

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА
КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ**

**СЕЛЕКЦІЙНЕ ТА ГЕНЕТИЧНЕ
УДОСКОНАЛЕННЯ КУЛЬТУРИ ВІВСА**

Монографія

Видання 2-е, перероблене та доповнене



*Видавництво
Інституту сільського господарства
Карпатського регіону НААН*

Оброшине-2026

УДК 633.13:527:631.52.12

*Рекомендовано до друку рішенням вченої ради
Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН
(протокол № 14 від 19 грудня 2025 р.)*

Авторський колектив:

**Роман ІЛЬЧУК, Юлія ЛІСОВА, Михайло ГАЛАН, Олег КЛИМ,
Татяна ПАРТИКА, Галина МАРУХНЯК, Богдана БОЙКО**

Рецензенти:

*Леся БАЙСТРУК-ГЛОДАН, доктор сільськогосподарських наук,
старший науковий співробітник, завідувач Передкарпатського відділу
наукових досліджень Інституту СГ КР НААН.*

*Олександра ВОЛОЩУК, доктор сільськогосподарських наук,
професор, головний науковий співробітник відділу селекції
сільськогосподарських культур Інституту СГ КР НААН.*

*Марія ТИРУСЬ, доктор сільськогосподарських наук, доцент,
завідувач кафедри технологій у рослинництві Львівського національного
університету ветеринарної медицини та біотехнологій
ім. С. З. Гжицького.*

**Селекційне та генетичне удосконалення культури вівса:
монографія / Р. Ільчук, Ю. Лісова, М. Галан, О. Клим, Т. Партика,
Г. Марухняк, Б. Бойко. Вид. 2-е, перероб. та допов. Оброшине :
Видавництво Інституту сільського господарства Карпатського регіону,
2026. 184 с. ISBN 978-617-8433-19-2**

*На основі результатів досліджень, проведених в Інституті
сільського господарства Карпатського регіону НААН, поглибленого
аналізу досягнень вітчизняної та світової аграрної науки розкрито основи
селекційного та генетичного напрямків підвищення продуктивності вівса
стосовно ґрунтово кліматичних умов Західного Лісостепу України.*

© Роман Ільчук, Юлія Лісова, Михайло Галан, Олег Клим,
Тетяна Партика, Галина Марухняк, Богдана Бойко, 2026
© Видавництво Інституту сільського господарства
Карпатського регіону НААН, 2026

ЗМІСТ

	ст.
ВСТУП	5
1. Біологічно-господарська характеристика плівчастих і голозерних генотипів вівса.....	8
2. Індексна селекція та принципи кластеризації селекційних зразків.....	21
3. Мінливість та успадкування кількісних ознак продуктивності та якості зерна.....	26
4. Методичні принципи визначення параметрів екологічної адаптивності.....	37
5. Оцінка сортозразків голозерного вівса за кількісними та якісними ознаками.....	45
5.1 Морфобіологічні ознаки голозерних генотипів вівса та стійкість до абіотичних та біотичних чинників середовища	45
5.2 Урожайність та її компонентні ознаки залежно від генотипу та умов вирощування.....	51
5.3 Мінливість та кореляція ознак продуктивності	61
5.4 Вміст поживних речовин в зерні голозерного вівса.....	65
5.5 Гомеостатичність та селекційна цінність голозерних зразків.....	73
5.6 Адаптивність голозерних генотипів за продуктивністю	79
5.7 Пластичність та стабільність ознак продуктивності.....	86
5.8 Пластичність та стабільність ознак якості зерна.....	93
5.9 Індексні показники у голозерних зразків вівса.....	99
6. Продуктивність, якість та адаптивний потенціал селекційних ліній плівчастого вівса.....	110
6.1 Стабільність показників продуктивності за вмістом білка в зерні генотипів вівса.....	110
6.2 Фенотипова стабільність і адаптивний потенціал константних селекційних ліній вівса.....	116
7. Кореляція між продуктивністю та параметрами	

