

## **ПРОСО ПОСІВНЕ В СИСТЕМІ АДАПТАЦІЇ АГРАРНОГО ВИРОБНИЦТВА ДО ГЛОБАЛЬНИХ ВИКЛИКІВ СЬОГОДЕННЯ**

**РУДІК О.Л.** – доктор сільськогосподарських наук

*orcid.org/0000-0003-1384-5523*

Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України

**РУДІК Н.М.** – кандидат сільськогосподарських наук

*orcid.org/0000-0002-6825-6729*

Херсонський державний аграрно-економічний університет

**СЕРГЄЄВ Л.А.** – кандидат сільськогосподарських наук

*orcid.org/0000-0003-4169-8938*

Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України

**ЧУГАК В.В.** – аспірант

*orcid.org/0000-0003-2546-0487*

Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України

**Постановка проблеми.** Питання ефективного управління зерновим господарством для задоволення внутрішніх динамічних потреб та успішного функціонування на світовому ринку зерна є надзвичайно важливими та актуальними для нашої держави [1].

Це питання актуалізувалося у зв'язку із глобальними кліматичними змінами та різко загострилося військовими діями на значній території нашої держави. Уже тривалий час Україна входить до групи країн лідерів за експортом зерна та зерно продуктів. Важливо, що зерновою є спеціалізація в усіх регіонах країни, хоча найбільше за обсягами виробництво зосереджене в центральних і південних зонах [2].

При цьому закономірно проявляється зональна особливість що до структури культур які вирощуються, рівня технології, урожайності, якості продукції та економічних результатів, проте зернове господарство є в основі всієї системи рослинництва держави та аграрної економіки в цілому [3].

Аналіз сучасних факторів, що впливають на обсяги виробництва, якості та асортимент продукції з метою забезпечення стабільності та розвитку системи агропромислового комплексу країни в нетипових умовах, збереження впливу України на світовому ринку зерна потребує постійної уваги. Аграрному вектору розвитку країни сприяють відповідні спеціалізації ґрунтово-кліматичні умови, що відображають високий агро-кліматичний потенціал регіонів для вирощування відповідних промислових зернових культур [4].

Однак при цьому вузька спеціалізація і обмеження переліку культур, що вирощуються, формує складнощі та несе певні ризики. За останні двадцять років відбулося різке збільшення виробництва зернової та зернобобової продукції за рахунок кукурудзи, пшениці, сої, однак в той же час сформувався від'ємний тренд щодо таких культур як горох, овес, просо, ячмінь. Це загальносвітова тенденція, однак відомо, що за вузького видового складу суттєво зростають агротехнологічні та екологічні ризики, а адаптивність та стійкість аграрного виробництва зменшується [5, 6].

Також в агропродуктовому комплексі існує об'єктивна необхідність поширення культур, сортів та технологій

їх вирощування, що здатні забезпечувати необхідний рівень прибутковості на фоні очевидної зміни поточних кліматичних умов, а натепер і поточних ситуацій [7].

В контексті розширення об'єктів вирощування та адаптації рослинництва до глобальних кліматичних змін, форс-мажорних обставин великий інтерес викликає така культура як просо. Однак орієнтація сільськогосподарських підприємств на вирощування олійних та високорентабельних зернових культур не сприяли його виробництву та відповідно збалансованому забезпеченню цього, достатньо ємкого внутрішнього ринку такою продукцією, що призводить до зниження пропозиції та появи ажіотажного попиту [8].

Економічний аналіз відносних торговельних переваг свідчить про високу конкурентоспроможність культури, на рівні ячменю та кукурудзи, хоча у структурі вітчизняного експорту рослинницької продукції просо складає практично мізерну частку [9].

Невідворотні структурні зміни зернового виробництва будуть тільки цьому сприяти.

**Мета дослідження** полягає у висвітленні агротехнологічних та господарських переваг проса, вивченні сучасних тенденцій та особливостей технологій його вирощування, перспектив ефективного використання біологічних особливостей культури у системі сучасного аграрного виробництва в аспекті поточних світових викликів та військових дій на території України.

**Методика досліджень.** Робота виконана на підставі аналізу та узагальнення опублікованих результатів наукових досліджень вітчизняних та закордонних вчених. При підготовці статті застосовано загальнонавчальні методи наукового пізнання – діалектичний, абстрактно-логічний та аналітичний метод.

**Результати досліджень.** В селекції та сучасній аграрній науці просу не приділяється належна увага через обмежений потенціал урожайності [10, 11].

Проте воно є однією з найбільш перспективних культур з позиції адаптації рослинництва до кліматичних змін, особливо в посушливих регіонах, а також за умов порушення циклу аграрного виробництва [12].

Світовий попит на просо є відносно стабільним проте невеликим, 300-350 тис. т, що лише 0,14 % світо-

вого імпорту зернових культур. В останні роки найбільшими світовими споживачами проса є Індонезія, понад 20 %, а також Німеччина, Бельгія, ОАЕ та Нігерія, на рівня 5-7 %. Проте важливо, що за даними FAOstat тепер близько 65 % споживання проса йде на харчування населення, а 27% – на кормові потреби [13].

У 2020 році Україна, за інформацією УКАБ, стала найбільшим світовим експортером проса випередивши США, Індію та Російську Федерацію, обсяги пропозиції яких зменшилися. Проте в самій Україні традиційно сформувалося низьке споживання проса – 0,8 кг на душу населення при середньому світовому річному рівні 3 кг/людину. Для нас просо є важливою круп'яною культурою, хоча світовий досвід підтверджує, що це культура універсального використання з високою пластичністю до зовнішніх умов, що зумовлює широкий ареал її поширення. Сучасна геоботаніка батьківщиною проса вважає Китай, де воно було відоме за літописними джерел ще з 2700 року до н.е. [14].

Проте останні дослідження із застосуванням сучасних генетичних методів свідчать про сільськогосподарське використання проса в семи аридних районах Китаю ще 10 тис. років тому [15, 16]. Археологічні знахідки із різних поселень на території України беззаперечно свідчать про вирощування та широке використання проса починаючи із III ст. до н. е. [17].

