

УДК 635.21:631.526:631.524

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.150.3>

МОРФОЛОГО-ПРОДУКТИВНА КЛАСИФІКАЦІЯ ГНІЗД КАРТОПЛІ ЗА ТОВАРНІСТЮ ЯК ОСНОВА КОМПЛЕКСНОЇ ОЦІНКИ СТРУКТУРИ ВРОЖАЮ

Бердін С.І. – к.с.-г.н., доцент,

доцент кафедри селекції та насінництва імені професора М.Д. Гончарова,

Сумський національний аграрний університет

orcid.org/0000-0002-2337-4107

Баранік Д.А. – аспірант кафедри біотехнологій та хімії,

Сумський національний аграрний університет

orcid.org/0009-0001-0680-6254

Морозов А.Є. – аспірант селекції та насінництва імені професора М.Д. Гончарова,

Сумський національний аграрний університет

orcid.org/0009-0009-8885-170X

У статті розглянуто особливості формування структури врожаю картоплі з позицій практичної оцінки продуктивності рослин у селекції та виробництві. Обґрунтовано, що поряд із загальним рівнем урожайності важливе значення має співвідношення її структурних елементів, зокрема кількості бульб у гнізді та їх середньої маси. Показано, що традиційне використання цих показників окремо не забезпечує повної характеристики продуктивності, оскільки вони відзначаються значною мінливістю та перебувають у тісному взаємокомпенсаторному зв'язку, що ускладнює об'єктивну інтерпретацію результатів досліджень і порівняння селекційного матеріалу.

Метою роботи є обґрунтування та розробка підходу до оцінки структури врожаю картоплі на основі виділення морфолого-продуктивних типів гнізда як інтегральної характеристики формування продуктивності рослин. Установлено, що формування врожаю є результатом складної взаємодії біологічних особливостей сорту, архітекτονіки рослин, інтенсивності фотосинтетичної діяльності та ефективності функціонування донорно-акцепторної системи, яка визначає розподіл асимілятів між органами.

Показано, що співвідношення між кількістю бульб і їх середньою масою відображає різні стратегії реалізації продуктивного потенціалу рослин картоплі. На основі узагальнення літературних даних та системного аналізу запропоновано підхід до класифікації гнізд картоплі за поєднанням цих показників з виділенням базових типів, які деталізуються до п'яти морфолого-продуктивних варіантів.

Встановлено, що однаковий рівень урожайності може формуватися за рахунок різних комбінацій структурних елементів, що свідчить про наявність альтернативних механізмів формування врожаю. Це має важливе значення для селекційної оцінки, оскільки дозволяє більш диференційовано підходити до добору генотипів залежно від напрямів використання культури.

Практичне значення одержаних результатів полягає у можливості використання запропонованого підходу для підвищення точності оцінки структури врожаю, оптимізації селекційного добору та більш обґрунтованої інтерпретації результатів польових досліджень. Застосування морфолого-продуктивних типів гнізда дозволяє виділяти генотипи з оптимальним поєднанням елементів продуктивності, підвищують ефективність селекційної роботи та може бути використане при вдосконаленні технологій вирощування картоплі.

Ключові слова: картопля, структура врожаю, товарність, кількість бульб, середня маса бульби, морфолого-продуктивна класифікація, архітектоніка рослин, моделювання, структура продуктивності.



© Бердін С.І., Баранік Д.А., Морозов А.Є., 2026

Стаття поширюється на умовах ліцензії CC BY 4.0

Berdin S.I., Baranik D.A., Morozov A.Ye. Morphological and productivity-based classification of potato tuber nests based on marketability for integrated yield structure assessment

The article examines the features of potato yield structure formation from the perspective of practical assessment of plant productivity in breeding and agricultural production. It is substantiated that, along with the overall yield level, the ratio of its structural components, particularly tuber number per nest and average tuber weight, is of great importance. It is shown that the traditional use of these indicators separately does not provide a comprehensive characterization of productivity, as they are highly variable and exhibit a close compensatory relationship, which complicates the objective interpretation of research results and comparison of breeding material.

The aim of the study is to substantiate and develop an approach to assessing potato yield structure based on the identification of morpho-productivity types of tuber nests as an integral characteristic of plant productivity formation. It has been established that yield formation is the result of a complex interaction of varietal biological characteristics, plant architecture, intensity of photosynthetic activity, and the efficiency of the source-sink system, which determines assimilate distribution among plant organs.

