

УДК 631.5:613.2

Столяр С. Г.

кандидат сільськогосподарських наук, доцент,
завідувач кафедри технологій у рослинництві,
Поліський національний університет
Житомир, Україна
E-mail: svitlana-stoliar@ukr.net
ORCID: 0000-0001-5925-2008

Трембіцька О. І.

кандидат сільськогосподарських наук,
доцент кафедри ґрунтознавства та землеробства,
Поліський національний університет
Житомир, Україна
E-mail: ksyusha.trembitskaya@gmail.com
ORCID: 0000-0003-1152-0215

ОБҐРУНТУВАННЯ РОЗШИРЕННЯ АСОРТИМЕНТУ ВИРОЩУВАННЯ НІШЕВИХ КУЛЬТУР У ПОЛІССІ УКРАЇНИ ДЛЯ ЗДОРОВОГО ХАРЧУВАННЯ

Анотація

У сучасних умовах глобальних змін клімату, трансформації аграрного сектору та зростання попиту на екологічно безпечну та якісну фітопродукцію особливу увагу привертає обґрунтування необхідності розширення асортименту вирощуваних нішевих культур на Поліссі України. У статті досліджено переваги вирощування сорго зернового та спельти озимої. Розширення асортименту сільськогосподарських культур є ключовим кроком для забезпечення збалансованого харчування, зміцнення продовольчої безпеки та розвитку аграрного сектору. Ці культури вирізняються високою адаптивністю до специфічних кліматичних умов регіону, зокрема до малородючих ґрунтів і нестійкого зволоження. Дослідження наголошують на їхній екологічній стійкості, низьких вимогах до ресурсів і високій економічній доцільності вирощування. Сорго зернове приваблює своєю посухостійкістю, високим вмістом клітковини та відсутністю глютену, що робить його цінним компонентом для здорового харчування. Спельта озима демонструє високу стійкість до хвороб, багатий поживний склад із високим вмістом білка та мікроелементів. Обидві культури мають значний потенціал для органічного землеробства й експортної діяльності, відповідають сучасним трендам здорового способу життя. Результати аналізу підтвердили перспективність інтеграції цих культур у сівозміни Полісся. Екологічний аналіз показав, що вони сприяють відновленню ґрунтів, зниженню енергозатрат і забезпеченню біорозмаїття. Економічний аналіз підтвердив високу рентабельність вирощування завдяки стабільному попиту на внутрішньому та зовнішньому ринках. Упровадження нішевих культур не лише зміцнить аграрний сектор, але й сприятиме розвитку сільських громад через створення нових робочих місць і підвищення доходів фермерів.

Дослідження є цінним ресурсом для фермерів, агрономів і науковців, які шукають ефективних рішень для сталого сільськогосподарського виробництва в умовах змін клімату.

Ключові слова: сорго зернове, спельта озима, здорове харчування, Полісся.

Вступ. Наслідки зміни клімату надзвичайно порушують глобальні агроєкосистеми, скорочують виробництво сільськогосподарських культур. Екстремальні погодні та кліматичні явища, як-от періоди високих температур і екстремальні опади, посухи, негативно впливають на виробництво основних продовольчих культур, створюють загрозу для стійкості екосистем [11; 14; 15]. Втрати врожаю, як наслідок, призводять до підризу продовольчої безпеки та бідності, ставлять під сумнів стабільні засоби до існування малих фермерських господарств, особливо у країнах, що розвиваються. Тому важливо зосередитися й адаптувати стійкі до клімату продовольчі культури, які потребують менших витрат і дають стійкі врожаї завдяки різноманітним біотичним і абіотичним стресостійким рисам [5; 12]. У сучасних умовах трансформації аграрного сектору, зростання попиту на екологічно безпечну та якісну фітопродукцію особливу увагу привертає вирощування нішевих культур, а саме: сорго зернового та спельти озимої. Вирощування цих культур є перспективним напрямом аграрного виробництва, оскільки забезпечить збалансоване харчування та сприятиме розвитку регіональної економіки, а також є трендом здорового способу життя. Поліський регіон України, який характеризується унікальними природно-кліматичними умовами, має значний потенціал для розширення асортименту нішевих культур [2; 5; 8].