При цьому історики вважають, що у V-VII ст. просо стало одним із найважливіших злаків у слов'ян, що цінувалося більше ніж інші культури [18]. Таке поширення вони пояснюють біологічними особливостями проса, сприятливими умовами та відповідними тогочасними технологіями для його вирощування.

Рід проса (*Panicum L.*) достатньо чисельний, за даними Академіка М. П. Жуковського він об'єднує близько 400 видів, а за деякими даними і більше, трав'янистих рослин, багато із яких мають певну господарську цінність [19]. У сільськогосподарському використанні нашої країни переважно представлене просо звичайне (посівне) (*Panicum miliaceum L.*), проте є успішні наукові спроби та у різних зонах поширена практика господарського використання інших видів у харчових кормових, технічних та декоративних цілях [20, 21, 22].

В науковому середовищі акцентується увага на екологічних перевагах проса, яке ефективніше зменшує кількість CO<sub>2</sub> в атмосфері, оскільки озима пшениця високочутлива до підвищення температур, а рис - культура потужного негативного впливу на клімат через викиди метану.

Просо є важливою харчовою культурою для багатьох бідних країн аридної зони де через посушливість, незначну кількість опадів та низьку родючість ґрунту неможливе вирощування інших продовольчих культур. Тому головними виробниками проса є Індія, Нігер та Китай, на які припадає 55 % світового виробництва [23, 24].

Під довгостроковим впливом умов вирощування та напрямів господарського використання проса сформувався великий внутрішньовидовий поліморфізм об'єктів за фізіологічними та біохімічними властивостями, морфо-біологічними ознаками [25].

На цьому базується сучасна селекція та високий потенціал культури в системах землеробства, які сформовані за адаптивним принципом. Оскільки просо має короткий період вегетації, підвищену стійкість до хвороб, забезпечує високу окупність води та витримує тривалу посуху, воно успішно вирощується у помірних, субтропічних і тропічних районах, переважно на продовольчі та кормові цілі. Однак у деяких країнах Північної півкулі просяні культури базовий продукт харчування місцевого населення [26].

Широкий діапазон термінів сівби та періоду вирощування, великий коефіцієнт розмноження та здатність проростати за високих температур й обмеженої вологості ґрунту, ефективно використовувати короткочасні і невеликі опади обумовлюють великі перспективи просовидних та соргових культур на фоні глобального потепління та посушливості клімату та в умовах порушення традиційного виробничого циклу рослинництва через військові дії.

Мінімальною температурою для проростання проса є 8-10 °С, тоді як кращими умовами для його росту та розвитку і формування зерна є середня температура 26-29 °С. Зважаючи також на короткий фенологічний цикл 60-100 діб, існують сприятливі умови для отримання другого та навіть третього урожаю в окремих регіонах, як наприклад в Індії [27]. У Центральній Азії середньостиглі сорти проса мають хороший потенціал для вирощування після пшениці та суттєво сприяють забезпеченню кормів у Киргизстані та Таджикистані [28].

За непередбачуваних теперішніх виробничих умов вирощування просо надає можливості коригувати існуючі сівозміни, а за умов зрошення гарантувати отримання другого врожаю, наприклад сої та гречки. Впродовж першого місяця від сходів культури просо споживає невелику кількість вологи та не є чутливим до водного стресу. Однак через 30-55 діб, у фазу цвітіння та формування зерна потреби у воді та чутливість до водного стресу різко зростають [29, 30].

Ця культура поєднує в собі такі унікальні ознаки як посухостійкість, низький транспіраційний коефіцієнт, можливість за короткий вегетаційний період сформувати високий врожай зерна та соломи, високу поживність, стійкість до хвороб, чим потребує належної уваги та наукового вивчення [31].

З позицій ресурсної ощадності та екологічності може бути запроваджене практично безвідходне використання продуктів вирощування проса. Побічні продукти при переробці зерна для споживання людиною успішно використовуються як добавка до кормів для птахів і великої рогатої худоби, що дозволяє відносити його до категорії культур універсального застосування. Жуйні тварини та птахи добре пристосовані до споживання такого корму [32, 33].

Крім виготовлення крупи культура знаходить використання при випіканні хліба та у кондитерському виробництві. Натепер мука проса це компонент для покращення технологічних властивостей інших зернових культур, при виготовленні виробів для прихильників здорового харчування [34, 35]. Просо може бути сировиною харчової галузі при виготовленні солоду, інших продуктів

переробки, відомі технології отримання технічної олії та біологічно активних речовин, продуктів для мікробіологічної промисловості тощо [36, 37].

Особливістю біології проса є те, що воно за відповідних умов вирощування здатне інтенсивно кущитись й гілкуванням збільшувати розмір свого плодоносного органа – волоті. В цих особливостях проса зосереджено його потужний потенціал давати високі врожаї зерна [38].

Формування сівбою та саморегулювання кущенням щільності посіву, а відповідно внутрішньої структури фітоценозу, визначає умови подальшого використання рослинами сонячної радіації, поживних речовин, вологи, здатності протистояти бур'янистому компоненту, а тому коливається у значних межах. При вирощуванні проса як другої культури провінції Міяне (Ісламська республіка Іран) в межах густоти 60, 75 та 90 рослин/м<sup>2</sup> вищою була урожайність за максимальної норми висіву - 0,9 млн шт./га, тоді як у помірних кліматичних зонах України норма висіву складає 2,5 – 4,5 млн схожих насінин на 1 га [39, 40, 41]. Проте на забур'янених полях, для органічного виробництва краще застосовувати ширококорядну сівбу з нормою висіву 2,0–2,5 млн схожих насінин/га [42, 43].

На даний час селекцію проса в Україні здійснюють 8 наукових і установ, якими створено та внесено до Державного реєстру 33 сорти, що пристосовані до різних ґрунтово-кліматичних умов. Серед них Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН – 12 сортів, та ННЦ «Інститут землеробства» НААН - 8 сортів [44]. На відміну від багатьох польових культур усі сорти є продуктами вітчизняної Наявль єдиним є сортом зернового призначення – Новокиївське 01 ННЦ «Інституту землеробства НААН» [45].

