agricultural landscapes. *Journal of Applied Ecology*. 2020. Vol. 57(10). P. 1874–1884. DOI: 10.1111/1365-2664.13667
19. Дудка І.О. Вплив строків сівби та густоти стояння рослин на продуктивність сортів сої в умовах Лісостепу України. *АгроСвіт*. 2021. № 2. С. 32–36.
20. Шевчук В.Г., Поліщук І.С. Продуктивність сортів сої залежно від ширини міжрядь та норми висіву в умовах Правобережного Лісостепу. *Вісник аграрної науки*. 2020. № 8. С. 21–25.
21. Соловей С.С., Морозов П.В. Показники якості насіння сої в залежності від агротехнічних факторів. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. 2022. Вип. 100. С. 111–118.
22. Кондратюк А.Ф., Ільчук М.М. Агроекологічна ефективність вирощування сої на фоні природно-кліматичних особливостей Центрального Лісостепу України. *Агроекологічний журнал*. 2021. № 3. С. 42–47.
23. FAO. Soybean production and quality in Ukraine: influence of agroecological zones. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2019. 48 p.
24. Наказ Міністерства аграрної політики України № 499 від 02.12.2020 «Про затвердження Методики визначення якості зерна сої». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1462-20> (дата звернення: 26.02.2025 р.).
25. ДСТУ ISO 20483:2007. Зернові культури. Визначення вмісту азоту та розрахунок вмісту білка. К.: Держспоживстандарт України, 2007. 12 с.

REFERENCES:

1. Vradii, O.I., Aliksieiev, O.O. & Saliamon, A.V. (2025). Biiotychni pokaznyky rostu i rozvytku soi zalezno vid yii rozmishchennia v ahroekosystemi na pevnii vidstani vid lisu. [Biotic indicators of soybean growth and development depending on its location in the agroecosystem at a certain distance from the forest]. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. (Ahronomiia i biolohiia)*, 1 (59), 51–56 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.32782/agrobio.2025.1.7>
2. Vradii, O.I. & Aliksieiev, O.O. (2024). Ecological and economic assessment of the state of forest ecosystems in the conditions of marital state in Ukraine. *Ahrarni innovatsii*, 27, 29–36. <https://doi.org/10.32848/agar.innov.2024.27.4>
3. Vradii, O.I. & Saliamon, A.V. (2024). Vplyv roztashuvannia lisiv na ahrokhimichni pokaznyky rodiuchosti gruntu v ahroekosystemi. [The influence of forest location on agrochemical indicators of soil fertility in an agroecosystem]. *Ukrainskyi zhurnal pryrodnychkh nauk*, 9, 218–225 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.9.2024.22>

