

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК  
ІНСТИТУТ РОСЛИННИЦТВА ІМ. В.Я. ЮР'ЄВА

ВАСЬКО НАТАЛІЯ ІВАНІВНА

УДК 633.16:631.527

**ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ СЕЛЕКЦІЇ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО  
ХАРЧОВОГО НАПРЯМУ ВИКОРИСТАННЯ**

**06.01.05 – селекція і насінництво**

**АВТОРЕФЕРАТ**

дисертації на здобуття наукового ступеня  
доктора сільськогосподарських наук

**ХАРКІВ – 2019**

Дисертацією є рукопис  
Роботу виконано в Інституті рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН протягом 2006–2017 рр.

**Науковий консультант:** доктор сільськогосподарських наук, професор  
**КОЗАЧЕНКО Михайло Романович**,  
Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН,  
головний науковий співробітник лабораторії  
селекції та генетики ячменю

**Офіційні опоненти:** доктор сільськогосподарських наук, професор  
**ТИЩЕНКО Володимир Миколайович**  
Полтавська Державна аграрна академія МОН,  
завідувач кафедри селекції, насінництва та  
генетики

доктор сільськогосподарських наук, старший  
науковий співробітник  
**ЧЕРЧЕЛЬ Владислав Юрійович**  
ДУ Інститут зернових культур НААН,  
директор, завідувач лабораторії селекції кукурудзи  
скоростиглих гібридів

доктор сільськогосподарських наук, старший  
науковий співробітник  
**ХОМЕНКО Світлана Олегівна**  
Миронівський інститут пшениці ім. В.М. Ремесла  
НААН,  
завідувач лабораторії селекції ярої пшениці

Захист відбудеться « 26 » листопада 2019 р. о 10 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 64.366.01 при Інституті рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН за адресою: 61060, м. Харків, проспект Московський, 142, тел. 098-949-4524, e-mail: [yuriev1908@gmail.com](mailto:yuriev1908@gmail.com)

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН за адресою: м. Харків, проспект Московський, 142  
Автореферат розісланий « 24 » жовтня 2019 р.

**Вчений секретар спеціалізованої вченої ради**

**Ю.Є. Огурцов**

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** У світі широко розгорнуто дослідження з вивчення та створення сортів ячменю харчового призначення, особливої уваги заслуговують голозерні та зразки з крохмалем ваху. Найбільших успіхів досягнуто науковцями Канади, Австралії, США, Швеції. В Україні наукові дослідження з визначення унікальних властивостей ячмінного зерна ведуться ще недостатньо, на цей час – лише в Селекційно-генетичному інституті – Національному центрі насінництва і сортовивчення (м. Одеса) під керівництвом О.І. Рибалки. Тому слід повніше опрацювати такі питання, як збалансованість і якість зерна ячменю та екологічність вирощування через невисоку стійкість до хвороб. Зокрема, у голозерних і плівчастих різновидностей ячменю недостатньо досліджено прояв та мінливість антиоксидантної активності, її залежність від вмісту фенольних сполук, вмісту та якості білка, крохмалю зі звичайним та зміненим складом, склоподібності ендосперму та перетравлюваності білка, вмісту клітковини, золи, олії та її жирнокислотного складу. Також потребує подальшого дослідження успадкування, успадковуваність, тип взаємодії генів, кореляція між структурними елементами продуктивності у гібридних популяціях з батьківськими компонентами голозерних різновидностей. Установлення цих закономірностей є необхідним для створення моделі харчового сорту ячменю для умов Лісостепу України.

Розширення і поглиблення селекційної роботи з ячменем дозволить вирішити наукову проблему зі встановлення оптимальних параметрів ознак якості зерна харчового ячменю та створення сортів з комплексом цінних харчових властивостей, придатних для виробництва продуктів харчування, в тому числі дієтичного та дитячого.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дослідження за темою дисертаційної роботи проведено в Інституті рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН впродовж 2009–2017 рр. за завданнями трьох пріоритетних програм наукових досліджень:

10.01.01-127 (2006–2010 рр.) «Створити сорт ярого ячменю з потенційною врожайністю 5–6 т/га, адаптований до мінливих умов вирощування, з високою стійкістю до вилягання (7–8 балів), посухи (7–8 балів), основних хвороб та шкідників (6–9 балів)» (номер державної реєстрації 0106U004873) та 11.01.01.25Ф (2011–2015 рр.) «Розробити теоретичні основи селекції ячменю ярого різних напрямів використання та створити сорти з комплексом господарсько цінних ознак, адаптовані до умов вирощування» (номер державної реєстрації 0111U003384) ПНД «Зернові культури»; 07.02-021 (2006–2010 рр.) «Розширити генетичне різноманіття ячменю ярого шляхом встановлення закономірностей мінливості і успадкування ознак рідкісних різновидностей» (номер державної реєстрації 0106U004865) НТП «Генетичні системи комплексних ознак адаптивності сільськогосподарських культур»; 13.00.01.42.П (2016–2018 рр.) «Установити особливості формування цінних господарських ознак за допомогою сучасних технологій генетичного контролю та створити сорти ячменю ярого (*Hordeum vulgare* L.)» (номер державної реєстрації 0116U001047) ПНД «Селекція зернових і зернобобових культур».

**Мета та завдання дослідження.** Метою дослідження було визначення теоретичних основ селекційного процесу харчових сортів ячменю ярого, обґрунтування та прогноз селекційного ефекту на основі визначення особливостей мінливості кількісних ознак, закономірностей їх успадкування, встановлення рівня і закономірностей прояву харчових властивостей та ефективності створення сортів харчового використання.

Для досягнення цієї мети вирішували такі завдання.

1. Установити мінливість кількісних ознак та екологічну стабільність сортів ячменю ярого в умовах східної частини Лісостепу України, визначити мінливість ознак під впливом середовища та результативність використання вихідного матеріалу.

2. Визначити закономірності успадкування та успадкованості кількісних ознак компонентів і субкомпонентів продуктивності.

3. Установити селекційно-генетичні особливості зразків ячменю ярого за врожайним потенціалом та харчовими якостями.

4. Визначити особливості та закономірності прояву харчових якостей та антиоксидантної активності в залежності від генотипу та умов вирощування.

5. Виявити провідні ознаки у формуванні цінних господарських властивостей в умовах східної частини Лісостепу України та визначити особливості селекційного процесу для харчового ячменю.

6. Установити зв'язок харчових властивостей зі стійкістю ячменю до біотичних чинників.

7. Обґрунтувати модель сорту ячменю харчового призначення та на цій основі створити лінії та сорти ячменю ярого харчового напрямку використання.

*Об'єкт дослідження:* закономірності формування, успадкування і мінливості цінних господарських ознак, цінність сортів і ліній ячменю ярого за врожайністю, харчовими властивостями, стійкістю до біо- та абіотичних чинників, моделювання та створення вихідного матеріалу і сортів ячменю ярого харчового напрямку використання та особливості їх селекції.

*Предмет дослідження:* теоретичні основи селекції ячменю ярого харчового напрямку використання.

**Методи дослідження.** Польові (сортовивчення для визначення впливу умов вирощування на об'єкт дослідження), селекційний (гібридизація для одержання експериментальних гібридів), біометричний та вимірювально-ваговий (для обліку продуктивності та врожайності), спеціальні для відповідних галузей – біохімічний (визначення антиоксидантної здатності, вмісту білка, крохмалю, фенольних сполук, фракційного складу крохмалю, олії, жирнокислотного складу, вмісту клітковини, золи), генетичний (визначення успадкування за ступенем домінантності та коефіцієнтів успадкованості), статистичні (дисперсійний, варіаційний, кореляційний, регресійний, GGE biplot аналіз).

**Наукова новизна одержаних результатів.** Наукова новизна полягає у вирішенні важливої наукової проблеми з теоретичного обґрунтування основ селекції ячменю ярого харчового напрямку використання шляхом комплексного застосування селекційних і генетичних методів дослідження. Відрізняється від раніше відомих результатів установленням цінних харчових властивостей дослідженого матеріалу,

виділенням джерел цих властивостей та удосконаленням селекційного процесу харчового ячменю.

*Уперше в Україні* визначено особливості та закономірності прояву антиоксидантної активності (АОА) в залежності від умов вирощування та генотипу, встановлено позитивну істотну кореляцію ( $r = 0,668$ ) між вмістом фенольних сполук та рівнем загальної антиоксидантної активності. Виділено зразки з високим вмістом фенольних сполук, установлено, що сорти CDC Alamo, Аміль та Взірєць мають стабільно високий вміст фенольних сполук незалежно від умов вирощування і є джерелами даної ознаки для селекції харчових сортів ячменю. Встановлено джерела білка з високою здатністю до перетравлення протеолітичними ферментами – сорти Парнас, Беркут та Омський голозерний 1. Установлено особливості прояву та мінливості склоподібності ендосперму зерна ячменю, її кореляцію із вмістом білка. Теоретично обґрунтовано модель високоврожайного сорту ячменю ярого харчового напрямку для умов Лісостепу України з високою загальною антиоксидантною здатністю.

*Уперше для східної частини зони Лісостепу України* встановлено закономірності успадкування та успадкованості кількісних ознак у серіях схрещування з голозерними зразками. Визначено ознаки, за якими гетерозис в  $F_1$  проявлявся найчастіше. Встановлено зростання ступеня гетерозису  $H_{bt}$  при високому рівні ступеня домінантності; показники ступеня домінантності, типу взаємодії генів та ступеня гетерозису слід використовувати в комплексі з коефіцієнтами успадкованості, що забезпечить більшу коректність прогнозу та ефективність добору.

Установлено селекційно-генетичні особливості зразків ячменю ярого плівчастих та голозерних різновидностей зі звичайним та ваху крохмалем за врожайним потенціалом та харчовими якостями. У зразків голозерного ячменю вміст білка (до 15,46 %) та склоподібність (понад 90 %) істотно перевищують ці показники (до 13,82 % та до 60 % відповідно) у плівчастих різновидностей. Генотипи ячменю з ваху крохмалем мають істотно вищий вміст олії та нижчу склоподібність ендосперму плівчастих зразків порівняно із зразками зі звичайним крохмалем.

*Розширено* генетичне різноманіття ячменю ярого шляхом створення восьми голозерних ліній і ліній зі зміненим складом крохмалю – носіїв гена *wax* з високою антиоксидантною активністю та трьох ліній з високою здатністю до перетравлення білка протеолітичними ферментами.

*Розроблено* оптимальні параметри моделі харчового сорту ячменю ярого для умов Лісостепу України.

*Удосконалено* схему селекційного процесу ячменю ярого з урахуванням харчових властивостей вихідних компонентів для гібридизації та виділення цінних генотипів на початкових етапах.

*Набули подальшого розвитку* наукові положення щодо встановлення рівня мінливості та закономірностей успадкування за провідними селекційними ознаками та параметрами харчових властивостей в залежності від умов вирощування; встановлення зв'язку харчових властивостей зі стійкістю ячменю до біотичних

чинників, виділення джерел стійкості серед голозерних зразків з крохмалем звичайного та зміненого складу.

**Практичне значення одержаних результатів.** На основі встановлених селекційно-генетичних закономірностей прояву рівня та мінливості ознак сортів та зразків ячменю ярого голозерних і плівчастих різновидностей забезпечено ефективність оцінки та виділення вихідного матеріалу для селекції і створення сортів ячменю, придатних для виробництва продуктів харчування, у тому числі дієтичних.

Створено 18 ліній ячменю ярого з високими показниками антиоксидантної активності, вмісту олії, вмісту в олії поліненасичених жирних кислот, вмісту золи, клітковини, високої склоподібності ендосперму, які впроваджено в селекційну програму. Це дає можливість створення сортів харчового напрямку та виділення джерел цінних властивостей для селекції.

Виділено джерела з цінними характеристиками – лінія 12-1014 з високою перетравлюваністю білка (61,75 мг тирозину на 1 г білка за сумою пепсинолізу та трипсинолізу), лінія 12-945 з високою антиоксидантною активністю (2,02 мг/г за еквівалентом хлорогенової кислоти), за вмістом олії – лінія 12-954 (3,75 %), за високим вмістом в олії поліненасиченої  $\omega$ -3 ліноленої кислоти – безоста лінія 14-1183 (6,09 %), які є цінними як вихідний матеріал для селекції харчових сортів.

Виділено серед голозерних сортів джерела стійкості до біотичних чинників, що є цінним для органічного землеробства. Джерелами групової стійкості в поєднанні з високим вмістом білка є сорти Козацький, Омский голозерный 1, Оскар, Mebere, з високою врожайністю – Richard. Джерелами індивідуальної стійкості до хвороб з високим вмістом білка – сорти Гатунок, Майский, Голозерный 1, Белорусский 76, CDC Candle, а з високою врожайністю – лінії 13-301, 12-954, 12-1014. Впровадження цих зразків у селекційний процес поліпшує якість нового матеріалу, який створюється.

Теоретично обґрунтовано модель високоврожайного сорту ячменю ярого харчового напрямку для умов Лісостепу України з високою загальною антиоксидантною здатністю. Виходячи з визначених параметрів моделі сорту харчового використання, в селекційному процесі слід визначати джерела та донори цінних ознак і добирати вихідний матеріал з відповідним рівнем показників.

Агроформуванням різних форм власності запропоновано високоврожайні, конкурентоспроможні, з високими поживними властивостями зерна п'ять сортів ячменю ярого – Парнас, Взірець, Аграрій, Алегро, Шедевр, внесені до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні.

Переробним підприємствам рекомендовано використовувати для виробництва продуктів харчування сорти ячменю ярого з високим рівнем харчових властивостей Парнас, Взірець, Шедевр, Аграрій, Алегро.

**Особистий внесок здобувача** полягає в інформаційному пошуку та визначенні напрямку досліджень, обґрунтуванні методів, гіпотез і виконанні програм досліджень, узагальненні та аналізі результатів, оприлюдненні їх у вигляді друкованих праць.

У наукових працях, опублікованих у співавторстві, частка авторства складає 10–90 % і полягає в одержанні експериментальних даних, узагальненні результатів

дослідження, написанні тексту. З них використано в дисертації лише особисті розробки. Частка авторства у створених сортах ячменю складає 20–30 %, у створених лініях – 25–80 %.

**Апробація матеріалів дисертації.** Матеріали та основні положення дисертації щорічно обговорено на засіданнях ученої ради Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН у 2009–2017 рр., оприлюднено на 25 Міжнародних і Всеукраїнських науково-практичних і наукових конференціях: V Міжнародній науково-практичній конференції молодих вчених «Інноваційно-інвестиційний розвиток рослинницької галузі – стан та перспективи» (Харків, 2012 р.), Міжнародній науковій конференції, присвяченій 125-річчю М.І. Вавилова «Генетичні ресурси рослин для стабільного задоволення різноманітних потреб людей» (Велика Бакта, 2012), Міжнародній науково-практичній конференції Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН (Харків, 2013 р.), Міжнародній науково-практичній конференції «Теоретичні основи оптимізації селекційного процесу основних видів сільськогосподарських культур» (Харків, 2015), Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції, присвяченій 20-річчю членства України в Міжнародному Союзі з охорони нових сортів рослин (UPOV) «Світові ресурси: стан та перспективи розвитку» (Київ, 2015 р.), Міжнародній науково-практичній конференції «Професор С.Л. Франкфурт (1866–1654) – видатний вчений-агробіолог, один із дієвих організаторів академічної науки в Україні (до 150-річчя від дня народження)» (Київ, 2016 р.), Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції «Світові рослинні ресурси: стан та перспективи розвитку» (Київ, 2016), Міжнародній науковій конференції «Геноміка та біохімія сільськогосподарських рослин» (Одеса, 2017 р.), Міжнародній науково-практичній конференції «Новітні агротехнології: теорія та практика» (Київ, 2017 р.), III Міжнародній науково-практичній конференції «Світові рослинні ресурси: стан та перспективи розвитку» (Київ, 2017 р.), Міжнародній науково-практичній конференції «Гончарівські читання» (Суми, 2018 р.), Міжнародній науково-практичній конференції за участю ФАО «Кліматичні зміни та сільське господарство, виклики для аграрної науки та освіти» (Київ, 2018), Міжнародній науково-практичній конференції «Цілі сталого розвитку третього тисячоліття: виклики для університетів наук про життя» (Київ, 2018), Міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні технології підвищення генетичного потенціалу рослин» (Харків, 2018 р.), II Міжнародній науково-практичній конференції «Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва» (Харків, 2018 р.), Міжнародній науковій конференції «Біотехнологія – інноваційний шлях розвитку селекції» (Одеса, 2018 р.), Conferinței științifico-practice internaționale «Aspecte inovative în ameliorare culturilor agricole» (Pașcani, 2018), Conferința națională cu participare internațională «Cercetări la culturile plantelor de câmp în Republica Moldova» (Bălți, 2018), Второй Всероссийской научно-практической интернет-конференции молодых ученых и специалистов с международным участием «Экология, ресурсосбережение и адаптивная селекция» (Саратов, 2018 г.), Международной научно-практической конференции «Современные проблемы адаптации (Жученковские чтения)» (Белгород, 2018), Międzynarodowa konferencja multidyscyplinarna «Science and technology of the present time: priority development

directions of Ukraine and Poland», Wołomin, Polska (2018, Wyższa Szkoła Współpracy Międzynarodowej Regionalnej im. Zygmunta Glogera w Wołominie), Всеукраїнській науково-практичній конференції «Генетичні ресурси рослин і селекція» (Харків, 2012 р.), Всеукраїнській науково-практичній конференції «Генетика і селекція в сучасному агрокомплексі» (Умань, 2018), Всеукраїнській науково-практичній конференції, присвяченій 130 річниці з початку дослідження ґрунтів, рослинності, геологічних умов Полтавської губернії «Сучасні погляди на родючість чорноземів та інноваційні шляхи їх покращення» (Полтава, 2018 р.), Всеукраїнській науковій інтернет-конференції «Вітчизняна наука на зламі епох: проблеми та перспективи розвитку» (Переяслав-Хмельницький, 2018 р.).

**Публікації.** Основні положення дисертації висвітлено в 64 наукових працях, з них у розділах до чотирьох монографій та одного навчального посібника, 22 статтях у фахових виданнях України, Білорусі та Росії (з них шість у міжнародних виданнях), чотирьох статтях у збірниках наукових праць та науково-популярних журналах, чотирьох каталогах, чотирьох авторських свідоцтвах на сорти ячменю ярого, 25 тезах доповідей.

**Структура та обсяг дисертації.** Дисертаційна робота містить анотацію (українською та англійською мовами), зміст, вступ, вісім розділів, висновки, практичні рекомендації, список використаних джерел (501 найменування, з них 226 кирилицею, 275 латиницею), 69 додатків. Дисертацію викладено на 534 сторінках комп'ютерного набору, в тому числі основного тексту – 310 сторінок. Роботу ілюстровано 66 таблицями та 35 рисунками.

## **ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ**

### **СУЧАСНИЙ СТАН, ТЕОРЕТИЧНІ І ПРАКТИЧНІ ПРОБЛЕМИ СЕЛЕКЦІЇ ЯЧМЕНЮ ХАРЧОВОГО НАПРЯМУ ВИКОРИСТАННЯ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)**

У першому розділі в результаті огляду літературних джерел виявлено, що останнім часом набуває поширення створення сортів для функціонального харчування, особливо у розвинутих країнах. В Україні теж створено сорти ячменю ярого голозерні та зі зміненим складом крохмалю, придатні для виробництва продуктів харчування.

Особливістю селекційного процесу харчового ячменю є врахування показників якості зерна вже на початкових етапах. Зокрема, в чисельних роботах оцінено вміст білка в зерні ячменю, але це питання потребує подальшого дослідження, так як вміст та якість білка залежать не лише від генотипу, але й від умов вирощування. Також дуже обмеженими є дослідження перетравлюваності білка ячменю. Актуальним є створення сортів зі зміненим складом крохмалю (високоамілозні або ваху). В Україні ці дослідження дуже обмежені, тому необхідним є їх подальше розширення.

Головним показником функціональних та дієтичних властивостей зерна ячменю є антиоксидантна активність, яка визначається дією багатьох речовин (фенольних сполук, флавоноїдів, не крохмальних поліцукридів, вітамінів та ін.), але в Україні подібні дослідження практично або не проводилися, або є дуже



обмеженими та не охоплюють всі зони вирощування ячменю. Те ж стосується оцінки вмісту та якості клітковини, особливо розчинної, золи, олії та її жирнокислотного складу

Також дослідження склоподібності ендосперму зерна ячменю як головного чинника, який визначає технологічний показник твердість зерна, є дуже обмежені. За літературними даними оцінюється зазвичай лише твердозерність, але для селекційного процесу харчового ячменю слід оцінювати склоподібність як зовнішню характеристику ендосперму.