Поєднання в одному генотипі необхідних ознак високої продуктивності рослин, стійкості до шкочинних організмів, пластичності, високих технологічних ознак та показників якості зерна і крупи забезпечуються сучасними селекційними методами гібридизації, хімічного мутагенезу, цілеспрямованим підбором батьківських компонентів [46]. Національна колекція проса містить зразки із цінними господарськими та морфологічними ознаками, а також за показниками плівчастості, виходу крупи, крупності зерна, яскравості ядра, вмісту білка [47, 48]. Натепер актуальним селекційним завданням є створення сортів проса з поліпшеною якістю крохмалю, низькою плівчастістю, підвищеним вмістом каротиноїдів для привабливого окрасу, високою склопідібністю та вмістом білка для можливості використання їх у різних галузях вітчизняного виробництва [49, 50, 51]. Наявність сортів проса з різними якісними і технологічними властивостями зерна і крупи надає сучасному виробництву важливі переваги, оскільки дозволяє забезпечити промисловість високоякісною харчовою, кормовою та технічною сировиною для виробництва продуктів природного походження [37, 50].

Оскільки для формування урожаю проса, при рівні біологічного мінімуму + 5 °С, сума активних температур повинна складати 1500-1800 °С, а в умовах Півдня України наявні ресурси тепла знаходяться в межах 3200-3900 °С існують багатоваріантні можливості для

впровадження посівів проса у польових та зрошуваних сівозмінах. Наявна тривалість періоду із температурою повітря вище 10 °С, у середньому 185 діб, при мінімальному значенні за період спостережень 162 доби, дозволяє проводити сівбу в основні, пізні (післяжукісні) та післяжнивні строки. Тому існує можливість вирощування культури за появи належних безпекових умов як на фоні природного зволоження так і при зрошенні та відповідно до початку його повноцінного функціонування, у випадку порушення режиму зрошення тощо. За нашими даними граничними термінами сівби ранньостиглих сортів проса, при вірогідності забезпеченості ресурсами тепла на рівні понад 75 %, має бути II декада липня. Наші попередні дослідження свідчать, терміни збирання проса оптимального строку сівби за наявності зрошення, дозволяють отримати урожай зерна ультра раннього сорту сої Діона. При цьому просо як попередник наближене до групи зернових колосових культур, характеризується помірним виносом елементів живлення та надходженням рослинних післяжнивних решток, типове за технологією вирощування і збирання.

**Висновки.** Біологічні особливості проса дозволяють успішно його використовувати для коригування зернового балансу, польових та зрошуваних сівозмін порушених у наслідок екстремальних погодних явищ та військових дій. Велика кількість вітчизняних сортів забезпечує одночасно широку можливість вибору, проте формує потребу враховувати їх морфо-фізіологічну реакцію на специфічні умови альтернативного розміщення, що пов'язано із іншими технологічними елементами, та впливає на ефективність використання факторів інтенсифікації, у першу чергу добрив. Вирощування проса дозволяє отримувати повноцінну зернову продукцію та по завершенню обмежень швидко перейти до традиційної системи аграрного виробництва. Наукові дослідження щодо використання культури в сівозмінах інтенсивного типу повинні бути спрямовані на розробку ресурсощадних адаптивних елементів технології та підвищення продуктивності сівозміни в цілому.

#### **СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:**

1. Петренко О. П. Фінансово-економічний аналіз ринку зерна як передумова продовольчої безпеки України. *Modern Economics*. 2019. № 13. С. 207-212. DOI: [https://doi.org/10.31521/modecon.V13\(2019\)-32](https://doi.org/10.31521/modecon.V13(2019)-32)
1. Кращенко О. А. Аналіз конкурентоспроможності виробництва зерна у розрізі регіонів. *Ефективна економіка*. 2013. № 9. URL: <http://www.economy. nauka.com.ua/?op=1&z=2334>
3. Лотиш О. Я. Стратегічний аналіз зернової галузі України: стан та перспективи розвитку. *Інтелект XXI*. 2018. № 3. С. 74-79.
4. Наукові основи адаптації систем землеробства до змін клімату в південному Степу України: Монографія / за наук. Ред. Чл.-кор. НААН Р. А. Вожегової, Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС, 2018. 752 с.
5. Hafiz M., Rizwan Mazhar, Muhammad Aslam Khan, Naveed Aslam. Effect of Climate Change on Agriculture – Farming Trend. URL: <https://farmingtrend. com/effect-of-climate-change-on-agriculture/1/6>
6. Береговой В. К. Продовольча проблема і використання ріллі під зерновими культурами.