Вирощування таких культур, як сорго та спельта, дозволяє не лише задовольнити потреби внутрішнього ринку, а й створити умови для розширення експорту високоякісної продукції. Однак цей напрям потребує детального обґрунтування з урахуванням агроєкологічних умов регіону, рентабельності виробництва та потреб сучасного споживача [2; 3; 8].

Виходячи з такого теоретичного світогляду, особливо актуальним є обґрунтування природоохоронно-економічної методології сталого формування та функціонування фітоценозів України на принципах забезпечення їхнього здоров'я. Оскільки рослинний світ є ключовим продуцентом і джерелом підтримки життєвих процесів на планеті, виробляє кисень, органічні речовини в різних формах і забезпечує біоту, зокрема й людину, харчовими, лікувальними й іншими ресурсами [4; 7; 16].

Територія України охоплює 60,4 млн га, із яких приблизно 96% покрито рослинністю, де функціонують фітоценози з різноманітними модифікаціями, часто без належного наукового обґрунтування та природоохоронно-економічного супроводу [1; 8]. Зазначимо, що для ведення культурних фітоценозів застосовують різні підходи та системи виробництва фітопродукції: із використанням синтетичних технологічних матеріалів (екстенсивне й інтенсивне виробництво); без використання таких матеріалів (органічне та біодинамічне виробництво); а також сучасні технічні й інформаційні методи (прецизійні технології, no-till, інформаційні фітотехнології тощо) [1; 11; 13].

За різними оцінками, протягом останніх 100–150 років родючість ґрунтів знизилася приблизно на 20%. Наукові дослідження підтверджують, що внаслідок інтенсивної експлуатації земель в Україні понад 48% (20 млн га) сільськогосподарських угідь є дефляційно небезпечними, 31% (12,9 млн га) – еродованими водою, 26% (10,8 млн га) – підкисленими, 8,5% (3,5 млн га) – заболоченими або надмірно зволеними, а 4,5% (1,9 млн га) – засоленими [6]. Такі загрозливі показники вказують на необхідність трансформації значної частини культурних фітоценозів (приблизно 20 млн га) в антропоприродні ценози, що передбачає зменшення обробітку ґрунту та вирощування культур з підвищеною адаптивністю до біотичних і абіотичних стресових чинників. Ці екосистеми є перспективними для вирощування сорго зернового та спельти озимої, зокрема в умовах органічного землеробства, що сприятиме відновленню екологічної рівноваги й ефективному використанню земельних ресурсів [3; 4; 17].

Мета роботи. Головним напрямом дослідження є аналіз передумов і перспектив вирощування сорго зернового та спельти озимої на Поліссі як складової частини формування здорових фітоценозів [9]. Розширення асортименту нішевих культур не лише дозволить збільшити конкурентоспроможність аграрного сектору регіону, а й сприятиме раціональному використанню ресурсів, відновленню ґрунтів і збереженню біорозмаїття.

Виклад основного матеріалу дослідження. В Україні залишається актуальною проблема обмеженого асортименту культур, які вирощуються в умовах органічного землеробства, порівняно із провідними країнами світу. У зв'язку із цим за спільної ініціативи співробітників кафедр технологій у рослинництві та ґрунтознавства і землеробства Поліського національного університету проводяться дослідження, спрямовані на розширення переліку культур, придатних для вирощування в Поліссі України в системах органічного та традиційного землеробства. Основою такого підходу є вибір культур із високою стійкістю до впливу біотичних і абіотичних чинників, що забезпечує ефективність і екологічну стабільність процесу виробництва фітопродукції.

Наукові дослідження щодо вивчення особливостей вирощування та використання спельти озимої та сорго зернового розпочаті у 2016 р. в умовах навчально-дослідного поля Поліського національного університету, а далі розширені в сільськогосподарських підприємствах різних форм власності Житомирської, Рівненської, Хмельницької, Київської та Чернігівської областей. Проводяться комплексні дослідження науково-практичних основ формування продуктивності, особливостей росту та розвитку, адаптивних характеристик і конкурентоспроможності рослин сучасних сортів і гібридів сорго зернового та спельти озимої в умовах органічного виробництва. А також здійснюються постійний моніторинг і аналіз використання цих культур у харчовій промисловості.