У результаті огляду літературних джерел виявлено, що чисельні дослідження присвячено вивченню прояву рівня та стабільності врожайності ячменю. Але подібні дослідження є актуальними для кожної зони, тому їх слід продовжувати, особливо при створенні нових генотипів. Також необхідним є визначення критеріїв добору, зокрема – які ознаки є ключовими для добору в конкретній зоні вирощування. Літературні дані з фенотипового прояву та успадкування певних ознак урожайності та продуктивності є суперечливими, тому це питання потребує подальшого дослідження, особливо зі створенням нових сортів.

Теоретичним підґрунтям визначення рівня врожайності, продуктивності та якості зерна у селекційному процесі є встановлення кореляції між певними ознаками. За літературними даними результати вивчення взаємовпливу елементів продуктивності ярого ячменю відрізняються, а сила та напрям цього взаємовпливу залежать як від генотипу, так і від умов місця проведення дослідів. Тому дослідження з даної тематики є актуальними та цінними для прогнозу доборів на продуктивність у селекційному процесі.

Селекція на стійкість до хвороб не втрачає актуальності, особливо у зв'язку з сучасними вимогами до екологічно чистої продукції. У світі створено багато сортів ячменю, стійких до однієї чи комплексу хвороб, але проблемою залишається створення харчових, особливо голозерних, сортів ячменю, стійких до хвороб.

У результаті вивчення літературних даних із селекції харчового ячменю визначено пріоритети для селекційного процесу, зокрема дослідження антиоксидантної активності та її складових, якості білка та крохмалю, вмісту клітковини, золи, олії та її жирнокислотного складу в залежності від генотипу та умов вирощування. Актуальними залишаються оцінка мінливості та успадкування рівня врожайності та продуктивності ячменю ярого, так як дані з цих питань є специфічними для конкретної зони вирощування та генотипу.

## **УМОВИ, ВИХІДНИЙ МАТЕРІАЛ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ**

У другому розділі наведено місце проведення досліджень – наукова сівозміна Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН, яка за агроґрунтовим районуванням розташована в Харківському районі Харківської області, смт. Елітне, в 15 км від м. Харкова, в Лісостеповій зоні (Лісостепова Лівобережна природно-сільськогосподарська провінція України).

Метеорологічні умови років досліджень значно відрізнялись за температурним режимом та режимом вологозабезпеченості як в цілому за вегетаційний період ячменю ярого, так і за окремими фазами розвитку рослин. Це відображає

особливості умов зони східної частини Лісостепу України та дає можливість отримати достовірні дані реалізації генетичного потенціалу вихідного колекційного та селекційного матеріалу за ознаками і властивостями. За період проведення дослідження (2006–2017 рр.) сім років були в основному сприятливими для вирощування ячменю ярого, а п'ять – несприятливими.

Вихідним матеріалом для дослідження використано понад 70 сортів та ліній ячменю ярого для встановлення диференціації середовища (умов року), мінливості ознак, їх кореляції та регресії. Встановлення закономірностей успадкування та успадкованості основних селекційних ознак проведено на гібридних популяціях, одержаних в результаті схрещування за схемою топкросів з участю голозерних як батьківських компонентів.

Дослідження проведено впродовж 12 років і складаються з декількох дослідів, у яких було визначено різні властивості та встановлено селекційно-генетичні закономірності мінливості ознак сортів і ліній ячменю ярого.

*Дослід 1.* Для встановлення особливостей прояву рівня врожайності, тривалості міжфазних періодів, екологічної стабільності сортів ячменю ярого та визначення результативності вихідного матеріалу дослідження вихідного матеріалу проведено на полях наукової сівозміни Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН у розсадниках конкурсного сортовипробування в чотирьох повтореннях, площа ділянки 10 м<sup>2</sup>. Технологія вирощування типова для зони.

При визначенні мінливості періоду сходи-колосіння групування сортів за тривалістю цього періоду проводили по В.Г. Вольфу (групування даних первинних спостережень) (1966). Статистичну обробку результатів дослідження проводили за допомогою ANOVA, апостеріорне порівняння – за Homogenous groups (Fisher LSD) за програмою STATISTICA 10.

Реакцію сортів на мінливість умов вирощування визначали за коефіцієнтами лінійної регресії  $b_i$  урожайності на умови середовища за методикою S.A. Eberhart, W.A. Russel (1966). У якості індексів середовища використовували середню врожайність всього вивченого набору сортів у конкретних умовах.

Для визначення сили та спрямованості сортової реакції на погодні умови порівнювали врожайність сортів у контрастні за умовами 2008–2015 роки. Інформативність та диференціюючу здатність середовища (років), а також селекційну цінність сортів визначали за GGE-biplot аналізом. Для побудови графіків GGE biplot було використано програму Genstat 12.

Залежність рівня врожайності сортів від погодних умов під час проходження критичних фаз розвитку визначали за допомогою кореляційного аналізу за програмою STATISTICA 10.

Селекційну цінність зразків робочої колекції лабораторії селекції та генетики ячменю у створенні нових сортів визначали за здатністю вихідного матеріалу до утворення перспективних ліній і сортів. Для цього користувалися методом, запропонованим Н.И. Тишковым, Д.Н. Тишковым (2007), так званим коефіцієнтом рекомбінаційного потенціалу.

*Дослід 2.* Для встановлення закономірностей успадкування кількісних ознак продуктивності в 2016–2017 рр. проведено визначення типів успадкування за ступенем домінантності та ступеня гетерозису в  $F_1$  з метою прогнозування

ефективності добору в гібридних популяціях. Схрещування проведено за типом топкросів. Для аналізу елементів структури продуктивності відбирали по 20 типових рослин. Статистичну достовірність відмінностей між середніми значеннями показників у  $F_1$  та батьківських компонентів визначали за дисперсійним аналізом (ANOVA).

Ступінь домінантності ( $h_p$ ) обчислювали за формулою В. Griffing (1956). Групування отриманих даних проводили за класифікацією G.M. Veil, R.E. Atkins (1965). Ступінь перевищення рівня ознаки у  $F_1$  над батьками визначали за гетерозисом істинним (heterobeltiosis,  $H_{bt}$ ), який дає змогу виявити найсильніший прояв ознаки  $F_1$  у порівнянні з кращим батьківським компонентом.

Для встановлення рівня успадкованості ознак у  $F_1$  за коефіцієнтами успадкованості в широкому та вузькому розумінні в 2015–2017 рр. аналізували  $F_1$  та батьківські компоненти за ознаками висота рослин, продуктивна кущистість, довжина колоса, кількість зерен у колосі, маса зерна з колоса, маса зерна з рослини (продуктивність). Статистичну обробку даних проводили за допомогою дисперсійного, генетичного та кореляційного аналізу за Б.А. Доспеховим (1985), М.А. Фединим, Д.Я. Силисом, А.В. Смиряевим (1980). За допомогою двофакторного дисперсійного аналізу визначено середні коефіцієнти успадкованості (в широкому розумінні) шести ознак у ячменя ярого. Групування отриманих даних проводили за класифікацією G.M. Veil, R.E. Atkins (1965).

*Дослід 3.* Для встановлення селекційно-генетичних особливостей сортів та ліній ячменю ярого за врожайним потенціалом та харчовими якостями проведено ряд аналізів.

Залежність вмісту білка від умов вирощування та генотипу, визначення його біологічної цінності для виготовлення харчової продукції досліджено в 2015–2017 рр., вихідним матеріалом були 70 ліній та сортів ячменю ярого різного еколого-географічного походження. Сорти та лінії вирощували в демонстраційних дослідах сортовипробування, площа ділянки 10 м<sup>2</sup>. Істотність відмінностей між варіантами визначали за допомогою дисперсійного аналізу, апостеріорне порівняння – за однорідними групами за критерієм Фішера в програмі STATISTICA10. Вміст білка та крохмалю в зерні визначали на ІнфраЛІОМ ФТ-10М 09495. Ваху-генотипи ідентифікували методом фарбування йодним розчином Люголя (модифікований метод Джуліана).

Перетравлюваність білка визначали в лабораторії медико-біологічних проблем технології харчових продуктів на кафедрі хімії, мікробіології та харчування Харківського Державного університету харчування та торгівлі. Аналіз здатності білка до перетравлення протеолітичними ферментами в системі *in vitro* проведено на основі методики О. Покровського та І. Ертанова (1965).

У дослідженні з визначення склоподібності в 2014–2017 рр. вихідним матеріалом були 48 сортів ячменю ярого різного походження, різновидностей та напрямів використання. Склоподібність визначали на діафаноскопі, у двох повтореннях по 50 зерен.

Загальну антиоксидантну активність (АОА) зразків ячменю оцінювали за здатністю спиртових екстрактів нейтралізувати радикал DPPH• (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) за методом, описаним у роботі S. Arabshahi, A. Urooj (2007).

Вміст фенольних сполук у зерні зразків ячменю визначали з використанням реактиву Фолина-Чіокалтеу (Folin-Ciocalteu) за методом, описаним у роботах M.N. Maillard et al. (1996), M. Bonoli et al. (2004).

Вміст олії визначали за вагою сухого знежиреного залишку за модифікованою методикою С.В. Рушковського (гравіметричний метод) (М.И. Прохорова, 1972). Аналіз жирнокислотного складу олії здійснювали методом газової хроматографії метилових ефірів жирних кислот на газовому хроматографі «Селмихром-1», за стандарти використано насичені та ненасичені метилові ефіри жирних кислот фірми «Sigma». Метилові ефіри жирних кислот одержували за модифікованою методикою Пейскера (М.И. Прохорова, 1972).

Вміст загальної сирової клітковини визначали по Н.А. Лукашину (М.И. Прохорова, 1972).

*Дослід 4.* Для обґрунтування моделі сорту ячменю харчового призначення за провідними ознаками цінних господарських властивостей вивчено вплив погодних умов на показники врожайності та маси 1000 зерен сортів ячменю. Силу лінійного зв'язку виявляли за допомогою кореляційного аналізу, ступінь впливу одного показника на інший – регресійним аналізом. Статистичну обробку результатів дослідження проводили за допомогою ANOVA, апостеріорне порівняння – Homogenous groups (Fisher LSD) за програмою STATISTICA 10.

У дослідженні кореляції та регресії врожайності та продуктивності рослин з їх структурними елементами сорти ячменю вирощували в дослідах з площею ділянки 10 м<sup>2</sup>, без повторень. Для структурного аналізу відбирали по 30 типових рослин кожного сорту. Істотність відмінностей установлювали дисперсійним аналізом за програмою EXCEL (аналіз даних, дисперсійний двофакторний аналіз без повторень). Коефіцієнт варіації, кореляційний та регресійний аналіз проводили за В.Г. Вольфом (1966) та Б.А. Доспеховым (1985). Несправжню кореляцію визначали за А.И. Седловским и др. (1982).

*Дослід 5.* Для встановлення зв'язку харчових властивостей зі стійкістю ячменю до біотичних чинників дослідження проведено в декілька етапів, у 2006–2010 рр. та 2006–2017 рр. у залежності від вихідного матеріалу. Вивчали сорти та лінії за стійкістю до ураження збудниками основних хвороб (летюча і кам'яна сажка, борошниста роса, сітчастий гельмінтоспориоз) та пошкодження внутрішньостебловими шкідниками. Врожайність досліджених зразків визначали в конкурсному сортовипробуванні. Посів проводили в оптимальний строк, площа ділянки 10 м<sup>2</sup>, у чотирьох повтореннях. Порівняння проводили до національних стандартів Галактик і Командор.

Дослідження проведено на штучних інфекційних та провокаційних фонах. Штучне ураження летючою сажкою проводили методом В.И. Кривченка (1984), кам'яною сажкою – шляхом заспорення насіння з видаленими біля зародків плівками. Стійкість сортів до хвороб визначали в балах за шкалою оцінки зернових колосових культур, де 9–8 – дуже висока і висока стійкість, 7–6 – стійкість, 5 – слабка сприйнятливість, 4–3 – сприйнятливість, 2–1 – висока і дуже висока сприйнятливість (Л.Т. Бабаянц и др., 1988).

**ОСОБЛИВОСТІ ПРОЯВУ РІВНЯ ВРОЖАЙНОСТІ, ТРИВАЛОСТІ  
МІЖФАЗНИХ ПЕРІОДІВ, ЕКОЛОГІЧНОЇ СТАБІЛЬНОСТІ ТА  
РЕЗУЛЬТАТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ВИХІДНОГО МАТЕРІАЛУ В  
СЕЛЕКЦІЇ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО В УМОВАХ СХІДНОЇ ЧАСТИНИ ЛІСОСТЕПУ  
УКРАЇНИ**

У третьому розділі з метою визначення сортів ячменю ярого, які вирізняються високим потенціалом урожайності за будь-яких погодних умов та встановлення індексів середовища (років) із сприятливими чи несприятливими умовами для вирощування ячменю було проведено дослідження з 64 сортами різного походження та напрямку використання, які вирощували впродовж 11 років (2006–2016).

У польовому досліді найважливішим є розміщення сортів не в подібних, а в оптимальних для них умовах вирощування, так як одні й ті ж екофактори можуть бути сприятливими для одного сорту і несприятливими – для іншого. Фактично генотипи опиняються в далеко неоднакових для них умовах. Для більш коректного визначення індексу середовища (року) ми взяли як вихідні дані врожайність сортів вітчизняної селекції, які є більш пристосованими до місцевих умов. Щоб узгодити такі розрізнені дані та встановити істотну різницю між середньою врожайністю сортів ячменю ярого за роками, ми за цим показником розподілили роки на однорідні групи, подібні за рівнем урожайності. У результаті аналізу роки розподілилися на сім груп. Виявлено, що з 11 років сприятливими для розвитку рослин ячменю ярого були три роки, чотири – середні за умовами, чотири – несприятливі (табл. 1).

Таблиця 1 – Розподіл років дослідження на однорідні групи за врожайністю сортів ячменю ярого

Рік	Середня врожайність, т/га	a	b	c	d	e	f	g
2013	2,60		xxx					
2009	2,90		xxx					
2010	3,43				xxx			
2012	3,84					xxx		
2015	4,13	xxx						
2007	4,26	xxx						
2016	4,30	xxx						
2011	4,71			xxx				
2006	4,98			xxx				
2014	5,90						xxx	
2008	6,49							xxx

Примітка. Різні літери (групи) означають істотні відмінності при рівні значущості  $p < 0,05$ .

Оцінку потенціалу та стабільності врожайності сортів проводили двома методами – за різницею врожайності в сприятливі і несприятливі роки та за допомогою GGE biplot аналізу. Погодні умови значно впливали на формування

врожайності, за коливаннями цього показника у сприятливі та несприятливі роки та результатами екологічного випробування встановлено, що сорти ячменю ярого Парнас, Інклюзив та Алегро вирізняються стабільністю, невибагливі до умов вирощування, тому є придатними для господарств з будь-яким рівнем матеріальної забезпеченості, що є актуальним для сільськогосподарського виробництва України. Це підтверджує, що ефективність створення високоадаптивних сортів залежить від конкретних агроекологічних умов.

Високим потенціалом урожайності характеризуються сорти селекції Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН Алегро (середня врожайність 4,70 т/га), Подив (4,73 т/га), Авгур (4,94 т/га), Бальзам (5,04 т/га) та сорт з Німеччини Philadelphia (4,80 т/га). Сорти Илек 9 та безостий Модерн є стабільними, але з середнім потенціалом врожайності, вони можуть давати врожаї навіть за дуже несприятливих умов.

За допомогою GGE biplot було проведено дві серії дослідів з метою охоплення різних за умовами років та різного набору сортів, стандартом в усіх дослідках був сорт Взірець. У результаті аналізу мінливості врожайності виділено сорти ячменю Парнас та Авгур, які найповніше реалізують свій потенціал у сприятливих умовах вирощування. При цьому сорти Алегро (рис. 1а), Парнас (рис. 1а), Авгур (рис. 1б) та Бальзам (рис. 1б) є найбільш стабільними за врожайністю.

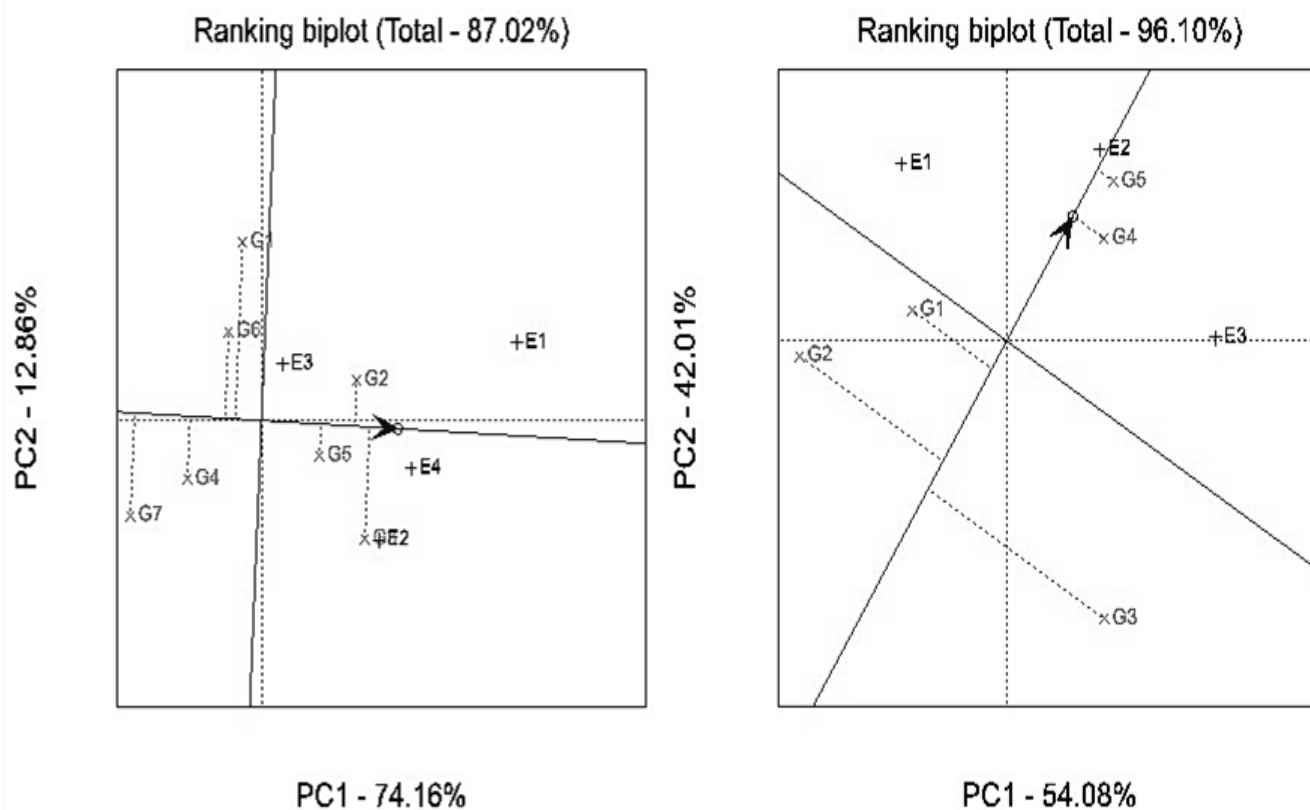


Рисунок 1а. Дослід 1, 2008–2011 рр.

Рисунок 1б. Дослід 2, 2013–2015 рр.

Рисунок 1. GGE biplot середніх значень продуктивності і стабільності генотипів

Примітки: 1. У рис. 1а – G1 сорт Взірець, G2 Парнас, G3 Аграрій, G4 Модерн, G5 Алегро, G6 Дивогляд, G7 Щедрий, E1 рік 2008, E2 рік 2009, E3 рік 2010, E4 рік 2011.

У рис. 2 – G1 сорт Взірець, G2 Модерн, G3 Грін, G4 Бальзам, G5 Авгур, E1 рік 2013, E2 рік 2014, E3 рік 2015.

Урожайність сортів Взірець (див. рис. 1а, 1б) та Грін (рис. 1б) є найбільш варіабельною, тобто ці сорти пластичні (рис. 1). Сорт Взірець за посушливих умов може давати врожай середнього рівня.

З метою встановлення селекційної цінності вихідного матеріалу було проаналізовано вихід перспективних ліній та сортів з гібридних популяцій, створених за участі певних батьківських компонентів. У результаті аналізу встановлено, що за 2006–2016 рр. в Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні, внесено 11 сортів ячменю ярого селекції Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН, а шість з них створено з участю сорту Звершення – Взірець (Харківський 101 / Звершення), Аграрій (Екзотик / Звершення), Козван (Харківський 99 / Звершення), Модерн (Звершення / Гранал), Подив (Звершення / Галактик), Бальзам (Колорит / Звершення). Таким чином, серед вихідного матеріалу, використаного в наших схрещуваннях за роки дослідження, найвищу селекційну цінність для створення сортів ячменю ярого мав сорт Звершення.