- Агросвіт*. 2011. № 12. URL: <http://www.agrosvit.info/?op=1&z=648&i=2>
7. Challinor A. et al. Improving the use of crop models for risk assessment and climate change adaptation. *Agric. Syst.* 2018. Vol. 159. P. 296–306.
  8. Камінська А. І. Стан виробництва та кон'юнктура ринку проса в Україні. *Ефективна економіка*. 2015. № 1. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/efek\\_2015\\_1\\_26](http://nbuv.gov.ua/UJRN/efek_2015_1_26)
  9. Злидник М. І. Міжнародна оцінка конкурентоспроможності вітчизняної продовольчої продукції. *Національна економіка Інтелект XXI*. 2020. № 3. С. 26-31.
  10. Lágler R. et al. Morphological and molecular analysis of common millet (*P. miliaceum*) cultivars compared to an aDNA sample from the 15-th century (Hungary). *Euphytica*. 2005. Vol. 146(1). P. 77–85.
  11. Vetriventhan M. et al. Genetic and genomic resources, and breeding for accelerating improvement of small millets: current status and future interventions. *Nucleus*. 2020. Vol. 63(3). P. 217–39.
  12. Li X., Yadav R., Siddique K. Neglected and underutilized crop species: the key to improving dietary diversity and fighting hunger and malnutrition in Asia and the Pacific. *Front Nutr.* 2020. Vol. 7(254). P. 593-711.
  13. Fao stat.fao.org.ua. 2022. URL: <https://www.fao.org/faostat/ru/#data/QCL> (дата звернення: 18.02.2022).
  14. Гордієнко Г. Історія культурних рослин. Мюнхен, 1970. С. 60-64.
  15. Earliest domestication of common millet in East Asia extended to 10000 years ago. URL: <https://www.researchgate.net/publication/24345956> (дата звернення: 23.02.2022).
  16. Lu H. et al. Earliest domestication of common millet (*Panicum miliaceum*) in East Asia extended to 10,000 years ago. *Proc Natl Acad Sci USA*. 2009. Vol. 106(18). P. 736–772. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.0900158106>
  17. Жам О. Колекція давніх зернових культур у зібранні Національного історико-етнографічного заповідника «Переяслав». *Наукові записки НІЕЗ «Переяслав»*. 2019. Випуск 15 (17). С. 128-135.
  18. Горбаненко С. А., Журавльов О. П., Пашкевич Г. О. Сільське господарство жителів Пастирського городища. К.: Академперіодика, 2008. 188 с.
  19. Культурные растения и их сордичи: Систематика, география, цитогенетика, иммунитет, экология, происхождение, использование. Изд. 3-е, перераб. и доп. М.: Колос, 1971. 752 с.
  20. Мазур В. А. Поліщук І. С. Телекало Н. В. Мордванюк М. О. Рослинництво: навч. посіб. Вінниця: Видавництво ТОВ «Друк», 2020. 352 с
  21. Sorghum and Millets (Second Edition) Chemistry, Technology and Nutritional Attributes Chapter 5 – Grain Structure and Grain Chemical. 2019. P. 85-129 DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811527-5.00005-8>
  22. Lata C. Advances in omics for enhancing abiotic stress tolerance in millets. *Proc. Indian Natl. Sci. Acad.* Vol. 81. P. 397–417. DOI: <https://doi.org/10.16943/ptinsa/2015/v81i2/48095>
  23. Singh M., Salej S. Millets, Pseudo Cereals: Genetic Resources and Breeding Advancement. Duxford, United Kingdom: Woodhead Publishing. 2021. URL: <https://lib.ugent.be/catalog/ebk01:4100000011462444>
  24. Boukail S. et al. Genome wide association study of agronomic and seed traits in a world collection of proso millet (*Panicum miliaceum* L.). *BMC Plant Biol.* 2021. Vol. 21. P. 330 DOI: <https://doi.org/10.1186/s12870-021-03111-5>
  25. Liu M., et al. Genetic diversity and population structure of broomcorn millet (*Panicum miliaceum* L.) cultivars and landraces in China based on microsatellite markers. *Int J Mol Sci.* 2016. Vol. 17(3). P. 370.
  26. Zohary D., Hopf M. Domestication of plants in the Old World, third edition. Oxford: University Press, 2000. 83 p.
  27. Habiyaemye C. et al. Proso millet (*Panicum miliaceum* L.) and its potential for cultivation in the Pacific North-West, U.S.: a review. *Front Plant Sci.* 2017. Vol. 7. P. 1961. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01961>.
  28. Aziz Nurbekov et al. Potential of pearl millet as a forage crop in wheat-based double cropping system in Central Asia. *SAT eJournal*. 2013. Vol. 11. P. 1-5.
  29. Baltensperger D. Progress with proso, pearl and other millets. In *Trends in New Crops and New Uses*; ASHS Press: Alexandria, VA, USA. 2002. P. 100–103. URL: [https://www.researchgate.net/publication/237297201\\_Progress\\_with\\_Proso\\_Pearl\\_and\\_Other\\_Millets](https://www.researchgate.net/publication/237297201_Progress_with_Proso_Pearl_and_Other_Millets).
  30. Reddy V. G., Upadhyaya H. D., Gowda C. L. Morphological characterization of world's proso millet germplasm collection. *J. SAT Agric. Res.* 2007. Vol. 3. P. 4. URL: [https://www.researchgate.net/publication/26520400\\_Morphological\\_characterization\\_of\\_world's\\_proso\\_millet\\_germplasm](https://www.researchgate.net/publication/26520400_Morphological_characterization_of_world's_proso_millet_germplasm).
  31. Calamai A. et al. Evaluation of the agronomic traits of 80 accessions of proso millet (*Panicum miliaceum* L.) under Mediterranean pedoclimatic conditions. *Agriculture*. 2020. Vol. 10(12). P. 578.
  32. Jones H. et al. Approaches and constraints of using existing landrace and extant plant material to understand agricultural spread in prehistory. *Plant Genet Res.* 2008. Vol. 6(2). P. 98–112.
  33. Parthasarathy Rao P., Basavaraj G. Status and prospects of millet utilization in India and global scenario. In: *Millets: promotion for food, feed, fodder, nutritional and environment security*. Proceedings of Global Consultation on Millets Promotion for Health & Nutritional Security Society for Millets Research, ICAR Indian Institute of Millets Research, Hyderabad. 2015. P. 197–209.
  34. Юрковська В., Овсянникова Л., Валецька Л., Щербатюк С. Споживні властивості зерна проса. *Стан і перспективи харчової науки та промисловості: тези доповідей міжнародної науково-технічної конференції, 8-9 жовтня 2015 р. ТНТУ, 2015. С. 114-115.*
  35. Yurkovska V., Ovsyannikov L., Valevska L., Shcherbatyuk S. Consumer properties of millet. Book of abstracts. *International scientific and technical conference "State and prospects of food science and industry"*, (Tern., 8-9 October 2015). P. 114-115.
  36. Taylor J., Schober T., Bean S. Novel food and non-food uses for sorghum and millets. *J. Cereal Sci.* 2006. Vol. 44(3). P. 252–71.
  37. Saleh A., Zhang Q., Chen J., Shen Q. Millet grains: nutritional quality, processing, and potential health benefits. *Compr Rev Food Sci F.* 2013. Vol. 12(3). P. 281–95.

