

УДК 638.12:504.4:591.525

DOI: <https://doi.org/10.31073/abg.68.07>

## ЗМІНИ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ЯК ЧИННИК ПРИСТОСУВАННЯ МЕДОНОСНИХ БДЖІЛ

\*Т. Ю. СЕНЧУК<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>ННЦ «Інститут бджільництва імені П. І. Прокоповича» (Київ, Україна)

<sup>2</sup>Інститут агроекології і природокористування НААН (Київ, Україна)

*Senchuktanya.bee@gmail.com*

*У статті розглядається вплив змін навколишнього середовища на адаптаційні механізми медоносних бджіл українських степових бджіл типу Гадяцький, які відзначаються підвищеною активністю гігієнічної поведінки та здатністю до виживання в умовах екологічних стресів. Аналізуються основні кліматичні фактори, що визначають життєдіяльність бджіл, зокрема зміни клімату, забруднення довкілля, втрату біорізноманіття та інші аспекти, які впливають на здоров'я і продуктивність бджолиних колоній. Серед ключових чинників виокремлюються температурні коливання, зміни в сезонних опадах, а також варіативність флори, яка є основним джерелом кормових ресурсів для бджіл. Підвищення температури, зміни в тривалості теплих періодів року і зменшення кількості кормових ресурсів можуть призвести до зменшення обсягів медозбору і погіршення загального стану бджолиних колоній. Окремо розглядається здатність медоносних бджіл до швидкої адаптації до таких змін через підвищену гігієнічну активність, що дозволяє їм ефективно реагувати на проникнення патогенів і забруднення. Оцінено роль природних адаптаційних механізмів бджіл у підтримці стабільного виробництва меду та інших продуктів бджільництва, таких як віск, прополіс і маточне молочко. Результати дослідження можуть бути корисними для розвитку сталого бджільництва, яке враховує зміни навколишнього середовища та сприяє збереженню біорізноманіття.*

**Ключові слова:** медоносні бджоли, адаптація, Гадяцький тип, зміни клімату, екологія, біорізноманіття, пестициди

## ENVIRONMENTAL CHANGES AS A FACTOR IN HONEY BEES ADAPTATION

T. YU. SENCHUK<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>National Scientific Center "P. I. Prokopovych Institute of Beekeeping" (Kyiv, Ukraine)

<sup>2</sup>Institute of Agroecology and Environmental Management of the National Academy of Sciences of Ukraine (Kyiv, Ukraine)

*The article examines the impact of environmental changes on the adaptive mechanisms of Ukrainian steppe honeybees of the Hadyatsky type, which are distinguished by enhanced hygienic behavior and resilience to ecological stress. The primary climatic factors affecting bee activity are analyzed, including climate change, environmental pollution, biodiversity loss, and other aspects influencing the health and productivity of bee colonies. Key factors highlighted include temperature fluctuations, changes in seasonal precipitation, and variations in flora, which serve as the main source of forage for bees.*

*Rising temperatures, shifts in the duration of warm seasons, and a decline in forage resources can lead to reduced honey production and a deterioration in the overall condition of bee colonies. The ability of honeybees to quickly adapt to such changes through heightened hygienic activity, enabling them to effectively combat pathogens and environmental contaminants, is specifically addressed.*

© Т. Ю. СЕНЧУК, 2024

*The role of bees' natural adaptive mechanisms in maintaining stable production of honey and other bee products such as wax, propolis, and royal jelly is evaluated. The findings of the study may be valuable for developing sustainable beekeeping practices that consider environmental changes and contribute to the preservation of biodiversity.*

**Keywords:** honey bees, adaptation, Hadyach type, climate change, ecology, biodiversity, pesticides

**Вступ.** Розвиток медоносних бджіл тісно пов'язаний з еволюцією квіткових рослин (Cappellari et al., 2013), що визначило їхню ключову роль у запиленні. Ці взаємозв'язки є основою стійкості біо- й агроценозів. Бджоли, зокрема *Apis mellifera* L, виконують незамінну функцію запилення, що забезпечує продуктивність багатьох сільськогосподарських культур. Незважаючи на те, що метелики та молі демонструють більшу видову різноманітність (понад 140 000 видів), бджоли залишаються найпоширенішою групою запилювачів у більшості регіонів, окрім арктичних зон, де домінують мухи (Ollerton et al., 2017).