Селекційне та генетичне удосконалення культури вівса

пластичності в зразків вівса.....	124
8. Особливості успадкування гетерозису та трансгресії у гібридів вівса плівчастого типу.....	139
8.1 Успадкування та гетерозис кількісних ознак у F₁.....	139
8.2 Успадкування та мінливість кількісних ознак у гібридних популяціях F₃ і F₄.....	152
8.3 Ступінь трансгресії ознак елементів продуктивності...	159
9. Характеристика нових голозерних і плівчастих сортів вівса та економічна оцінка виробництва зерна.....	166
9.1 Сорти вівса Авгол і Артур.....	166
9.2 Економічна ефективність виробництва зерна.....	172
ВИСНОВКИ.....	175
Для заміток.....	181

ВСТУП

У зерні вівса високий вміст білка (12-13%), вуглеводів (70%), жиру (5- 6%), що свідчить про харчову і кормову цінність. Зерно вівсу - незамінний концентрований корм для коней, великої рогатої худоби, домашньої птиці.

1 кг зерна відповідає 1 кормовій одиниці і містить 85-92 г перетравного протеїну. До складу білка зерна вівсу входять всі незамінні амінокислоти (лізин, аргінін, триптофан). Білки вівсяних круп добре засвоюються. За якістю білка овес посідає перше місце серед зернових культур. За вмістом жиру зерно вівса переважає інші культури. Значну частину зерна становить крохмаль (40-45 %), багато в ньому вітамінів. Вітаміну В1 (тіамін) у зерні вівса більше, ніж у пшениці і ячмені, а за вмістом вітаміну В2 (рибофлавін) овес не відрізняється від інших зернових культур. Завдяки доброму засвоєнню білку, жиру, вуглеводів і вітамінів, харчові продукти з вівса мають велике значення у дитячому і дієтичному харчуванні. Овес має також лікувальне значення.

Овес широко використовується для виготовлення харчових продуктів - круп, печива, кави. Вівсяне борошно для випікання хліба непридатне через відсутність якісної клейковини. Його можна додавати до пшеничного і житнього борошна при випіканні деяких сортів хліба. Вівсяна солома містить до 7 % білку і понад 40 % вуглеводів і є цінним кормом для тварин. За поживністю мало поступається лучному сіну середньої якості. У 100 кг соломи міститься 31 кормова одиниця. Овес - цінний компонент для

вирощування сумішок однорічних трав (з викою, горохом та ін.) на зелений корм, сінаж, сіно.

Овес відноситься до числа стародавніх культур, зустрічався як бур'ян у посівах пшениці і вівсу. В міру просування цих культур на північ і в гори, овес як невибаглива культура, витісняв їх і вирощувався як кормова і продовольча рослина. Перші згадки про вирощування вівса у Древній Греції відносяться до IV віку до н. е. З Європи овес поширився в інші райони світу.

У світовому зерновиробництві овес за посівною площею (19,4 млн. га, або 2,8 % від зернових) займає 6 місце після пшениці, рису, кукурудзи, проса, вівсу. Найбільшу частку у структурі посівних площ зернових культур він займає в Канаді - 14,8 % (більше 8 млн.га), в країнах Балтії 14,1 %, менше в США – 8 %, Польщі - 7,3 %, Німеччині - 6,3 %. В Україні його переважно вирощують в Лісостепу та на Поліссі на площі 0,5–0,6 млн.га або 5 % від світової площі посіву. У 2009 році посівна площа становила 530 тис.га, валовий збір зерна 759 тис.т, а врожайність лише 14 ц/га. За валовим виробництвом лідерство теж належить Канаді - 31,5 % від світового збору зерна вівса (більше 9 млн.т). У США - 8,8 %, Німеччині – 5 %. Найвища врожайність цієї культури у 1998 р. була в Німеччині - 48,4 ц/га, Франції - 46,5 ц/га, Англії - 58,6 ц/га. Найменша в Казахстані - 4,2 ц/га. За середньою врожайністю в Україні (18,9 ц/га в 2009 р.) поступається ярому ячменю та пшениці. У сприятливі роки в окремих господарствах урожайність досягає 40-60 ц/га і вище. У світі знижується інтерес до вівса як кормової культури. Це пов'язано із зменшенням поголів'я коней, для яких овес є головним кормом;