38. Кващук О. В., Сучек М. М., Хомина В. Я., Пастух О. Д. Круп'яні культури: навч. посіб. Кам'янець-Подільський: ПП «Медобори 2006», 2013. 288 с.
39. Ali Faramarzi, Soleiman Jamshidi, Kurosh Siami. Plant density effect on yeild and yield components of common millet cultivars as second crop in miyaneh region. *International Conference on Biology, Environment and Chemistry United Arab Emirates, Dubai*, 2011. P. 277-279. URL: [https://www.researchgate.net/publication/274002896\\_Plant\\_Density\\_Effect\\_on\\_Yeild\\_and\\_Yield\\_Components\\_of\\_Common\\_Millet\\_Cultivars\\_as\\_Second\\_Crop\\_in\\_Miyaneh\\_Region](https://www.researchgate.net/publication/274002896_Plant_Density_Effect_on_Yeild_and_Yield_Components_of_Common_Millet_Cultivars_as_Second_Crop_in_Miyaneh_Region)
40. Аверчев О. В. Науково-виробничі рекомендації з технології вирощування проса в Причорноморському степу України. Херсон : Олді плюс, 2008. 23 с.
41. Гринюк И. М. Влияние способов и норм сева проса на его урожайность в условиях Приднестровской зоны Ивано-Франковской области. *Сборник научных трудов Международной конференции посвященной 30-летию научно-исследовательского института крупяных культур*. Каменец-Подольский, 2002. С. 228–235.
42. Черенков В. А. та ін. Рекомендації по вирощуванню гречки і проса. Дніпропетровськ, 2013. С. 23.
43. Каленська С. М., Черній В. П. врожайність зерна проса залежно від елементів біологізації технології його вирощування. *Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технологічного університету*. 2016. Вип. 24 Ч. 1. С. 101-108.
44. Беленіхіна А. В., Костромітін В. М., Глубокий О. М. Адаптивність і екологічна пластичність сортів проса залежно від умов року. *Вісник Центру наукового забезпечення АПВ Харківської області*. 2013. Вип. 15. С. 10-16.
45. Каталог сортів рослин придатних для поширення в Україні у 2021 р. Охорона прав на сортирослин: офіц. бюл. Мін. Агрополітики України, Держ. служба з охорони прав на сортирослин. К. : ТОВ «Алефа», 2021. 531 с.
46. Константинов С. И., Шапина Л. Я., Линник В. М. Методы и результаты селекции проса в лесостепи Украины. *Селекция и семеноводство*. 1988. Вип. 65. С. 18-23.
47. Кобизева Л. Н., Безугла О. М., Григоращенко Л. В., Генофонд зернобобових і круп'яних культур НЦГРРУ – джерело вихідного матеріалу для перспективних напрямів селекції. *Теоретичні основи селекції польових культур: Збірник наукових праць*. Харків, IP ім. В. Я. Юр'єва УААН, 2007. С. 301-325.
48. Константинов С. И., Горбачова С. М., Горлачова О. В. Результаты вивчення світової колекції проса в Лісостепу України. *Науковий вісник національного аграрного університету*. Х., 2001. Вип. 40. С. 47-50.
49. Горбачова С. М. Створення врожайних сортів проса з високою якістю зерна і крупки та стійкістю до ураження збудниками хвороб. *Селекція і насінництво: міжвід. темат. наук. зб. Х.*, 2008. Вип. 95. С. 71-79.
50. Спеціальна селекція і насінництво польових культур: навч. посіб. / За ред. В. В. Кириченка. Харків, 2010. С. 251-280.
51. Кобизева Л. Н., Горбачова С. М., Бірюкова О. В. Просо – культура універсального напрямку використання. *Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області*. 2013. Випуск 14. С. 68-75.
- REFERENCES:**
- Petrenko, O. P. (2019). Finansovo-ekonomichnyi analiz rynku zerna yak peredumova prodovolchoi bezpeky Ukrainy [Financial and economic analysis of the market as a prerequisite for food security of Ukraine]. *Modern Economics*, 13, 207-212 [in Ukrainian].
  - Krashchenko, O. A. (2013). Analiz konkurentospromozhnosti vyrobnytstva zerna u rozrizi rehioniv [Analysis of the competitiveness of grain production in terms of regions]. *Efektivna ekonomika – Efficient economy*, 9 URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=2334> [in Ukrainian].
  - Lotysh, O. Ya. (2018). Stratehichnyi analiz zernovoi haluzi Ukrainy: stan ta perspektyvy rozvytku [Strategic analysis of the grain industry of Ukraine: state and prospects of development]. *Intelekt XXI – Intelligence XXI*, 3, 74-79 [in Ukrainian].
  - Vozhehovo, R. A. (2018) Naukovi osnovy adaptatsii system zemlerobstva do zmin klimatu v pivdennomu Stepu Ukrainy [Scientific bases of adaptation of the agricultural system to climate change in the southern steppe of Ukraine] Kherson: Oldi-Plus, 752 [in Ukrainian].
  - Hafiz, M., Rizwan, Mazhar, Muhammad Aslam, Khan, & Naveed, Aslam. Effect of Climate Change on Agriculture – Farming Trend. URL: <https://farmingtrend.com/effect-of-climate-change-on-agriculture/1/6>
  - Berehovo, V. K. (2011). Prodovolcha problema i vykorystannia rilli pid zernovymy kulturamy [Food problem and the use of arable land under cereals]. *Ahro svit – Agro world*, 12. URL: <http://www.agrosvit.info/?op=1&z=648&i=2> [in Ukrainian].
  - Challinor, A. et al. (2018). Improving the use of crop model sfor risk assessment and climate change adaptation. *Agric. Syst*, 159:296–306
  - Kaminska, A. I. (2015). Stan vyrobnytstva ta koniunktura rynku prosa v Ukraini [The state of production and market conditions of millet in Ukraine]. *Efektivna ekonomika – Efficient economy*, 1. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/efek\\_2015\\_1\\_26](http://nbuv.gov.ua/UJRN/efek_2015_1_26) [in Ukrainian].
  - Zlydnyk, M. I. (2020). Mizhnarodna otsinka konkurentospromozhnosti vitchyznianoj prodovolchoj produkt-sii [International assessment of the competitiveness of domestic food products]. *Natsionalna ekonomika Intelekt XXI – National Economy Intelligence XXI*, 3, 26-31 [in Ukrainian].
  - Lágler, R. et al. (2005). Morphological and molecular analysis of common millet (*P. miliaceum*) cultivars compared to an aDNA sample from the 15-th century (Hungary). *Euphytica*. 146(1), 77–85
  - Vetriventhan, M. et al. (2020). Genetic and genomic resources, and breeding for accelerating improvement of small millets: current status and future interventions. *Nucleus*, 63(3), 217–39
  - Li, X., Yadav, R., & Siddique, K. (2020). Neglected and underutilized crop species: the key to improving dietary diversity and fighting hunger and malnutrition in Asia and the *Pacific Front Nutr*, 7(254), 593-711
  - Fao stat.fao. org.ua. (2022). URL: <https://www.fao.org/faostat/ru/#data/QCL>
  - Hordiienko, H. (1970). *Istoriia kulturnykh roslyn [History of cultivated plants]*. Miunkhen, 60-64 [in Ukrainian].
  - Earliest domestication of common millet in East Asia extended to 10000 years ago. URL: <https://www.researchgate.net/publication/24345956>