Запилення медоносними бджолами ентомофільних культур найдешевший, найрезультативніший та екологічно чистий фактор зростання виробництва продукції рослинництва. Особливості медоносних бджіл, такі як здатність переносити великі обсяги пилку завдяки волосяному покриву на їхньому екзоскелеті, залежність від квіткових ресурсів та соціального способу життя, робить їх високоефективними запилювачами (Adamchuk, 2020; Shvorak et al., 2021; Klein et al, 2018). Сьогодні ж ці взаємозв'язки під загрозою через значні зміни навколишнього середовища, спричинені кліматичними коливаннями, інтенсифікацією сільського господарства та скороченням природних місць існування.

Дослідження показують, що зміна клімату безпосередньо впливає на здоров'я та продуктивність медоносних бджіл, викликаючи зниження популяцій як керованих, так і диких колоній (Potts et al., 2010; Patel et al, 2021). Зокрема, на територіях Європи та Північної Америки спостерігається значне скорочення чисельності запилювачів, що створює загрозу для продовольчої безпеки та біорізноманіття. Особливо гостро це питання стоїть в Україні, де медоносні бджоли (*Apis mellifera* L.) відіграють ключову роль у сільському господарстві. Завдяки запиленню сільськогосподарських культур бджолами значно підвищується врожайність, а також покращується якість продукції. Проте втрата популяцій медоносних бджіл, спричинена змінами клімату, хворобами та іншими факторами, створює реальну загрозу для агропромислового сектору країни. Наслідки таких змін можуть бути критичними: зменшення виробництва харчових продуктів, економічні втрати для фермерів і загроза для екологічного балансу. Також медоносні бджоли та продукти бджільництва можуть ефективно використовуватись у системі моніторингу забруднення територій різними поллютантами (Zhukorskyi & Atarshchykova, 2023; Atarshchykova & Zhukorskyi, 2023) Таким чином, збереження медоносних бджіл стає не лише екологічним, але й стратегічним завданням для України.

В Україні розповсюджені кілька популяцій медоносних бджіл, зокрема українська степова (*Apis mellifera sossimai*), карпатська (*Apis mellifera carpatica*) та поліська (*Apis mellifera mellifera*). Кожна з цих порід має свої унікальні характеристики, що сприяють їхній адаптації до місцевих умов та підвищенню продуктивності (Adamchuk et al, 2021).

Медоносні бджоли, української степової популяції, такі як бджоли типу Гадяцький, характеризуються підвищеною гігієнічною здатністю, що сприяє їхній адаптації до несприятливих умов середовища. Їхня стійкість до хвороб і здатність зберігати життєздатність у стресових екологічних умовах роблять цей підвид перспективним для збереження популяцій бджіл в умовах змін клімату (Hrechka et al., 2021).

Актуальність цього дослідження полягає у вивченні впливу змін в екосистемах на популяції медоносних бджіл, а також у визначенні шляхів збереження бджіл типу Гадяцький як перспективних запилювачів для підтримки біорізноманіття та продуктивності сільськогосподарських культур.

**Матеріали та методи досліджень.** Стаття базується на аналізі наукових джерел, статистичних даних і результатів досліджень, опублікованих у фахових виданнях. Для формування інформаційної бази було використано праці з екології, бджільництва, сільського господарства та зміни клімату, зосереджені на вивченні впливу зовнішніх факторів на медоносних бджіл. У процесі роботи проведено систематизацію літературних даних, порівняння статистичних звітів про чисельність бджолиних сімей і виробництво продуктів бджільництва, а також узагальнення отриманої інформації для висновків і рекомендацій. Вибір джерел здійснювався з акцентом на публікації, що мають високу наукову цінність і актуальність. Особливу увагу приділено аналізу ролі автохтонних рас бджіл у збереженні популяцій, впливу змін клімату та перспективам сталого розвитку бджільництва в Україні.