Результати досліджень. У результатах проведених досліджень визначено перспективність розширення асортименту нішевих культур на Поліссі, з урахуванням природно-кліматичних умов регіону та потреб сучасного ринку. Аналіз агробіологічних характеристик сорго зернового та спельти озимої показав їхню високу адаптивність до ґрунтово-кліматичних умов Полісся. Сорго зернове, завдяки стійкості до посухи та низьким вимогам до родючості ґрунтів, є ідеальним для вирощування на бідних поліських ґрунтах. Спельта озима, у свою чергу, демонструє високу стійкість до хвороби, зберігає високу продуктивність навіть у несприятливих умовах (табл. 1).

Таблиця 1. Біологічна характеристика нішевих культур Полісся

Параметр	Сорго зернове	Спельта озима
Період вегетації	90–135 днів	230–260 днів
Оптимальна температура росту та розвитку рослин	25–30 °С	15–20 °С
Вимоги до вологи	посухостійка	помірні вимоги
Вимоги до ґрунтів	невибагливе	невибаглива
Урожайність (т/га)	4,5–13	3–6

Одним із ключових аспектів обґрунтування вирощування нішевих культур є їхній якісний склад, що має значний вплив на здоров'я людини. Сорго зернове та спельта озима вирізняються цінним хімічним складом, який робить їх інгредієнтами для збалансованого харчування. Обидві культури демонструють високий вміст поживних речовин, що сприяє задоволенню потреб сучасного споживача в корисних продуктах. Вони є джерелом цінних вітамінів і мікроелементів. Сорго зернове не містить глютену, тоді як спельта озима має низький його вміст, що

робить культуру придатною для виробництва продукції зі зниженим вмістом або безглютенною альтернативою. Оцінювання харчової цінності цих культур підтвердило їхню значущість для формування здорового харчування (табл. 2).

Таблиця 2. Якісний склад зерна для здорового харчування

Показники	Сорго зернове	Спельта озима
Вміст білка (%)	8–17	14–22
Вміст крохмалю (%)	до 80	до 55
Вміст клітковини (%)	2,4–4,8	10–12
Енергетична цінність (ккал/100 г)	320–340	330–350
Вітаміни	B1, B2, E	B1, B3, фолієва кислота
Мікроелементи	залізо, цинк, магній	магній, селен, фосфор

Зерно сорго багате на клітковину, вітаміни групи B і антиоксиданти, що робить його важливим компонентом продуктів харчування. Спельта має високий вміст білка та мікроелементів, зокрема магнію та селену, які сприяють покращенню метаболізму та зміцненню імунної системи.

Екологічна ефективність сільськогосподарського виробництва є основним чинником у забезпеченні сталого розвитку агроecosystem. Нішеві культури, як-от сорго зернове та спельта озима, демонструють значний потенціал зниження негативного впливу сільського господарства на довкілля, адаптивність до несприятливих умов, низькі вимоги до ресурсів і здатність покращувати стан ґрунтів, отже, ці культури є перспективними для екологічно раціонального господарювання. Вивчення екологічних аспектів їх вирощування дозволяє оцінити можливості мінімізації енергозатрат, оптимізації водокористування та підвищення біорозмаїття. У таблиці 3 наведено ключові характеристики цих культур із погляду екологічної доцільності.

Таблиця 3. Екологічні аспекти вирощування сорго зернового та спельти озимої

Параметри	Сорго зернове	Спельта озима
Посухостійкість	Висока, завдяки потужній кореневій системі та низькому випаровуванню вологи	Помірна, адаптована до умов із замалим зволоженням
Енергозатратність вирощування	Низька, через скорочене внесення добрив і зменшення поливів	Низька, завдяки стійкості до хвороб і шкідників
Стійкість до хвороб і шкідників	Висока природна резистентність	Висока, завдяки щільній оболонці зерна
Потреба в пестицидах	Низька	Помірна
Покращення стану ґрунту	Сприяє зниженню ерозії, накопичує органічні речовини	Покращує структуру, збільшує вміст гумусу
Вуглецевий слід	Низький, завдяки ефективному використанню ресурсів	Низький, особливо в умовах органічного землеробства
Біорізноманіття	Сприяє збільшенню культурного різноманіття в сівозміні	Доповнює традиційні культури, зменшує залежність від монокультур
Адаптивність до кліматичних змін	Висока, витримує екстремальні температури та посуху	Висока, добре переносить заморозки та тривалі періоди низьких температур
Використання водних ресурсів	Економне, завдяки природній посухостійкості	Оптимальне, потребує меншого водоспоживання порівняно із традиційними зерновими культурами
Поживні рештки	Використовуються для виробництва кормів, біоенергетика	Солома придатна для кормів, мульчування або виготовлення органічних добрив