16. Lu, H. et al. (2009). Earliest domestication of common millet (*Panicum miliaceum*) in East Asia extended to 10,000 years ago. *Proc Natl Acad Sci USA*. 106(18), 7367–72
17. Zham, O. (2019). Kolektsiia davnikh zernovykh kultur u zibranni Natsionalnoho istoryko-etnografichnoho zapovidnyka «Pereiaslav» [Collection of ancient grain crops in the collection of the National Historical and Ethnographic Reserve "Pereiaslav"]. *Naukovi zapysky NIEZ «Pereiaslav» – Scientific notes of NIEZ "Pereiaslav"*, 15 (17), 128-135 [in Ukrainian].
18. Horbanenko, S. A., Zhuravlov, O. P., & Pashkevych, H. O. (2008). *Silske hospodarstvo zhyteliv Pastyrskoho horodyshcha [Agriculture of the inhabitants of the Shepherd's settlement]*. K. : Akadempriodyka, 188 [in Ukrainian].
19. Kulturnye rasteniya i ih sordichi: Sistematika, geografiya, citogenetika, immunitet, jekologiya, proishodzhennie, ispolzovanie. (1971). [Cultivated plants and their relatives: Systematics, geography, cytogenetics, immunity, ecology, origin, use.] M.: Kolos, 752 [in Russian].
20. Mazur, V. A. Polishchuk, I. S. Telekalo, N. V., & Mordvaniuk M. O. (2020). *Roslynnystvo [Crop]*. Vinnytsia: Vydavnytstvo TOV «Druk», 352 [in Ukrainian].
21. Sorghum and Millets (Second Edition) Chemistry, Technology and Nutritional Attributes (2019). Chapter 5 – Grain Structure and Grain Chemical 85-129 DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811527-5.00005-8>
22. Lata, C. (2015). Advances in omics for enhancing abiotic stress tolerance in millets. *Proc. Indian Natl. Sci. Acad.* 81, 397–417 DOI: <https://doi.org/10.16943/ptinsa/2015/v81i2/48095>
23. Singh, M., & Salej, S. (2021). Millets and Pseudo Cereals : Genetic Resources and Breeding Advancement. Duxford, United Kingdom: Woodhead Publishing. URL: <https://lib.ugent.be/catalog/ebk01:410000011462444>
24. Boukail, S. et al. (2021). Genome wide association study of agronomic and seed traits in a world collection of proso millet (*Panicum miliaceum* L.). *BMC Plant Biol* 21, 330
25. Liu, M. et al. (2016). Genetic diversity and population structure of broomcorn millet (*Panicum miliaceum* L.) cultivars and landraces in China based on microsatellite markers. *Int J Mol Sci.* 17(3), 370
26. Zohary, D., & Hopf, M. (2000). Domestication of plants in the Old World, third edition". Oxford: University Press, 83
27. Habiyaemye, C. et al. (2017). Proso millet (*Panicum miliaceum* L.) and its potential for cultivation in the Pacific North-West, U.S.: a review. *Front Plant Sci.* 7, 1961. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01961>
28. Aziz, Nurbekov, et al. (2013). Potential of pearl millet as a forage crop in wheat-based double cropping system in Central Asia. *SAT eJournal*, 11, 1-5
29. Baltensperger, D. (2002). Progress with proso, pearl and other millets. *In Trends in New Crops and New Uses*; ASHS Press: Alexandria, VA, USA, 100–103 URL: [https://www.researchgate.net/publication/237297201\\_Progress\\_with\\_Proso\\_Pearl\\_and\\_Other\\_Millets](https://www.researchgate.net/publication/237297201_Progress_with_Proso_Pearl_and_Other_Millets)
30. Reddy, V. G., Upadhyaya, H. D., & Gowda, C. L. (2007). Morphological characterization of world's proso millet germplasm collection. *J. SAT Agric.* 3, 4 URL: [https://www.researchgate.net/publication/26520400\\_Morphological\\_characterization\\_of\\_world's\\_proso\\_millet\\_germplasm](https://www.researchgate.net/publication/26520400_Morphological_characterization_of_world's_proso_millet_germplasm)
31. Calamai, A., Masoni, A., Marini, L., Dell'acqua, M., Ganugi, P., & Boukail, S. et al. (2020). Evaluation of the agronomic traits of 80 accessions of proso millet (*Panicum miliaceum* L.) under Mediterranean pedoclimatic conditions. *Agriculture.* 10(12), 578
32. Jones, H. et al. (2008). Approaches and constraints of using existing landrace and extant plant material to understand agricultural spread in prehistory. *Plant Genet Res.* 6(2), 98–112
33. Parthasarathy Rao P., & Basavaraj, G. (2015). Status and prospects of millet utilization in India and global scenario. In: Millets: promotion for food, feed, fodder, nutritional and environment security. Proceedings of Global Consultation on Millets Promotion for Health & Nutritional Security Society for Millets Research, ICAR Indian Institute of Millets Research, Hyderabad, 197–209
34. Yurkovska V., Ovsianynkova L., Valevska L., Shcherbatiuk S. (2015) Spozhyvni vlastyvoli zerna prosa [Consumer properties of millet grain]. *Stan i perspektyvy kharchovoi nauky ta promyslovosti : Tezy dopovidei mizhnarodnoi naukovo-tekhnichnoi konferentsii – State and prospects of food science and industry: abstracts of reports of the international scientific and technical conference.* TNTU, pp. 114-115 [in Ukrainian].
35. Yurkovska, V., Ovsyannikov, L., Valevska, L., & Shcherbatiuk, S. (2015). Consumer properties of millet. *International scientific and technical conference "State and prospects of food science and industry"* (pp. 114-115)
36. Taylor, J., Schober, T., & Bean, S. (2006). Novel food and non-food uses for sorghum and millets. *J. Cereal Sci.* 44(3), 252–71
36. Saleh, A., Zhang, Q., Chen, J., & Shen, Q. (2013). Millet grains: nutritional quality, processing, and potential health benefits. *Compr Rev Food Sci F*, 12(3), 281–95
37. Kvashchuk, O. V., Suchek, M. M., Khomina, V. Ya., & Pastukh, O. D. (2013). *Krupiani kultury [Cereal crops]*. Kamianets-Podilskyi: PP «Medobory 2006», 288 [in Ukrainian].
38. Ali, Famarzi, Soleiman, Jamshidi, & Kurosh, Siami. (2011). Plant Density Effect on Yield and Yield Components of Common Millet Cultivars as Second Crop in Miyaneh. Region *International Conference on Biology, Environment and Chemistry*, 277-279. United Arab Emirates, Dubai URL: [https://www.researchgate.net/publication/274002896\\_Plant\\_Density\\_Effect\\_on\\_Yield\\_and\\_Yield\\_Components\\_of\\_Common\\_Millet\\_Cultivars\\_as\\_Second\\_Crop\\_in\\_Miyaneh\\_Region](https://www.researchgate.net/publication/274002896_Plant_Density_Effect_on_Yield_and_Yield_Components_of_Common_Millet_Cultivars_as_Second_Crop_in_Miyaneh_Region)
39. Averchev, O. V. (2008). *Naukovo – vyrobnychi rekomendatsii z tekhnolohii vyroshchuvannia prosa v Prychornomorskomu stepu Ukrainy [Scientific and production recommendations for the technology of growing millet in the Black Sea steppe of Ukraine]*. Kherson: Oldi plus, 23 [in Ukrainian].
40. Grinyuk, I.M. (2002). Vliyanie sposobov i norm seva prosa na ego urozhajnost v usloviyah Pridnestrovskoy zony Ivano-Frankivskoy oblasti [Influence of methods and norms of sowing millet on its productivity in the conditions of the Transnistrian zone of the Ivano-Frankivsk region]. *Sbornik nauchnykh trudov Mezhdunarodnoj konferencii posvyashhennoj 30-letiyu nauchno-issledovatel'skogo instituta krupyanykh kultur – Collection of scientific papers of the International Conference dedicated to*