Для визначення ефективності доборів перспективного селекційного матеріалу в залежності від умов року проведено аналіз виходу сортів та внесення їх в Державний реєстр сортів рослин, придатних для впровадження в Україні. В результаті встановлено, що добори в роки з нетиповими для нашої зони гідротермічними умовами є неефективними щодо створення сортів. Селекційний матеріал, відібраний у такі роки, при подальших випробуваннях у системі Державного сортовипробування не має переваг над стандартами. Це можна пояснити тим, що в дуже сприятливих умовах добирають матеріал з високим потенціалом урожайності, який у менш сприятливих умовах не може повністю реалізувати свій потенціал. Селекційні лінії, відібрані у несприятливі роки, у більш сприятливих умовах характеризуються меншим, ніж стандарти, потенціалом урожайності. Тому такі сорти в типових для зони гідротермічних умовах не мають переваг над адаптованими до цих умов стандартами.

Щодо зв'язку тривалості міжфазних періодів, зокрема критичного для ячменю сходи-колосіння, з рівнем урожайності, то це питання потребує вивчення насамперед для встановлення зонального розміщення сортів, так як від оптимального розміщення залежить рівень урожайності. Ступінь впливу погодних умов та тривалості періоду сходи-колосіння на врожайність 64 сортів ярого ячменю визначали за зміною врожайності за роками. В результаті дослідження встановлено, що найбільше змінюється тривалість міжфазних періодів у пивоварних сортів як зарубіжної, так і вітчизняної (Авгур) селекції.

За кореляційним аналізом між тривалістю міжфазних періодів та сумою ефективних температур відмічено істотну негативну кореляцію, а з кількістю опадів за відповідний період і ГТК – істотну позитивну кореляцію. При цьому слід враховувати не лише кількість опадів, а й рівномірність їх випадання впродовж вегетації.

Найбільш урожайними за роки дослідження були сорти Алегро (середня врожайність 4,70 т/га), Подив (4,73 т/га), Philadelphia (4,80 т/га), Авгур (4,94 т/га), Бальзам (5,04 т/га). Істотно нижчою, ніж у інших сортів, була врожайність

Голозерного 1, що пояснюється відсутністю плівок. Ці сорти в різні роки відносились до різних груп за тривалістю періоду сходи-колосіння, що свідчить про те, що врожайність сорту не залежить від групи стиглості. Рівень урожайності визначається можливістю реалізації потенціалу генотипу за певних умов, тобто – адаптованістю сорту до місцевих умов.

У результаті кореляційного аналізу встановлено, що переважна більшість сортів (32 з 34) істотно знижують урожайність при підвищенні температури. Але при цьому в одних сортів (24 сорти) відмічено позитивну істотну кореляцію з кількістю опадів ( $r= 0,501-0,765$ ) та ГТК ( $r= 0,505-0,788$ ). Тобто, у таких сортів достатня кількість опадів у періоди сходи-колосіння або сходи-налив може нівелювати негативну дію високої температури, але за посушливих умов вони можуть дуже сильно понизити врожайність.

У восьми сортів (Інклюзив, Грін, Novosadsky 294, Sebastian, Beatrix, Shakira, Ратник, Гетьман) встановлено неістотну кореляцію врожайності з кількістю опадів ( $r= 0,028-0,436$ ) та ГТК ( $r= 0,011-0,443$ ), тобто опади не можуть достовірно нейтралізувати дію високої температури.

На врожайність сортів Илек 9 та Модерн (безостий) усі три гідротермічні показники впливали неістотно ( $r= 0,086-0,310$  та  $r= 0,091-0,361$  відповідно). Тобто ці сорти є стабільними та можуть давати відносно високі врожаї навіть за дуже несприятливих умов.

### **ЗАКОНОМІРНОСТІ УСПАДКУВАННЯ ТА УСПАДКОВУВАНOSTІ КІЛЬКІСНИХ ОЗНАК ПРОДУКТИВНОСТІ ТА ЇЇ СТРУКТУРНИХ КОМПОНЕНТІВ**

У четвертому розділі визначено ступінь домінантності, типи взаємодії генів та ступінь істинного гетерозису у  $F_1$  ячменю ярого при схрещуванні голозерних сортів як материнські та плівчастих як батьківські компоненти. В результаті встановлено, що ступінь домінантності, тип взаємодії генів та ступінь істинного гетерозису залежить як від комбінації схрещування, так і від умов середовища (погодних умов року) (табл. 2).

Таблиця 2 – Розподіл типів взаємодії генів у  $F_1$  за роками

Рік	Частота типів взаємодії генів, %				
	Гетерозис	Позитивне домінування	Проміжне успадкування	Негативне домінування	Негативне наддомінування
2015	96	2	2	–	–
2016	67	8	19	4	2
2017	60	14	14	4	8

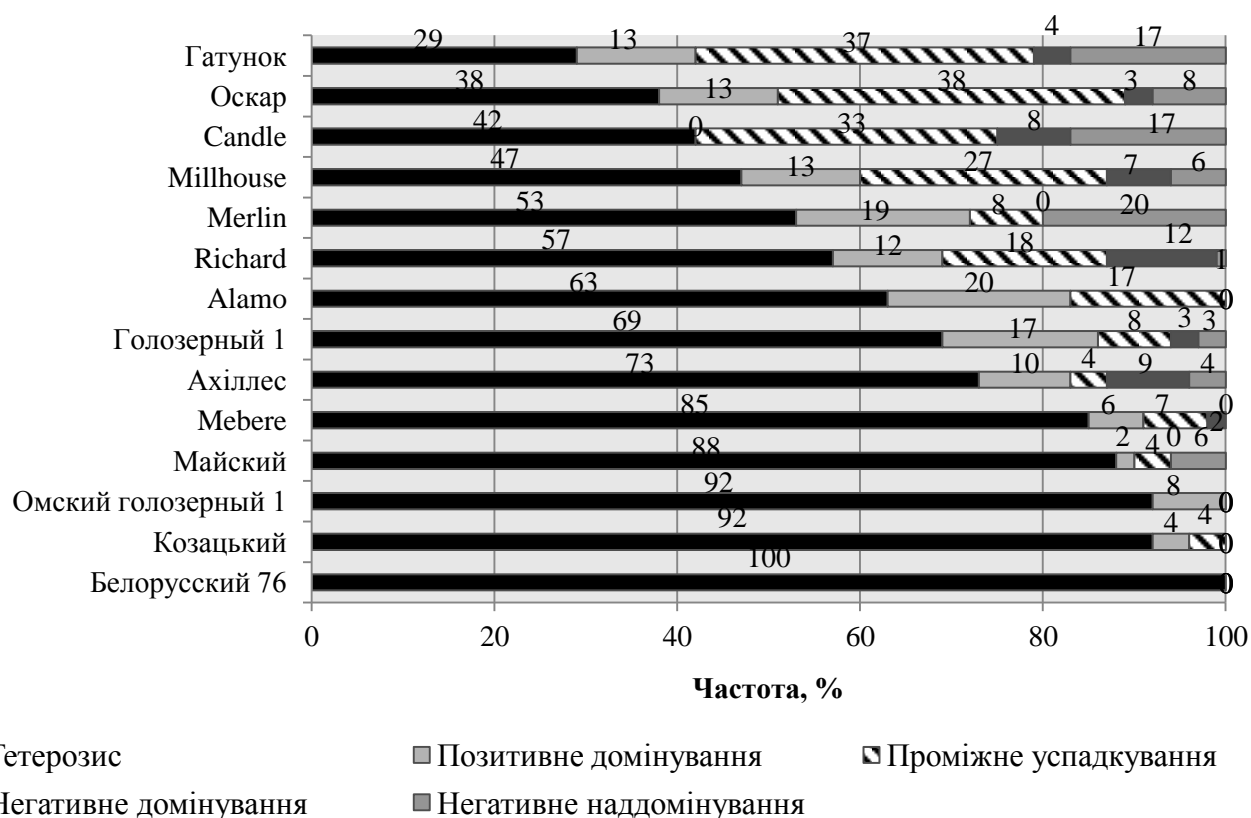
Найчастіше гетерозис проявлявся за масою зерна з колоса (88 % усіх комбінацій схрещування), довжиною колоса (72 %), та продуктивністю (72 %). Це пояснюється тісною кореляцією продуктивності з довжиною колоса та масою зерна з нього, тому гетерозис за однією з цих ознак стимулює гетерозис за продуктивністю (табл. 3).



Таблиця 3 – Розмах ступеня гетерозису в F<sub>1</sub> за продуктивністю та елементами структури, 2015–2017 рр.

Ознака	Ступінь гетерозису, %		
	максимальний	мінімальний	негативне наддомінування
Висота рослини	40,74	1,56	-21,98
Продуктивна куцистість	161,11	2,63	-25,00
Довжина колоса	44,58	2,17	–
Кількість зерен у колосі	37,50	3,70	–
Маса зерна з основного колоса	81,62	3,11	–
Продуктивність	204,95	0,83	-23,08

У залежності від генотипу гетерозис найчастіше спостерігали у комбінаціях з материнськими компонентами Белорусский 76, Козацький, Омский голозерный 1, Майский, Mebere, Ахіллес (рис. 2).

Рисунок 2. Частота типів взаємодії генів у F<sub>1</sub> за материнськими компонентами, 2015–2017 рр.

Щодо прояву гетерозису в залежності від батьківських компонентів, то найчастіше його спостерігали у комбінаціях з сортами Абалак, Sofiara і Взірець (рис. 3).

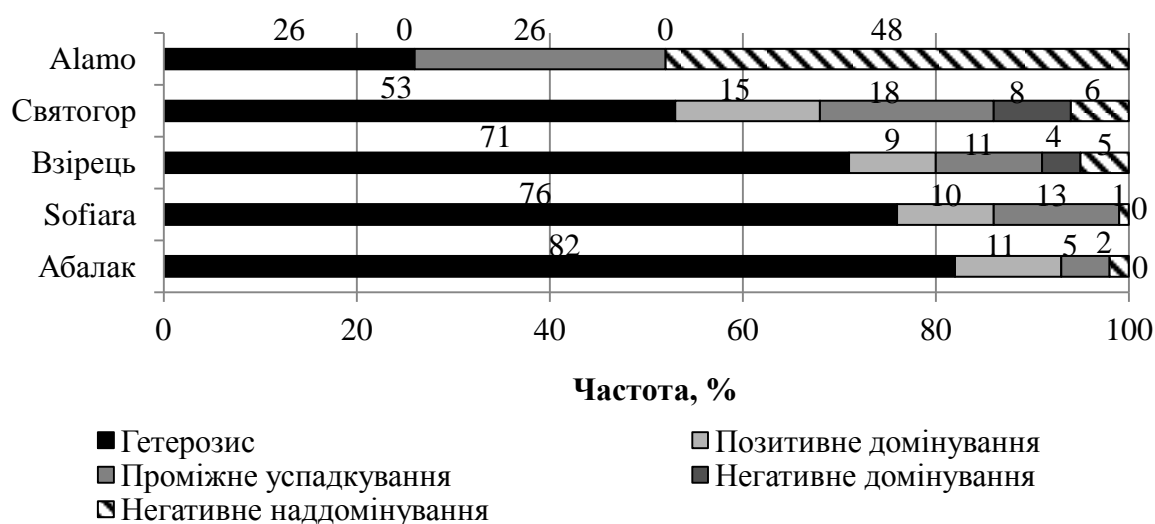


Рисунок 3. Частота типів взаємодії генів у  $F_1$  за батьківськими компонентами, 2015–2017 рр.

При цьому величина гетерозису залежить від ступеня відмінності батьківських компонентів за ознакою. Так, сучасні сорти ячменю переважно середньо- та низькорослі, значна різниця за висотою відсутня, тому за цією ознакою ступінь гетерозису був найменшим. Відсутністю значної різниці між батьківськими компонентами пояснюється також і невисокий ступінь гетерозису за кількістю зерен у колосі та довжиною колоса.

Щодо гетерозису за продуктивністю, то його найвищий ступінь є можливим у комбінаціях, де вихідні компоненти мають істотну різницю за рівнем однієї або декількох ключових ознак, які тісно корелюють з продуктивністю (продуктивна куцистість, довжина колоса, кількість та маса зерен з колоса).

У результаті оцінки гібридних комбінацій за типом взаємодії генів та ступенем гетерозису встановлено, що при високому рівні ступеня домінантності ступінь гетерозису  $H_{bt}$  зростає. Коефіцієнт кореляції між ними дорівнює 0,537, що означає істотний тісний зв'язок.

Виходячи з того, що в селекційному процесі перспективними вважаються гібридні комбінації з переважаючою кількістю гетерозисних ознак, було встановлено, що перспективними комбінаціями схрещування для одержання високопродуктивних гібридних рослин є Richard / Взірець, Mebere / Взірець, Ахіллес / Абалак, Майский / Взірець та Голозерный 1 / Взірець. При цьому визначено, що найкращим батьківським компонентом для схрещувань з голозерними материнськими компонентами є сорт Взірець.

За роками гетерозис найчастіше проявлявся в 2015 р., а у двох інших роках розподіл типів взаємодії генів був майже однаковим (див. табл. 2).

Таким чином, встановлено, що прояв типу взаємодії генів у  $F_1$  залежить від умов середовища (погодних умов року дослідження), комбінації схрещування та є неоднаковим за досліджуваними ознаками. Ступінь гетерозису в  $F_1$  дає змогу

виявити найсильніший прояв ознаки  $F_1$  у порівнянні з кращим батьківським компонентом, але він може варіювати в широких межах внаслідок міжжалельної взаємодії генів. Тому ступінь гетерозису не завжди дає можливість прогнозування появи трансгресій у наступних поколіннях. У наших дослідженнях він варіював від 0,83 % до 204,95 %. За ознаками гетерозис досягав найвищого ступеню за продуктивністю – до 204,95 % (див. табл. 3).

Тому для оцінки гібридної популяції слід визначати додаткові показники – ступінь гетерозису і коефіцієнти успадкованості та використовувати їх у комплексі, що забезпечить більшу коректність прогнозу та ефективність добору. Для цього визначено коефіцієнти успадкованості в широкому ( $H^2$ ) та вузькому ( $h^2$ ) розумінні.

Найбільше значення  $H^2$  відмічено за висотою рослин, масою зерна з колоса та продуктивністю,  $h^2$  – за висотою рослин, масою зерна з колоса та довжиною колоса (табл. 4).

Таблиця 4 – Середні коефіцієнти успадкованості ознак продуктивності ячменю ярого, 2015–2017 рр.

Коефіцієнт успадкованості	Ознака					
	Висота рослини	Продуктивна куцистість	Довжина колоса	Кількість зерен	Маса зерна з колоса	Продуктивність
$h^2$	0,75	0,16	0,52	0,08	0,83	0,42
$H^2$	0,99	0,27	0,90	0,10	0,97	0,89
$H^2 - h^2$	0,24	0,11	0,38	0,02	0,14	0,47
Різниця, %	32	71	73	25	17	112

За значною різницею між двома коефіцієнтами за продуктивністю, продуктивною куцистістю та довжиною колоса встановлено, що мінливість за цими ознаками зумовлена домінантними ефектами генів, тому добір за цими ознаками буде неефективним. Незначна різниця між коефіцієнтами за ознаками висота рослини та маса зерна з колоса дає можливість прогнозування ефективного добору за цими ознаками.

Таким чином, враховуючи результати дослідження  $F_1$  від схрещування голозерних та плівчастих сортів ячменю ярого за ступенем домінантності, типами взаємодії генів, ступенем гетерозису та коефіцієнтами успадкованості, встановлено, що добори в гібридних популяціях будуть ефективними за ознаками маса зерна з колоса та висота рослин.

## СЕЛЕКЦІЙНО-ГЕНЕТИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ СОРТІВ ТА ЛІНІЙ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ЗА ВРОЖАЙНИМ ПОТЕНЦІАЛОМ ТА ХАРЧОВИМИ ЯКОСТЯМИ

У п'ятому розділі розкрито особливості сортів ячменю ярого за харчовими властивостями та придатністю для виготовлення продукції функціонального харчування в залежності від умов вирощування та генотипу.

У зв'язку з величезним значенням білка для життєдіяльності організму людини, однією із задач селекції є створення високобілкових сортів сільськогосподарських культур, у тому числі ячменю як однієї з найцінніших зернових культур для функціонального харчування. Але якщо вмісту білка селекціонери надають великого значення, то щодо його якості дослідження проводяться, в основному, лише при визначенні якості кормів для тваринництва. Те ж стосується визначення вимог до якості зерна ячменю як продукту харчування.

Зокрема, встановлено, що визначити вплив генотипу на властивість білковості зерна можна лише в схожих погодних умовах, а рівень прояву ознаки «вміст білка в зерні» залежить від умов вирощування, в тому числі погодних. Тобто, високобілковий генотип буде мати високий рівень ознаки в порівнянні з іншими зразками незалежно від погодних умов. У голозерного ячменю цей показник істотно вищий (12,05–15,46 %), ніж у плівчастого (10,91–13,82 %) (табл. 5).

Таблиця 5 – Вміст білка у плівчастих зразків ячменю ярого зі звичайним і ваху крохмалем

Група сортів	Значення	Рік			Середнє
		2015	2016	2017	
Плівчасті зі звичайним крохмалем	середнє	<b>12,56</b>	<b>12,52</b>	<b>12,04</b>	<b>12,37</b>
	max	14,52	14,40	13,68	13,82
	min	10,78	10,59	10,68	11,21
Плівчасті з крохмалем ваху	середнє	<b>12,17</b>	<b>12,56</b>	<b>11,60</b>	<b>12,11</b>
	max	14,31	14,02	13,47	13,53
	min	10,33	11,05	10,33	10,91
Голозерні зі звичайним крохмалем	середнє	<b>13,93</b>	<b>14,04</b>	<b>14,26</b>	<b>14,08</b>
	max	15,85	15,38	15,14	15,46
	min	11,24	12,03	11,66	12,05
Голозерні з крохмалем ваху	середнє	<b>14,27</b>	<b>13,61</b>	<b>15,03</b>	<b>14,30</b>
	max	15,60	14,36	16,74	14,93
	min	13,74	12,59	13,96	13,43
НІР <sub>05</sub>		–	–	–	0,95

Серед плівчастих зразків лише сорт Резерв істотно перевищує середній вміст білка по досліді (12,81 %), тоді як серед голозерних істотно перевищували цей рівень 11 зразків із 16. Характерним є значно нижчий вміст білка у шестирядних зразків у порівнянні з дворядними. Ознака ваху істотно не впливає на рівень вмісту білка.

При апостеріорному порівнянні за вмістом білка сорти розділились на 15 груп, які відмітили індексами 1–15, де першому індексу відповідає найнижчий рівень показника. До групи низькобілкових сортів (< 12 %) під індексами 1–4 віднесено сорти Шедевр, Sebastian, Beatrix, Arikada, Philadelphia, Kango, які істотно відрізняються від 23 сортів під індексами 5–15. До високобілкових відносяться лише голозерні харчові сорти (> 14 %) Millhouse, Майский, Mebere, Оскар, Голозерный 1, Козацький, CDC Alamo, Ахіллес, Merlin, Гатунок під індексами 10–15. У них вміст білка істотно перевищує цей показник у інших 38 сортів.

Для характеристики цінності генотипу недостатньо знати лише вміст білка, необхідним є встановлення його корисності для людського організму. Для цього визначено ступінь перетравлюваності білка, який був високим у сортів Парнас і Омский голозерный 1 (56,10–69,80 мг/г) та в сорту Беркут і ліній , які мають ці сорти у родоводі (52,90–74,20 мг/г) (табл. 6). Слід відмітити особливо видатні показники трипсинолізу в сорту Парнас та лінії 14-105.

Таблиця 6 – Перетравлюваність білків *in vitro* зразків ячменю ярого травними ферментами шлунково-кишкового тракту, 2017 р.

Зразок, родовід	Кількість розчинних продуктів гідролізу білка, мг тирозину на 1 г білка		
	Пепсиноліз	Трипсиноліз	Пепсиноліз + трипсиноліз
Аміл	9,15	34,65	43,80
13-301	14,30	36,30	50,60
Парнас	<b>15,20</b>	<b>54,60</b>	<b>69,80</b>
Беркут (Парнас / Омский голозерный 1)	<b>25,50</b>	<b>48,70</b>	<b>74,20</b>
Взірець	11,55	25,80	37,35
Ахіллес	14,05	38,75	<b>52,80</b>
CDC Alamo	7,70	39,60	47,30
Омский голозерный 1	14,30	41,80	<b>56,10</b>
14-105 (Омский голозерный 1 / Парнас)	9,05	<b>58,55</b>	<b>67,60</b>
13-802 (Парнас / Омский голозерный 1)	<b>14,30</b>	38,60	<b>52,90</b>

Примітка. Рівень значущості:  $n=5$ ,  $p \geq 0,95$ ,  $\epsilon \leq 5$ .

Таким чином, сорти Парнас та Омский голозерный 1 є джерелами високої здатності білків зерна до перетравлення протеолітичними ферментами. Вірогідність одержання зразків з високою перетравлюваністю є найвищою при доборах в популяціях саме з цими батьківськими компонентами, що є цінним для селекції сортів для дієтичного та дитячого харчування.

