



# Генетика, селекція, біотехнологія

УДК 633.16:631.527

© 2024

## ДОСЯГНЕННЯ ТА ПЕРСПЕКТИВИ СЕЛЕКЦІЇ БЕЗОСТОГО ЯЧМЕНЮ ДЛЯ КОРМОВИРОБНИЦТВА

Н.І. Васько<sup>1</sup>, М.Р. Козаченко<sup>2</sup>, П.М. Солонечний<sup>3</sup>,  
О.Г. Наумов<sup>4</sup>, О.В. Зимогляд<sup>5</sup>, О.В. Солонечна<sup>6</sup>, Г.С. Шевченко<sup>7</sup>

<sup>1, 2</sup>доктори сільськогосподарських наук

<sup>3, 4, 6</sup>кандидати сільськогосподарських наук

<sup>5</sup>Ph доктор філософії

Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва Національної академії аграрних наук України

просп. Героїв Харкова, 142, м. Харків, 61060, Україна

e-mail: <sup>1</sup>nvasko1964@gmail.com, <sup>2</sup>zuriev1908@gmail.com,

<sup>3</sup>pashabarley86@gmail.com, <sup>4</sup>alnaum@ukr.net

ORCID: <sup>1</sup>0000-0002-2421-1625, <sup>2</sup>0000-0002-0770-1817,

<sup>3</sup>0000-0001-7652-9419, <sup>4</sup>0000-0002-0092-1251,

<sup>5</sup>0000-0002-2957-6092, <sup>6</sup>0000-0003-1525-9501, <sup>7</sup>0009-0000-5213-4527

Надійшла 24.06.2024

**Мета.** Створити інноваційні сорти безостого ячменю, які є джерелом енергетичного корму для кормовиробництва. **Методи.** Дослідження зі створення безостих сортів ячменю в Інституті рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН проводять упродовж 17 років (2006 – 2023 рр.). Метод створення сортів ячменю – внутрішньовидова гібридизація. Джерелами безостості були сорти Гранал, Гранал 447 (Казахстан), Sicarpi 7 (Франція) та IR 08027 (Сирія), але в процесі селекції найефективнішим виявився сорт Гранал. Сортовипробування було здійснено за методиками Українського інституту експертизи сортів рослин. Упродовж вегетації проведено фенологічні спостереження, оцінено стійкість до вилягання. Статистичну обробку результатів досліджень виконано дисперсійним аналізом за програмою STATISTICA 6. **Результати.** Створено і впроваджено 5 безостих сортів ячменю ярого різновиду inerte, внесених у 2011 – 2021 рр. до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні: Модерн, Контраст, Кречет, Інер і Геркулес, на кваліфікаційну експертизу передано новий сорт ячменю ярого безостого Ярець. У безостих сортів замість остюків на зовнішній квітковій лусці наявні вирости у вигляді зубців. Урожайність цих сортів – понад 5 т/га, уміст білка – 12 – 13%. Новий сорт Ярець має підвищену поживність, яка визначається високим умістом фенольних сполук – 1,10 мг/г за еквівалентом галової кислоти. **Висновки.** У селекційному процесі господарські

**показники нових сортів поліпшуються порівняно з попередніми безостими сортами. Впровадженням у селекційний процес сортів західноєвропейської селекції розв'язано проблему стійкості до вилягання та ураження збудниками листових хвороб. Унаслідок доборів підвищилися вміст білка та натура зерна. Створено новий безостий сорт Ярець із підвищеною поживною якістю зерна — високим вмістом фенольних сполук.**

**Ключові слова:** енергетичний корм, зерно, вміст білка, стійкість до вилягання, зерно, донор.

**DOI:** <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202409-04>

Зернові кормові культури є основним джерелом безпосередньої годівлі тварин зерном і високоякісної поживної сировини для виробництва концентратних комбінованих кормів. Головними зернокарбовими культурами в Україні є кукурудза, ячмінь, овес, сорго, горох, соя. Зокрема, зерно ячменю — це вуглеводистий енергетичний корм, який має велике дієтичне значення, оскільки поліпшує і стабілізує роботу передшлунків жуйних тварин.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Дослідженнями встановлено, що ячмінь має кращі кормові якості, ніж інші зернові культури, 1 кг зерна ячменю дорівнює 1,2 к. од. Особливо цінним є високобілкове зерно, вміст білка має бути не менше 13–14%. До складу білкового комплексу зерна ячменю входить понад 20 амінокислот, 8 із них незамінні. Білок ячменю повноцінніший, ніж в інших культур, але низьколізиновий (2,5–3,2%) [1, 2].