**Результати досліджень.** *Стійкість до температурних коливань.* Зміна температури навколишнього середовища має значний вплив на життя бджіл, зокрема на їх поведінку, біологічні процеси та продуктивність. Високі температури можуть порушувати нормальне функціонування бджолиних сімей, оскільки вони чутливі до температурних коливань. У спекотні дні бджоли активніше використовують механізми охолодження вулика, такі як вентиляція, при цьому знижується їх здатність до ефективного збору нектару та пилку, а також відбувається підвищене споживання води. Тривале перебування бджіл в умовах високих температур може призвести до стресу, ослаблення і, як результат, до зменшення продуктивності (Abou-Shaara et al., 2017).

Науковці стверджують, що бджоли здатні пристосовуватись до зміни температури через еволюційні механізми, зокрема зміни в поведінкових реакціях та фізіології. Наприклад, деякі породи, такі як українська степова тип Гадяцький, володіють кращою стійкістю до високих температур, що дозволяє їм підтримувати стабільну продуктивність медозбору навіть в умовах підвищених температур. За останні 10 років, коли середня температура в Миргородському районі зросла на 1,2°C (рис. 1), кількість днів із температурами вище 30°C збільшилася на 15%, бджоли цього типу продовжували забезпечувати стабільний медозбір – 20–25 кг меду за сезон. Водночас інші породи бджіл демонструють зниження продуктивності на 10–15% у аналогічних умовах, що свідчить про меншу здатність до адаптації до змін клімату (niss.gov.ua, Hrechka et al., 2024).

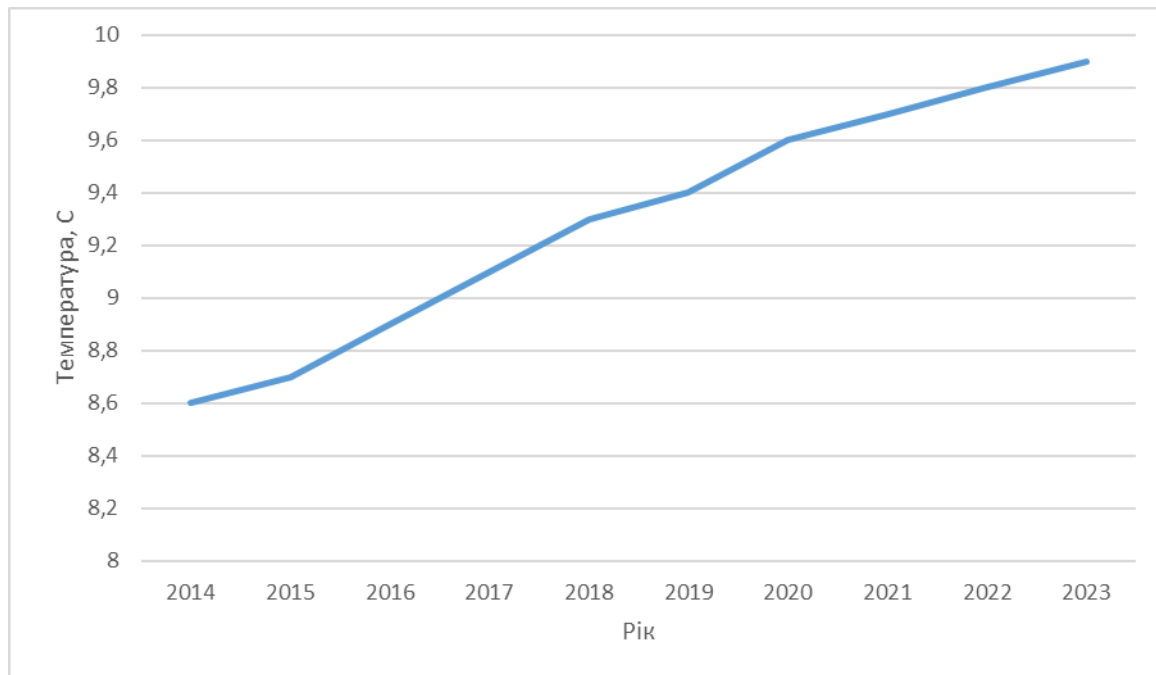


Рис. 1. Зміна середньорічної температури у Миргородському районі (2014–2023 рр)