It is demonstrated that the relationship between tuber number and average tuber weight reflects different strategies for realizing the productive potential of potato plants. Based on the generalization of literature data and a systematic approach, a classification of potato nests is proposed according to the combination of these traits, with the identification of basic types further detailed into five morpho-productivity variants.

It has been established that the same yield level can be achieved through different combinations of structural elements, indicating the presence of alternative mechanisms of yield formation. This is of particular importance for breeding evaluation, as it allows a more differentiated selection of genotypes depending on the intended use of the crop.

The practical significance of the obtained results lies in the possibility of applying the proposed approach to improve the accuracy of yield structure assessment, optimize breeding selection, and enhance the interpretation of field experiment results. The use of morpho-productivity nest types makes it possible to identify genotypes with an optimal combination of productivity traits, increases the efficiency of potato breeding, and can be applied in improving potato cultivation technologies.

Key words: *potato, yield structure, marketability, tuber number, average tuber weight, morphological and productivity-based classification, plant architecture, modeling, structure of productivity.*

Актуальність теми дослідження. У науковій літературі структура врожаю картоплі традиційно оцінюється за такими показниками, як загальна кількість бульб, середня маса однієї бульби, товарність, фракційний склад і співвідношення товарної та нетоварної частин урожаю [1–3]. Водночас аналіз лише окремих показників не дозволяє повною мірою охарактеризувати закономірності формування продуктивності, оскільки однакова маса врожаю може формуватися за різного співвідношення кількості бульб, їхнього розміру та частки товарної фракції [4–5].

Сучасні дослідження свідчать, що архітектоніка рослини, зокрема кількість стебел, ступінь галуження та розвиток листової поверхні, визначають інтенсивність формування стolonів і кількість бульб, а також характер розподілу біомаси між ними [6]. Однак існуючі підходи до оцінки продуктивності здебільшого базуються на окремих показниках і не враховують цілісності процесу бульбоутворення.

У селекційній практиці та експериментальних дослідженнях широко використовуються інтегральні показники, що дозволяють оцінювати генотипи за комплексом ознак [7, 8]. Проте застосування таких підходів без урахування морфолого-продуктивної структури гнізда не забезпечує повного відображення процесів формування врожаю. У зв'язку з цим актуальним є розроблення типології гнізд, яка б поєднувала морфологічні та продуктивні характеристики і відображала особливості реалізації потенціалу бульбоутворення.

Постановка проблеми. На початкових етапах розвитку відбувається ініціація столонів і закладання бульб, що визначає їх потенційну кількість органів запасаєння [10–11]. Подальший етап пов'язаний із ростом і наливом бульб, у процесі якого формується їх маса, фракційна структура [12].

Співвідношення інтенсивності цих процесів визначає характер формування врожаю. За умов високої інтенсивності ініціації бульб при обмеженому надходженні асимілянтів формується велика кількість дрібних бульб, що свідчить про конкуренцію між акцепторами [13]. Натомість за обмеженої кількості бульб і достатнього рівня їх забезпечення формуються більші за розміром бульби [14].

Таким чином, структура врожаю є результатом балансу між кількістю акцепторів і рівнем їх забезпечення ресурсами, що дозволяє розглядати її як інтегральну характеристику функціонування рослини [6, 15].

З огляду на це, окремі показники структури врожаю (кількість бульб, їх маса, товарність) відображають лише часткові аспекти процесу бульбоутворення, тоді як їх поєднання формує цілісну систему [4, 5].

Це створює теоретичні передумови для типізації гнізда як інтегрального прояву продуктивності, що відображає різні стратегії реалізації продуктивного потенціалу рослин [16–18].

Наукова новизна підходу полягає у формалізованому виділенні морфолого-продуктивних типів гнізда як інтегрального показника процесів бульбоутворення, що дозволяє перейти від аналізу окремих ознак до системної оцінки формування врожаю

Метою дослідження є обґрунтування та розробка підходу до оцінки структури врожаю картоплі на основі виділення морфолого-продуктивних типів гнізда як інтегральної характеристики структури врожаю.

Методика досліджень. Дослідження проводили у 2023–2025 рр. в умовах північно-східного Лісостепу України (Сумська область). Об'єктом дослідження були міжвидові гібриди картоплі, які оцінювали за показниками структури врожаю.