Солома ячменю — це грубий корм, який потрібний для годівлі жуйних тварин. Щоб досягти високої продуктивності корів і підвищеного вмісту білка в молоці, у раціоні корів має бути значна частка концентрованих кормів. Але нестача сирогої клітковини може спричинити метаболічні розлади, що призведе до надлишку молочної кислоти та ацидозу в рубці тварини. Найкращим буфером для вільної молочної кислоти є слина корів, що містить бікарбонат натрію, тому жуйним тваринам потрібно багато соломи або сіна, щоб стимулювати жування, тоді корови захищені від ацидозу рубця. Ячмінна солома поживніша за пшеничну, але в ній

багато залишків остюків [3, 4]. З метою уникнення цього в Інституті рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН створено низку безостих сортів ячменю ярого: Модерн, Геркулес, Інер, Контраст, Кречет, Ярець [5–8]. Солома таких сортів позбавлена залишків зазублених остюків, які можуть травмувати стравохід тварин і сприяти потраплянню хвороботворних мікроорганізмів [2–5, 9–11].

У світі селекція безостого ячменю поширена особливо в регіонах із традиційно розвиненим скотарством. Так, в Австралії створено багато фуражних сортів ячменю, серед них безості Harpoon, Kraken, Moby [12], США — Cowgirl, Stokford [13, 14], у Канаді — CDC Ortona [15].

Слід зазначити, що ячмінний білок завдяки багатому амінокислотному складу є повноцінним, вміст лізину і триптофану в зерні ячменю вищий, ніж в інших зернових культурах. Коефіцієнт повноцінності зерна ячменю — 0,97% [1–4]. Дослідження вчених із North Dakota State University підтверджують цінність зерна ячменю як енергетичного корму для тварин. Вирощування ячменю економічно вигідне для виробника, оскільки його насіння не є високовартісним. У деяких кліматично сприятливих регіонах ячмінь може давати 2 врожаї на рік, тому що є скоростиглою культурою надраннього посіву. Його можна вирощувати як монокультуру і в сумішках з іншими культурами (горохом, викою тощо), що підвищує поживність зеленого корму, силосу, сінажу чи соломи [16, 17].

Селекція безостого ячменю ґрунтується на широких генетичних дослідженнях,

оскільки роль остюків у формуванні врожаю досі однозначно не визначена [18–21].

Для молодняку моногастричних тварин та птиці зерно ячменю рекомендують лущити [22]. Це енергозатратний процес, який підвищує вартість кормів. Тому нами створено голозерні сорти ячменю ярого Явір, Орлан, Гордій, зерно яких легко відділяється від плівки під час обмолоту. До того ж голозерний ячмінь набагато поживніший, ніж плівчастий, уміст білка в голозерному ячмені — 16–18%. Як енергетичний корм голозерний ячмінь також перевершує плівчастий — антиоксидантна активність його зерна становить 3,5 мг/г за еквівалентом хлорогенової кислоти, плівчастого — до 3,0 мг/г. Для порівняння: антиоксидантна активність зерна пшениці м'якої озимої — 1,0–1,2 мг/г [23–26].

Отже, ячмінь — цінна кормова культура, особливої уваги заслуговують безості та голозерні сорти з високим умістом білка в зерні.

**Мета досліджень** — створити інноваційні сорти безостого ячменю, які є джерелом енергетичного корму для кормовиробництва.

**Матеріали та методи досліджень.** Дослідження зі створення безостих сортів ячменю в Інституті рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН проводять упродовж 17 років (2006–2023 рр.). Метод створення сортів ячменю — внутрішньовидова гібридизація. Джерелами безостості були сорти Гранал, Гранал 447 (Казахстан), Sicarpi 7 (Франція) та IR 08027 (Сирія), але в процесі селекції найефективнішим виявився сорт Гранал.

Сортовипробування було проведено за загальноприйнятими методиками [27, 28]. Попередник — горох на зерно. Площа ділянки — 10 м<sup>2</sup>, міжряддя — 0,15 м, повторень — 4. Упродовж вегетації проведено фенологічні спостереження — відзначено настання фаз сходів, куціння, колосіння, дозрівання, оцінено стійкість до вилягання. Статистичну обробку результатів досліджень проведено з використанням дисперсійного аналізу за програмою STATISTICA 6.