Селекційне та генетичне удосконалення культури вівса

порівняно невисокою врожайністю і нижчою енергетичною поживністю вівса. Якщо 1 кг зерна вівса еквівалентний 1 кормовій одиниці, то 1 кг зерна кукурудзи 1,34 к.о., вівсу 1,2 к.о., гороху - 1,14 к.о., сої - 1,30 к.о., кормових бобів - 1,15 к.о. Внаслідок цього площі посіву вівса за період з 1999 по 2008 роки зменшилися у світі з 25,6 до 14,6 млн.га, тобто в 1,75 рази.

1. БІОЛОГІЧНО-ГОСПОДАРСЬКА ХАРАКТЕРИСТИКА ПЛІВЧАСТИХ І ГОЛОЗЕРНИХ ГЕНОТИПІВ ВІВСА

Овес відноситься до родини *Poaceae Barnh (Gramineae Juss)*, підродини *Pooideae A. Br.*, роду *Avena L.* Більшість систематиків вважають, що рід *Avena L.* складається із двох секцій: *Sectio I – Avena* – справжніх вівсів і *Sectio II – Avenastrum*. Секція справжніх вівсів об'єднує більше 20 видів, з яких 4 культурні ^{1,2}.

Найбільше значення і поширення мають види культурного вівса – *A. sativa L.* *A. byzantina C. Koch*, серед диких – *A. fatua L.* Основна морфологічна відмінність диких вівсів від культурних – характер кріплення зерен з віссю колоса. У перших – нижня квіткова луска біля основи витягнута і закінчується особливим зчленуванням – підківкою, яка обумовлює осипання зерна при дозрівання, у культурних – підківки немає і зерно міцно прикріплено до основи осі колоска ³. Зазначена особливість вівсюгів сприяє швидкому забур'яненню ґрунту їх насінням. Зернини вівсюга мають грубі колінчасто-вигнуті ості, які скручуються і розкручуються залежно від вологості, що сприяє заглибленню насіння у ґрунт ⁴.

Посівний овес по формі і типу зерна розділяють на три групи різновидностей: 1) розкидистий овес (*A. sativa grex var. diffusae Mordv.*) з розкидистою волоттю і плівчастим зерном; 2) стислий, або однокрилий овес (*A. sativa grex var. orientalis Mordv.*) з стислою

¹ Біологічне рослинництво: навч. посібник / О.І. Зінченко, О.С. Алексеева, П.М. Приходько та інш.; За ред. О.І. Зінченка. 1996. 239 с

² Рослинництво: Підручник для студентів агрономічних спец. вузів III - IV рівнів акред / О.І.Зінченко, В.Н.Салатенко, М.А.Білоножка. 2001. 591с.

³ Рослинництво. Інтенсивна технологія вирощування польових і кормових культур : Навч. посібник / За ред. Н.А. Білоножка. 1990. 292 с.

⁴ Кияк Г. С. Рослинництво: навч. посіб. Київ : Вища школа, 1982. 400 с.

волоттю і плівчастим зерном; 3) голозерний овес (*A. sativa grex var. nudaе Mordv.*)^{5,6}.

Різновидності вівса посівного різняться забарвленням зерна, остистістю колосків, міцністю поєднання квіток у колоску і наявністю язичка (*ligula*) у місці з'єднання листової піхви і листової пластинки. Безлігульні форми мають обмежене використання. Найбільші посівні площі займають сорти розкидистого вівса, які відносяться до різновидностей *mutica* (білозерний безостий), *aristata* (білозерний остистий) і *aurea* (жовтозерний безостий)⁷.