Установлено вплив умов проходження критичних фаз вегетації на рівень вмісту білка в зерні та склоподібності ендосперму сортів ячменю ярого. Оподи у фазу колосіння–налив істотно позитивно впливали на вміст білка в усіх сортів, але

знижували склоподібність. Особливо сильно це проявлялось у голозерних сортів ( $r = -0,846$ ). Між сумою ефективних температур у фазу колосіння–налив та вмістом білка встановлено істотну негативну кореляцію, із склоподібністю у зернових та пивоварних – лише позитивну тенденцію, у голозерних сортів – істотну позитивну кореляцію,  $r = 0,803$ .

Щодо склоподібності ендосперму, то підвищення температури у фазу наливу–дозрівання істотно підвищує її рівень, коефіцієнт кореляції складає від 0,526 до 0,875. Залежність рівня склоподібності від опадів у фазу наливу–дозрівання неістотна, відмічено лише негативну тенденцію. При цьому голозерні харчові сорти як за вмістом білка, так і за склоподібністю істотно перевищили зернові та пивоварні (табл. 7). Також відмічено лінійну залежність між двома показниками.

Таблиця 7 – Склоподібність зразків ячменю ярого, %.

Зразок	Склоподібність			
	2015 р.	2016 р.	2017 р.	середня
Зернові: середнє	<b>51</b>	<b>36</b>	<b>60</b>	<b>49</b>
max	57	56	89	58
min	48	5	39	41
Пивоварні: середнє	<b>47</b>	<b>22</b>	<b>41</b>	<b>39</b>
max	54	32	62	45
min	45	10	25	33
Голозерні харчові				
13-301	94	87	95	90
Беркут	96	95	98	90
Millhouse	99	95	97	85
Голозерный 1	99	99	97	89
Richard	87	93	91	84**
CDC Buck	84	92	95	84**
Ахіллес	87	99	98	90
Майский	97	92	97	90
Оскар	94	96	99	91
Гатунок	93	90	98	88
Merlin	99	97	97	91
Козацький	98	94	98	89
Омский голозерный 1	94	94	99	90
Mebere	94	92	98	91
CDC Candle	65	99	100	82**
CDC Alamo	94	67	93	79**
Середнє	<b>92</b>	<b>93</b>	<b>97</b>	<b>88</b>
max	99	99	100	91
min	65	67	91	79
НІР <sub>05</sub> для групи голозерних сортів				3,8
НІР <sub>05</sub> для всього дослідження				7,3

Примітка. \*\* – значення істотно нижче середнього по групі.

При апостеріорному порівнянні сорти розділились на дев'ять груп за склоподібністю з цифровими індексами 1–9, де меншому значенню ознаки відповідає менший індекс. За цією ознакою виділяється група сортів з дуже низьким рівнем показника (< 40 %). Це пивоварні сорти Pasadena, Arikada, J.B. Maltasia, Sofiara, Xanadu, Beatrix, Shakira, Philadelphia, Kangoo з індексами 1–6. Істотно відрізняються дуже високою склоподібністю від інших сортів голозерні з індексом групи 9.

Для виробництва продукції функціонального харчування, особливо дитячого та дієтичного, цінними є сорти ячменю зі зміненим складом крохмалю. Тому було досліджено сорти з ваху-крохмалем та в результаті встановлено високі поживні якості зерна цих сортів.

У наших дослідженнях джерелами мутації ваху було взято голозерні сорти канадської селекції CDC Alamo, CDC Candle та Mebere. Іншими компонентами для гібридизації були плівчасті сорти вітчизняної та зарубіжної селекції, які характеризувалися високою адаптивністю до місцевих кліматичних умов, високою врожайністю, стійкістю до вилягання та ураження збудниками хвороб.

За врожайністю зразки з ваху крохмалем мали нижчі показники, ніж у групах зі звичайним крохмалем, але ця різниця є неістотною (табл. 8). Урожайність голозерних зразків була істотно нижчою, ніж плівчастих, що пояснюється відсутністю плівки.

Таблиця 8 – Урожайність зразків ячменю, т/га

Група зразків	Рік			Середня
	2015 р.	2016 р.	2017 р.	
Плівчасті зі звичайним крохмалем				
середня	4,90	4,89	6,08	5,29
max	5,16	5,45	6,65	5,75
min	4,73	4,28	5,63	4,88
Плівчасті з ваху крохмалем				
середня	4,71	4,68	5,67	5,02
max	5,08	5,35	6,18	5,54
min	4,47	3,99	5,09	4,52
Голозерні зі звичайним крохмалем				
середня	3,38	3,47	4,35	3,73
max	3,90	4,25	4,75	4,30
min	3,11	2,77	3,85	3,24
Голозерні з ваху крохмалем				
середня	2,89	3,38	4,17	3,48
max	3,05	3,67	4,48	3,73
min	2,65	3,03	3,85	3,18
НІР <sub>05</sub>	0,38	0,34	0,33	

Установлено, що генотипи ячменю з ваху крохмалем мають нижчу склоподібність ендосперму плівчастих зразків та істотно вищий вміст олії порівняно із зразками зі звичайним крохмалем.

Щодо якості зерна зразків з ваху-крохмалем, то в результаті дослідження виділено окремі зразки з дуже цінними характеристиками, як то лінія 12-1014 з високою перетравлюваністю білка (61,75 мг тирозину на 1 г білка за сумою пепсинолізу та трипсинолізу), лінія 12-945 з високою антиоксидантною активністю (2,02 мг/г за еквівалентом хлорогенової кислоти). За вмістом олії виділено лінію 12-954 (3,75 %), за високим вмістом в олії поліненасиченої  $\omega$ -3 ліноленової кислоти – безосту лінію 14-1183 (6,09 %). Такі лінії є цінними як вихідний матеріал для селекції харчових сортів.

Створено сорти з ваху-крохмалем Шедевр та Амїл, які за господарськими та якісними показниками можуть бути використані для виробництва пластівців та борошна (табл. 9).

Таблиця 9 – Характеристика сортів ячменю з ваху-крохмалем, 2015–2017 рр.

Сорт	Ознака							
	Урожай-ність, т/га	Вміст білка, %	Вміст крохмалю, %	Скло-подібність, %	Вміст олії, %	Вміст золи, %	Вміст клітковини, %	Антиоксидантна активність, мг/г
Шедевр	5,43	11,13	60,11	43	3,45	3,20	3,65	1,94
Амїл	5,38	12,70	60,66	40	3,47	3,21	3,70	2,07

Створення сортів ячменю, придатних для виготовлення продукції функціонального харчування, є неможливим без встановлення антиоксидантної активності, яка має лікувально-профілактичний вплив на людський організм, тобто, окрім енергетичної цінності забезпечує нормальне фізіологічне функціонування систем людини. Тому в дослідженні встановлено залежність рівня антиоксидантної активності від умов вирощування та генотипу, зокрема, що ранжування генотипів за рівнем антиоксидантної активності не змінюється в залежності від умов вирощування. Так, у всі роки дослідження АОА була найвищою у голозерного сорту з ваху-крохмалем CDC Alamo (табл. 10). Таким чином, визначальним для АОА є генотип.

У залежності від групи сортів за плівчастістю (плівчасті – голозерні) та складом крохмалю (звичайний – ваху) було встановлено, що найвищим рівень АОА був у групи голозерні з ваху крохмалем.



Таблиця 10 – Антиоксидантна активність зразків ячменю ярого

Зразок	Антиоксидантна активність						
	2015 р.		2016 р.		2017 р.		середня
	%	еквівалент хлороге- нової кислоти, мг/г	%	еквівалент хлоро- генової кислоти, мг/г	%	еквівалент хлоро- генової кислоти, мг/г	еквівалент хлоро- генової кислоти, мг/г
1	2	3	4	5	6	7	8
Взірець	72,9	1,25	55,2	2,84	70,1	2,42	2,17
Абалак	62,4	1,07	55,1	2,83	70,0	2,42	2,11
Донецький 12	66,0	1,13	48,5	2,47	61,5	2,12	1,91
Парнас	60,2	1,02	54,5	2,77	57,5	1,98	1,92
Вакула	62,3	1,11	48,1	2,44	60,3	2,08	1,88
Донецький 14	61,6	1,10	54,5	2,77	65,4	2,26	2,04
Донецький 15	53,1	0,95	43,6	2,23	59,5	2,05	1,74
<i>середнє</i>		<b>1,09</b>		<b>2,62</b>		<b>2,19</b>	<b>1,97</b>
<i>max</i>		<b>1,25</b>		<b>2,84</b>		<b>2,42</b>	<b>2,17</b>
<i>min</i>		<b>0,95</b>		<b>2,23</b>		<b>1,98</b>	<b>1,74</b>
12-954 ваху	60,0	1,03	53,4	2,74	59,6	2,06	1,94
12-945 ваху	60,3	1,08	55,7	2,84	61,8	2,13	2,02
Шедевр ваху	62,5	1,12	50,7	2,59	61,1	2,11	1,94
13-952 ваху	50,6	0,90	48,3	2,45	60,9	2,10	1,82
<i>середнє</i>		<b>1,03</b>		<b>2,66</b>		<b>2,10</b>	<b>1,93</b>
<i>max</i>		<b>1,12</b>		<b>2,84</b>		<b>2,13</b>	<b>2,02</b>
<i>min</i>		<b>0,90</b>		<b>2,45</b>		<b>2,06</b>	<b>1,82</b>
Richard	70,5	1,21	58,3	2,99	68,6	2,36	2,19
Ахіллес	56,8	0,98	48,1	2,44	66,2	2,28	1,90
13-728 (Беркут)	69,6	1,20	57,5	2,95	68,9	2,38	2,18
13-301	68,1	1,17	62,3	3,19	66,5	2,29	2,22
Омский голозерный 1	60,3	1,03	55,9	2,86	67,1	2,31	2,07
Голозерный 1	54,5	0,93	54,5	2,79	63,1	2,18	1,97
Гатунок	57,3	0,97	53,9	2,76	61,8	2,13	1,95
Оскар	57,6	0,98	53,8	2,74	62,4	2,15	1,96
Майский	49,7	0,85	49,0	2,51	60,3	2,08	1,81

1	2	3	4	5	6	7	8
<i>середнє</i>		<b>1,05</b>		<b>2,82</b>		<b>2,25</b>	<b>2,04</b>
<i>max</i>		<b>1,21</b>		<b>3,19</b>		<b>2,38</b>	<b>2,22</b>
<i>min</i>		<b>0,85</b>		<b>2,44</b>		<b>2,08</b>	<b>1,81</b>
CDC Alamo waxu	74,6	1,29	67,9	3,46	75,4	2,60	2,45
CDC Candle waxu	54,4	0,92	58,1	2,96	63,1	2,18	2,02
Mebere waxu	68,3	1,22	58,4	2,99	67,4	2,33	2,18
<i>середнє</i>		<b>1,10</b>		<b>3,21</b>		<b>2,39</b>	<b>2,24</b>
НІР <sub>05</sub>	1,03	0,09	0,85	0,04	1,85	0,18	

Рівень антиоксидантної активності визначається дією багатьох речовин. Зокрема, вітамінами групи Е, які містяться в олії. В нашому дослідженні АОА зразків ячменю визначається іншими чинниками, тобто залежить не лише від вмісту олії. Це підтверджується низьким рівнем кореляції між АОА та вмістом олії,  $r = -0,087$ . У свою чергу, встановлено позитивну істотну кореляцію ( $r = 0,968$ ) між вмістом фенольних сполук та рівнем загальної антиоксидантної активності. Виділено зразки з високим вмістом фенольних сполук – CDC Alamo, Амїл, Омский голозерный 1, Шедевр, Взїрець, Голозерный 1, Парнас, Richard, лінії 12-333, 12-954 та 12-945 (0,943–0,814 мг/г за еквівалентом галової кислоти). При цьому сорти CDC Alamo, Амїл та лінія 12-333 мають стабільно високий вміст фенольних сполук незалежно від умов вирощування (табл. 11).

Таблиця 11 – Вміст фенольних сполук у зерні зразків ячменю ярого

Зразок	Екстинція		Еквівалент галової кислоти, мг/г зерна	
	2016 р.	2017 р.	2016 р.	2017 р.
1	2	3	4	5
Вакула	0,787	0,828	0,797	0,731
Омский голозерный 1	1,012	0,839	0,911	0,746
Амїл	1,026	0,965	0,924	0,866
13-952	0,908	0,808	0,812	0,717
12-1014	0,912	0,809	0,815	0,717
12-954	0,955	0,915	0,856	0,818
CDC Alamo	1,041	0,974	0,943	0,873
12-333	0,935	0,921	0,837	0,822
Mebere	0,989	–	0,889	–
Беркут	0,696	–	0,810	–

1	2	3	4	5
Шедевр	1,003	–	0,902	–
Взірець	–	0,960	–	0,861
Richard	–	0,954	–	0,851
Ахіллес	–	0,872	–	0,756
Парнас	–	0,914	–	0,817

Примітка. Відмінності істотні на 95 % рівні значущості.

Уся антиоксидантна активність фенольних сполук зосереджена в периферійних шарах зернівки, тому при виготовленні продуктів з плівчастого ячменю під час шліфування із зерна видаляється частина цінних для здоров'я нутрієнтів. Тому все більшу увагу виробників привертає голозерний ячмінь, у якого за відсутності операції шліфування всі цінні компоненти зберігаються в зерні та продукції, виготовленої з нього. В результаті нашого дослідження створено лінії голозерного ячменю з вищою, ніж у батьківських форм, антиоксидантною активністю. Голозерну лінію 13-728 під назвою Беркут та плівчасту лінію 12-473 з високим вмістом олії (3,45 %) під назвою Шедевр було передано до Державного сорто випробування. Сорт Шедевр внесено в Державний реєстр з 2019 р.

Щодо вмісту олії в зерні ячменю, то в світі селекція цього напряму практично відсутня із-за її низького вмісту. Але при цьому важливою є оцінка зразків ячменю за рівнем вмісту олії та її жирнокислотним складом, так як ячмінна олія дуже багата на  $\omega$ -3 ненасичену ліноленову кислоту. В результаті дослідження виділено зразки з високим вмістом олії та поліненасичених жирних кислот. Установлено також, що в зерні зразків з ваху-крохмалем вміст олії був істотно вищим, ніж у зразків із звичайним крохмалем – як плівчастих, так і голозерних (табл. 12).

Таблиця 12 – Вміст олії в зерні зразків ячменю, 2016–2017 рр.

Зразок	Вміст олії, %	Зразок	Вміст олії, %
1	2	3	4
Плівчасті і голозерні з ваху крохмалем		Голозерні зі звичайним крохмалем	
12-954	3,75	13-728 (Беркут)	3,08
Шедевр	3,45	13-976	2,99
14-1183	3,35	Merlin	2,86
CDC Alamo	3,04	13-301	2,75
CDC Candle	2,80	13-977	2,64
<i>середнє</i>	<b>3,28</b>	Омский голозерный 2	2,56
Плівчасті зі звичайним крохмалем		Richard	2,55
Алегро	2,88	Ахіллес	2,55
Етикет	2,86	Голозерный 1	2,45
Парнас	2,70	Millhouse	2,37
Джерело	2,75	Оскар	2,36

1	2	3	4
Взірець	2,67	Майский	2,28
Звершення	2,62	CDC Buck	2,22
Аграрій	2,57	Омский голозерный 1	2,20
Подив	2,22	Гатунок	2,02
Ратник	2,13	<i>середнє</i>	<b>2,53</b>
Абалак	2,07		
<i>середнє</i>	<b>2,55</b>		
НІР <sub>05</sub>	0,26		0,26

За результатами дослідження встановлено, що головними жирними кислотами олії ячменю є поліненасичена лінолева (52,14–58,00 %), насичена пальмітинова (19,75–23,25 %), мононенасичена олеїнова (12,93–19,14 %) та поліненасичена ліноленова (4,96–6,73 %). Виявлено, що вміст пальмітолеїнової кислоти тісно позитивно корелює із вмістом міристинової ( $r = 0,77$ ) та ейкозанової (арахінової) ( $r = 0,69$ ); пальмітинової – з ліноленою ( $r = 0,52$ ) і бегеновою ( $r = 0,55$ ); міристинової – з арахіновою ( $r = 0,67$ ). Істотний негативний зв'язок встановлено між вмістом олеїнової кислоти з міристиновою ( $r = -0,53$ ), пальмітиновою ( $r = -0,73$ ), ліноленою ( $r = -0,82$ ) і бегеновою ( $r = -0,59$ ). Між вмістом поліненасичених лінолевої та ліноленої кислоти істотний зв'язок відсутній, тобто при селекції на високий вміст цих кислот добір можна вести незалежно.

Сортами з високим вмістом в олії поліненасиченої  $\omega$ -3 ліноленої кислоти виявилися плівчасті зі звичайним крохмалем сорти селекції Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН Лідер (6,64 %), Красень (6,52 %), Вірець (6,50 %), Аграрій (6,30 %). Серед голозерних високий рівень ліноленої кислоти був у сортів Гатунок та Оскар (табл. 13).

Таблиця 13 – Зразки з найвищим вмістом в олії ненасичених жирних кислот

Ненасичена жирна кислота					
Олеїнова		Лінолева		Ліноленова	
Зразок	Вміст, %	Зразок	Вміст, %	Зразок	Вміст, %
Merlin	19,05	CDC Buck	57,95	Лідер	6,64
CDC Alamo	18,55	Millhouse	56,40	Красень	6,52
12-954 wx	18,53	Гатунок	55,01	Взірець	6,50
Ахіллес	18,44	CDC Candle	54,80	Аграрій	6,30
Richard	18,38	Аграрій	54,70	Ратник	6,28
Омский голозерный 2	18,36	Шедевр	54,68	Гатунок	6,23
Майский	18,09	13-796 nud	54,65	Оскар	6,22
Голозерный 1	17,97	13-977 nud	54,61	Парнас	6,11
CDC Candle	16,77	Алегро	54,16	13-301 nud	6,09

Серед ліній та сортів з ваху-крохмалем найвищий вміст поліненасичених жирних кислот було виявлено в сорту Шедевр (ліноленова 5,85 %, лінолева 54,68 %), безостої лінії 14-1183 (ліноленова 6,09 %), голозерного сорту CDC Candle (лінолева 54,80 %).

У харчуванні людини стратегічну роль відіграють клітковина та мінерали, які не синтезуються людським організмом. Ячмінь є важливим джерелом цих елементів як показників якості харчового зерна. В нашому дослідженні було проаналізовано сорти та лінії півчастого і голозерного ячменю ярого різного походження та визначено вміст загальної клітковини і золи. Після спалювання зерна ячменю залишається вільна від органічного вуглецю зола, яка є концентратом мінералів, що містяться в зернівці. Вміст золи у досліджених зразків складав від 2,18 % (Алегро) до 3,20 % (Шедевр) у півчастих та від 1,60 % (лінія 13-301) до 1,80–1,83 % (CDC Alamo, Беркут) у голозерних. Це пояснюється наявністю півки, яка містить до 6 % золи, 60–70 % якої містять значну частку кремнію. При цьому від складу крохмалю вміст золи не залежить. Також між вмістом золи та клітковини за ознакою ваху істотні відмінності відсутні (табл. 14).

Таблиця 14 – Вміст олії, золи та клітковини в зерні зразків ячменю, %, 2017 р.

Рівень ознаки	Вміст олії	Вміст золи	Вміст клітковини
Півчасті зі звичайним крохмалем			
середнє	2,55	2,29	4,19
max	2,88	2,40	5,03
min	2,07	2,17	3,08
Півчасті з ваху крохмалем			
середнє	3,52	2,11	4,32
max	3,75	2,35	4,90
min	3,35	1,83	3,65
Голозерні зі звичайним крохмалем			
середнє	2,53	1,66	2,13
max	3,08	1,78	2,85
min	2,02	1,45	1,70
Голозерні з ваху крохмалем			
середнє	2,92	1,74	2,19
max	3,04	1,80	2,33
min	2,80	1,68	2,05
НІР <sub>05</sub>	0,26	0,18	0,16

Створено сорти та лінії ячменю ярого, які за вмістом клітковини та золи є цінними для виробництва продуктів харчування – голозерні сорт Беркут і лінія 13-301 (клітковини 2,10 % і 2,40 %, золи 1,83 % і 1,60 % відповідно) та півчасті Алегро і Шедевр (клітковини 3,70 % і 3,65 %, золи 2,18 % і 3,20 % відповідно).

## ОСОБЛИВОСТІ СЕЛЕКЦІЙНОГО ПРОЦЕСУ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ МОДЕЛІ СОРТУ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ХАРЧОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ЗА ПРОВІДНИМИ ОЗНАКАМИ ЦІННИХ ГОСПОДАРСЬКИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ

У шостому розділі в результаті багаторічних досліджень визначено особливості селекційного процесу харчового ячменю та створено модель сорту для умов Лісостепу України. Для цього досліджено мінливість та взаємозв'язки елементів урожайності і продуктивності зразків ячменю.