**Результати досліджень.** В Україні було створено і впроваджено 5 безостих сортів ячменю ярого, внесених у 2011–2021 рр. до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні: Модерн, Контраст, Кречет, Інер і Геркулес. У безостих сортів замість остюків на зовнішній квітковій лусці наявні вирости у вигляді зубців.

Першим сортом ячменю ярого безостого був дворядний Модерн різновиду *inermе*. Сорт створено методом гібридизації сортів Звершення і Гранал. Урожайність безостого сорту Модерн за 2007–2008 рр. становила 5,08 т/га, що на 8% перевищувало врожайність стандарту Галактик (табл. 1). Сорт середньостиглий, період вегетації — до 87 дб. Істотним його недоліком була невисока стійкість до вилягання (7,8 бала), як і в сорту Гранал (7,0 балів), що зумовлено висотою рослин сорту Модерн (88 см). Інші показники мали середній рівень: маса 1000 зерен — 46,5 г, зерен у колосі — 26 шт., щільність колоса — 11,2 членика на 4 см стрижня колоса, колос довжиною 8,8 см із сильним восковим нальотом, продуктивна кущистість — 1,7 стебла. Грубозморшкувата поверхня зовнішньої квіткової луски в сорту Модерн є недоліком у виробництві кормів.

При випробуванні на штучному інфекційному фоні сорт Модерн мав дуже низьку стійкість до гелмінтоспоріозу (2 бали), але проявив абсолютну групову стійкість до сажкових хвороб (9 балів). Завдяки цій властивості сорти, що походять від сорту Гранал, є донорами стійкості до сажкових хвороб.

Унаслідок гібридизації остистого сорту оригінальної селекції Парнас із безостою лінією 04-481 *inermе* було створено безостий сорт Контраст. Лінію 04-481 *inermе* одержано доборою із гібридної популяції F<sub>3</sub> Звершення/Гранал. За однакового із сортом Модерн родоводу сорт Контраст на відміну від сорту Модерн є низькорослим (60 см), як і сорт Звершення, і завдяки цьому має високу стійкість до вилягання (9 балів). У 2015–2016 рр. у конкурсному сортовипробуванні інститу-

ту врожайність сорту Контраст становила 4,43 т/га, що перевищувало врожайність стандарту Взірець на 0,18 т/га. Сорт середньостиглий, тривалість вегетаційного періоду 83 доби, стійкий до сажкових хвороб (9 балів), але стійкість до ураження збудниками гельмінтоспориозу була низькою (5 балів) (див. табл. 1).

Унаслідок схрещування остистої лінії 06-09 (колекційний зразок IR 6898/Гама) з безостим сортом Вітраж було створено безостий сорт Кречет. У конкурсному сортовипробуванні інституту за 2016–2017 рр. його врожайність була 5,34 т/га, тобто перевищувала врожайність стандарту Взірець на 8%. Сорт Кречет середньостиглий (тривалість вегетації 84 доби), низькорослий (61 см), стійкий до вилягання (9 балів), посухи (9 балів), збудників сажкових хвороб (9 балів), має середню стійкість до збудників гельмінтоспориозу (6 балів) (див. табл. 1).

Безостий сорт Інер було створено при схрещуванні сорту оригінальної селекції Етикет і сорту Модерн. Сорт стійкий до вилягання (8,9 бала), низькорослий, врожайність — 5,95 т/га, що становить

110% до стандарту Взірець. Уміст білка в зерні — 11,48%, крохмалю — 62,04%, тривалість вегетаційного періоду — 85 діб, середньостиглий. Безостий сорт Інер вирізняється високою стійкістю до збудників сажкових хвороб (9 балів) і середньою до гельмінтоспориозу (6 балів) (див. табл. 1).

При створенні безостого сорту Геркулес батьківськими компонентами були лінія 07-1223 (Гранал/Fink) та Arikada (Німеччина). У конкурсному сортовипробуванні інституту в 2017–2019 рр. врожайність сорту Геркулес становила 5,28 т/га, що на 12% вище, ніж у стандарту Взірець. За тривалістю вегетаційного періоду сорт Геркулес середньостиглий (85 діб), низькорослий (60 см), стійкий до вилягання (9 балів). Маса 1000 зерен сорту Геркулес — 43,0 г, стійкість до гельмінтоспориозу середня (6–7 балів) (див. табл. 1).