Відзначимо, що сорго зернове та спельта озима мають високі екологічні переваги. Сорго вирізняється стійкістю до посухи, низькими вимогами до родючості ґрунтів і водозабезпечення, а також сприяє зменшенню ерозії та накопиченню органіки. Спельта адаптована до холодного клімату, покращує структуру ґрунту та збагачує його гумусом. Обидві культури мають високу стійкість до хвороб і шкідників, що дозволяє скоротити використання пестицидів. Завдяки низькому вуглецевому сліду та можливості ефективного використання післяжнивних решток є екологічно доцільними для сталого агровиробництва.

Економічна ефективність вирощування сільськогосподарських культур є визначальним чинником для їх упровадження в аграрну практику. Сорго та спельта демонструють високу рентабельність завдяки невибагливості до умов вирощування, зниженим витратам на догляд і високій доданій вартості продукції. У таблиці 4 наведено основні показники, що характеризують економічну доцільність вирощування цих культур.

Економічний аналіз довів конкурентоспроможність досліджуваних культур. Середній прибуток від вирощування сорго зернового в Поліссі може сягати до 115 тис. грн/га за умови високої врожайності й ефективного збуту. Вирощування спельти озимої також показує стабільну економічну вигоду завдяки високій вартості зерна та попиту на експортних ринках. Вартість реалізації сягає до 15 тис. грн/га.

Таблиця 4. Економічна ефективність вирощування цінних нішевих культур Полісся

Показники	Сорго зернове	Спельта озима
Урожайність (т/га)	4–13	4–6
Витрати на вирощування (тис. грн/га)	10–15	10–14
Вартість реалізації (грн/т)	8 000–10 000	12 000–15 000
Дохід від реалізації (тис. грн/га)	32–130	48–90
Середній прибуток (тис. грн/га)	17–115	34–76
Окупність (коефіцієнт)	1,7–8,6	2,8–5,4

Отримані результати підкреслюють, що розширення асортименту вирощування нішевих культур на Поліссі є перспективним напрямом для розвитку аграрного сектору регіону, сприяє економічній стабільності, продовольчій безпеці та збереженню екологічного балансу.

Тому аналіз ринку та попиту на продукцію із сорго зернового та спельти озимої є важливим етапом у визначенні перспектив цих культур на споживчому ринку. З огляду на зростання інтересу до здорового харчування та безглютенних продуктів, ці культури мають високий потенціал для задоволення потреб сучасних споживачів. Таблиця 5 демонструє огляд основних тенденцій попиту та пропозиції на продукцію, що отримується із цих культур.

Таблиця 5. Аналіз ринку та попиту на продукцію із сорго зернового та спельти озимої

Показники	Сорго зернове	Спельта озима
Основні ринки збуту	Країни Африки, Азії, Європа	Європа, Північна Америка
Попит на продукт	Зростає в сегменті безглютенних продуктів	Високий попит серед виробників органічних продуктів
Потенціал експорту	Високий	Середній
Цінові тренди	Стабільні	Схильність до зростання

Сорго зернове має високий потенціал експорту, особливо у країни Африки, Азії та Європу, попит, що зростає, на безглютенні продукти та стабільні цінові тренди. Спельта озима має високий попит серед виробників органічних продуктів, переважно на ринках Європи та Північної Америки, з потенціалом до зростання цін. Загалом, обидві культури мають сприятливі перспективи для розширення експорту на міжнародних ринках.

Варто звернути увагу на те, що вирощування нішевих культур у регіоні Полісся має значний соціально-економічний вплив на місцеві громади, сприяє створенню нових робочих місць і розвитку сільських територій (табл. 6).