4. Vradii, O.I. & Saliamon, A.V. (2024). Ekotoksikologichna otsinka hruntiv ahroekosystemy Lisostepu Pravoberezhnoho. [Ecotoxicological assessment of soils of the agroecosystem of the Right Bank Forest-Steppe]. Tavriskyi naukovyi visnyk. Seriya: Silskohospodarski nauky, 138, 397–403 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.138.47>
5. Tkachuk, O.P. & Vradii, O.I. (2023). Parametry korenevnykh system bobovykh bahatorichnykh trav yak chynnyk vplyvu na ahroekologichnyi stan gruntu [Parameters of root systems of leguminous perennial grasses as a factor influencing the agroecological state of the soil]. Ekologichni nauky, 1 (46), 153–161 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2023.eco.1-46.25>
6. Tkachuk, O.P. & Vradii, O.I. (2022). Balans pozhyvnykh rechovyh u grunti pry vyroshchuvanni zernobobovykh kultur. [Soil nutrient balance in legume cultivation]. Ekologichni nauky, 2 (41), 43–47 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2022.eco.2-41.7>
7. Vradii, O., Mudrak, H. & Aliksieiev O. (2024). Application of biological preparations on the crops of perennial leguminous grasses as a means of providing soils with atmospheric nitrogen. Ecology, Biotechnology, Agriculture and Forestry in the 21st century: problems and solutions: monograph. Tallinn: Teadmus OÜ, 252–269.
8. Vradii, O. & Saliamon, A. (2025). Influence of location of forests on agrochemical and toxicological indicators of soil fertility in agroecosystems. Agroecology, agriculture, forestry and horticulture in the 21st century: problems and solutions: monograph. Tallinn: Teadmus OÜ, 139–154.
9. Pantsyрева, H., Aliksieiev, O., Tsyhanska, O., Vradii, O. & Honchar, M. (2025). Formation of qualitative indicators of chickpea seed production under climatic changes in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. International Journal of Ecosystems and Ecology Science (IJEES), 15 (2), 51–54. <https://doi.org/10.31407/ijeess.15.207>
10. Aliksieiev, O.O. & Mazur, O.V. (2023). Formuvannya ta funktsionuvannya symbiotichnoi systemy soja – Bradyrhizobium japonicum za umov bakterialnoi i virusnoi infektsii v umovakh Lisostepu pravoberezhnoho: monohrafiia. [Formation and functioning of the symbiotic system soybean – Bradyrhizobium japonicum under conditions of bacterial and viral infections in the Right-bank Forest-Steppe]. Vinnytsia: Vydavnytstvo TOV «Druk», 256 [in Ukrainian].
11. Mazur, V.A., Tkachuk, O.P., Pantsyрева, H.V. & Kupchuk, I.M. (2022). Soia v intensyvnomu zemlerobstvi: monohrafiia. [Soybeans in intensive farming]. Vinnytsia: «Nilan-LTD», 220 [in Ukrainian].
12. Aliksieiev, O.O. & Patyka, V.P. (2014). Formuvannya vysokoefektyvnoi symbiotichnoi systemy Bradyrhizobium japonicum – Soia. [Formation of a highly effective symbiotic system Bradyrhizobium japonicum – Soybean]. Ternopilskyi pedahohichnyi universytet im. Volodymyra Hnatiuka, 40–44 [in Ukrainian].
13. Didur, I.M. & Tsyhanskyi, V.I. (2023). Formuvannya fotosyntetychnoi produktyvnosti posiviv soi za biolohizovanoi systemy zhyvlennia. [Formation of photosynthetic productivity of soybean crops under a biologized nutrition system]. Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo, 3 (30), 44–56 [in Ukrainian].
14. Didur, I.M. & Ziuzko, L.H. (2025). Nakopychennia ta balans azotu v grunti pry vyroshchuvanni soi v umovakh Lisostepu pravoberezhnoho. [Accumulation and balance of nitrogen in the soil during soybean cultivation in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe]. Tavriskyi naukovyi visnyk. Seriya: Silskohospodarski nauky, 141, 1, 72–77 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.141.1.10>
15. Didur, I.M. & Ziuzko, L.H. (2025). Doslidzhennia elementiv tekhnolohii vyroshchuvannya soi (*Glycine Max Moench*) v umovakh Lisostepu pravoberezhnoho. [Research on elements of soybean (*Glycine Max Moench*) growing technology in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe]. Ahrarni innovatsii, 29, 35–39 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.32848/ahrar.innov.2025.29.6>
16. Zabolotnyi, H.M., Pelekh, L.V., Didur, V.V., Soroka, S.Iu. & Mashenko, V.V. (2024). Vplyv optymizatsii systemy udobrennia na formuvannya fotosyntetychnoi produktyvnosti posiviv soi. [The impact of optimizing the fertilizer system on the formation of photosynthetic productivity of soybean crops]. Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo, 3 (34), 14–23 [in Ukrainian].
17. Tsyhanskyi, V.I., Tsyhanska, O.I., Pantsyрева, H.V. & Shevchuk, O.V. (2025). Nakopychennia biolohichnoho azotu bahatorichnymy bobovymy travamy ta zernobobovymy kulturamy yak sposib vidnovlennia rodiuchosti gruntu. [Biological nitrogen fixation by perennial legumes and grain legumes as a way to restore soil fertility]. Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo, 1 (36), 16–27 [in Ukrainian].
18. González, E., Salvo, A. & Valladares, G. (2020). Forest edges have differential effects on multiple ecosystem services in agricultural landscapes. Journal of Applied Ecology, 57 (10), 1874–1884. DOI: 10.1111/1365-2664.13667
19. Dudka, I.O. (2021). Vplyv strokiv sivyb ta hustoty stoiannia roslin na produktyvnist sortiv soi v umovakh Lisostepu Ukrainy. [The influence of sowing dates and plant density on the productivity of soybean varieties in the conditions of the Forest-Steppe of Ukraine]. AhroSvit, 2, 32–36 [in Ukrainian].
20. Shevchuk, V.H. & Polishchuk, I.S. (2020). Produktyvnist sortiv soi zalezno vid shyryny mizhriad ta normy vysivu v umovakh Pravoberezhnoho Lisostepu. [Productivity of soybean varieties depending on row spacing and seeding rate in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe]. Visnyk ahrarnoi nauky, 8, 21–25 [in Ukrainian].
21. Solovei, S.S. & Morozov, P.V. (2022). Pokaznyky yakosti nasinnia soi v zalezhnosti vid ahrotekhnichnykh faktoriv. [Soybean seed quality indicators depending on agrotechnical factors]. Zbirnyk naukovykh prats Umanskoho NUS, 100, 111–118 [in Ukrainian].
22. Kondratiuk, A.F. & Ilchuk, M.M. (2021). Ahroekologichna efektyvnist vyroshchuvannya soi na foni pryrodno-klimatychnykh osoblyvostei Tsentralnoho Lisostepu Ukrainy. [Agroecological efficiency of soybean cultivation against the background of natural and climatic features of the Central Forest-Steppe of Ukraine]. Ahroekologichnyi zhurnal, 3, 42–47 [in Ukrainian].
23. FAO. Soybean production and quality in Ukraine: influence of agroecological zones (2019). Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 48.
24. Nakaz Ministerstva ahrarnoi polityky Ukrainy № 499 vid 02.12.2020 «Pro zatverdzhennia Metodyky

vyznachennia yakosti zerna soi» [Order of the Ministry of Agrarian Policy of Ukraine No. 499 dated 02.12.2020 «On approval of the Methodology for determining the quality of soybean grain»]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1462-20> (data zvernennia: 26.02.2025 r.).