Реалізація врожайності сорту залежить від багатьох інших властивостей (стійкість до вилягання, збудників хвороб та ін.) та від умов середовища. Урожайність зерна з одиниці площі визначається окремими структурними елементами – маса 1000 зерен та кількість зерен на 1 м<sup>2</sup>. Останню складову, в свою чергу, можна розкласти на кількість зерен у колосі та кількість колосся на 1 м<sup>2</sup>, яка теж розкладається на кількість рослин на 1 м<sup>2</sup> та продуктивну куцистість. Кількість зерен в колосі, а особливо маса 1000 зерен значно менше залежать від впливу середовища, тому добір за цими ознаками може позитивно вплинути на загальну врожайність. Однак слід приймати до уваги, що між складовими врожайності діє механізм взаємної компенсації.

У наших дослідженнях встановлено, що врожайність та маса 1000 зерен значною мірою залежить від умов вирощування. При цьому існує слабка кореляція між досліджуваними показниками, але вона залежить від сортових особливостей.

Щодо маси 1000 зерен, то за результатами дисперсійного аналізу існують істотні відмінності за цим показником як між сортами, так і за роками. За результатами Homogenous Groups (Fisher LSD) при попарному порівнянні 16 досліджених сортів за масою 1000 зерен розподілилися на чотири групи. У сортів Аспект (48,3 г), Здобуток (49,2 г), АLEGRO (49,7 г) та Етикет (49,8 г) зерно найкрупніше, а істотно меншу, ніж у цих сортів, масу 1000 зерен мають сорти Sebastian (44,4 г), Pasadena (44,5 г), Аграрій (45,0 г), Ханаду (45,1 г), Вакула (45,5 г), Модерн (45,7 г), Взірець (46,0 г).

Роки за масою 1000 зерен розподілилися наступним чином: 2006<sup>ae</sup>, 2007<sup>cd</sup>, 2008<sup>ae</sup>, 2009<sup>bc</sup>, 2010<sup>f</sup>, 2011<sup>e</sup>, 2012<sup>acd</sup>, 2013<sup>ad</sup>, 2014<sup>g</sup>, 2015<sup>b</sup>, 2016<sup>b</sup> (табл. 15). Тобто, 2014 рік істотно відрізняється від інших як рік з найкрупнішим зерном у сортів ячменю, а 2010 – як рік з найдрібнішим зерном.

Таблиця 15 – Розподіл років дослідження на групи за масою 1000 зерен у сортів ячменю ярого

Рік	Маса 1000 зерен, середнє, г	a	b	c	d	e	f	g
1	2	3	4	5	6	7	8	9
2010	39,2						***	
2015	43,8		***					
2016	44,1		***					
2009	45,5		***	***				
2007	46,7			***	***			
2012	47,4	***		***	***			

1	2	3	4	5	6	7	8	9
2013	47,6	***			***			
2006	48,8	***				***		
2008	48,8	***				***		
2011	50,1					***		
2014	52,6							***

Примітка. Різні літери (групи) означають істотні відмінності при рівні значущості  $p < 0,05$ .

Для підвищення ефективності селекції, а саме спрямованості доборів селекційного матеріалу важливим є встановлення, за рахунок чого формується рівень урожайності сорту. Тому ми застосовували кореляційний аналіз для визначення можливого зв'язку між урожайністю та масою 1000 зерен. У результаті встановлено, що між цими показниками існує дуже слабка істотна позитивна кореляція, достовірна на 95 % рівні. Коефіцієнт кореляції  $r = 0,273$  (слабкий лінійний зв'язок, істотний при рівні значущості  $p < 0,05$ ). При визначенні кореляції між урожайністю та масою 1000 зерен для кожного сорту окремо виявилось, що істотний лінійний зв'язок є характерним лише для сортів Алегро ( $r = 0,773$ ) та Модерн ( $r = 0,662$ ), для інших сортів істотна кореляція відсутня. У переважній більшості сортів рівень урожайності формується за рахунок інших структурних елементів.

За умови існування хоч і слабого, але все ж таки істотного зв'язку між досліджуваними показниками, для визначення ступеня впливу однієї ознаки на реалізацію іншої було застосовано регресійний аналіз. За його результатами встановлено слабку позитивну регресію маси 1000 зерен та врожайності,  $b^* = 0,273$  ( $p = 0,0002$  при рівні значущості  $p < 0,05$ ). Це підтверджує, що врожайність переважної кількості сортів у вибірці формується за рахунок інших неврахованих чинників. Наприклад, за рахунок продуктивної кущистості, при збільшенні якої маса 1000 зерен, як правило, зменшується.

Найважливішою складовою врожайності є продуктивність рослини. В дослідженні встановлено сильну позитивну кореляцію продуктивності з продуктивною кущистістю ( $r=0,620$ ) та масою зерна з основного колоса ( $r= 0,550$ ) (табл. 16). Результати регресійного аналізу підтвердили, що при доборі на продуктивність рослин слід орієнтуватися на продуктивну кущистість та масу зерна з основного колоса. При цьому слід враховувати, що під впливом умов вирощування відбувається перерозподіл внеску елементів структури рослини у формування продуктивності, тобто спостерігається компенсаторний ефект. За вологої прохолодної погоди коефіцієнт кореляції між продуктивною кущистістю та продуктивністю збільшується ( $r=0,799$ ), але знижується кореляція між продуктивністю та кількістю і масою зерна з основного колоса ( $r=0,077$  та  $r=0,426$  відповідно). У дуже сприятливих умовах 2014 р. знижувалася тіснота зв'язку продуктивності з продуктивною кущистістю, але значно посилювався взаємозв'язок продуктивності з кількістю та масою зерна з основного колоса і його довжиною (див. табл. 16).

Таблиця 16 – Коефіцієнти кореляції між структурними елементами рослин ячменю ярого

Ознака	Рік				Середнє
	2014	2015	2016	2017	
Висота / продуктивна кущистість	0,229	0,227	0,160	0,211	0,320
Висота / довжина колоса	0,257	0,530*	0,540*	0,351*	0,462*
Висота / кількість зерен з основного колоса	-0,018	(0,480)* 0,313	0,309	0,110	(0,310) 0,208
Висота / маса зерна з основного колоса	-0,119	(0,531)* -0,141	(0,524)* 0,289	(0,381)* 0,264	0,100
Висота / продуктивність	0,048	0,146	0,154	0,347*	0,110
Висота / маса 1000 зерен	0,010	0,006	-0,251	-0,168	-0,365*
Продуктивна кущистість / довжина колоса	0,114	0,260	(0,489)* 0,287	-0,047	0,186
Продуктивна кущистість / кількість зерен з колоса	0,239	0,229	0,235	-0,160	0,120
Продуктивна кущистість / маса зерна з основного колоса	-0,039	0,257	(0,498)* 0,290	0,099	0,194
Продуктивна кущистість / продуктивність	0,493*	0,799*	0,437*	0,499*	0,620*
Продуктивна кущистість / маса 1000 зерен	-0,344	-0,254	-0,407*	0,441*	-0,028
Довжина колоса / кількість зерен з основного колоса	0,734*	0,690*	0,381*	0,870*	0,920*
Довжина колоса / маса зерна з основного колоса	0,760*	0,180	0,614*	0,458*	0,570*
Довжина колоса / продуктивність	0,629*	0,130	0,350*	0,279	0,389*
Довжина колоса / маса 1000 зерен	-0,350	-0,257	-0,384*	-0,573*	-0,260
Кількість зерен / маса зерна з основного колоса	0,671*	0,177	0,658*	0,400*	0,550*
Кількість зерен з основного колоса / продуктивність	0,534*	0,077	0,347*	0,280	0,350*
Кількість зерен з основного колоса / маса 1000 зерен	-0,417*	-0,363	-0,251	-0,630*	-0,532*
Маса зерна з основного колоса / продуктивність	0,654*	0,426*	0,583*	0,514*	0,550*
Маса зерна з основного колоса / маса 1000 зерен	0,636*	0,236	-0,037	-0,090	0,390*
Продуктивність / маса 1000 зерен	-0,106	0,076	-0,092	0,023	0,270

Примітка. \* – істотні значення, рівень значущості  $p < 0,05$ . У дужках указано коефіцієнти несправжньої кореляції, нижче – справжньої.



Таким чином, встановлено, що в сприятливих умовах довжина колоса, кількість та маса зерна з колоса компенсують зниження впливу продуктивної кущистості. В умовах сильного зволоження на фоні відносно низьких температур визначальним елементом для продуктивності є продуктивна кущистість, яка компенсує зниження впливу кількості та маси зерен з колоса.

Рівень прояву та варіювання ознак продуктивності рослин є різним у залежності від умов вирощування та генотипу. Найменше варіюють кількість зерен у колосі ( $V = 1,71-12,26 \%$ ), довжина колоса ( $V = 1,19-15,24 \%$ ) та маса 1000 зерен ( $V = 2,85-13,92 \%$ ) (табл. 17). Саме ці ознаки є маркерними при доборах за будь-яких погодних умов у нашій зоні.

Таблиця 17 – Коефіцієнти варіації продуктивності, її структурних елементів та інших кількісних ознак у сортів ячменю, 2014–2017 рр.

Ознака	Коефіцієнт варіації			
	Max	Сорт	Min	Сорт
Висота рослини	26,25	Millhouse	6,63	Інклюзив
Продуктивна кущистість	48,52	Резерв	7,69	Взірець
Довжина колоса	15,24	Ахіллес	1,19	CDC Candle
Кількість зерен у колосі	12,26	Ратник	1,71	Абалак
Маса зерна з колоса	36,64	Sofiara	4,76	CDC Candle
Продуктивність	40,12	Голозерный 1	7,85	Merlin
Маса 1000 зерен	13,92	Merlin	2,85	Ахіллес

Це також підтверджується і частотою коефіцієнтів варіації різних рівнів у вибірці, що досліджувалася (рис. 4). Так, частка низьких коефіцієнтів варіації була найбільшою у ознак довжина колоса, кількість зерен у колосі та маса 1000 зерен.

При цьому слід враховувати, що рівень прояву більшості ознак має неістотний слабкий позитивний зв'язок ( $r = 0,011-0,282$ ) з коефіцієнтом варіації. За висотою рослин та масою 1000 зерен зв'язок є помітним ( $r = 0,351$ ). Слабкий негативний зв'язок з коефіцієнтом варіації має рівень кількості зерен у колосі, у зразків із низьким рівнем прояву цієї ознаки її мінливість посилюється. За продуктивністю зв'язок з коефіцієнтом варіації є істотним помітним позитивним ( $r = 0,632$ ), тобто у високопродуктивних зразків збільшується різниця між мінімальним і максимальним значенням ознаки, відповідно підвищується коефіцієнт варіації.

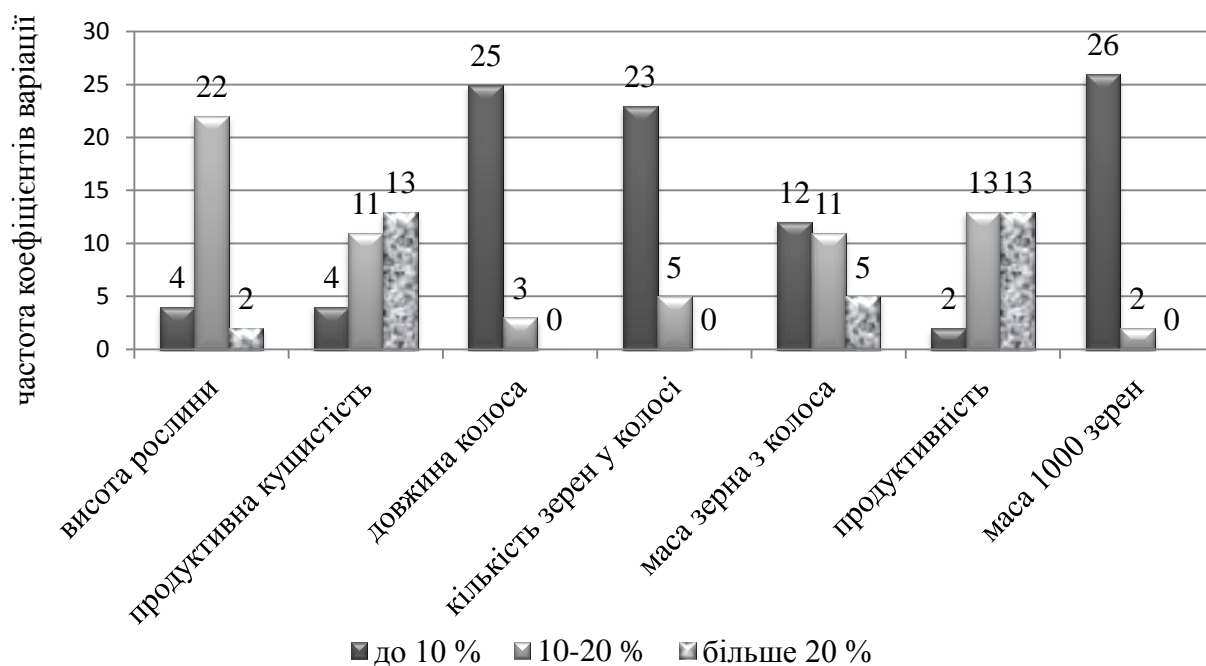


Рисунок 4 – Частота коефіцієнтів варіації продуктивності та її структурних елементів у 28 сортів ячменю ярого, 2014–2017 рр.

У результаті встановлення закономірностей варіабельності, кореляції та регресії кількісних ознак, визначення провідних (маркерних) ознак розроблено модель сорту харчового напрямку, в якій поєднано оптимальні для нашої зони параметри. Модель включає морфологічні, якісні та технологічні характеристики для голозерних та плівчастих сортів (табл. 18). Виходячи з визначених параметрів моделі сорту харчового використання, в селекційному процесі слід визначати джерела та донори цінних ознак і добирати вихідний матеріал з відповідним рівнем показників.

Таблиця 18 – Параметри моделі сорту ячменю харчового використання для східної частини Лісостепу України

Показник	Голозерний ячмінь	Плівчастий ячмінь
1	2	3
Середня врожайність, т/га	4–5	5–6
Стійкість до вилягання, бал	7–8	8–9
Стійкість до ураження збудниками хвороб, бал	6–7	8–9
Продуктивна кущистість, шт. стебел	> 2	>2
Довжина колосу, см	8–10	8–10
Маса зерна з колосу, г	1,30–1,45	1,30–1,45
Кількість зерен у колосі, шт.	25–30	22–30
Щільність колосу, членків стрижня на 4 см	середня, 11–14	середня, 11–14
Вимолот зерна, %	≥ 95 %	≥ 95 %
Маса 1000 зерен, г	40–47	40–50

1	2	3
Форма зерна	округла	округла
Натура зерна, г/л	720–820	720–750
Склоподібність, %		
звичайний тип крохмалю	> 90	> 50
ваху крохмаль	> 85	> 50
Вихід крупи, %	≥ 90 %	≥ 90 %
Вміст білка, %	14–16	12–14
Вміст крохмалю, %	> 60	> 60
Тип крохмалю	звичайний, ваху	звичайний, ваху
Вміст олії, %		
звичайний тип крохмалю	2,8–3,0	2,2–2,8
ваху крохмаль	2,8–3,3	3,3–3,8
Вміст поліненасичених жирних кислот, % від загальної суми		
ліноленова	5,2–6,5	5,5–6,5
лінолева	53–57	53–55
олеїнова	15–19	15–19
Антиоксидантна активність, мг/г за еквівалентом хлорогенової кислоти	> 2,2	≥ 2,0

Розроблено схему селекційного процесу харчових сортів ячменю ярого, особливостями якої є добір на ранніх етапах ( $F_1$ ,  $F_3$ ) за формою та крупністю зерна, довжиною колоса, кількістю та масою зерен у колосі; визначення таких показників харчової якості, як склоподібність ендосперму, фракційний склад крохмалю, загальна антиоксидантна активність, вміст антиоксидантів, зокрема фенольних сполук, вміст в олії поліненасичених жирних кислот та виділення генотипів з їх високим вмістом, рівень перетравлюваності білка. Особливістю селекції харчових сортів ячменю також є врахування різних вимог до голозерних і плівчастих та до генотипів зі зміненим складом крохмалю.

### **СТІЙКІСТЬ СОРТІВ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ДО БІОТИЧНИХ ЧИННИКІВ ТА ЇЇ ЗВ'ЯЗОК З ХАРЧОВИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ**

У цьому розділі встановлено рівень стійкості зразків ячменю ярого до поширених у зоні проведення дослідження хвороб. Виділено сорти, які поєднують високу врожайність (4,90–4,64 т/га) з груповою стійкістю (8–9 балів) до сажкових і листових хвороб – Парнас, Інклюзив, Аграрій, Хорс, Подив, Алегро, Philadelphia, Prestige, Novosadsky 294 (табл. 19). Ці сорти є цінними як джерела для селекції за комплексом господарських ознак.

Таблиця 19 – Стійкість до хвороб та врожайність сортів ячменю ярого різного еколого-географічного походження, 2012–2017 рр.

Зразок	Урожайність, т/га	Стійкість до хвороб, бал						
		летюча сажка	кам'яна сажка	борошнеста роса	гельмінтоспоріоз			стебло-ва іржа
					сітчастий	темно-бурий	смугастий	
Подив	4,73*	<b>9</b>	4	5	4	<b>9</b>	7	<b>8</b>
Алегро	4,71*	<b>9</b>	7	3	3	<b>8</b>	5	<b>8</b>
Хорс	4,64*	<b>9</b>	7	<b>8</b>	4	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>8</b>
Командор	4,30	<b>8</b>	7	5	4	<b>8</b>	5	<b>8</b>
Святогор	4,31	–	6	5	3	<b>8</b>	6	–
Хадар	4,20	–	<b>8</b>	7	2	–	–	<b>8</b>
Ратник	4,23	<b>9</b>	5	7	4	7	6	<b>8</b>
Абалак	4,57	–	6	–	4	–	–	–
Philadelphia	4,80*	–	5	<b>8</b>	3	<b>9</b>	6	<b>8</b>
Pasadena	4,14	<b>9</b>	7	7	1	<b>9</b>	7	<b>8</b>
Xanadu	4,14	<b>8</b>	7	<b>8</b>	1	<b>8</b>	6	7
Sofiara	4,25	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	1	<b>9</b>	7	<b>8</b>
Shakira	4,05	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	1	7	4	<b>8</b>
Kangoos	3,87	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	1	<b>9</b>	7	6
Sebastian	4,41	7	7	5	2	7	<b>8</b>	7
Novosadsky 294	4,65*	–	<b>8</b>	<b>9</b>	3	<b>9</b>	7	7
Prestige	4,75*	–	6	<b>9</b>	1	<b>9</b>	6	–
Середнє	4,39	–	–	–	–	–	–	–
НІР <sub>05</sub>	0,24	–	–	–	–	–	–	–

Примітка. \* – істотне перевищення стандарту, відмінності істотні на 5 % рівні значущості.

Серед голозерних зразків цінними для селекційного процесу є сорти, які поєднують стійкість до ураження збудниками хвороб з цінними господарськими властивостями. Джерелами групової стійкості в поєднанні з високим вмістом білка є сорти Козацький, Омський голозерний 1, Оскар, Мєbere, з високою врожайністю – Richard. Джерелами індивідуальної стійкості до хвороб з високим вмістом білка – сорти Гатунок, Майський, Голозерний 1, Белорусский 76, CDC Candle, а з високою врожайністю – лінії 13-301, 12-954, 12-1014 (табл. 20).

Виявлено, що сорти селекції Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН Беркут та селекції Селекційно-генетичного інституту-Національного центру насіннезнавства та сортовивчення Ахіллес поєднують відносно високу як для голозерних урожайність (3,84–4,06 т/га) з високим вмістом білка (13,54–14,61 %), що є цінним для виробництва продуктів харчування (див. табл. 18).

Таблиця 20 – Стійкість до хвороб, урожайність та вміст білка сортів голозерного ячменю ярого та з крохмалем ваху, 2012–2017 рр.

Зразок	Урожайність, т/га	Вміст білка, %	Стійкість до хвороб, бал			
			кам'яна сажка	борошняста роса	сітчастий гельмінто споріоз	стеблова іржа
Голозерні зразки						
Козацький	3,15	15,16*	5	–	7	7
Ахіллес	3,84*	14,61*	5	–	5	–
Беркут	4,06*	13,54*	6	–	4	–
Гатунок	2,94	15,46*	6	–	7	–
13-301	4,15*	12,86	6	–	8	–
Оскар	3,15	13,92*	7	–	9	–
Майський	3,22	14,29*	6	–	8	–
Голозерный 1	3,21	14,56*	6	4	3	8
Омский голозерный 1	3,48	13,83*	7	3	1	8
Белорусский 76	3,19	14,23*	4	–	3	8
Richard	4,09*	13,37	7	–	1	8
CDC Candle	3,05	13,43*	5	–	2	8
Mebere	3,10	14,54*	6	–	7	7
CDC Alamo	3,05	14,54*	6	–	1	–
Зразки з крохмалем ваху						
Шедевр	5,04*	10,91	7	–	2	–
Аміл	4,99*	12,70	6	–	2	–
12-954	4,48*	13,15	7	–	6	–
12-1014	4,47*	11,02	6	–	9	–
Середнє	3,60	12,46	–	–	–	–
НІР <sub>05</sub>	0,11	0,24	–	–	–	–

Примітка. \* – істотне перевищення стандарту, відмінності істотні на 5 % рівні значущості.