Таблиця 6. Соціально-економічний вплив вирощування нішевих культур у регіоні Полісся

Параметр	Вплив на громаду
Збільшення робочих місць	Підвищення зайнятості на сільгосп підприємствах
Розвиток інфраструктури	Інвестиції в переробні підприємства
Соціальна цінність	Збільшення доступу до продуктів здорового харчування
Екологічний ефект	Покращення стану ґрунтувань і зменшення пестицидного навантаження

Залучення до вирощування таких культур, як сорго зернове та спельта озима, може підвищити доходи фермерів завдяки зростанню попиту на здорові й органічні продукти. Окрім того, розвиток аграрного сектору стимулює інфраструктурні інвестиції та підвищує рівень життя населення. Це також дозволяє зменшити еміграцію із сільських територій і покращити соціальну стабільність у регіоні.

Висновки. Розширення асортименту вирощуваних культур на Поліссі, зокрема сорго зернового та спельти озимої, є перспективним напрямом розвитку сільського господарства України. Проведені дослідження підтверджують високу адаптивність цих культур до специфічних ґрунтово-кліматичних умов регіону, їхню екологічну стійкість і економічну ефективність. Вирощування нішевих культур сприяє збагаченню раціону харчування здоровими продуктами, покращенню стану ґрунтів, зниженню енергозатрат, а також формуванню більш стійких і конкурентоспроможних агроєкосистем. Економічний аналіз демонструє стабільну рентабельність і потенціал експорту, що дозволяє розглядати ці культури як важливий ресурс для інтеграції на міжнародні ринки. Упровадження результатів досліджень сприятиме екологічній рівновазі, соціально-економічному розвитку регіону та досягненню продовольчої безпеки.

Список використаних джерел

1. Ковальов В., Трембіцька О., Радько Т. Біологічна активність ґрунту за органічної системи вирощування культур у короткоротаційній сівозміні. *Агрпроміслові виробництва Полісся* : збірник наукових праць. 2015. Вип. 8. С. 15–20.

2. Біорізноманіття дикорослих, лікарських і сільськогосподарських рослин-медоносів : навчальний посібник / С. Столяр та ін. ; за ред. С. Столяр, С. Журавля. Житомир : Поліський національний університет, 2024. 248 с.
3. Бойко М. Сорго як харчовий продукт: перспективи та нові можливості. *Таверійський науковий вісник*. 2023. № 138. С. 15–21. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.138.2>.
4. Вигера С. Природоохоронний контроль культурних фітоценозів : монографія. Київ : ЦП «Компринт», 2015. 398 с.
5. Дробот В., Приходько Ю., Бережна Г. Боршно сорго у технології безглютенового хліба. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*. 2019. Т. 25 (1). С. 208–214. DOI: 10.24263/2225-2924-2019-25-1-21.
6. Зось-Кіор М. Удосконалення системи управління земельними ресурсами аграрних підприємств в умовах глобалізації : монографія. Полтава : ПолтНТУ, 2015. 334 с.
7. Каленська С. Збагачення рослинного біорізноманіття – шлях до подолання викликів людству. *Цілі сталого розвитку третього тисячоліття: виклики для університетів наук про життя* : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. Київ, 2018. Т. 2. С. 231–234.
8. Мірзоева Т. Ефективність виробництва нішевих зернових культур у контексті забезпечення продовольчої безпеки і створення доданої вартості. *Економіка та суспільство*. 2024. Вип. 67. <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-67-158>.
9. Столяр С., Трембіцька О. Перспективні нішеві культури для органічного землеробства в Поліссі України з урахуванням змін клімату. *Органічне агровиробництво: освіта і наука* : збірник матеріалів ІХ Міжнародної науково-практичної конференції, 26 листопада 2024 р. Київ : Науково-методичний центр ВФПО, 2024. С. 58–62.
10. Столяр С. Екологічні особливості вирощування сорго зернового в Поліссі України за умов мінливого клімату. *Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти* : збірник матеріалів VII Міжнародної науково-практичної конференції, 27 березня 2024 р. Київ : Науково-методичний центр ВФПО, 2024. С. 118–121.
11. Chairi F., Sanchez-Bragado R., Dolores M.S. Agronomic and physiological traits related to the genetic advance of semi-dwarf durum wheat: the case of Spain. *Plant Science*. 2020. Vol. 295. P. 201–210.
12. Davydenko S., Rozhkov A., Karpuk L., Popov S., Mykhailyn V. Elements of plant productivity and biological yield capacity of grain sorghum hybrids depending on the inter-row width and seed sowing rate. *Scientific Horizons*. 2022. Vol. 25 (6). P. 55–64.
13. Trends and progress in sorghum research over two decades, and implications to global food security / T.T. George et al. *S. Afr. J. Bot.* 2022. Vol. 151. P. 960–969.
14. Khalifa M., Eltahir E.A. Assessment of global sorghum production, tolerance, and climate risk. *Front. Sustain. Food Syst.* 2023. Vol. 7. P. 1–20.
15. Grains – A major source of sustainable protein for health / K.S. Poutanen et al. *Nutr. Rev.* 2022. Vol. 80. P. 1648–1663.
16. Rahman S.M.E. Mele M.A., Lee Y.T., Islam M.Z. Consumer preference, quality, and safety of organic and conventional fresh fruits, vegetables, and cereals. *Foods*. 2021. Vol. 10. P. 105.
17. Tóth V., Láng L., Vida G., Mikó P., Rakszegi M. Characterization of the protein and carbohydrate related quality traits of a large set of spelt wheat genotypes. *Foods*. 2022. Vol. 11. P. 2061.