- the 30th anniversary of the Research Institute of Groats, 228–235 [in Russian].
41. Cherenkov, V. A. et al. (2013). *Rekomendatsii po vyroshchuvanniu hrechky i prosa [Recommendations for the cultivation of buckwheat and millet]*. Dnipropetrovsk, 23 [in Ukrainian].
  42. Kalenska, S. M., & Chernii, V. P. (2016). Vrozhainist zerna prosa zalezno vid elementiv biolohizatsii tekhnolohii yoho vyroshchuvannia [Yield of millet grain depending on the elements of biologization of the technology of its cultivation]. *Zbirnyk naukovykh prats Podilskoho derzhavnoho ahrarno-tekhnolohichnoho universytetu – Collection of scientific works of Podolsk State Agrarian and Technological University*, 24, 101-108 [in Ukrainian].
  43. Bielenikhina, A. V., Kostromitin, V. M., & Hlubokyi, O. M. (2013). Adaptivnist i ekolohichna plastychnist sortiv prosa zalezno vid umov roku [Adaptability and ecological plasticity of millet varieties depending on the conditions of the year]. *Visnyk Tsentru naukovooho zabezpechennia APV Kharkivskoi oblasti – Bulletin of the Center for Scientific Support of Agro-Industrial Production of Kharkiv Region*, 15, 10-16 [in Ukrainian].
  44. Katalog sortiv roslyn prydatnykh dlia poshyrennia v Ukraini u 2021 r. (2021). [Catalog of plant varieties suitable for distribution in Ukraine in 2021]. Okhorona prav na sorty roslyn: ofits. biul. Min. Ahropolityky Ukrainy, Derzh. sluzhba z okhorony prav na sorty roslyn. K. : TOV «Alefa», 531 [in Ukrainian].
  45. Konstantinov, S.I., Shapina, L.Ya., & Linnik, V.M. (1988). Metody i rezultaty selekcii prosa v Lesostepi Ukrainy [Methods and results of millet breeding in the Forest-Steppe of Ukraine]. *Selekciyai i semenovodstvo – Breeding and seed production*, 65, 18-23 [in Russian].
  46. Kobzyieva, L. N., Bezuhla, O. M., & Hryhorashchenko, L. V. (2007). Henofond zernobobovykh i krup'ianykh kultur NTsHRRU – dzherelo vykhidnoho materialu dlia perspektyvnykh napriamiv selekcii [Gene pool of legumes and cereals NCGRRU – a source of source material for promising areas of selection]. *Teoretychni osnovy selekcii polovykh kultur: Zbirnyk naukovykh prats – Theoretical bases of selection of field cultures: Collection of scientific works*, 301-325 [in Ukrainian].
  47. Konstantynov, S. I., Horbachova, S. M., & Horlachova, O. V. (2001). Rezultaty vyvchennia svitovoi kolekcii prosa v Lisostepu Ukrainy [The results of the study of the world collection of millet in the forest-steppe of Ukraine]. *Naukovyi visnyk natsionalnoho ahrarnoho universytetu – Scientific Bulletin of the National Agrarian University*, 40, 47-50 [in Ukrainian].
  48. Horbachova, S. M. (2008). Stvorennia vrozhainykh sortiv prosa z vysokoju yakistiu zerna i krupy ta stiikistiu do urazhennia zbudnykamy khvorob [Creation of high-yielding varieties of millet with high quality grain and cereals and resistance to pathogens]. *Selektsiia i nasinnytstvo: mizh vid. temat. nauk. zb. NAAN – Breeding and seed production: interdepartmental. topic. Science. coll*, 95, 71-79 [in Ukrainian].
  49. Kyrychenka, V. V. (2010). *Spetsialna selektsiia i nasinnytstvo polovykh kultur. navch. posib [Special selection and seed production of field crops]*. Kharkiv, 251-280 [in Ukrainian].
  50. Kobzyieva, L. N., Horbachova, S. M., & Biriukova, O. V. (2013). Proso – kultura universalnoho napriamu vykorystannia [Millet – a culture of universal use]. *Visnyk TsNZ APV Kharkivskoi oblasti – Bulletin of the Central Research Center for Agricultural Production of Kharkiv Region*, 14, 68-75 [in Ukrainian].
- Рудік О.Л., Рудік Н.М., Сергєєв Л.А., Чугак В.В. Просо посівне в системі адаптації аграрного виробництва до глобальних викликів сьогодення**
- Метою статті** є аналіз сучасної інформації щодо біологічних особливостей проса посівного, усвідомлення світового досвіду та узагальнення агротехнологічних і господарських переваг культури, вивчення сучасних тенденцій його виробництва та особливостей вирощування, перспектив ефективного використання біологічних переваг культури у системі сучасного аграрного виробництва в аспекті поточних світових викликів та проблем зумовлених війною Росії в Україні.
- Методика досліджень.** Робота виконана з використанням аналізу та узагальнення опублікованих результатів наукових досліджень вітчизняних та закордонних вчених. Були застосовані загально визнані методи наукового пізнання – діалектичний, абстрактно-логічний та аналітичний метод.
- Результати досліджень.** На основі узагальнення наукових вітчизняних і закордонних розробок та практичного досвіду виділено унікальні біологічні особливості проса як скоростиглість, широка межа терміну сівби, посухостійкість, жаровитривалість, пластичність до умов вирощування, широке господарське використання біологічної маси. Зосереджено увагу, що зазначені особливості проса дозволяють успішно його використовувати для коригування зернового та кормового балансу, оптимізації польових та зрошуваних сівозмін порушених у наслідок екстремальних погодних явищ та військових дій. Велика кількість вітчизняних сортів забезпечує одночасно широку можливість вибору для конкретних умов, проте потребує урахування їх морфо-фізіологічної реакції на специфічні умови альтернативного розміщення, що поєднано із ключовими технологічними елементами, та впливає на ефективність використання факторів інтенсифікації. Вирощування проса дозволяє отримувати повноцінну зернову продукцію та, по завершенні обмежень, спрощено перейти до традиційної системи аграрного виробництва.
- Висновки.** Просо посівне є унікальною культурою широкого використання, що дозволяє адаптувати та стабілізувати аграрне виробництво в екстремальних умовах гібридної війни. Наукові дослідження щодо раціонального використання культури в сівозмінах інтенсивного типу повинні бути спрямовані на розробку ресурсощадних та адаптивних технологій спрямованих на підвищення продуктивності і окупності витрат у сівозміні в цілому.
- Ключові слова:** просо посівне, біологічні особливості, технологія вирощування, господарське використання, глобальні виклики, умови військових дій.
- Rudik O.L., Rudik N.M., Sergeev L.A., Chugak V.V. Sowing millet in the system of adaptation of agricultural production to the global current challenges**
- The aim of the article** is the analysis of contemporary information concerning biological features of sowing millet, notification of world experience and generalization of agricultural, technological and economical benefits