Полеві досліді закладали відповідно до загальноприйнятих вимог «Методики проведення експертизи сортів рослин картоплі на придатність до поширення в Україні» [19]. Облік показників здійснювали за індивідуальними рослинами у чотириразовій повторності.

Для кожної облікової рослини визначали:

- загальну кількість бульб (N), шт.;
- кількість товарних (N_t) і нетоварних (N_n) бульб, шт.;
- середню масу бульби (M), г;
- масу бульб з куща (Y), г.

На основі отриманих даних розраховували частку товарних бульб:

$$T = \frac{N_t}{N} \times 100$$

де T – частка товарних бульб, %.

Статистичну обробку результатів досліджень проводили з використанням методів варіаційної статистики. Обчислювали середні значення показників, коефіцієнт варіації (CV , %), а також оцінювали стабільність прояву ознак за роками досліджень [20].

Тип гнізда визначали для кожної рослини на основі співвідношення кількості товарних і нетоварних бульб, значення показника T , середньої маси бульби та загальної продуктивності. Подальше узагальнення здійснювали на рівні гібриду, для якого визначали переважаючий тип гнізда або фіксували його варіабельність.

До нестабільного типу відносили генотипи, у яких спостерігалася зміна типу гнізда за роками або значна варіабельність співвідношення товарних і нетоварних бульб. Переважаючим вважали тип, який формувався у більшості облікових рослин.

Результати досліджень. З біологічної точки зору формування типу гнізда визначається співвідношенням двох основних процесів: ініціації бульб і їх подальшого росту. На етапі ініціації формується потенційна кількість бульб, тоді як у період росту і наливу визначаються їх середня маса, фракційна структура та господарська цінність урожаю. Таким чином, тип гнізда є відображенням функціонування донорно-акцепторної системи рослини, де листовий апарат виступає донором асимілянтів, а бульби – акцепторами.

Практично тип гнізда визначали на основі співвідношення кількості товарних і нетоварних бульб та їх частки у загальному врожаї, а також з урахуванням середньої маси бульби та варіабельності показників за роками досліджень. Тобто з методичної точки зору типізація гнізда базується на принципі домінування відповідних ознак у структурі врожаю та інтеграції кількісних і якісних показників у єдину характеристику [6, 16].

Враховуючи взаємозв'язок між морфологічними особливостями рослин і структурою врожаю, запропоновано виділення морфолого-продуктивних типів гнізда картоплі, що відображають різні варіанти формування кількості та маси бульб (рис. 1).

На підставі викладеного матеріалу для інтегральної оцінки структури врожаю запропоновано виділення п'яти морфолого-продуктивних типів гнізда:

- продуктивно-збалансований тип – $T \geq 50\%$, середня або висока маса бульби;
- кількісно-орієнтований тип – $T < 50\%$, велика кількість бульб, низька їх маса;
- тип з обмеженим бульбоутворенням – низька загальна кількість бульб;
- компенсаторний тип – невелика кількість бульб при підвищеній їх масі;
- нестабільний тип – значна мінливість структури гнізда за роками досліджень.