Stoliar S. H.

*Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor,
Head of the Department of Technology in Plant Production,
Polissia National University
Zhytomyr, Ukraine
E-mail: svtlana-stoliar@ukr.net
ORCID: 0000-0001-5925-2008*

Trembitska O. I.

*Candidate of Agricultural Sciences,
Associate Professor at the Department of Soil Science and Agriculture,
Polissia National University
Zhytomyr, Ukraine
E-mail: ksyusha.trembitskaya@gmail.com
ORCID: 0000-0003-1152-0215*

RATIONALE FOR EXPANDING THE RANGE CULTIVATION OF NICHE CROPS IN POLISSYA OF UKRAINE FOR HEALTHY NUTRITION

Abstract

In the current conditions of global climate change, transformation of the agricultural sector and growing demand for environmentally friendly and high-quality phytoproducts, the need to expand the range of niche crops grown in Polissya of Ukraine is of particular importance. The article investigates the advantages of growing grain sorghum and winter spelt. Expanding the range of crops is a key step towards ensuring a balanced diet, strengthening food security and developing the agricultural sector. These crops are highly adaptable to the specific climatic conditions of the region, including low-fertility soils and unstable moisture. Studies emphasize their environmental sustainability, low resource requirements, and high economic viability. Grain sorghum is attractive due to its drought tolerance, high fiber content, and lack of gluten, which makes it a valuable component of a healthy diet. Winter spelt is highly resistant to disease and has a rich nutritional composition with high protein and trace elements. Both crops have significant potential for organic farming and export activities, meeting modern trends in healthy lifestyles. The results of the analysis confirmed

the prospects of integrating these crops into crop rotations in Polissia. The environmental analysis showed that they contribute to soil restoration, reduce energy consumption, and ensure biodiversity. The economic analysis confirmed the high profitability of cultivation due to stable demand in domestic and foreign markets. The introduction of niche crops will not only strengthen the agricultural sector, but also contribute to the development of rural communities by creating new jobs and increasing farmers' incomes. The research is a valuable resource for farmers, agronomists and scientists looking for effective solutions for sustainable agricultural production in the face of climate change.

Key words: grain sorghum, winter spelt, healthy nutrition, Polissia.