Тривалість періоду посів – сходи у вівса 7-14 днів. Інтервал посів – сходи при температурі 10 °С триває 10 днів, при 15-20 °С скорочується до 7-5 днів. Сходи переносять короткочасні заморозки до -8 °С^{8,9}.

Згідно досліджень, які проводили з допомогою стаціонарних низькотемпературних камер, рослини вівса найбільш морозостійкі у фазі кушіння, найменше – у фазі цвітіння. Заморозки у всіх фазах розвитку спричиняли негативний вплив на продуктивність рослин вівса¹⁰.

Довжина міжфазних періодів, і в цілому всього вегетаційного періоду, в значній мірі визначається температурними режимами, вологістю повітря і ґрунту^{11,12}.

⁵ Фермерське землеробство (в таблицях) / І.Д. Примака, В.М. Ткачук, С.П. Васильківський та ін; За ред. І.Д. Примака. 2006. 360 с.

⁶ Державна служба статистики України [Електронний ресурс]. Режим доступу : <http://www.ukrstat.gov.ua>

⁷ Леончик Е. Ю. Кластерний аналіз. Термінологія, методи, задачі. Одеса : [б. и.], 2011. 70 с..

⁸ Комп'ютерні методи в сільському господарстві та біології : навч. посіб. / О. М. Царенко та ін. 2000. 203 с.

⁹ Соц С. М., Кустов І. О. Особливості технологічних властивостей та хімічний склад голозерного вівса сорту Саломон. *Технологія та безпека продуктів харчування*. 2015. № 2 (31). С. 103–108..

¹⁰ Гера О. М. Якість однорічних кормових культур на осушуваних органогенних ґрунтах. *Зб. наук. пр. ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. 2015. Вип. 3. С. 18–23.

¹¹ Бондаренко С. В. Урожай и качество зерна овса в зависимости от условий выращивания в северной Степи Украины : автореф. дис. На соискание науч. степени канд. с.-х. наук по спец.: 06.01.09 «Растениеводство». Укр.

Овес проростає трьома, окремі сорти п'ятьма-шістьма зародковими корінцями. У тижневому віці вони вже мають довжину біля 20 см, тому укорінення вівса настає значно швидше, ніж у інших злаків^{13,14}.

Коренева система вівса мичкувата. Через 2–6 днів після появи сходів з колеоптильного вузла починає утворюватися колеоптильне коріння, а через деякий час після цього від зближених підземних стеблових вузлів – вторинне коріння.

Вторинне коріння розходитьься від основи стебла по всіх напрямках, переважно в верхньому шарі ґрунту. Проникає коріння в ґрунт на глибину 110–170 см, та вбік до 90 см. Загальна довжина коріння однієї рослини вівса, за даними Ф. В. Бистрикова, дорівнює 1279 м, тоді як у ячменю 1069 м і у пшениці 453 м¹⁵.

Коренева система вівса розвивається таким чином, що вона у порівнянні з коріннями ярої пшениці і ячменю поглинає вологу і поживні речовини з більшого об'єму ґрунту. Встановлено, що в шарі ґрунту 0–10 см зона поглинання коренів вівса досягає 79,6 % всього об'єму ґрунту, а у ячменю – 43 %¹⁶.

Овес культура помірного клімату, не вибаглива до тепла, поширена більше у Поліссі і Лісостепу. Насіння починає проростати

НИИ растен. сел. и ген. им. В. Я. Юрьева. Харьков, 1983. 19 с.

¹² Ижик К. К. Полевая всхожесть семян. 1976. 200 с.

¹³ Буняк О. Не можна миритися з тим, що значення вівса як основної кормової і дієтичної продовольчої культури сьогодні відійшло на другий план. *Зерно і хліб*. 2013. № 2. С. 20–22

¹⁴ Євдокимова Г. Й., Короленко Є. С. Голозерний овес зовсім не потребує лущення. *Зерно і хліб*. 2008. № 2. С. 19–20.