За вмістом білка безості сорти належать до середньо- та високобілкових (11,48–12,75%), відзначаються невибагливістю до умов вирощування, зокрема високою посухостійкістю. Безості сорти є донорами стійкості до сажкових хвороб

**1. Господарські ознаки безостих сортів ячменю ярого в різні роки конкурсного сортовипробування (2007–2019 рр.)**

Ознака	Сорт				
	Модерн	Контраст	Кречет	Інер	Геркулес
Урожайність, т/га	5,08	4,43	<b>5,34</b>	<b>5,23</b>	<b>5,28</b>
% до стандарту	8	4	8	10	<b>12</b>
Вегетаційний період, діб	87	<b>82</b>	<b>84</b>	85	85
Висота, см	88	<b>60</b>	61	62	<b>60</b>
Уміст білка, %	11,9	12,4	11,4	<b>12,7</b>	<b>12,7</b>
Маса 1000 зерен, г	<b>46,5</b>	<b>45,0</b>	42,5	<b>45,0</b>	43,0
Продуктивна кущистість, стебел	1,70	1,60	<b>1,95</b>	<b>1,90</b>	<b>1,90</b>
Зерен у колосі, шт.	<b>26</b>	24	25	<b>26</b>	24
Довжина колоса, см	<b>8,80</b>	7,80	8,20	<b>8,30</b>	7,70
Стійкість до, балів:					
летючої сажки	9	9	9	9	9
кам'яної сажки	9	9	9	9	9
гельмінтоспориозу	7	8	8	9	9
вилягання	7,8	9	9	9	9
посухи	9	9	9	9	9

## 2. Характеристика безостих сортів ячменю (2019–2021, 2023 рр.)

Сорт	Урожайність, т/га	Уміст білка, %	Натура зерна, г/л	Маса 1000 зерен, г	Стійкість до вилягання, бал
Модерн	4,88	<b>12,50</b>	636	42,5	8,0
Контраст	4,46	12,45	630	<b>45,0</b>	8,5
Кречет	5,34	11,48	<b>660</b>	43,8	<b>9,0</b>
Інер	<b>5,45</b>	11,48	657	<b>44,2</b>	8,5
Геркулес	<b>5,38</b>	<b>12,75</b>	<b>680</b>	43,0	<b>9,0</b>

ячменю. Урожайність у виробництві становила 5,9–6,7 т/га, у середньому за 2019–2023 рр. — 4,88–5,45 т/га (табл. 2).

На кваліфікаційну експертизу в 2024 р. передано новий сорт ячменю ярого безостого Ярець, різновид *inerte*. Сорт створено методом гібридизації сортів Вітраж/ Pasadena. Середньостиглий, середня врожайність у конкурсному сортовипробуванні в 2021 та 2023 рр. була 4,74 т/га, що становить 109% до стандарту Авгур.

Низькорослий — висота рослин 55–65 см, дуже стійкий до вилягання — 9 балів. Зерно видовжене, маса 1000 зерен — 44,0 г, уміст білка в зерні — 13,8%. Для поживності корму велике значення має підвищений уміст фенольних сполук. У сорту Ярець цей показник високий — 1,10 мг/г за еквівалентом галової кислоти. Сорт дуже стійкий до ураження кам'яною сажкою (9 балів), середньостійкий до гельмінтоспориозів (5 балів).

### Висновки

Створення та вирощування сортів безостого ячменю є важливим для отримання енергетичного корму для тварин. В Інституті рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН широко розгорнуто селекцію безостого ячменю, створено та внесено до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні в 2024 р., сорти Модерн, Контраст, Кречет, Інер та Геркулес, на кваліфікаційну експертизу передано новий сорт ячменю ярого безостого

Ярець. У селекційному процесі поліпшуються господарські показники нових сортів порівняно з попередніми безостими сортами. Розв'язано проблему стійкості до вилягання та ураження збудниками листових хвороб впровадженням у селекційний процес сортів західноєвропейської селекції. Унаслідок доборів підвищилися вміст білка та натура зерна. Створено новий безостий сорт Ярець із підвищеною поживною якістю зерна — високим умістом фенольних сполук.