Джерело: ЦГО імені Бориса Срезневського

Рослини також реагують на зміну температури. Вища температура прискорює терміни цвітіння деяких видів, що може призвести до зміщення періодів доступності нектару. Це може створювати додаткові труднощі для бджіл, які повинні пристосуватися до нових умов цвітіння. Водночас підвищена температура може впливати на кількість і якість нектару, зменшуючи його обсяг або змінюючи склад, що в свою чергу впливає на якість меду (Descamps et al., 2021; Lee et al., 2023)

Адаптація бджіл до змін навколишнього середовища включає різні механізми, які допомагають їм пристосовуватися до нових умов. Зміни в температурі, вологості та сезонних коливаннях впливають на їх поведінку та фізіологічні процеси. Бджоли можуть змінювати час своєї активності, збираючи нектар і пилок у ранні години, коли температура ще низька, щоб уникнути перегріву. Вони також можуть скорочувати час, проведений на квітках, підвищуючи ефективність збору.

Фізіологічно бджоли також здатні адаптувати свої метаболічні процеси до нових умов. В умовах високих температур вони активніше використовують механізми охолодження вулика, наприклад, вентиляцію або випаровування води, що допомагає підтримувати оптимальні умови для розвитку колонії. Крім того спостерігається зміна в складі ферментів бджіл, що дозволяє їм більш ефективно справлятися з варіаціями якості нектару (Hrechka et al., 2020).

Зміна клімату також може впливати на екосистему в цілому. Підвищення температури спричиняє зміни в рослинному покриві, зокрема зміщення видів на нові території. Це створює додаткові виклики для бджіл, оскільки вони можуть втратити доступ до деяких звичних джерел медозбору або зіткнутися з новими видами рослин, з якими їм важче взаємодіяти. Якщо рослини починають цвісти раніше або пізніше через зміни клімату, бджоли можуть коригувати час своєї активності або пошук нових джерел нектару. Такі зміни допомагають бджолам підтримувати ефективність збору навіть у змінних умовах, забезпечуючи сталий медозбір.

Таким чином, зміна температури має безпосередній вплив на життєдіяльність бджіл, їх здатність до медозбору та пристосування до змінюваних умов навколишнього середовища. У той час як деякі породи, як Гадяцький тип, демонструють вищу стійкість до температурних коливань, інші бджоли мають тенденцію до зниження продуктивності в умовах високих температур.

**Гігієнічна здатність.** Гігієнічна поведінка бджіл є важливим фактором для запобігання розвитку хвороб у вуликах. Зокрема, українські степові бджоли здатні очищати комірки від уражених лялечок вже протягом 6 діб, що підвищує ефективність санітарії у вулику (Maslii, 2022). Такий рівень гігієнічної активності сприяє значному зменшенню поширення захворювань, таких як американський гнилець, оскільки бджоли швидко виявляють і видаляють інфіковані личинки, запобігаючи поширенню патогенів. Це підтверджується даними, які показують зменшення кількості патогенів *Paenibacillus larvae* в колоніях з високогігієнічними бджолами (Shamro et al., 2014).

Дослідження показали, що українські степові бджоли типу Гадяцький мають гігієнічну здатність 85%, що на 20% вище за середні показники інших порід. Польові спостереження підтвердили, що ці бджоли ефективно очищають вулики від сміття та залишків органіки, виконуючи це в 95% випадків протягом 24 годин після забруднення. Лабораторні дослідження виявили зниження кількості патогенів, зокрема *Paenibacillus larvae*, на 30% порівняно з іншими породами. Це свідчить про високий рівень стійкості до американського гнильця, що є важливим фактором для збереження здоров'я бджолиних сімей (Hrechka et al., 2021).

**Здатність до використання різноманітних джерел корму.** Площі традиційних медоносів, таких як липа та гречка, зменшилися на 18% через зміну клімату. Бджоли Гадяцького типу адаптувалися до збирання нектару з альтернативних джерел, таких як акація біла, соняшник та інші дикороси. Понад 50% зібраного нектару тепер надходить від нових видів рослин, що сприяє стабільності медозбору. Здатність бджіл використовувати різноманітні дже-

рела корму є важливою характеристикою їхнього успішного існування та розвитку в умовах змінюваного середовища.