¹⁵ Зернові колосові культури / за ред. М. А. Кулешова, В. М. Лебедіва. 1959. 413 с.

¹⁶ Борисонік З. Б. Ярі колосові культури. 2-е вид., перероб. і доп. 1975. 176 с.

Селекційне та генетичне удосконалення культури вівса

при температурі 2 – 3 °С. Сходи в польових умовах можна одержати при 6 – 7 °С¹⁷.

До вологи овес більш вимогливий, ніж інші зернові культури. Для набубнявіння його насіння потрібно вологи 65 % від маси зерна. Плівчасте насіння потребує для проростання дещо більше вологи, ніж голозерне¹⁸.

Транспіраційний коефіцієнт вівса становить 380 – 475, тому він менш стійкий проти посухи, ніж ячмінь або пшениця. Овес – рослина довгого дня, тому у північних районах період його вегетації скорочується¹⁹.

Для вівса найбільш шкідливий дефіцит ґрунтової вологи в період 10 – 15 днів до викидання волотей. Посуха в цей період може викликати різке зниження і навіть повну втрату врожаю^{20,21,22}.

Овес завдяки добре розвинутій кореневій системі і великій її поглинальній здатності добре росте на різних ґрунтах. Його успішно можна вирощувати на супіщаних, суглинкових і глинистих ґрунтах. Малоприсадибні для нього солонцюваті ґрунти^{23,24,25}.

Овес успішно вирощують на осушених ґрунтах на зерно, сіно і зелений корм. Він більш вологолюбний у порівнянні з викою і

¹⁷ Танчик С. П., Каленська С. М. Загальні особливості вирощування вівса. *Агроном.* 2005. № 4. С. 16–17.

¹⁸ Кияк Г. С. Рослиництво: навч. посіб. 1982. 400 с.

¹⁹ Ключко І. Сіємо овес. *АгроМаркет.* 2011. № 2. С. 16.

²⁰ Бондаренко С. В. Урожай и качество зерна овса в зависимости от условий выращивания в северной Степи Украины : автореф. дис. на соискание науч. степени канд. с.-х. наук по спец.: 06.01.09 «Растениеводство». Укр. НИИ растен. сел. и ген. им. В. Я. Юрьева. Харьков, 1983. 19 с.

²¹ Зернові колосові культури / за ред. М. А. Кулешова, В. М. Лебедіва. Київ : Держсільгоспвидав УРСР, 1959. 413 с.

²² Танчик С. П., Каленська С. М., Дмитришак М. Я. Загальні особливості вирощування вівса. *Агроном.* 2005. № 4. С. 16–17.

²³ Городній М. М. Агрохімічний аналіз . 1972. 268 с.

²⁴ Сортові особливості вирощування вівса у умовах Північно-Східного Лісостепу України / В. І. Троценко та ін. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія "Агрономія і біологія".* 2014. № 3 (27). С. 115–118.

²⁵ Удосконалення розміщення посівів зернофуражних культур в зонах республіки / О. І. Резник та ін. *Землеробство.* Вип.42. С. 25–32.

Селекційне та генетичне удосконалення культури вівса

ячменем, особливо багато вологи він використовує в період кущення, виходу в трубку, викидання волоті і краще переносить короткочасне перезволоження^{26,27}.

Кращими для вівса є структурні чорноземні, темно-сірі опідзолені ґрунти зі слабкою кислою реакцією, рН 5 – 6. Погано росте на засолених ґрунтах, має розтягнутий період споживання елементів живлення^{28,29}.

Овес широко використовується для переробки у харчові продукти. З нього виготовляють вівсяну крупу різних видів – недроблену, різану, плющену, вівсяні пластівці, а також борошно і толокно. Незначна частина вівса використовується в бродильній промисловості для одержання спирту, головним чином у суміші з іншими злаками або картоплею.