References

1. Kovalov, V.B., Trembitska, O.I., & Radko, T.V. (2015). Biologichna aktivnist gruntiv za orhanichnoi systemy vyroshchuvannya kultur u korotkorotatsiini sivozmini [Biological activity of soils under organic crop production systems in short-rotation crop rotation]. *Agricultural Production of Polissya*, (8), 15–20 [in Ukrainian].
2. Stoliar, S., Zhuravel, S., Trembitska, O., Kropyvnytskyi, R., & Klymenko, T. (2024). Bioriznomanittia dykykh, likarskykh i silskohospodarskykh roslyn-medo-nosiv [Biodiversity of wild, medicinal, and agricultural honey plants]. Zhytomyr : Polissia National University [in Ukrainian].
3. Boiko, M.O. (2023). Sorho yak kharchovyi produkt: perspektyvy ta novi mozhlyvosti [Sorghum as a food product: prospects and new opportunities]. *Tavriiskyi Naukovyi Visnyk*, (138), 15–21. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.138.2> [in Ukrainian].
4. Vyhera, S.M. (2015). Pryrodo-okhoronnyi kontrol kulturnykh fitotsenoziv [Environmental control of cultural phytocenoses]. Kyiv: CP "Komprint" [in Ukrainian].
5. Drobot, V.I., Prykhodko, Y.C., & Berezhna, H.O. (2019). Boroshno sorho u tekhnolohii bezhliutenovoho khliba [Sorghum flour in gluten-free bread technology]. *Scientific Works of NUFT*, 25 (1), 208–214. <https://doi.org/10.24263/2225-2924-2019-25-1-21> [in Ukrainian].
6. Zos-Kior, M.V. (2015). Udoskonalennia systemy upravlinnia zemelnymy resursamy ahrarnykh pidpriemstv v umovakh hlobalizatsii [Improving the land resources management system of agricultural enterprises in the context of globalization]. Poltava : PoltNTU [in Ukrainian].
7. Kalenska, S.M. (2018). Zbahachennia roslynnoho bioriznomanittia – shliakh do podolannia vyklykiv liudstvu [Enrichment of plant biodiversity – a way to overcome challenges for humanity]. Materials of the International Scientific-Practical Conference. Kyiv, 231–234 [in Ukrainian].
8. Mirzoieva, T.V. (2024). Efektyvnist vyrobnytstva nishovykh zernovykh kultur u konteksti zabezpechennia prodovolchoi bezpeky i stvorennia dodanoi vartosti [Effectiveness of niche grain crop production in the context of food security and added value creation]. *Economics and Society*, (67). <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-67-158> [in Ukrainian].
9. Stoliar, S.G., & Trembitska, O.I. (2024). Perspektyvni nishovi kultury dlia orhanichnogo zemlerobstva v Polissi Ukrainy z urakhuvanniam zmin klimatu [Prospective niche crops for organic farming in Polissia, Ukraine, considering climate change]. *Organic Agricultural Production: Education and Science*, IX International Scientific-Practical Conference Proceedings, 58–62 [in Ukrainian].
10. Stoliar, S.G. (2024). Ekologichni osoblyvosti vyroshchuvannya sorho zernovoho v Polissi Ukrainy za umovakh mynlyvoho klimatu [Ecological features of grain sorghum cultivation in Polissya, Ukraine, under changing climate conditions]. *Climate Change and Agriculture: Challenges for Agricultural Science and Education*, VII International Scientific-Practical Conference Proceedings, 118–121 [in Ukrainian].
11. Chairi, F., Sanchez-Bragado, R., & Dolores, M.S. (2020). Agronomic and physiological traits related to the genetic advance of semi-dwarf durum wheat: The case of Spain. *Plant Science*, 295, 201–210.
12. Davydenko, S., Rozhkov, A., Karpuk, L., Popov, S., & Mykhailyn, V. (2022). Elements of plant productivity and biological yield capacity of grain sorghum hybrids depending on the inter-row width and seed sowing rate. *Scientific Horizons*, 25 (6), 55–64.
13. George, T.T., Obilana, A.O., & Awika, J.M. (2022). Trends and progress in sorghum research over two decades, and implications for global food security. *South African Journal of Botany*, 151, 960–969.
14. Khalifa, M., & Eltahir, E.A. (2023). Assessment of global sorghum production, tolerance, and climate risk. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 7, 1–20.
15. Poutanen, K.S., Kårlund, A.O., & Gómez-Gallego, C. (2022). Grains: A major source of sustainable protein for health. *Nutrition Reviews*, 80, 1648–1663.
16. Rahman, S.M.E., Mele, M.A., Lee, Y.T., & Islam, M.Z. (2021). Consumer preference, quality, and safety of organic and conventional fresh fruits, vegetables, and cereals. *Foods*, 10, 105.
17. Tóth, V., Láng, L., Vida, G., Mikó, P., & Rakszegi, M. (2022). Characterization of the protein and carbohydrate-related quality traits of a large set of spelt wheat genotypes. *Foods*, 11, 2061.