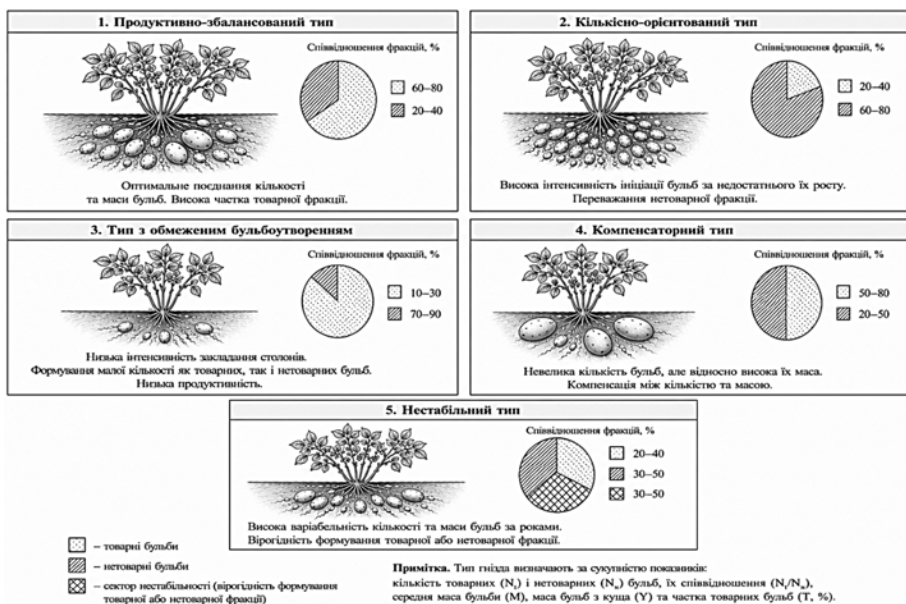


Рис. 1. Морфолого-продуктивні типи гнізда картоплі

Запропоновані типи узгоджуються з сучасними уявленнями про формування врожаю картоплі як результат взаємодії кількості бульб і їх середньої маси, а також відображають варіабельність структури врожаю в залежності від генотипу та умов вирощування [11–13].

Продуктивно-збалансований тип гнізда характеризується приблизно однаковою кількістю товарних і нетоварних бульб або переважанням товарної фракції. Такий тип свідчить про ефективне поєднання процесів бульбоутворення та росту бульб і забезпечує формування вирівняного врожаю з високою часткою товарної продукції.

Кількісно-орієнтований тип формується за умов високої інтенсивності ініціації бульб і характеризується переважанням нетоварної фракції. Для нього властиве утворення великої кількості дрібних бульб унаслідок конкуренції за асимілянти, що свідчить про недостатню збалансованість донорно-акцепторних відносин.

Тип з обмеженим бульбоутворенням характеризується формуванням незначної кількості бульб незалежно від їх фракційної належності, що вказує на низьку інтенсивність закладання стolonів і обмежений потенціал продуктивності.

Компенсаторний тип проявляється у формуванні невеликої кількості бульб, але з відносно високою їх масою, що є наслідком перерозподілу асимілянтів і компенсаторної взаємодії між елементами структури врожаю.

Нестабільний тип гнізда характеризується значною мінливістю співвідношення товарних і нетоварних бульб за роками досліджень. У структурі такого типу доцільно виділяти сектор невизначеності, який відображає вірогідність формування товарної або нетоварної фракції, що зумовлено високою залежністю генотипу від умов середовища.

Виділені типи гнізда відображають різні стратегії формування врожаю картоплі та дозволяють більш глибоко охарактеризувати генотипи за ефективністю використання асимілянтів і структурою продукції.

Практичне застосування запропонованого підходу продемонстровано на прикладі розподілу гібридів за типами гнізда у 2023–2025 рр. (табл. 1). Встановлено, що у досліджуваній популяції домінує кількісно-орієнтований тип гнізда (понад 50 %), що свідчить про переважання генотипів, у яких інтенсивне бульбоутворення не супроводжується відповідним ростом бульб [13].

Отримані результати підтверджують, що структура врожаю картоплі формується як результат взаємодії кількості бульб і їх середньої маси, причому різні поєднання цих показників можуть забезпечувати однаковий рівень урожайності [9, 20]. Це свідчить про доцільність використання інтегральних підходів до оцінки бульбоутворення.

Подібні закономірності відзначали й інші дослідники, які вказують на наявність оберненої залежності між кількістю бульб і їх середньою масою, що зумовлено конкуренцією за асимілянти між органами запасання [4].

Водночас виділено гібриди з продуктивно-збалансованим типом гнізда (П2, П3, Г36, Г19), які характеризуються оптимальним поєднанням кількості бульб і їх маси та формують високий рівень товарної продукції. За даними літератури, саме такі генотипи розглядаються як найбільш цінні у селекційному відношенні.

Гібриди з обмеженим бульбоутворенням характеризуються низьким рівнем реалізації продуктивного потенціалу, що узгоджується з результатами досліджень щодо впливу інтенсивності закладання стolonів на рівень урожайності [10, 11].

Нестабільний тип гнізда відображає значну мінливість структури врожаю залежно від умов вирощування. Подібні результати підтверджуються роботами, присвяченими оцінці адаптивності та стабільності сортів картоплі.