25. DSTU ISO 20483:2007. (2007). Zernovi kultury. Vyznachennia vmistu azotu ta rozrakhunok vmistu bilka [Cereal crops. Determination of nitrogen content and calculation of protein content]. K.: Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 12.

Врадій О.І., Саліамон А.В. Вплив просторового розташування посівів відносно лісу на біохімічні показники зерна сої

Мета статті – встановити закономірності впливу просторового розміщення посівів сої відносно лісових насаджень на основні біохімічні показники насіння (вологість, масова частка білка, вміст нітратів), з метою визначення оптимальних умов вирощування цієї культури для забезпечення її екологічної та харчової якості. **Методи.** Методологічною основою даного дослідження є: емпіричні (польові експерименти та спостереження; вимірювання показників об'єкту дослідження; теоретичні (висунення гіпотези та формування висновків за результатами досліджень; статистичний; математичний. **Результати.** Найвища вологість зерна – 15,4% на ділянці 100 м; найнижча – 7,9% на 200 м. Віддалені ділянки мають більш низькі та стабільні показники вологості (8–9%), тоді як «середні» відстані (100 м) – максимальний рівень вологості. Це пояснюється динамічними мікрокліматичними умовами, меншим впливом затінення та регулюванням водного балансу. Суттєве зростання вмісту білка спостерігається з віддаленням: з 40,2% (10 м) до 65,35 % (1000 м). Це пояснюється підвищеними умовами освітлення та стрес-фактором – оптимальне оточення на тих ділянках сприяє синтезу білка. Мінімальні значення на 10 м: 15,1 мг/кг; максимальні – 30,9 мг/кг на 200 м. При віддаленні від лісу накопичення нітратів зростає через потенційне перевищення підживлення, зменшену природну фільтрацію через буферні зони. Біохімічні показники зерна сої специфічно реагують на комплекс клімато-екологічних умов, які формуються буфером лісу. Буферна близькість забезпечує нижчу вологість і зменшення накопичення нітратів, проте може перешкоджати формуванню оптимальних умов для білкового синтезу через надмірне затінення. Оптимальні межі – 50–100 м для більш збалансованого показника комплексу. 500–1000 м – добре підходять для зерна з високим вмістом білка, але потребують контролю щодо нітратів. **Висновки.** Для виробництва зерна з низькою вологістю та нітратами краще закладати поля

у зоні 10–50 м від лісу. Для отримання білкового зерна вищого класу – 500–1000 м, проте потрібно забезпечити екологічне управління вмістом нітратів. Запровадження буферних зон із зелених смуг для обмеження забруднення та збереження оптимальної мікросередовища.

Ключові слова: соя, зерно, просторове розташування, буферна лісова зона, біохімічні показники.

Vradii O.I., Saliamon A.V. The influence of spatial arrangement of crops relative to the forest on biochemical indicators of soybean grain

The purpose of the article is to establish the patterns of influence of spatial distribution of soybean crops relative to forest plantations on the main biochemical indicators of seeds (moisture content, mass fraction of protein, nitrate content), in order to determine the optimal growing conditions of this crop to ensure its ecological and nutritional quality. **Methods.** The methodological basis of this research is: empirical (field experiments and observations; measurement of indicators of the research object; theoretical (putting forward a hypothesis and forming conclusions based on research results; statistical; mathematical. **Results.** The highest grain moisture content is 15.4% at a distance of 100 m; the lowest is 7.9% at 200 m. Remote areas have lower and more stable moisture levels (8–9%), while “medium” distances (100 m) have the maximum moisture level. This is explained by dynamic microclimatic conditions, less influence of shading and regulation of water balance. A significant increase in protein content is observed with distance: from 40.2% (10 m) to 65.35% (1000 m). This is explained by increased lighting conditions and stress factor – the optimal environment in those areas promotes protein synthesis. Minimum values at 10 m: 15.1 mg/kg; maximum – 30.9 mg/kg at 200 m. With distance from the forest, nitrate accumulation increases due to potential excess fertilization, reduced natural filtration through buffer zones. Biochemical indicators of soybean grain specifically respond to the complex of climatic and ecological conditions formed by the forest buffer. Buffer proximity provides lower humidity and reduced nitrate accumulation, but may prevent the formation of optimal conditions for protein synthesis due to excessive shading. Optimal limits are 50–100 m for a more balanced indicator of the complex. 500–1000 m – well suited for grain with a high protein content, but require control over nitrates. **Conclusions.** For the production of grain with low humidity and nitrates, it is better to plant fields in the zone 10–50 m from the forest. To obtain higher-class protein grain – 500–1000 m, but it is necessary to ensure environmental management of nitrate content. Introduction of buffer zones from green belts to limit pollution and preserve the optimal microenvironment.

Key words: soybean, grain, spatial location, buffer forest zone, biochemical indicators.