За останні 10 років у Гадяцькому районі спостерігається суттєве скорочення площ, зайнятих дикоростучими медоносами, через інтенсивне розорення земель. Це значною мірою вплинуло на доступність природних джерел корму для бджіл. Натомість більшу частину площ почали займати сільськогосподарські культури, зокрема соняшник, кукурудза, соя, які замінили традиційні джерела корму для бджіл. Зміни ландшафту та рослинного покриву мають серйозні наслідки для бджолиних популяцій. З одного боку, ці нові сільськогосподарські культури можуть забезпечити велику кількість нектару, що є важливим у періоди активного медозбору. З іншого боку, велика кількість посівів одного виду рослини, наприклад соняшника, призводить до монокультури, що знижує різноманіття квіткового пилку. Це є важливим фактором, оскільки різноманітність пилку безпосередньо впливає на здоров'я бджіл (Kovalskyi, 2023).

Як зазначають Міщенко, О. та ін. (2022) у своїй статті, що пилко є основним джерелом білка для бджіл, і його різноманіття забезпечує баланс необхідних амінокислот і мікроелементів, які сприяють нормальному функціонуванню бджолиних сімей. Різноманітний пилко зміцнює імунну систему бджіл, підвищуючи їх стійкість до хвороб і патогенів, таких як віруси та бактерії. Якщо різноманітного пилку не вистачає, бджоли стають більш уразливими до хвороб, що може призвести до загибелі сімей або зниження їх продуктивності. Це особливо важливо в умовах сучасних загроз, таких як варроатоз або інші інфекційні захворювання, які вражають бджолині колонії. Крім того, різноманіття пилку впливає на розвиток бджолиної сім'ї. Деякі види пилку є важливими для розвитку молодих особин, оскільки забезпечують їх необхідними поживними речовинами. Погане харчування або одноманітне годування може призвести до ослаблення бджолиного потомства, зменшення кількості робочих бджіл, а також до дефіциту певних поживних елементів, необхідних для здорового функціонування всієї колонії (Razanov, 2024).

Зміна рослинного покриву в Гадяцькому районі сприяє адаптації бджіл до нових джерел корму. Українські степові бджоли типу Гадяцький активно використовують акацію білу, соняшник та дикороси, які забезпечують їх не лише нектаром, а й пилком. Це дозволяє підтримувати стабільний рівень медозбору та кормових ресурсів. Проте, якщо бджоли мають доступ лише до обмеженого кола сільськогосподарських культур, це може знизити біорізноманіття кормових рослин, що негативно вплине на імунітет бджіл та їхнє здоров'я.

Різноманітність у раціоні бджіл, особливо в пилку, є ключовою умовою їхнього здоров'я та стійкості до захворювань. Зміни в ландшафті, викликані інтенсивним землекористуванням та зменшенням площ природних рослинних угруповань, ставлять бджолині сім'ї перед новими викликами, вимагаючи адаптації до нових умов. Проте, зберігаючи різноманітність джерел корму, можна забезпечити стабільність медозбору та здоров'я бджіл, що є важливим не лише для бджільництва, а й для стабільності екосистеми в цілому.

Обговорення результатів підтверджує, що природна здатність українських степових бджіл Гадяцького типу до адаптації є критично важливою для збереження їхньої життєдіяльності в умовах екологічного стресу.

**Висновки.** Бджоли типу Гадяцький демонструють високі адаптаційні можливості завдяки підвищеній гігієнічній здатності, яка забезпечує їх стійкість до захворювань і впливу несприятливих умов. Зміни клімату та екологічні фактори суттєво впливають на популяції бджіл, проте природні механізми пристосування дозволяють підтримувати їхню стабільну продуктивність навіть за умов зростаючого антропогенного навантаження. Враховуючи значення цих комах для екосистеми та сільського господарства, подальші дослідження повинні зосереджуватись на впровадженні екологічно безпечних практик та заходів, спрямованих на збереження і розвиток популяцій бджіл, адаптованих до нових кліматичних та екологічних умов.