Vasko N.<sup>1</sup>, Kozachenko M.<sup>2</sup>, Solonechnyi P.<sup>3</sup>, Naumov O.<sup>4</sup>, Zymogliad O.<sup>5</sup>, Solonechna O.<sup>6</sup>, Shevchenko H.<sup>7</sup>

Institute of plant breeding named after V. Ya. Yuriev of NAAS, 142 Heroiv Kharkova ave., Kharkiv, 61060, Ukraine; e-mail: <sup>1</sup>nvasko1964@gmail.com, <sup>2</sup>yuriev1908@gmail.com, <sup>3</sup>pashabarley86@gmail.com, <sup>4</sup>alnaum@ukr.net, ORCID: <sup>1</sup>0000-0002-2421-1625, <sup>2</sup>0000-0002-0770-1817, <sup>3</sup>0000-0001-7652-9419, <sup>4</sup>0000-0002-0092-1251, <sup>5</sup>0000-0002-2957-6092, <sup>6</sup>0000-0003-1525-9501, <sup>7</sup>0009-0000-5213-4527

**Achievements and prospects of selection of awnless barley for fodder production**

**Goal.** To create innovative varieties of awnless barley, which are a source of energy feed for fodder production. **Methods.** Research on the creation of awnless varieties of barley at the Institute of plant breeding named after V. Ya. Yuriev of NAAS has been held for 17 years (2006–2023). The method of creating barley varieties was intraspecific hybridization. The sources of awnless were Hranal, Hranal 447 (Kazakhstan), Sicarpi 7 (France) and IR 08027 (Syria) varieties. In the process of selection, the Hranal variety turned out to be the most effective. Varietal testing was carried out according to the methods of the Ukrainian Institute of Examination

of Plant Varieties. During the growing season, phenological observations were made, and resistance to lodging was evaluated. Statistical processing of the research results was performed by variance analysis using the STATISTICA 6 program. **Results.** 5 awnless barley varieties of the inerme spring type included in 2011–2021 into the State Register of plant varieties suitable for distribution in Ukraine were created and introduced: Modern, Kontrast, Krechet, Iner and Hercules. A new variety of spring awnless barley Yarets was submitted for qualification examination. In awnless varieties, instead of awns, there are outgrowths in the form of teeth on the outer flower scales. The yield of these varieties is more than 5 t/ha, the protein content is 12–13%. The new Yarets variety has increased nutrition, which

is determined by the high content of phenolic compounds — 1.10 mg/g of gallic acid equivalent. **Conclusions.** In the selection process, economic indicators of new varieties improve compared to previous awnless varieties. The introduction of varieties of Western European selection into the selection process solved the problem of resistance to lodging and damage by pathogens of foliar diseases. As a result of breeding, the protein content and nature of the grain increased. A new awnless variety Yarets was created with the increased nutritional quality of the grain — high content of phenolic compounds.