Таблиця 1

**Розподіл гібридів картоплі за морфолого-продуктивними типами гнізда
(2023–2025 рр.)**

Тип гнізда	Характеристика	Кількість гібридів	Частка, %	Гібриди
Продуктивно-збалансований	товарні $\approx$ або $\geq$ нетоварних	4	$\sim 12\text{--}13$	П2, П3, Г36, Г19
Кількісно-орієнтований	товарні < нетоварних	18	$\sim 55\text{--}58$	П1, Г15, Г4, Г9, Г31, Г32, Г44, Г33, Г34, Г18, Г41, Г3, Г2, Г1, Г5, Г38, Г10 та ін.
Обмежене бульбоутворення	мало товарних і нетоварних	5	$\sim 15\text{--}16$	Г20, Г42, Г22, Г11, Г25
Нестабільний	різна структура по роках	6	$\sim 18\text{--}19$	Г6, Г43, Г37, Г7, Г45, Г16

Таким чином, отримані результати свідчать, що типізація гнізда дозволяє не лише кількісно охарактеризувати структуру врожаю, але й виявити домінуючі стратегії бульбоутворення у популяції.

Запропонований підхід забезпечує можливість переходу від аналізу окремих показників до системної оцінки продуктивності, що дозволяє більш обґрунтовано ідентифікувати генотипи з оптимальною структурою врожаю та визначати напрями селекційного добору [16, 18].

Висновки та перспективи подальших досліджень. Обґрунтовано та запропоновано підхід до оцінки структури врожаю картоплі на основі виділення морфолого-продуктивних типів гнізда за поєднанням кількості бульб і їх середньої маси. Виділено кількісно-орієнтований, компенсаторний тип та збалансований типи гнізда.

Показано, що однаковий рівень урожайності може формуватися за рахунок різних комбінацій структурних елементів, що свідчить про наявність альтернативних механізмів формування врожаю та має важливе значення для селекційної оцінки.

Встановлено, що використання морфолого-продуктивних типів гнізда підвищує інформативність оцінки структури врожаю та може бути ефективно використане у селекційній практиці і при аналізі результатів польових досліджень.

Перспективи подальших досліджень полягають у кількісному обґрунтуванні меж виділених морфолого-продуктивних типів, встановленні їх зв'язку з генотиповими особливостями та адаптивністю рослин, а також у розробці методів інтегральної оцінки продуктивності з використанням кластерного аналізу та регресійних моделей. Доцільним є також вивчення стабільності прояву типів гнізда в різних ґрунтово-кліматичних умовах та їх використання при створенні високопродуктивних і адаптивних сортів картоплі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Jansky S. H., Spooner D. M. *The Evolution of Potato Breeding*. In: *Plant Breeding Reviews*. Vol. 41. Hoboken: John Wiley & Sons, 2018. P. 169–214. DOI: 10.1002/9781119414735.ch4.
2. Taiz L., Zeiger E., Møller I. M., Murphy A. *Plant Physiology and Development*. 6th ed. Sunderland, MA: Sinauer Associates, 2015. 761 p.
3. Struik P. C. Plant Development in Potato. In: Çalışkan M. E., Bakhsh A., Jabran K. (eds.). *Potato Production Worldwide*. Amsterdam: Elsevier, 2022. P. 57–70. DOI: 10.1016/B978-0-12-822925-5.00025-6.
4. Paul M. J. What are the regulatory targets for intervention in assimilate partitioning to improve crop yield and resilience? *Journal of Plant Physiology*. 2021. Vol. 266. Article 153537. DOI: 10.1016/j.jplph.2021.153537.