## REFERENCES

- Abou-Shaara, H. F., Owayss, A. A., Ibrahim, Y. Y., & Mohanny, K. M. (2017). A review of impacts of temperature and relative humidity on various activities of honey bees. *Insectes Sociaux*, 64, 455–463. <https://doi.org/10.1007/s00040-017-0573-8>
- Adamchuk, L. O. (2020). *Efektivne vykorystannia bdzhil dlia zapylennia sadiv ta yahidnykiv: metodychni rekomendatsii* [Effective use of bees for pollination of orchards and berry fields: methodological recommendations]. ST-Druk. [In Ukrainian].
- Adamchuk, L., Lisohurska, D., Yevtushenko, O., Furman, S., Dvykalyuk, R., Lisohurska, O., Pylypko, K., Senchuk, T., Dikhtiar, O., Antoniv, A., Skrypka, H., & Husiatynska, O. (2022). *Bdzhilnytstvo: vektory naukovykh doslidzhen* [Beekeeping: vectors of scientific research]. NUBiP Ukrainy. [In Ukrainian].
- Atarshchikova, A. T., Zhukorskyi, O. M., & Postoenko, V. O. (2024). Monitoring of the content and migration of heavy metals in the soils-melliferous plantsbees beekeeping products system in biocenoses areas. *Agricultural science and practice*, 10 (3), 74–87. <https://doi.org/10.15407/agrisp10.03.074>
- Cappellari, S. C., Schaefer, H., & Davis, C. C. (2013). Evolution: Pollen or pollinators – which came first? *Current Biology*, 23, R316–R318. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2013.02.049>
- Central Geophysical Observatory named after Boris Sreznevsky. (2024). Klimatychni danni po Ukraini [Climatic data on Ukraine]. [In Ukrainian]. <http://cgo-sreznevskyi.kyiv.ua/uk/diialnist/klimatolohichna/klimatychni-danni-po-ukraini>
- Descamps, C., Boubnan, N., Jacquemart, A. L., & Quinet, M. (2021). Growing and flowering in a changing climate: Effects of higher temperatures and drought stress on the bee-pollinated species *Impatiens glandulifera* Royle. *Plants (Basel, Switzerland)*, 10 (5), 988. <https://doi.org/10.3390/plants10050988>
- Hrechka, H. M., Kulynych, I. M., & Yemets, Ya. M. (2024). Etolohichni aspekty medonosnykh bdzhil hadiatskoho ekotypu za riznykh umov utrymannia [Ethological aspects of honey bees of the Hadiatsky ecotype under different keeping conditions] *Naukovo-vyrobnychiy zhurnal «Bdzhilnytstvo Ukrainy» – Scientific and production journal «Beekeeping of Ukraine»*, 11, 17–22. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.46913/beekeepingjournal.2023.11.03>
- Hrechka, H. M., Senchuk, T. Yu., Peliukhna, I. S., Kulynych, I. M., & Soloviova, T. M. (2021). Osoblyvosti hihienichnosti bdzhil na tli inshykh biolohichnykh oznak [Features of bee hygiene against the background of other biological traits] *Naukovo-vyrobnychiy zhurnal «Bdzhilnytstvo Ukrainy» – Scientific and production journal «Beekeeping of Ukraine»*, 1 (6), 12–17. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.46913/beekeepingjournal.2021.6.02>
- Hrechka, H., & Senchuk, T. (2020). Osoblyvosti floraspecializatsii ukrainskykh bdzhil u lisostepovii zoni Ukrainy [Features of floral specialization of Ukrainian bees in the forest-steppe zone of Ukraine] *Naukovo-vyrobnychiy zhurnal «Bdzhilnytstvo Ukrainy» – Scientific and production journal «Beekeeping of Ukraine»*, 1 (5), 7–14. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.46913/beekeepingjournal.2020.5.01>
- Klein, A. M., Boreux, V., Fornoff, F., Mupepele, A. C., & Pufal, G. (2018). Relevance of wild and managed bees for human well-being. *Current Opinion in Insect Science*, 26, 82–88. <https://doi.org/10.1016/j.cois.2018.02.011>
- Kovalskyi, Yu. V., & Perih, M. D. (2023). Vplyv sposobu konservatsii bdzholinoho obnizhzhia na rozvytok hlotkovoї zalozy u medonosnykh bdzhil *Apis mellifera* L. [The effect of the method of preservation of bee honey on the development of the pharyngeal gland in honey bees *Apis mellifera* L] *Tekhnolohiia vyrobnytstva i pererobky produktii tvarynnytstva – Animal Husbandry Products Production and Processing. Bila Tserkva*, 1, 88–96. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.33245/2310-9289-2023-178-1-88-96>
- Lee, Z., Kim, S., Choi, S. J., Joung, E., Kwon, M., Park, H. J., & Shim, J. S. (2023). Regulation of flowering time by environmental factors in plants. *Plants (Basel, Switzerland)*, 12 (21), 3680. <https://doi.org/10.3390/plants12213680>