**Key words:** energy feed, grain, protein content, lodging resistance, grain, donor.

**DOI:** <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202409-04>

## Бібліографія

1. Зінченко О.І. Зернові кормові культури. *Кормовиробництво*. Київ: Вища освіта, 2005. С. 376–380.
2. *Зернофуражні (зернокормові) культури*. *Таврійський ДАУ ім. Д. Моторного*. URL: <http://www.tsatu.edu.ua>rosl>uploads>sites>...>
3. Бомко В.С., Бомко Л.Г., Бабенко С.П. та ін. Годівля сільськогосподарських тварин: методичні вказівки. Біла Церква: Білоцерківський національний аграрний університет, 2019. 52 с.
4. *Якість сіна та соломи в годівлі ВРХ*. АГ-БАГ-Україна. URL: [www.ag-bag.ua](http://www.ag-bag.ua)
5. Kozachenko M.R., Vasko N.I., Naumov O.H. et al. Efficiency awnless barley breeding. *Sel. Nasinn.* 2011. Is. 100. P. 37–45. doi: 10.30835/2413-7510.2011.66285
6. Zymogliad O.V., Kozachenko M.R., Vasko N.I. et al. Performance inheritance and combining ability of spring barley accessions. *Sel. Nasinn.* 2021. Is. 119. P. 103–114. doi: 10.30835/2413-7510.2021.237026
7. Козаченко М.Р., Васько Н.І., Важенина О.Є. та ін. Геркулес — новий безостий сорт ячменю ярого для кормовиробництва. *Аграрна наука — виробництво*. 2023. № 3. С. 21.
8. Козаченко М.Р., Васько Н.І., Солонечний П.М. та ін. Ефективність методів селекції харківських сортів ярого ячменю. *Генетичні ресурси рослин*. 2023. № 33. С. 5–26. doi: 10.36814/pgr.2023.33.01
9. Bleidere M., Gaile Z. Grain quality traits important in feed barley. *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences, Section B: Natural Exact and Applied Sciences*. 2012. V. 66. Т. 1–2. P. 1–9. doi: 10.2478/v10046-0111-0039-8
10. Ötles S., Cagindi Ö. Cereal based functional foods and nutraceuticals. *Acta Scientiarum Polonorum, Ser. Technologia Alimentaria*. 2006. V. 5. № 1. P. 107–112.
11. Tsvetkov St.M., Tsvetkov K.St. An attempt to develop two-rowed awnless barley (vvLkLk) by using genetic awnless plasma of cv. Tsvetelina (*Hordeum sativum* Jess. ssp. *vulgare*, var. *dundar beyi* Zhuk). *Bulgarian J. of Agricultural Science*. 2007. V. 13. P. 529–533.
12. *A guide to filling the winter feed gap with forage cereals*. S&W Seed Company Australia. <https://swseedco.co.au>
13. *Barley*. Treasure State Seed. <https://www.treasurestateseed.com>
14. *Barley Hay for Horse*. Kentucky Equine Research. 2017. <https://ker.com>equinews>
15. *New wheat, barley, oat varieties for 2021*. Crainews. <https://www.grainews.ca>
16. Anderson V., Bauer M., Lardy G. et al. Barley grain and forage for beef cattle. NDSU (North Dakota State University). <https://ag.ndsu.edu/PUBLICATIONS/livestock/barley-...>
17. Al Tawaha A.R.M., Turk M.A., Supanjan R.D.L. et al. Awnless barley response to crop managements under Jordanian environments. *Bioscience Research*. 2005. V. 2. № 3. P. 125–129. <https://www.researchgate.net/publication/277716327>
18. Huang B., Wu W., Hong Z. Genetic interactions of awnless genes in barley. *Genes*. 2021. V. 12. P. 606. doi: 10.3390/genes12040606
19. Huang B., Huang D., Hong Z. et al. Genetic analysis reveals four interacting loci underlying awn trait diversity in barley (*Hordeum vulgare*). *Sci. Rep.* 2020. V. 10. P. 12535. doi: 10.1038/

s41598-020-69335-x

20. Huang B., Weiren W., Hong Z. Genetic loci underlying awn morphology in barley. *Genes*. 2021. V. 12(10). P. 1613. doi: 10.3390/genes12101613

21. Yuo T., Yamashita Y., Kanamori H. et al. A SHORT INTERNODES (SHI) family transcription factor gene regulates awn elongation and pistil morphology in barley. *J. Exp. Bot.* 2012. V. 63. P. 5223–5232. doi: 10.1093/jxb/ers182

22. Viliene V., Raceviciute-Stupeliene A., Bliznikas S. et al. The impact of different inclusion of whole barley in feed on growth performance, carcass, and gastrointestinal traits of broiler chickens. *Czech J. Animal. Sci.* 2022. V. 67. Т. 4. P. 147–156. doi: 10.17221/3/2022-CJAS

23. Ahmad A., Anjum F.M., Zahoor T. et al. Beta glucan: a valuable functional ingredient in foods. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 2012. V. 52(3). P. 201–212. doi: 10.1080/10408398.2010.499806

24. Rakha A., Saulnier L., Amana P. et al. Enzymatic fingerprinting of arabinoxylan and  $\beta$ -glucan in triticale, barley and tritordeum grains.

*Carbohydr. Polym.* 2012. V. 90. P. 1226–1234. doi: 10.1016/j.carbpol.2012.06.054

25. Biel W., Kazimierska K., Bashutska U. Nutritional value of wheat, triticale, barley and oat grains. *Acta Sci. Pol. Zootechnica*. 2020. V. 19(2). P. 19–28. doi: 10.21005/asp.2020.19.2.03

26. Васько Н.І., Поздняков В.В., Козаченко М.Р. та ін. Антиоксидантна активність плівчастих і голозерних зразків ячменю ярого. *Вісник Центру наукового забезпечення АПВ Харківської області*. 2018. Вип. 25. С. 125–133.

27. *Методика* проведення кваліфікаційної експертизи сортів рослин на придатність до поширення в Україні. Загальна частина; укл. Ткачик С.О., Лещук Н.В., Присяжнюк О.І. УІЕСР. Вінниця, 2016. 117 с.

28. *Методика* проведення експертизи сортів рослин групи зернових, круп'яних та зернобобових на придатність до поширення в Україні; за ред. Ткачик С.О.; укл. Лівандовський А.А., Хоменко Т.М. та ін. УІЕСР. Вінниця, 2016. 82 с.