of culture, study of contemporary tendencies of its production and peculiarities of its growing, perspectives of effective usage of biological benefits of culture in the system of contemporary agrarian production in the aspects of current world challenges and problems, caused by war between Russian Federation in the Ukraine. **The methodic of researches.** The work is done with usage of analysis and generalization of published results of native and foreign scientists. It was used generally approved methods of scientific knowledge – dialectical, abstract-logical and analytical ones. **The results of researches.** On the base of generalization of scientific native and foreign work outs and practical experience it was highlighted such unique biological peculiarities of millet as precocity, wide measure of term of sowing, drought resistance, heat resistance, plasticity to conditions of growing, wide economical usage of biological mass. It was concentrated attention to the fact that mentioned peculiarities of millet permit to use it successfully for adjustment of grain and fodder balance, optimization of field and irrigation crop rotations violated

as a result of extreme weather conditions and war actions. A large number of native varieties guarantee simultaneously wide possibility of choice for concrete conditions but it need accounting of their morphological and physiological reactions on specific conditions of their alternative placement, that is connected with key technological elements and influenced on effectiveness of usage of intensification factors. Growing of millet permits to get full-fledged grain products and after limitation permits to go in a simple way to traditional system of agrarian production. **Conclusions.** Sowing millet is the unique culture of wide usage that permits to adapt and to stabilize agrarian production in extreme conditions of hybrid war. Scientific researches concerning rational usage of culture in crop rotations of intensive type must be directed to the work out of resource saving and adaptive technologies directed to increase of productivity and cost recovery in crop rotations in a whole.

**Key words:** sowing millet, biological peculiarities, growing technology, economical usage, global challenges, and conditions of war actions.