- Maslii, I. H. (2022). Tekhnolohiia utrymannaia bdzhil z metoiu pidvyshchennia aktyvnosti hihienichnoi povedinky [Technology of keeping bees to increase the activity of hygienic behavior] *Naukovo-tekhnichnyi biuleten Instytutu tvarynnytstva NAAN – Scientific and technical bulletin of Livestock farming Institute of NAAS of Ukraine*. Kharkiv, 128, 140–151. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.32900/2312-8402-2022-128-140-151>
- Natsionalnyi instytut stratehichnykh doslidzhen. (2024). *Osoblyvosti funktsionuvannia silskoho hospodarstva v umovakh klimatychnykh zmin* [Features of agriculture functioning under climate change conditions]. [In Ukrainian]. <https://niss.gov.ua/doslidzhennya/ekonomika/osoblyvosti-funktsionuvannya-silskoho-hospodarstva-v-umovakh-klimatychnykh>
- Ollerton, J., Winfree, R., & Tarrant, S. (2011). How many flowering plants are pollinated by animals? *Oikos*, 120 (3), 321–326. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2010.18644.x>
- Patel, V., Pauli, N., Biggs, E., Barbour, L., & Boruff, B. (2021). Why bees are critical for achieving sustainable development. *Ambio*, 50 (1), 49–59. <https://doi.org/10.1007/s13280-020-01333-9>
- Potts, S. G., Roberts, S. P. M., Dean, R., Marris, G., Brown, M. A., Jones, R., Neumann, P., & Settele, J. (2010). Declines of managed honey bees and beekeepers in Europe. *Journal of Apicultural Research*, 49 (1), 15–22. <https://doi.org/10.3896/IBRA.1.49.1.02>
- Razanov, S. F., Razanova, A. M., Pidubna, A. M., & Razanov, O. S. (2024). Nektaropylkonosni roslyny lisovykh uhid ta yikh vplyv na rozvytok i produktyvnist bdzholynykh simiei [Nectar and pollen plants of forest lands and their impact on the development and productivity of bee colonies] *Naukovo-vyrobnychiy zhurnal «Bdzhilnytstvo Ukrainy» – Scientific and production journal «Beekeeping of Ukraine»*, 13, 70–74. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.32782/beekeepingjournal.2024.13.10>
- Shamro, L. P., & Soloviova, T. M. (2014). Biolohichni osoblyvosti robochykh bdzhil simiei iz riznoi hihienichnoi povedinkoiu [Biological characteristics working bees family with different behavior hygiene] *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii – Bulletin of Poltava state agrarian academy*, 2, 96–98. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.31210/visnyk2014.02.17>
- Shvorak, A., & Filiuk, D. (2021). Vplyv ekosystemnykh posluh na aktyvizatsiiu rozvytku silskohospodarskoho vyrobnytstva [The impact of ecosystem services on activating agricultural production development] *Ekonomichnyi chasopys Volynskoho natsionalnoho universytetu imeni Lesi Ukrainky – Economic journal of Lesya Ukrainka Volyn National University*. Lutsk, 1 (25), 37–51. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.29038/2786-4618-2021-01-37-51>
- Zhukorskyi, O. M., & Atarshchykova, A. M. (2023). Vykorystannya apiindykatsii zadlya pokrashchannya efektyvnosti derzhavnoi systemy monitoryngy zabrydnenykh terytoriy [The use of API-indication to improve the efficiency of the state monitoring system of contaminated territories] *Visnyk Agrarnoi Nauky – Bulletin of Agricultural Science*, 7, 51–59. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202307-06>

---

Одержано редколегією 28.11.2024 р.

Прийнято до друку 18.12.2024 р.