Таким чином, у дослідженні доведено можливість поєднання в одному генотипі стійкості до ураження збудниками хвороб та високого прояву цінних господарських ознак – урожайності, вмісту білка та крохмалю зі зміненим складом (з крохмалем ваху). Для селекції за результатами багаторічних досліджень виділено джерелами групової та індивідуальної стійкості до хвороб.

### **ЕФЕКТИВНІСТЬ СТВОРЕННЯ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ У ВИРОБНИЦТВО СОРТІВ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ХАРЧОВОГО НАПРЯМУ ВИКОРИСТАННЯ**

У восьмому розділі розкрито роль та ефективність впровадження сорту у сільськогосподарське виробництво. Так, у загальному підвищенні врожайності

польових культур на частку сорту доводиться від 25 % до 50 %, тому сучасні сорти ячменю ярого повинні максимально відповідати сучасним технологіям вирощування та бути конкурентоспроможними. Застосування у переробній промисловості голозерних сортів ячменю дає додаткову економію енергоресурсів за рахунок виключення найбільш енергоємних процесів луцення та шліфування зерна.

Так як основні напрями селекції ячменю – пивоварної якості, харчового використання та фуражного призначення – передбачають спеціальні характеристики якості, які мають закладатися в сорт селекціонером та реалізуватися в процесі виробництва за певних технологій вирощування. Це виключає створення сортів універсального використання. В Інституті рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН створено сорти та перспективні лінії ячменю ярого харчового напрямку використання, які характеризуються високими показниками врожайності, адаптивності та якості зерна – Парнас, Взірець, Шедевр, Аміль, Беркут, Лідер, голозерні лінії та лінії зі зміненим складом крохмалю.

У результаті аналізу даних статистики виявлено, що в Україні за 13 років площа під ярим ячменем в Україні зменшилася в 2,5 рази (2005–2017 рр.) і складає в 2017 р. лише 1620 тис. га (11,1 % від загальної площі зернових культур). Таке істотне зменшення пояснюється стрімким зростанням площі під кукурудзою та соняшником як більш рентабельними культурами. Валовий збір зерна у 2017 р. у порівнянні з 2005 р. скоротився лише в 1,5 рази, а в порівнянні з 2010 р. є практично однаковим, незважаючи на стрімке скорочення посівної площі. Це пояснюється введенням у виробництво нових високоврожайних сортів.

Ячмінь є експорторієнтованою культурою. Україна за цією позицією є одним із головних експортерів зерна ячменю на світовому ринку і посідає четверте місце у світі серед постачальників зерна, а за експортом – третє місце за Австралією та ЄС.

Зокрема, у Харківській області в 2017 р. ярий ячмінь займав площу 488,6 тис. га, що менше, ніж у 2016 р. (501,6 тис. га), але перевищує площу в 2015 р. (438,5 тис. га). Врожайність за ці роки виросла від 2,61 т/га в 2015 р. до 3,47 т/га в 2017 р.

Перешкодою для наростання площі під ярим ячменем є його невисока рентабельність (25,2 %) порівняно з іншими зерновими.

За даними статистики, продуктивність праці в аграрному секторі майже на 20 % залежить від стану селекційних досліджень. Основною складовою сільськогосподарського виробництва є впровадження нових сортів з високим адаптивним потенціалом, які можуть забезпечити високий рівень рентабельності за рахунок значного підвищення врожайності при оптимальному рівні посівних площ. Економічна ефективність впровадження у виробництво нових сортів ячменю значною мірою визначається окупністю коштів, затрачених на створення сорту та вирощування насіння у первинних ланках насінництва.

У наших дослідженнях період створення сорту визначався як термін від виділення елітної селекційної лінії в селекційному розсаднику першого року до внесення сорту в Державний реєстр. Сорти потребували різної кількості років для створення та випробування в селекційних розсадниках. Так, на створення сорту Взірець – 14 років, Парнас і Доказ – 13 років, Етикет, Інклюзив, Аграрій – 12 років,

Алегро – 11 років, Виклик – 10 років, Хорс – дев'ять років, Модерн, Бальзам – вісім років, Мальовничий, Подив, Авгур – сім років. У залежності від трудових затрат та від рівня фінансування на створення сортів було витрачено різну кількість коштів – від 59,80 тис. грн. до 224,70 тис. грн. (табл. 21).

Таблиця 21 – Окупність бюджетних коштів на створення та впровадження сортів ячменю ярого, тис. грн.

Сорт	Обсяг бюджетних коштів			Одержано коштів від реалізації насіння	Прибуток
	на створення	на впровадження	усього		
Етикет	59,80	230,85	290,65	910,97	+ 620,32
Виклик	70,2	210,25	280,45	317,45	+ 37,00
Парнас	83,70	210,25	293,95	1030,26	+ 736,31
Взірець	105,20	188,75	293,95	1373,14	+ 1079,19
Інклюзив	96,20	188,75	284,95	532,90	+ 247,95
Доказ	113,00	171,95	284,95	61,36	- 223,59
Модерн	117,00	134,65	251,65	1485,12	+ 1233,47
<i>Алегро</i>	<i>191,30</i>	<i>66,65</i>	<i>257,95</i>	<i>219,19</i>	<i>- 38,76</i>
<i>Аграрій</i>	<i>195,80</i>	<i>66,65</i>	<i>262,45</i>	<i>555,54</i>	<i>+ 293,09</i>
<i>Мальовничий</i>	<i>196,30</i>	<i>13,95</i>	<i>210,25</i>	<i>65,81</i>	
<i>Подив</i>	<i>196,30</i>	<i>13,95</i>	<i>210,25</i>	<i>212,95</i>	
<i>Хорс</i>	<i>224,70</i>	<i>13,95</i>	<i>238,65</i>	<i>111,35</i>	
<i>Авгур</i>	<i>180,95</i>	<i>7,80</i>	<i>188,75</i>	–	
<i>Бальзам</i>	<i>202,45</i>	<i>7,80</i>	<i>210,25</i>	–	
Разом	2032,90	1526,20	3559,10	6876,04	3984,98

Примітка. Курсивом виділено сорти, які реалізували для виробництва менше чотирьох років.

Загальний прибуток від реалізації насіння нових сортів за період з 2008 по 2017 рр. склав 3984,98 тис. грн.

Прогноз росту реалізації можна зробити за лінією тренда обсягу коштів, одержаних від реалізації насіння сортів ячменю. Ця лінія спрямована догори, хоч і не з великим кутом. Тобто, прогнози на збільшення коштів від реалізації насіння оптимістичні (рис. 5).

При цьому лінія тренда обсягу коштів, затрачених на створення сортів, теж спрямована догори, але на значній відстані від лінії реалізації та з меншим кутом. Це говорить про те, що обсяг коштів на створення сорту зростає не так стрімко, як від реалізації, а на зростання кута відхилення лінії впливають, зокрема, подорожчання енергоносіїв, ріст заробітної плати та витрати на матеріально-технічне оснащення.



Рисунок 5 – Прогноз витрати коштів на створення і впровадження та одержання коштів від реалізації насіння нових сортів ячменю

## ВИСНОВКИ

У дисертації наведено узагальнення та нове вирішення актуальної проблеми в галузі «Сільськогосподарські науки» щодо теоретичного обґрунтування селекції ячменю ярого харчового напрямку використання шляхом селекційно-орієнтованого аналізу оцінки відмінностей селекційного матеріалу за реакцією на зміну середовища, визначення селекційної цінності вихідного матеріалу та прогнозування перспективних гібридних комбінацій при схрещуванні голозерних зразків, установлення особливостей поживних якостей зерна ячменю та створення сортів з комплексом цінних господарських ознак, придатних для виробництва продукції здорового харчування, впровадження ліній у селекційні програми та сортів у виробництво, що має стратегічне, економічно обґрунтоване значення в галузі селекції та сільського господарства.

Отримані результати дають підстави сформулювати відповідні висновки та рекомендації, що мають теоретичне і практичне значення.

1. У результаті багаторічних досліджень встановлено, що з 11 років сприятливими для розвитку рослин ячменю ярого були три роки, чотири – середні за умовами, чотири – несприятливі. За умови погодних флуктуацій у сприятливі та несприятливі роки за результатами екологічного випробування шляхом GGE biplot аналізу встановлено різний рівень реалізації сортами генетичного потенціалу. Зокрема, сорт Взірець може реалізувати свій генетичний потенціал навіть за



посушливих умов, сорти Парнас, Інклюзив та Алегро вирізняються стабільністю, невибагливі до умов вирощування, тому є придатними для господарств з будь-яким рівнем матеріальної забезпеченості, що є актуальним для сучасного сільськогосподарського виробництва України та для багатьох країн з невисоким рівнем технологічності.

2. Установлено лімітуючий чинник для врожайності ячменю в умовах східної частини Лісостепу України, яким є значна сума ефективних температур (понад 1500 °C), особливо коли високі температури супроводжуються посухами.

3. Визначено селекційну цінність вихідного матеріалу, використаного в схрещуваннях за роки дослідження, серед якого виділено сорт Звершення. За його участю створено та внесено в 2006–2016 рр. в Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні, шість сортів – Взірець, Аграрій, Козван, Модерн, Подив, Бальзам.

4. Установлено, що добори в роки з нетиповими для нашої зони гідротермічними умовами є неефективними щодо створення сортів. Селекційний матеріал, відібраний у нетипові роки, при подальших випробуваннях у системі Державного сортовипробування не мав переваг над стандартами.

5. Визначено ступінь домінантності, типи взаємодії генів та ступінь істинного гетерозису в  $F_1$  ячменю ярого при схрещуванні голозерних сортів як материнські та плівчастих як батьківські компоненти. Встановлено, що ступінь домінантності, тип взаємодії генів та ступінь істинного гетерозису залежить як від комбінації схрещування, так і від умов середовища (погодних умов року).

6. Установлено залежність величини гетерозису від ступеня відмінності батьківських компонентів за ознакою, найчастіше гетерозис спостерігали у комбінаціях з материнськими компонентами Белорусский 76, Козацький, Омский голозерный 1, Майский, Mebere, Ахіллес, з батьківськими – Абалак, Sofiara, Взірець. Щодо ознак гетерозис найчастіше проявлявся за масою зерна з колоса (88 % усіх комбінацій схрещування), довжиною колоса (72 %), та продуктивністю (72 %), що свідчить про тісну кореляцію продуктивності з довжиною колоса та масою зерна з нього, в результаті чого гетерозис за однією з цих ознак стимулює гетерозис за продуктивністю. За переважаючою кількістю гетерозисних ознак виявлено перспективні комбінації схрещування для одержання високопродуктивних гібридних рослин – Richard / Взірець, Mebere / Взірець, Ахіллес / Абалак, Майский / Взірець, Голозерный 1 / Взірець. Також визначено найкращий батьківський компонент для схрещувань з голозерними материнськими компонентами – сорт Взірець.

7. Установлено зростання ступеня гетерозису  $H_{bt}$  при високому рівні ступеня домінантності. Коефіцієнт кореляції між ними дорівнює 0,537, що свідчить про істотний тісний зв'язок.

8. За значною різницею між двома коефіцієнтами успадковуваності в широкому та вузькому розумінні за продуктивністю, продуктивною кущистістю та довжиною колоса встановлено, що мінливість за цими ознаками зумовлено домінантними ефектами генів, тому добір за цими ознаками буде неефективним. Незначна різниця між коефіцієнтами за ознаками висота рослини та маса зерна з колоса дає можливість прогнозування ефективного добору за цими ознаками.

9. Установлено, що в схожих погодних умовах вміст білка у зерні зразків ячменю ярого визначається генотипом. У зразків голозерного ячменю цей показник істотно вищий (12,05–15,46 %), ніж у плівчастих (10,91–13,82 %). Характерним є значно нижчий вміст білка у шестирядних зразків у порівнянні з дворядними.

10. Визначено високий ступінь перетравлюваності білка у сортів Парнас і Омський голозерный 1 та в лініях, які мають ці сорти у родоводі. Сорти Парнас та Омський голозерный 1 є джерелами високої здатності білків зерна до перетравлення протеолітичними ферментами. Вірогідність одержання зразків з високою перетравлюваністю є найвищою при доборах в популяціях саме з цими батьківськими компонентами, що є цінним для селекції сортів для дієтичного та дитячого харчування.

11. Установлено вплив умов проходження критичних фаз вегетації на рівень вмісту білка в зерні та склоподібності ендосперму сортів ячменю ярого. Оподи у фазу колосіння–налив істотно позитивно впливали на вміст білка в усіх сортів, але знижували склоподібність. Між сумою ефективних температур у фазу колосіння–налив та вмістом білка встановлено істотну негативну кореляцію ( $r = -0,453 - -0,531$  для зернових та пивоварних сортів,  $-0,858$  – для голозерних), із склоподібністю у голозерних сортів – істотну позитивну кореляцію ( $r = 0,803$ ). Підвищення температури у фазу наливу–дозрівання істотно підвищує склоподібність ендосперму, коефіцієнт кореляції складає від 0,526 до 0,875. Залежність рівня склоподібності від опадів у фазу наливу–дозрівання неістотна, відмічено лише негативну тенденцію ( $r = -0,042 - -0,357$ ).

11. Визначено високі поживні якості зерна сортів ячменю з ваху-крохмалем. Такі генотипи мають істотно вищий вміст олії порівняно із зразками зі звичайним крохмалем. Виділено зразки з дуже цінними характеристиками: лінія 12-1014 з високою перетравлюваністю білка (61,75 мг тирозину на 1 г білка за сумою пепсинолізу та трипсинолізу), лінія 12-945 з високою антиоксидантною активністю (2,02 мг/г за еквівалентом хлорогенової кислоти). За вмістом олії виділено лінію 12-954 (3,75 %), за високим вмістом в олії поліненасиченої  $\omega$ -3 ліноленової кислоти – безосту лінію 14-1183 (6,09 %). Такі лінії є цінними і як вихідний матеріал для селекції харчових сортів, так і безпосередньо для виготовлення продуктів функціонального харчування. Сорти Шедевр та Аміль за господарськими та якісними показниками можуть бути використані для виробництва пластівців та борошна.

12. Установлено залежність рівня антиоксидантної активності від умов вирощування та генотипу, при цьому ранжування генотипів за рівнем антиоксидантної активності не змінюється в залежності від умов вирощування, тобто визначальним для АОА є генотип. Створено лінії голозерного ячменю з вищою, ніж у батьківських компонентів, АОА. Голозерну лінію 13-728 під назвою Беркут та плівчасту лінію 12-473 з високим вмістом олії (3,45 %) під назвою Шедевр передано до Державного сортопробування. Сорт Шедевр внесено в Державний реєстр з 2019 р.

13. Визначено позитивну істотну кореляцію ( $r = 0,968$ ) між вмістом фенольних сполук та рівнем загальної антиоксидантної активності. Виділено зразки з високим вмістом фенольних сполук – CDC Alamo, Аміль, Омський голозерный 1, Шедевр, Вірець, Голозерный 1, Парнас, Richard, лінії 12-333, 12-954 та 12-945 (0,943–

0,814 мг/г за еквівалентом галової кислоти). Установлено, що сорти CDC Alamo, Аміль та Взірєць мають стабільно високий вміст фенольних сполук незалежно від умов вирощування.

14. Установлено рівень вмісту олії та її жирнокислотний склад у зерні зразків ячменю. Виділено зразки з високим вмістом олії та поліненасичених жирних кислот, що є цінним у виробництві продуктів здорового харчування. У зерні зразків з ваху-крохмалем вміст олії був істотно вищим, ніж у зразків із звичайним крохмалем – як плівчастих, так і голозерних. Основними жирними кислотами олії ячменю є поліненасичена лінолева (52,14–58,00 %), насичена пальмітинова (19,75–23,25 %), мононенасичена олеїнова (12,93–19,14 %) та поліненасичена ліноленова (4,96–6,73 %).

15. За результатами кореляційного аналізу встановлено тісний позитивний зв'язок вмісту пальмітолеїнової кислоти із вмістом міристинової ( $r = 0,77$ ) та ейкозанової (арахінової) ( $r = 0,69$ ); пальмітинової – з ліноленовою ( $r = 0,52$ ) і бегеновою ( $r = 0,55$ ); міристинової – з арахіновою ( $r = 0,67$ ). Істотний негативний зв'язок установлено між вмістом олеїнової кислоти з міристиновою ( $r = -0,53$ ), пальмітиновою ( $r = -0,73$ ), ліноленовою ( $r = -0,82$ ) і бегеновою ( $r = -0,59$ ). Між вмістом поліненасичених лінолевої та ліноленової кислоти істотний зв'язок відсутній, тобто при селекції на високий вміст цих кислот добір можна вести незалежно. Виділено сорти ячменю ярого зі звичайним та ваху-крохмалем з високим вмістом в олії поліненасиченої  $\omega$ -3 ліноленової кислоти.

16. Установлено закономірно вищий вміст загальної клітковини та золи у плівчастих зразків, при цьому від складу крохмалю вміст золи та клітковини не залежить. Створено сорти та лінії ячменю ярого, які за вмістом клітковини та золи є цінними для виробництва продуктів харчування – голозерні сорт Беркут і лінія 13-301 та плівчасті Алегро і Шедевр.

17. Установлено сильну позитивну кореляцію продуктивності з продуктивною кущистістю ( $r=0,620$ ) та масою зерна з основного колоса ( $r= 0,550$ ). Результатами регресійного аналізу підтверджено, що при доборі на продуктивність рослин слід орієнтуватися на продуктивну кущистість та масу зерна з основного колоса. Під впливом умов вирощування відбувається перерозподіл внеску елементів структури рослини у формування продуктивності, тобто спостерігається компенсаторний ефект. У сприятливих умовах довжина колоса, кількість та маса зерна з колоса компенсують зниження впливу продуктивної кущистості. В умовах сильного зволоження на фоні відносно низьких температур визначальним елементом для продуктивності є продуктивна кущистість, яка компенсує зниження впливу кількості та маси зерен з колоса.

18. Установлено, що за будь-яких погодних умов у східній частині Лісостепу України маркерними ознаками при доборах на продуктивність є кількість зерен у колосі, довжина колоса та маса 1000 зерен. Рівень прояву більшості ознак має неістотний слабкий позитивний зв'язок ( $r = 0,011$ – $0,282$ ) з коефіцієнтом варіації. За продуктивністю зв'язок з коефіцієнтом варіації є істотним помірним позитивним ( $r = 0,632$ ), тобто у високопродуктивних зразків збільшується різниця між мінімальним і максимальним значенням ознаки, відповідно підвищується коефіцієнт варіації.

19. У результаті встановлення закономірностей варіабельності, кореляції та регресії кількісних ознак, визначення провідних (маркерних) ознак розроблено модель сорту харчового напрямку, в якій поєднано оптимальні для умов східної частини Лісостепу України параметри. Модель включає морфологічні, якісні та технологічні характеристики для голозерних та плівчастих сортів. Виходячи з визначених параметрів моделі сорту харчового використання, в селекційному процесі слід визначати джерела та донори цінних ознак і добирати вихідний матеріал з відповідним рівнем показників. Зокрема, зерно має бути округлої форми, щоб знизити вірогідність травмування при збиранні, очистці та підвищити вихід продукції при переробці; натура – не менше 720 г/л; склоподібність – понад 85 % для голозерних та понад 50 % – для плівчастих; вміст білка – понад 14 %, олії – понад 2,8 %.

20. Доведено можливість поєднання в одному генотипі стійкості до ураження збудниками хвороб та високого прояву цінних господарських ознак – урожайності, вмісту білка та крохмалю зі зміненим складом (з крохмалем waxy). Для селекції за результатами багаторічних досліджень виділено джерела групової та індивідуальної стійкості до хвороб, які поєднують високу врожайність (4,90–4,64 т/га) з груповою стійкістю (8–9 балів) до сажкових і листкових хвороб – Парнас, Інклюзив, Аграрій, Хорс, Подив, Алегро, Philadelphia, Prestige, Novosadsky 294. Серед голозерних зразків цінними для селекційного процесу є сорти Козацький, Омский голозерный 1, Оскар, Mebere, Richard, Гатунок, Майский, Голозерный 1, Белорусский 76, CDC Candle та лінії 13-301, 12-1014.

21. Сорти селекції Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН Беркут та селекції Селекційно-генетичного інституту-Національного центру насіннєзнавства та сортовивчення Ахіллес поєднують відносно високу як для голозерних урожайність (3,84–4,06 т/га) з високим вмістом білка (13,54–14,61 %), що є цінним для виробництва продуктів харчування. Застосування у переробній промисловості голозерних сортів ячменю забезпечить додаткову економію енергоресурсів за рахунок виключення найбільш енергоємних процесів луцення та шліфування зерна.