5. Haverkort A. J., Struik P. C. Yield levels of potato crops: recent achievements and future prospects. *Field Crops Research*. 2015. Vol. 182. P. 76–85. DOI: 10.1016/j.fcr.2015.06.002.
6. Gu J., Evers J. B., Lertngim N., Lin R., Driever S. M., Struik P. C. Quantifying differences in plant architectural development between hybrid potato (*Solanum tuberosum* L.) plants grown from two types of propagules. *Annals of Botany*. 2024. Vol. 133, No. 2. P. 365–377. DOI: 10.1093/aob/mcad194.
7. Schittenhelm S., Sourell H., Löpmeier F.-J. Drought resistance of potato cultivars with contrasting canopy architecture. *European Journal of Agronomy*. 2006. Vol. 24, No. 3. P. 193–202. DOI: 10.1016/j.eja.2005.05.004.
8. Hill D., Nelson D., Hammond J., Bell L. Morphophysiology of Potato (*Solanum tuberosum* L.) in Response to Drought Stress: Paving the Way Forward. *Frontiers in Plant Science*. 2021. Vol. 11. Article 597554. DOI: 10.3389/fpls.2020.597554.
9. Devaux A., Goffart J.-P., Petsakos A., Kromann P., Gatto M., Okello J., Suarez V., Hareau G. Global Food Security, Contributions from Sustainable Potato Agri-Food Systems. In: Campos H., Ortiz O. (eds.). *The Potato Crop: Its Agricultural, Nutritional and Social Contribution to Humankind*. Cham: Springer International Publishing, 2020. P. 3–35. DOI: 10.1007/978-3-030-28683-5_1.
10. Khan M. S., Hoogenboom G., Gillani S. M., Shah A. S., Khan I., Rahman M. H., El-Sharkawy M. S., Struik P. C. Effects of Planting Date and Genotype on Potato Growth and Yield Determination in a Sub-Tropical Continental Growing Environment. *Potato Research*. 2025. Vol. 68. P. 2357–2394. DOI: 10.1007/s11540-024-09833-x.
11. Aliche E. B., Oortwijn M., Theeuwes T. P. J. M., Bachem C. W. B., van Eck H. J., Visser R. G. F., van der Linden C. G. Genetic mapping of tuber size distribution and marketable tuber yield under drought stress in potatoes. *Euphytica*. 2019. Vol. 215. Article 186. DOI: 10.1007/s10681-019-2508-0.
12. Tessema G. L., Mohammed A. W., Abebe D. T. Genetic variability studies for tuber yield and yield attributes in Ethiopian released potato (*Solanum tuberosum* L.) varieties. *PeerJ*. 2022. Vol. 10. Article e12860. DOI: 10.7717/peerj.12860.
13. Попроцька І. В. Регуляція донорно-акцепторних відносин у рослин в системі «депо асимілятів – ріст» у процесі проростання : монографія. Вінниця : ТОВ «Нілан-ЛТД», 2017. 122 с.
14. Ільчук Ю. Р., Ільчук Р. В. Особливості росту і розвитку ранньостиглих сортів картоплі залежно площі живлення та величини садивної фракції бульб. *Sciences of Europe*. 2021. № 62(2). С. 3–10.
15. Марценюк Я. Ю. Динаміка формування продуктивності картоплі залежно від строків садіння. *Аграрні інновації*. 2024. № 23. С. 112–117. DOI: 10.32848/agrar.innov.2024.23.16.
16. Бондарчук А. А., Колтунов В. А., Олійник Т. М. та ін. *Картоплярство: методика дослідної справи* / за ред. А. А. Бондарчука, В. А. Колтунова. Вінниця : ТОВ «ТВОРИ», 2019. 625 с.
17. Києнко З. Б., Павлюк Н. В., Барбан О. Б. *Методика проведення експертизи сортів рослин картоплі та груп овочевих, багатих, пряно-смакових на придатність до поширення в Україні* / за ред. С. О. Ткачик. Київ : Цифрове видавництво Українського інституту експертизи сортів рослин, 2016. DOI: 10.21498/978-966-924-576-2.
18. Подгасцький А. А., Баранік Д. А. Взаємозв'язок архітекtonіки куща картоплі з продуктивністю. *Аграрні інновації*. 2025. № 32. С. 286–290. DOI: 10.32848/agrar.innov.2025.32.40.
19. Myronova H., Tymoshchuk T., Voloshyna O., Mazur O., Mazur O. Formation of seed potato yield depending on the elements of cultivation technology. *Scientific Horizons*. 2023. Vol. 26, No. 2. P. 19–30. DOI: 10.48077/scihor.26(2).2023.19-30.
20. Кожушко Н. С., Сахошко М. М., Бердін С. І., Баштовий М. Г., Смілик Д. В. Споживча якість перспективних гібридів картоплі (*Solanum tuberosum* L.). *Plant Varieties Studying and Protection*. 2020. Т. 16, № 2. С. 156–163. DOI: 10.21498/2518-1017.16.2.2020.209235.

Дата першого надходження статті до видання: 09.07.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 03.08.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 28.08.2026