Вівсяна крупа – цінний продукт по своїй поживності і калорійності, тому що при переробці цілого зерна зменшується кількість клітковини, збільшується вміст білку і жиру. Вівсяні пластівці – високоякісні продукти в дієтичному і дитячому харчуванні. З вівсяних круп готують різноманітні каші, киселі. Вівсяне борошно, яке цінне по хімічному складу, але не дає клейковини при випіканні хліба, додають до житнього або пшеничного борошна. У суміші з пшеничним борошном з нього виготовляють печиво³⁰.

²⁶ Бодун М. С., Теслюк П. С. Зернові на осушених землях. 1973. 51 с.

²⁷ Украинцев ждет дефицит овсянки [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.agriefficiency.kiev.ua>.

²⁸ Танчик С. П., Каленська С. М., Дмитришак М. Я. Загальні особливості вирощування вівса. *Агроном*. 2005. № 4. С. 16–17.

²⁹ Клочко І. Сіємо овес. *АгроМаркет*. 2011. № 2. С. 16.

³⁰ Гирка А. Д., Кулик В. І., Чабан В. І. Врожайність та якість зерна вівса голозерного і півчастого в північному Степу України. *Бюлетень Інституту зернових культур НААН України*. 2015. № 8. С. 144–146.

У наші дні овес широко використовується і для годівлі тварин. Кормова цінність здорового вівса залежить, в першу чергу, від вмісту білка і його амінокислотного складу. Оптимальний вміст лізину у білках по стандартах ФАО – 5,3 %, тоді як вміст лізину у білку пшениці – 2,8; ячменю – 3,2; вівса – 4,0; кукурудзи – 2,5% ³¹.

Слід зазначити, що якість зерна вівса є вищою за інші зернові культури. Це основна причина зростання зацікавлення ним, як здоровою їжею ^{32,33}.

Зерно вівса має високу концентрацію жиру, який складається з бажаних ненасичених жирних кислот, зокрема, лінолевої кислоти ³⁴. Дослідниками з Фінляндії встановлено, що вміст жиру в зерні позитивно корелює з тривалістю сходи – викидання волоті і наливу зерна, а більша тривалість останнього періоду пов'язана із підвищенням вмісту білка ³⁵. У свою чергу, скоростиглість викликає зниження вмісту жиру і білка в зерні ^{36,37}.

При визначенні індексу біологічної цінності білків зерна за вмістом незамінних амінокислот ряду культур одержано такі дані: овес – 83,4, жито – 78,3 і ячмінь – 51,2 % ³⁸.

Амінокислотний склад білків вівса близький до амінокислотного складу пшениці. Сильне відхилення можна відмітити лише для

³¹ Коропенко С. В., Станкевич Г. М. Голозерний овес перспективна культура для комбікормової галузі. *Хранение и переработка зерна*. 2008. № 7. С. 42-44.

³² Foremna I. Productivity naked oats dependening on the background mineral fertilizer. Theory and practice: XVIII International scientific conference. *Morrisville (USA): journal SI Universum*, 2018. P. 31.

³³ Kaplan K. Oats are not just for horses. *Agris. Res.* 1988. № 36. P. 12–13.

³⁴ Braun C. M., Craddock J. C. Oil content and groat weight of entries in the world oat collection. *Crop Sci.* 1972. № 12. P. 514–515.

³⁵ Braun C. M., Craddock J. C. Oil content and groat weight of entries in the world oat collection. *Crop Sci.* 1972. № 12. P. 514–515.

³⁶ Peltonen-Sainio P. Productive oat ideotype for northern growing conditions. *Euphatica*. 1991. V. 54. P. 27–32.

³⁷ Peltonen-Sainio P. High phytomass producing oat for cultivation in northern growing conditions. *J. Agron. Crop Sci.* 1991. V. 166. P. 90–95.