22. Основні напрями селекції ячменю пивоварної якості, харчового використання та фуражного призначення передбачають спеціальні характеристики якості, які повинні закладатися в сорт селекціонером та реалізуватися в процесі виробництва за певних технологій вирощування. Це виключає створення сортів універсального використання. В Інституті рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН створено сорти та перспективні лінії ячменю ярого харчового напрямку використання, які характеризуються високими показниками врожайності, адаптивності та якості зерна – Парнас, Взірець, Аграрій, Алегро, Шедевр, Аміль, Беркут, Лідер, голозерні лінії та лінії зі зміненим складом крохмалю.

23. Основною складовою сільськогосподарського виробництва є впровадження нових сортів з високим адаптивним потенціалом, які можуть забезпечити високий рівень рентабельності за рахунок значного підвищення врожайності при оптимальному рівні посівних площ. Економічна ефективність впровадження у виробництво нових сортів ячменю значною мірою визначається окупністю коштів, затрачених на створення сорту та вирощування насіння у первинних ланках насінництва. Установлено, що збільшення коштів від реалізації насіння нових сортів

ячменю ярого, створених в Інституті рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН, має позитивну тенденцію, отже створення та впровадження нових сортів ячменю ярого є економічно ефективним.

### ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

#### 1. Науково-дослідним селекційним установам:

– використовувати в селекційному процесі сорт ячменю ярого Звершення як вихідний компонент з найвищою селекційною цінністю щодо створення нових сортів;

– добори у гібридних популяціях за продуктивністю слід проводити за маркерними для східної частини Лісостепу України ознаками висота рослини, довжина колоса, кількість та маса зерна з колоса. Показники ступеня домінантності, типу взаємодії генів та ступеня гетерозису слід використовувати в комплексі з коефіцієнтами успадкованості в широкому та вузькому розумінні, що забезпечить більшу коректність прогнозу та ефективність добору;

– у селекційному процесі харчового ячменю використовувати як джерела білка з високою здатністю до перетравлення протеолітичними ферментами сорти Парнас, Беркут, Омский голозерный 1 та лінію зі зміненим складом крохмалю 12-1014; як джерела високої антиоксидантної активності голозерні сорти CDC Alamo, Mebere, Richard, Омский голозерный 1, пливчасті сорти Взірець, Абалак та лінію 12-945; як джерела високого вмісту олії зразки з ваху крохмалем Шедевр, CDC Alamo, лінії 12-945 і 14-1183 та голозерний сорт зі звичайним крохмалем Беркут; як джерела високого вмісту в олії поліненасиченої  $\omega$ -3 ліноленової кислоти сорти Лідер, Взірець, Красень, Аграрій, Ратник та голозерні Гатунок і Оскар; як джерела високого вмісту фенольних сполук сорти CDC Alamo, Аміль, Омский голозерный 1, Шедевр, Взірець, Голозерный 1, Парнас, Richard та лінії 12-333, 12-954 і 12-945;

– визначати джерела та донори цінних ознак і добирати вихідний матеріал з відповідним рівнем показників, визначеним у моделі сорту харчового напрямку, в якій поєднано оптимальні для умов східної частини Лісостепу України морфологічні, якісні та технологічні характеристики для голозерних та пливчастих сортів.

– використовувати для створення стійких до біотичних чинників сортів ячменю як джерела групової стійкості до сажкових і листкових хвороб сорти Парнас, Інклюзив, Аграрій, Хорс, Подив, АLEGRO, Philadelphia, Prestige, Novosadsky 294 та голозерні сорти з індивідуальною стійкістю до хвороб Козацький, Омский голозерный 1, Оскар, Mebere, Richard, Гатунок, Майский, Голозерный 1, Белорусский 76, CDC Candle та лінії 13-301, 12-954, 12-1014.

2. Науково-дослідним селекційним установам і вищим навчальним закладам: використовувати в науковій роботі та навчальному процесі навчальний посібник «Основи селекції польових культур на стійкість до шкідливих організмів», 2012 р.

#### 3. Агроформуванням різних форм власності:

– збільшувати посівні площі під високоврожайними, стійкими до шкідливих організмів, адаптованими до умов вирощування сортами ячменю ярого Парнас, Взірець,

Аграрій, Модерн, Бальзам, внесеними в Державний реєстр сортів рослин, придатних до поширення в Україні, які забезпечують урожайність на рівні 6,5–8,5 т/га;

– переробним підприємствам використовувати сорт з ваху крохмалем Шедевр та сорти зі звичайним крохмалем Взірець і Парнас для виробництва пластівців та борошна, голозерний сорт Беркут – для виробництва крупи та борошна для макаронів, у тому числі екструдованого. Застосування у переробній промисловості голозерних сортів ячменю дає додаткову економію енергоресурсів за рахунок виключення найбільш енергоємних процесів лушення та шліфування зерна. Продукція, виготовлена із зерна сортів Шедевр, Аміль, Парнас, Взірець, Аграрій, Алегро та Беркут за харчовими якостями є придатною для дієтичного та дитячого харчування.

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

### Монографії, наукові посібники:

1. Васько Н.І., Козаченко М.Р., Звягінцева А.М. та ін. Ячмінь: методичні підходи та результати селекції на стійкість до основних хвороб та шкідників. В кн.: Основи селекції польових культур на стійкість до шкідливих організмів. За ред. В.В. Кириченка, В.П. Петренкової. Харків: Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН, 2012. С. 129–137. (20 % авторства: планування і виконання експериментів, узагальнення результатів, написання статті).

2. Козаченко М.Р., Васько Н.І., Литвинова І.В. Стійкість ячменю ярого до ураження збудниками летючої і кам'яної сажок та іншими хворобами і пошкодження шкідниками. В кн. Селекційно-генетичні дослідження ячменю ярого. Під ред. М.Р. Козаченка. Харків: Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН, 2012. С. 393–399. (15 % авторства: планування і виконання експериментів, узагальнення результатів, написання статті).

3. Козаченко М.Р., Васько Н.І., Солонечний П.М. Історичні аспекти етапів і методів селекції та особливостей ідентифікації ячменю. В кн. Генетичні закономірності селекції ячменю ярого. Під ред. М.Р. Козаченка. Харків: Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН, 2016. С. 17–69. (10 % авторства: планування і виконання експериментів, узагальнення результатів, написання статті).

4. Васько Н.І., Солонечний П.М., Козаченко М.Р., Важеніна О.Є. Ячмінь ярий в умовах змін клімату. В кн.: Основи управління продукційним процесом польових культур. За ред. В.В. Кириченка. Харків: Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН, 2016. С. 373–392. (40 % авторства: планування і виконання експериментів, узагальнення результатів, написання статті).

5. Козаченко М.Р., Васько Н.І., Наумов О.Г., Солонечний П.М., Важеніна О.Є., Солонечна О.В. Історичні аспекти, теоретичні здобутки та практичні наукові досягнення лабораторії селекції та генетики ячменю Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН. Селекція ячменю харчового напряму використання. В кн.: Теоретичні дослідження та практичні досягнення Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН: історія та сьогодення. За ред. В.В. Кириченка. Харків, 2018. С. 433–434. (60 % авторства: планування і виконання експериментів, узагальнення результатів, написання статті).

**Статті у фахових виданнях України:**

6. Козаченко М.Р., Васько Н.І., Заїка О.В., Наумов О.Г., Весна С.В., Важеніна О.Є., Садівничий В.Ф., Ісаєнко О.О. Господарсько-цінні показники сортів ярого ячменю, рекомендованих для Харківської області. *Вісник Центру наукового забезпечення АПВ Харківської області*. 2006. Вип. 3. С. 20–28. (15 % авторства: планування і виконання експериментів, узагальнення результатів, написання статті).

7. Васько Н.І., Весна С.В., Шелякіна Т.А. Колекція голозерного ячменю як джерело вихідного матеріалу для селекції та розширення його генофонду. *Генетичні ресурси рослин*. 2006. № 3. С. 68–73. (25 % авторства: планування і виконання експериментів, узагальнення результатів, написання статті).

8. Васько Н.І. Нові сорти ярого ячменю. *Селекція і насінництво*. 2007. Вип. 94. С. 246–255.

9. Козаченко М.Р., Васько Н.І., Наумов О.Г., Важеніна О.Є., Матвієць Н.М. Реакція сортів і ліній ячменю ярого на погодні умови. *Вісник Центру наукового забезпечення АПВ Харківської області*. 2010. Вип. 9. С. 108–116. (20 % авторства: планування і виконання експериментів, узагальнення результатів, написання статті).

10. Васько Н.І., Козаченко М.Р., Маркова Т.Ю., Наумов О.Г. Вихідний матеріал в селекції ячменю ярого на стійкість до біотичних чинників. *Селекція і насінництво*. 2012. Вип. 101. С. 56–66. DOI: 10.30835/2413-7510.2012.59683. (30 % авторства: планування і виконання експериментів, узагальнення результатів, написання статті).

11. Наумов О.Г., Козаченко М.Р., Васько Н.І. Створення ліній ячменю ярого з високим вмістом амілопектину в крохмалі. *Селекція і насінництво*. 2012. Вип. 101. С. 38–46. DOI: 10.30835/2413-7510.2012.59681. (25 % авторства: планування і виконання експериментів, узагальнення результатів, написання статті).

12. Васько Н.І., Важеніна О.Є., Козаченко М.Р., Наумов О.Г., Солонечний П.М., Шевченко Г.С. Здатність вихідного матеріалу до утворення перспективних ліній і сортів ячменю ярого. *Селекція і насінництво*. 2013. Вип. 104. С. 5–13. DOI: 10.30835/2413-7510.2013.41992. (50 % авторства: планування і виконання експериментів, узагальнення результатів, написання статті).

13. Наумов О.Г., Козаченко М.Р., Васько Н.І., Солонечний П.М., Важеніна О.Є. Селекція ваху-ячменю. *Селекція і насінництво*. 2014. Вип. 105. С. 60–69. DOI: 10.30835/2413-7510.2014.42052. (25 % авторства: планування і виконання експериментів, узагальнення результатів, написання статті).

14. Васько Н.І., Козаченко М.Р., Наумов О.Г., Солонечний П.М., Важеніна О.Є., Солонечна О.В., Зимогляд О.В., Шевченко А.С. Сорти ячменю ярого для сучасного сільськогосподарського виробництва. *Вісник Центру наукового забезпечення АПВ Харківської області*. 2014. Вип. 17. С. 97–103. (20 % авторства: планування і виконання експериментів, узагальнення результатів, написання статті).

15. Васько Н.І., Важеніна О.Є., Козаченко М.Р., Наумов О.Г., Солонечний П.М., Шевченко Г.С., Зимогляд О.В., Садовой О.О., Петухова І.А. Сортовирізняльні ознаки сортів ячменю ярого селекції інституту рослинництва ім.

В. Я. Юр'єва НААН для підвищення ефективності польового інспектування. *Вісник Центру наукового забезпечення АПВ Харківської області*. 2015. Вип. 18. С. 121–131. (25 % авторства: планування і виконання експериментів, узагальнення результатів, написання статті).

16. Васько Н.І. Урожайність сортів ячменю ярого в залежності від погодних умов. *Вісник Центру наукового забезпечення АПВ Харківської області*. 2017. Вип. 22. С. 108–120.

17. Васько Н.І., Солонечний П.М., Козаченко М.Р., Наумов О.Г., Важеніна О.Є., Солонечна О.В., Зимогляд О.В. Варіабельність продуктивності та її структурних елементів у сортів ячменю ярого. *Миронівський вісник*. 2017. Вип. 5. С. 21–31. (50 % авторства: планування і виконання експериментів, узагальнення результатів, написання статті).

18. Васько Н.І. Урожайність та маса 1000 зерен сортів ячменю ярого і кореляція між ними. *Селекція і насінництво*. 2017. Вип. 111. С. 29–39. DOI: 10.30835/2413-7510.2017.1044883. (50 % авторства: планування і виконання експериментів, узагальнення результатів, написання статті).

19. Васько Н.І., Козаченко М.Р., Ниска І.М., Наумов О.Г., Солонечний П.М., Солонечна О.В., Важеніна О.Є., Шелякіна Т.А., Зимогляд О.В. Джерела стійкості до хвороб та цінних господарських ознак як вихідний матеріал для селекції ячменю. *Вісник Центру наукового забезпечення АПВ Харківської області*. 2018. Вип. 24. С. 143–156. (30 % авторства: планування і виконання експериментів, узагальнення результатів, написання статті).

20. Васько Н.І., Поздняков В.В., Козаченко М.Р., Наумов О.Г., Солонечний П.М., Анциферова О.В., Шелякіна Т.А., Важеніна О.Є., Солонечна О.В. Антиоксидантна активність плівчастих і голозерних зразків ячменю ярого. *Вісник Центру наукового забезпечення АПВ Харківської області*. 2018. Вип. 25. С. 125–133. (50 % авторства: планування і виконання експериментів, узагальнення результатів, написання статті).

21. Васько Н.І., Святченко С.І., Козаченко М.Р., Наумов О.Г., Солонечний П.М., Солонечна О.В., Важеніна О.Є., Зимогляд О.В. Прогнозування ефективності добору в ячменю ярого за рівнем і співвідношенням коефіцієнтів успадкованості. *Вісник ХНАУ. Серія «Рослинництво, селекція і насінництво, плодоовочівництво і зберігання»*. 2018. № 2. С. 43–53. (50 % авторства: планування і виконання експериментів, узагальнення результатів, написання статті).

#### **Статті у міжнародних фахових виданнях:**

22. Васько Н.І., Козаченко М.Р., Наумов О.Г., Солонечний П.М., Важеніна О.Є., Солонечна О.В., Зимогляд О.В. Варіабельність і кореляція господарських ознак сортів ячменю ярого. *Селекція і насінництво*. 2017. Вип. 112. С. 25–36. DOI: 10.30835/2413-7510.2017.120414. (50 % авторства: планування і виконання експериментів, узагальнення результатів, написання статті).

23. Васько Н.І., Наумов А.Г., Солонечний П.Н., Важенина О.Е., Солонечная О.В., Зимогляд А.В. Зависимость продолжительности межфазных периодов и урожайности ярового ячменя от погодных условий. *Вестник БСХА*. 2017. № 4. С. 77–81. (50 % авторства: планування і виконання експериментів, узагальнення результатів, написання статті).



24. Vasko N.I., Serik M.L., Kozhachenko M.R., Naumov O.G., Vazhenina O.E., Solonechnyi P.M., Solonechna O.V., Sheliakina T.A. Content and biological value of protein in grain of spring barley accessions. *Селекція і насінництво*. 2018. Вип. 113. С. 45–55. DOI: 10.30835/2413-7510.2018.134357. (50 % авторства: планування і виконання експериментів, узагальнення результатів, написання статті).

25. Васько Н.И., Наумов А.Г., Солонечный П.Н., Важенина О.Е., Солонечная О.В., Зимогляд А.В. Корреляционный и регрессионный анализ элементов продуктивности ярового ячменя. *Вестник БСХА*. 2018. № 3. С. 134–138. (50 % авторства: планування і виконання експериментів, узагальнення результатів, написання статті).

26. Васько Н.И., Козаченко М.Р., Солонечный П.Н., Солонечная О.В., Важенина О.Е., Наумов А.Г., Зимогляд А.В., Шелякина Т.А. Стекловидность эндосперма и содержание белка в зерне сортов пленчатого и голозерного ячменя. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2018. №4(28). С. 94–102. (40 % авторства: планування і виконання експериментів, узагальнення результатів, написання статті).

27. Васько Н.И., Козаченко М.Р., Поздняков В.В., Наумов О.Г., Солонечный П.М., Важенина О.Е., Солонечная О.В., Зимогляд О.В., Шелякина Т.А., Ильченко Н.К., Анциферова О.В., Супрун О.Г., Серік М.Л. Створення голозерних сортів та ліній ячменю ярого з високими харчовими якостями. *Селекція і насінництво*. 2018. Вип. 114. С. 25–38. DOI: 10.30835/2413-7510.2018.152128. (50 % авторства: планування і виконання експериментів, узагальнення результатів, написання статті).

#### **Статті в інших наукових виданнях:**

28. Важенина О., Васько Н., Наумов А., Солонечный П. Безостый Модерн, пивоваренный Парнас, высокоурожайный Взирець и другие. *Зерно*. 2013. № 4. С. 96–102. (10 % авторства: планування і виконання експериментів, узагальнення результатів, написання статті).

29. Васько Н. Ячмені продовольчого напрямку. *The Ukrainian Farmer*. 2015. № 6(66). С. 66–67.

30. Козаченко М.Р., Наумов О.Г., Васько Н.И., Солонечный П.М., Солонечная О.В., Важенина О.Е., Садовой О.О. Селекція нових ліній ячменю ваху. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2016. Том 18. С. 93–96. (15 % авторства: планування і виконання експериментів, узагальнення результатів, написання статті).

31. Козаченко М.Р., Васько Н.И., Наумов О.Г., Солонечный П.М., Солонечная О.В., Важенина О.Е., Компанець К.В. Селекційно-генетичні закономірності прояву ознак та ефективність створення сортів ячменю ярого. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2018. Том 23. С. 68–73. (10 % авторства: планування і виконання експериментів, узагальнення результатів, написання статті).

#### **Публікації, що засвідчують апробацію матеріалів дисертації:**

##### **Тези доповідей на міжнародних і вітчизняних конференціях:**

32. Наумов О.Г., Козаченко М.Р., Васько Н.И. Ефективність створення ліній ячменю ярого з високим вмістом амілопектину в крохмалі. *Мат. V Міжнарод. наук.-*

практ. конф. мол. вчених «Інноваційно-інвестиційний розвиток рослинницької галузі – стан та перспективи». 4–6 липня 2012 р., Харків, Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН. 2012. С. 59–60. (30 % авторства: досліджено, проаналізовано, описано).

33. Наумов О.Г., Козаченко М.Р., Васько Н.І. Сорти-джерела стійкості ячменю ярого до біотичних чинників. Мат. V Міжнарод. наук.-практ. конф. мол. вчених «Інноваційно-інвестиційний розвиток рослинницької галузі – стан та перспективи». 4–6 липня 2012 р., Харків, Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН. 2012. С. 57–58. (30 % авторства: досліджено, проаналізовано, описано).

34. Козаченко М.Р., Васько Н.І., Наумов О.Г., Важеніна О.Є., Солонечний П.М., Солонечна О.В., Шевченко Г.С. Генетичні основи селекції ячменю ярого. Всеукраїнська наук.-практ. конф. «Генетичні ресурси рослин і селекція». Харків, Харківський НАУ, 29–30 листопада 2012 р. 2012. С. 155–160. (20 % авторства: досліджено, проаналізовано, описано).

35. Наумов О.Г., Козаченко М.Р., Васько Н.І. Нові джерела високого вмісту амілопектину в крохмалі ячменю ярого. Міжнарод. наук. конф. присв. 125-річчю М.І. Вавилова «Генетичні ресурси рослин для стабільного задоволення різноманітних потреб людей». 25–27 вересня 2012 р., Велика Бакта, 2012. С. 83–84. (30 % авторства: досліджено, проаналізовано, описано).

36. Васько Н.І., Козаченко М.Р., Наумов О.Г., Солонечний П.М., Важеніна О.Є., Солонечна О.В., Шевченко Г.С., Бабушкіна Т.В., Звягінцева А.М. Вихідний матеріал для селекції ячменю ярого за поєднанням високої врожайності з груповою та комплексною стійкістю до хвороб та шкідників. Міжнарод. наук.-практ. конф., 11–12 червня 2013 р. Харків, Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН. 2013. С. 29. (10 % авторства: досліджено, проаналізовано, описано).

37. Козаченко М.Р., Васько Н.І., Наумов О.Г., Солонечний П.М., Важеніна О.Є., Солонечна О.В., Зимогляд О.В., Шевченко Г.С. Селекція ячменю ярого зі створення сортів для сучасного сільськогосподарського виробництва. Міжнарод. наук.-практ. конф. «Теоретичні основи оптимізації селекційного процесу основних видів сільськогосподарських культур». Харків, Інститут овочівництва і баштанництва. 2015. С. 67–70. (10 % авторства: досліджено, проаналізовано, описано).

38. Васько Н.І., Важеніна О.Є., Солонечна О.В. Плівчастість і скловидність зерна ячменю ярого у сортів різних напрямів використання. Міжнарод. наук.-практ. інтернет-конф. присв. 20-річчю членства України в Міжнарод. Союзі з охорони нових сортів рослин (UPOV) «Світові ресурси: стан та перспективи розвитку». 03 листопада 2015 р. Київ, 2015. С. 36–37. (30 % авторства: досліджено, проаналізовано, описано).

39. Васько Н.І., Важеніна О.Є., Солонечна О.В. Скловидність зерна та вміст білку у сортів ячменю ярого. Мат. Міжнарод. наук.-практ. конф. «Професор С.Л. Франкфурт (1866–1954) – видатний вчений-агробіолог, один із дієвих організаторів академічної науки в Україні (до 150-річчя від дня народження)», 18 листопада 2016 р. Київ, 2016. С. 28–29. (30 % авторства: досліджено, проаналізовано, описано).

40. Важеніна О.Є., Солонечна О.В., Васько Н.І. Плівчастість і скловидність зерна ячменю ярого у сортів різних напрямів використання. Мат. Міжнарод. наук.-практ. інтернет-конф. «Світові рослинні ресурси: стан та перспективи розвитку», УІЕСР, 2016. С. 34–35. [www: confer.uiestr. sops.gov.ua/frank2016/paper](http://www.confer.uiestr.sops.gov.ua/frank2016/paper). (30 % авторства: досліджено, проаналізовано, описано).

41. Васько Н.І., Поздняков В.В. Вплив погодних умов та генотипу на антиоксидантну активність ячменю ярого. Мат. Міжнарод. наук. конф. «Геноміка та біохімія сільськогосподарських рослин», 12 вересня 2017 р., Одеса, 2017. С. 134–135. (50 % авторства: досліджено, проаналізовано, описано).

42. Васько Н.І., Наумов О.Г., Зимогляд О.В. Тривалість міжфазних періодів та врожайність сортів ячменю ярого в залежності від погодних умов. Мат. Міжнарод. наук.-практ. конф. «Новітні агротехнології: теорія та практика», 11 липня 2017 р. Ін-т біоенергетичних культур і цукрових буряків. Київ, 2017. С. 183–184. (30 % авторства: досліджено, проаналізовано, описано).

43. Васько Н.І., Важеніна О.Є., Солонечна О.В. Залежність плівчастості зерна ячменю від сорту та умов вирощування. Мат. III Міжнарод. наук.-практ. конф. «Світові рослинні ресурси: стан та перспективи розвитку», 07 червня 2017 р., УІЕСР. Київ, 2017. С. 20–22. (30 % авторства: досліджено, проаналізовано, описано).

44. Васько Н.І., Козаченко М.Р., Наумов О.Г., Солонечний П.М., Важеніна О.Є., Солонечна О.В., Зимогляд О.В. Ефективність добору в гібридних популяціях ячменю ярого в залежності від генотипу та погодних умов. Міжнарод. наук.-практ. конф. «Гончарівські читання». Сумський Національний Аграрний Університет, 24–25 травня 2018 р. Суми, 2018. С. 52–53. (30 % авторства: досліджено, проаналізовано, описано).

45. Васько Н., Серик М., Козаченко М., Наумов А., Важенина О., Солонечный П., Солонечная О., Шелякина Т. Содержание и биологическая ценность белка в зерне образцов ярового ячменя. Conferinta națională cu parrticipare international «Cercetări la culturile plantelor de câmpîn Republica Moldova». Bălti, 21–22 iunie 2018. P. 190–194. (25 % авторства: досліджено, проаналізовано, описано).

46. Васько Н.І., Солонечний П.М., Важеніна О.Є., Солонечна О.В., Зимогляд О.В. Селекція ячменю ярого в умовах зміни клімату. Міжнарод. наук.-практ. конф. за участю ФАО «Кліматичні зміни та сільське господарство, виклики для аграрної науки та освіти». Київ, Агроосвіта. 2018. С. 185–189. (25 % авторства: досліджено, проаналізовано, описано).

47. Васько Н.І., Ниска І.М. Джерела стійкості до хвороб та цінних господарських ознак для селекції харчового ячменю. НУБІП. Т. 2. Цілі сталого розвитку третього тисячоліття: виклики для університетів наук про життя. Київ, 2018. С. 70–72. (50 % авторства: досліджено, проаналізовано, описано).

48. Васько Н.І., Шелякіна Т.А. Вихідний матеріал для селекції харчового ячменю за вмістом золи та клітковини. Міжнарод. наук.-практ. конф. «Сучасні технології підвищення генетичного потенціалу рослин». Харків, ІР, 4–5 липня 2018. С. 48–49. (50 % авторства: досліджено, проаналізовано, описано).

49. Васько Н.И., Солонечный П.Н., Важенина О.Е., Солонечная О.В., Зимогляд А.В. Корреляционный и регрессионный анализ элементов продуктивности

гол озерних сортів ярового ячменя. Вторая Всерос. науч.-практ. интернет-конф. мол. ученых и специалистов с международ. участием «Экология, ресурсосбережение и адаптивная селекция». Саратов, НИИСХ Юго-Востока, 26–28 февраля 2018 г. 2018. С. 12–16. (30 % авторства: досліджено, проаналізовано, описано).

50. Васько Н.И., Супрун О.Г., Шелякина Т.А., Ильченко Н.К., Важенина О.Е., Солонечная О.В. Содержание и жирнокислотный состав масла в зерне сортов ярового ячменя. Mat. conferinței științifico-practice internaționale «Aspecte inovative în ameliorare culturilor agricole», 6 septembrie, 2018, Pașcani. P. 227–233. (25 % авторства: досліджено, проаналізовано, описано).

51. Васько Н.И., Святченко С.И., Важенина О.Е., Солонечная О.В. Успадковуваність ознак у сортів ячменю ярого. Всеукраїнська наук.-практ. конф. «Генетика і селекція в сучасному агрокомплексі». Умань. 2018. С. 19–21. (25 % авторства: досліджено, проаналізовано, описано).

52. Васько Н.И., Солонечный П.Н., Наумов А.Г., Важенина О.Е., Солонечная О.В., А.В. Зимогляд. Адаптивный потенциал сортов ярового ячменя. Междунар. науч.-практ. конф. Современные проблемы адаптации (Жученковские чтения). Ч. II. 24–26 сентября 2018 г. Белгород, 2018. С. 53–55. (25 % авторства: досліджено, проаналізовано, описано).

53. Васько Н.И., Козаченко М.Р., Важенина О.Е., Солонечная О.В., Поздняков В.В., Шелякина Т.А., Ильченко Н.К., Супрун О.Г. Параметры модели сорту ячменю харчового використання. Всеукраїн. наук.-практ. конф., присв. 130 річниці з початку дослідження ґрунтів, рослинності, геологічних умов Полтавської губернії «Сучасні погляди на родючість чорноземів та інноваційні шляхи їх покращення» Інститут свинарства, Полтава, 05 жовтня 2018 р. Полтава, 2018. С. 52–54. (25 % авторства: досліджено, проаналізовано, описано).

54. Васько Н., Важенина О., Солонечная О., Зимогляд О. Фенотипове домінування у F<sub>1</sub> ячменю та прогнозування ефективності добору. Mat. Всеукраїн. наук. інтернет-конференції «Вітчизняна наука на зламі епох: проблеми та перспективи розвитку». Переяслав-Хмельницький державний педагогічний університет ім. Григорія Сковороди, 18 жовтня 2018 р. Переяслав-Хмельницький, 2018. Вип. 45. С. 265–268. (30 % авторства: досліджено, проаналізовано, описано).

55. Васько Н.И., Солонечный П.М., Солонечная О.В., Важенина О.Е., Козаченко М.Р. Стійкість до хвороб та господарські ознаки голозерного ячменю. Międzynarodowa konferencja multidyscyplinarna «Science and technology of the present time: priority development directions of Ukraine and Poland», Wołomin, Polska (19–20 października, 2018). Wyższa Szkoła Współpracy Międzynarodowej Regionalnej im. Zygmunta Glogera w Wołominie. P. 80–83. (25 % авторства: досліджено, проаналізовано, описано).

56. Васько Н.И., Наумов О.Г., Важенина О.Е., Солонечная О.В., Зимогляд О.В. Антиоксидантна здатність зерна сортів і ліній ячменю ярого. II Міжнародна науково-практична конференція «Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва». 25–26 жовтня 2018 р. Харків, ХНАУ. 2018. С. 54–56. (30 % авторства: досліджено, проаналізовано, описано).

**Публікації, які додатково відображають наукові результати дисертації:**

57. Козаченко М.Р., Васько Н.І., Наумов О.Г., Весна С.В. Каталог сортів ярого ячменю селекції Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва. Харків: Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва, 2006. 24 с. (5 % авторства: досліджено, проаналізовано, описано).

58. Кириченко В.В., Тимчук В.М., Вакуленко Я.І., Гуменюк А.Д., Єльніков М.І., Рябчун В.К., Тимчук С.М., Єгоров Д.К., Голік О.В., ... Васько Н.І. та ін. Каталог нових сортів і гібридів польових культур селекції Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва УААН. Харків: Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва, 2009. С. 48–53. (5 % авторства: досліджено, проаналізовано, описано).

59. Кириченко В.В., Тимчук В.М., Петренкова В.П., Звягін А.Ф., Рябчун В.К., Тимчук С.М., Єгоров Д.К., Голік О.В., Щипак Г.В., ..... Васько Н.І. та інші. Каталог сортів і гібридів польових культур. Харків: Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН, 2011. 54 с. (5 % авторства: досліджено, проаналізовано, описано).

60. Попов С.І., Кобизєва Л.Н., Звягін А.Ф., ..... Васько Н.І. та ін. Каталог сортів і гібридів польових культур. Від традицій до інновацій. Харків: Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН, 2013. С. 44–57. (5 % авторства: досліджено, проаналізовано, описано).

**Авторські свідоцтва:**

61. Свідоцтво про авторство на сорт рослин № 0845. Парнас. Ячмінь звичайний (ярий) *Hordeum vulgare* L. Автори: Козаченко М.Р., Васько Н.І., Наумов О.Г., Манзюк В. Т., Шепілова Н.Д. (25 % авторства: досліджено, проаналізовано, описано).

62. Свідоцтво про авторство на сорт рослин № 09008. Взірець. Ячмінь звичайний (ярий) *Hordeum vulgare* L. Автори: Козаченко М.Р., Васько Н.І., Наумов О.Г., Весна С.В., Гусейнов В.М. (25 % авторства: досліджено, проаналізовано, описано).

63. Свідоцтво про авторство на сорт рослин № 140311. Аграрій. Ячмінь звичайний (ярий) *Hordeum vulgare* L. Автори: Козаченко М.Р., Васько Н.І., Наумов О.Г., Федоренко В.О. (30 % авторства: досліджено, проаналізовано, описано).

64. Свідоцтво про авторство на сорт рослин. Алегро № 140310. Ячмінь звичайний (ярий) *Hordeum vulgare* L. Автори: Козаченко М.Р., Васько Н.І., Наумов О.Г., Важеніна О.Є. (30 % авторства: досліджено, проаналізовано, описано).

## АНОТАЦІЯ

**Васько Н.І. Теоретичне обґрунтування селекції ячменю ярого харчового напрямку використання. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.**

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора сільськогосподарських наук за спеціальністю 06.01.05 – «Селекція і насінництво» – Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН України, Харків, 2019.

У дисертації наведено узагальнення та нове вирішення важливої наукової проблеми теоретичного обґрунтування селекції ячменю ярого харчового напрямку використання шляхом селекційно-орієнтованого аналізу оцінки відмінностей селекційного матеріалу за реакцією на зміну середовища, визначення селекційної цінності вихідного матеріалу та прогнозування перспективних гібридних комбінацій при схрещуванні голозерних зразків, установлення особливостей поживних якостей зерна ячменю та створення сортів з комплексом цінних господарських ознак, придатних для виробництва продукції здорового харчування, впровадження ліній у селекційні програми та сортів у виробництво, що має стратегічне, економічно обґрунтоване значення в галузі селекції та сільськогосподарського виробництва України.

Наукова новизна полягає у вирішенні важливої наукової проблеми з теоретичного обґрунтування основ селекції ячменю ярого харчового напрямку використання шляхом комплексного використання селекційних і генетичних методів дослідження. Відрізняється від раніше відомих результатів встановленням цінних харчових властивостей дослідженого матеріалу, виділенням джерел цих властивостей та удосконаленням селекційного процесу харчового ячменю.

Визначено особливості та закономірності прояву антиоксидантної активності (АОА) в залежності від умов вирощування та генотипу, встановлено позитивну істотну кореляцію між вмістом фенольних сполук та рівнем загальної антиоксидантної активності. Виділено зразки з високим вмістом фенольних сполук та джерела даної ознаки для селекції харчових сортів ячменю. Теоретично обґрунтовано модель високоврожайного сорту ячменю ярого харчового напрямку для умов Лісостепу України з високою загальною антиоксидантною здатністю. Встановлено джерела білка з високою здатністю до перетравлення протеолітичними ферментами, особливості прояву та мінливості склоподібності ендосперму зерна ячменю, її кореляцію із вмістом білка.

Установлено закономірності успадкування та успадкованості кількісних ознак у серіях схрещування з голозерними зразками. Визначено ознаки, за якими гетерозис в  $F_1$  проявлявся найчастіше.

Визначено селекційно-генетичні особливості зразків ячменю ярого плівчастих та голозерних різновидностей зі звичайним та ваху крохмалем за врожайним потенціалом та харчовими якостями.

Удосконалено схему селекційного процесу ячменю ярого з урахуванням харчових властивостей вихідних компонентів для гібридизації та виділення цінних генотипів на початкових етапах.

Голозерну лінію 13-728 під назвою Беркут і плівчасту лінію 12-473 з ваху крохмалем та високим вмістом олії (3,45 %) під назвою Шедевр передано до Державного сортовипробування. Сорт Шедевр внесено до державного реєстру з

2019 р. Переробним підприємствам рекомендовано використовувати для виробництва продукції функціонального харчування сорти Взірець, Парнас, Аграрій та Алегро.

*Ключові слова:* ячмінь ярий, селекція, якість зерна, продукція функціонального харчування, антиоксидантна активність, фенольні сполуки, вміст білка та крохмалю, крохмаль зі зміненим складом, склоподібність ендосперму, перетравлюваність зерна, жирнокислотний склад олії, успадковуваність, варіація, кореляція.

## АННОТАЦІЯ

**Васько Н.И. Теоретическое обоснование селекции ячменя ярового пищевого направления использования. – Квалификационная научная работа на правах рукописи.**

Диссертация на соискание научной степени доктора сельскохозяйственных наук по специальности 06.01.05 – «Селекция и семеноводство» – Институт растениеводства им. В.Я. Юрьева НААН Украины, Харьков, 2019.

В диссертации приведено обобщение и новое решение важной научной проблемы теоретического обоснования селекции ячменя ярового пищевого направления использования путем селекционно-ориентированного анализа оценки различия селекционного материала по реакции на изменения среды, определения селекционной ценности исходного материала и прогнозирования перспективных гибридных комбинаций при скрещивании голозерных образцов, установления особенностей питательных качеств зерна ячменя и создания сортов с комплексом ценных хозяйственных признаков, пригодных для производства продукции здорового питания, внедрения линий в селекционные программы и сортов в производство, что имеет стратегическое, экономически обоснованное значение в отрасли селекции и сельскохозяйственного производства Украины.

Научная новизна заключается в комплексном использовании селекционных и генетических методов исследования. Работа отличается от ранее известных результатов установлением ценных пищевых свойств исследованного материала, выделением источников этих свойств и усовершенствованием селекционного процесса пищевого ячменя.

Определены особенности и закономерности проявления антиоксидантной активности (АОА) в зависимости от условий выращивания и генотипа, установлена положительная существенная корреляция между содержанием фенольных соединений и уровнем общей антиоксидантной активности. Выделены источники высокого содержания фенольных соединений для селекции пищевых сортов. Теоретически обоснована модель высокоурожайного сорта ячменя ярового пищевого направления для условий Лесостепи Украины с высокой общей антиоксидантной способностью. Установлены источники белка с высокой способностью к перевариванию протеолитическими ферментами. Установлены особенности проявления и изменчивости стекловидности эндосперма зерна ячменя, ее корреляция с содержанием белка.

На основе генетического анализа определены закономерности наследования и наследуемости количественных признаков в сериях скрещивания с голозерными образцами, а также признаки с наиболее часто проявляющимся в  $F_1$  гетерозисом.

Установлены селекционно-генетические особенности образцов ячменя ярового пленчатых и голозерных разновидностей с обычным и ваху крахмалом по урожайному потенциалу и пищевым качествам.

Усовершенствована схема селекционного процесса с учетом пищевых свойств исходных компонентов для гибридизации и выделения ценных генотипов на начальных этапах.

Голозерная линия 13-728 под названием Беркут и пленчатая линия 12-473 с ваху крахмалом и высоким содержанием масла (3,45 %) под названием Шедевр переданы в Государственное сортоиспытание. Сорт Шедевр внесен в Государственный реестр с 2019 г. Перерабатывающим предприятиям рекомендовано использовать для производства продукции функционального питания сорта Взірець, Парнас, Аграрій и Алегро.

*Ключевые слова:* ячмень яровой, селекция, качество зерна, продукция функционального питания, антиоксидантная активность, фенольные соединения, содержание белка и крахмала, крахмал с измененным составом, стекловидность эндосперма, переваримость зерна, жирнокислотный состав масла, наследуемость, вариация, корреляция.

#### ANNOTATION

##### **Vasko N.I. Theoretical Rationalization of Spring Food Barley Breeding. – Qualifying scientific paper, manuscript copyright.**

Thesis for the scientific degree of Doctor of Agricultural Sciences in specialty 06.01.05 «Breeding and Seed Production» – Plant Production Institute nd. a V.Ya. Yuriev of NAAS of Ukraine, Kharkiv, 2019.

The thesis presents a theoretical generalization and a new solution to an important scientific problem of establishing the peculiarities of spring food barley breeding by breeding-oriented analysis of differences of breeding material by response to environmental changes, determination of breeding value of starting material and prediction of promising hybrid combinations when naked accessions being crossed, investigating the peculiarities of nutritional qualities of barley grain, developing varieties with a set of valuable features suitable for healthy food production, and introducing lines in breeding programs and varieties in production, which has a strategic, economically sound significance in barley breeding and production.

For the first time in Ukraine, sources of protein with high digestibility by proteolytic enzymes, varieties Parnas, Berkut and Omskiy Golozyorny 1, were identified. The peculiarities of expression and variability of vitreousness of barley grain endosperm and its correlation with protein content were established. The peculiarities and patterns of expression of the antioxidant activity (AOA) depending on the growing conditions and genotype were determined, and a positive significant correlation between the content of phenolic compounds and the total antioxidant activity was found. Accessions with a high content of phenolic compounds were identified. Varieties CDC Alamo, Amil and Vzirets were shown to have a stable high content of phenolic compounds regardless of growing conditions and to be sources of this trait for the breeding of food barley varieties. A model of a high-yielding spring food barley variety with high total antioxidant activity for the forest-steppe of Ukraine was theoretically rationalized.



For the first time, patterns of inheritance and inheritance of quantitative traits in crossing series with naked accessions were established for the eastern Forest-Steppe of Ukraine. The traits that were heterotic in  $F_1$  with the highest frequency were revealed. An increase in the level of heterosis  $H_{bt}$  with a high degree of dominance was demonstrated; indicators of the dominance degree, type of gene interaction and heterosis level should be used in combination with inheritance coefficients, which will provide greater accuracy of prediction and efficiency of selection.

Breeding and genetic features of chaffy and naked spring barley accessions with normal and waxy starch were described in terms of potential yield and nutritional qualities. The protein content (up to 15.46%) and vitreousness (over 90%) in naked barley accessions were significantly higher than the corresponding parameters (up to 13.82% and up to 60%, respectively) in chaffy ones. The barley genotypes with waxy starch had a significantly higher content of oil compared to accessions with normal starch. Endosperm was less vitreous in chaffy accessions.

The optimal parameters of the model of a spring food barley variety for the conditions of the forest-steppe of Ukraine were developed.

The design of spring barley breeding process was improved with due account for the nutritional characteristics of starting components for hybridization and identification of valuable genotypes at initial stages.

The antioxidant activity was shown to depend on cultivation conditions and genotype, while the ranking of genotypes by antioxidant activity remained unchanged regardless of cultivation conditions, ie the genotype determines AOA. Naked barley lines with AOA exceeding that of the parents were developed. Naked line 13-728 called Berkut and chaffy line 12-473 with high oil content (3.45%) called Shedevr were submitted to the state variety trials.

Eighteen spring barley lines with high antioxidant activity, oil content, polyunsaturated fatty acid content in oil, ash content, fiber content, and high vitreousness of endosperm were created and introduced into the breeding program. This makes it possible to create food varieties and to select sources of valuable features for breeding. There was a positive significant correlation between phenolic compound content and total antioxidant activity.

It is recommended to agrarian organizations of different forms of ownership processing plants should use varieties Shedevr and Amil with waxy starch and varieties Vzirets and Parnas with normal starch in flakes and flour production, naked variety Berkut– in the production of groats and pasta flour, including extruded one. The use of naked barley varieties in the processing industry provides additional energy savings via eliminating the most energy-intensive processes of seed extraction and defuzzing. Products made from grain of varieties Shedevr, Amil, Parnas, Vzirets, Agrariy, Alegro and Berkut are suitable for diet and baby nutrition due to their nutritional qualities.

*Key words:* spring barley, breeding, grain quality, functional nutrition products, antioxidant activity, phenolic compounds, protein and starch contents, starch with altered composition, endosperm vitreousness, grain digestibility, fatty acid composition of oil, inheritance, variation, correlation.