³⁸ Winfield, K. et al. (2017, April 28). Oats: paddock selection. The Department of Primary Industries and Regional Development, Government of Western Australia.

Селекційне та генетичне удосконалення культури вівса

аргініну, якого більше у вівсі, а також для глютамінової кислоти і гліцину, якого більше у пшениці. Щодо незамінних амінокислот, то по їх вмісту білки вівса не гірші від білків пшениці, а по вмісту деяких переважають (фенілаланін, лейцин)³⁹.

В умовах заходу України білок зерна вівса складається з водорозчинних альбумінів, солерозчинник глобулінів і лужнорозчинних глютелінів (70–75 %) і містить мало (11–13 %) спирторозчинних проламінів, внаслідок чого він вигідно відрізняється від інших зернових культур⁴⁰.

Багато зарубіжних дослідників підкреслюють лікувальний ефект зерна вівса. Холестеринопонижуючий вплив виявлено дослідженнями канадських вчених^{41,42}. Про позитивний вплив зерна вівса на зниження рівня цукру в крові у інсулінозалежних пацієнтів також наводять дані інші дослідники⁴³. Ці позитивні тенденції вносять 1→3, 1→4 – β – Д – глюкани^{44,45}.

Канадські дослідники наголошують, що β-глюкани вівса відіграють важливу роль у зменшенні рівня спадкових хвороб у людини⁴⁶.

³⁹ Rocateli, A., Marburger, D. (2017, June). Spring-Planted Oat for Grazing or Hay Production. *Oklahoma State University Extension*.

⁴⁰ Форемна І. В., Лихочвор В. В. Вплив мінеральних добрив на врожайність та якість вівса голозерного сорту Авгол в Західному Лісостепу України. *Вісник Львівського національного аграрного університету: агрономія*. 2018. № 22 (2). С. 60-63.

⁴¹ Hypocholesterolemic effects of oats bran or bean intake for hypercholesterolemic men / J. W. Anderson, L. Story, B. Sieling et al. *Am. J. Clin. Nutr.* 1984. № 40. P. 1146–1155.

⁴² Oat fibre: composition versus physiological function in rats/ F. Z. Shinnick, M. J. Longacre, S. Z. Ink et al. *J. Nutr.* 1987. № 118. P. 144–151.

⁴³ Glycemic index of foods. A physiological basis for carbohydrate exchange/ D. J. Jenkins, T. M. Wolever, R. H. Taylor et al. *Am. J. Clin. Nutr.* 1981. V. 34. P. 362–366.

⁴⁴ The hypocholesterolemic effects of oat β-glucan in oat meal and oat bran: A dose controlled study / M. N. Davidson, L. D. Dugan, J. H. Duras et al. *J. Am. Med. Assoc.* 1991. № 265. P. 1833–1839.

⁴⁵ Kibite S., Taylor J. Inheritance and linkage relationships of conditioning hulllessness. *Can. J. Plant Sci.* 1994. V. 74. P. 497–500.

⁴⁶ Barker, B. (1999, November 30). Fertilizing oats for yield and quality. *Top Crop Manager*.

Голозерні форми описані у трьох з чотирьох культурних видів вівса. Серед диплоїдних форм культурний вид *Avena strigosa Schreb.* має голозерний підвид – *A. strigosa subsp. nudibrevis (Vav.) Kobyl. et Rod.* Серед гексаплоїдних видів два культурних види мають голозерні підвиди – це *A. sativa subsp. nudisativa (Husn.) Rod. et Sold.* (шість різновидностей) і *A. byzantina subsp. denudate (Hauskn.) Rod et Sold.* Найбільш цікаві голозерні форми посівного вівса походять з гірської північно-західної частини Китаю. Ці форми відомі давно, у XVIII столітті вони були описані як *A. chinensis Metzg.*, тобто китайський овес. З 80-х років XX століття селекційні сорти голозерного вівса появились у Європі ⁴⁷.

На відміну від плівчастих сортів вівса, у колоску яких міститься дві – три квітки, у голозерних сортів їхня кількість – від трьох до п'яти. Головною особливістю голозерного вівса є відсутність квіткових плівок на поверхні зернівки, алейроновий шар зерна гладкий, блискучий (дещо опушений), частіше нагадує зерно жита. Зернівка такої форми вівса міститься у м'якій квітковій плівці, яка нещільно її охоплює і практично повністю відокремлюється під час збирання зерна. Це забезпечує його переваги у процесі подальшої зернопереробки ⁴⁸.

За даними польських вчених, урожайність голозерного вівса приблизно на 30 % нижча за плівчастий, але зерно має кращий хімічний склад, містить на 20–40 % більше білка, характеризується вищою біологічною цінністю і кращим амінокислотним складом.

⁴⁷ Юла В., Камінська В., Мушин Б. Продуктивність вівса голозерного. *Пропозиція*. 2014. № 2. С. 78–79.

⁴⁸ Bobreska-Jamro D., Tobiasz-Salach R., Szpunar-Krok E. Uprawa owsa nagoziarnistego. *Pam. Pulawski*. 1999. Z. 114. P. 37–39.

Селекційне та генетичне удосконалення культури вівса

Вміст клітковини в зерні більше 2 %, жиру – 8,4 % (в основному ненасичених жирних кислот)^{49,50,51,52}.

Основними вадами голозерного вівса є наявність опушення на зернівці, деякий відсоток плівчастих зерен та пошкодження зародка зернини при обмолоті. Про механічні пошкодження при обмолоті залежно від будови і структури зернини, вологості зерна та налаштування молотильного барабана комбайна зазначають також іноземні фахівці^{53,54}. У зв'язку з цим, для насіння голозерного вівса в країнах ЄС мінімальна здатність до проростання допускається 75 % і кінцевий підрахунок її здійснюється через 10 діб після закладання на проростання.

Вміст плівок у голозерних форм вівса варіює в межах 1–6 %^{55,56}, а у деяких генотипів досягає 10 – 13 %⁵⁷. Встановлено, що умови зовнішнього середовища і сортові особливості впливають на плівчастість голозерних зразків вівса^{58,59}.

⁴⁹ Kozłowska-Ptaszyńska Z. Owies nagi – agrotechnika, wartość użytkowa i perspektywy uprawy. *Biul. Inf. IUNG*. 2000. Z. 12–1/11. P. 33–37.

⁵⁰ Nita Z., Orłowska-Job W. Hodowla owsa nagoziarnistego w Zakładzie Doświadczalnym HAR w Strzelcach. *Bul. IHAR*. 1996. Z. 197. P. 141–145.

⁵¹ Walens M. Wpływ nawożenia azotem i gęstości siewu na wysokość i jakość plonu ziarna odmian owsa oplewionego i nagoziarnistego. *Biul. IHAR*. 2003. Z. 229. P. 115–124.

⁵² Germination and grain vigour of naked oat in response to grain moisture at harvest / P. Peltonen-Sainio, S. Muurinen, V. Vilppu et al. *J. Agric. Sci.* 2001. V. 137. P. 147–156.

⁵³ Kirkkari A.-M., Peltonen-Sainio P., Rita H. Reducing grain damage in naked oat through gentle harvesting. *Agric. Food Sci.* 2001. V. 10. P. 223–229.

⁵⁴ Kirkkari A.-M., Peltonen-Sainio P., Lehtinen P. Dehulling capacity and storability of naked oat. *Agric. Food Sci.* 2004. V. 13. P. 198–211.

⁵⁵ Волощук О. П., Лісова Ю. А. Особливості голозерних і плівчастих генотипів в селекції на підвищення продуктивності та адаптивного потенціалу вівса. *Sciences of Europe (Praha, Czech Republic)*. 2021. Vol. 2, No 66. P. 3–12.

⁵⁶ Буняк О., Матрос О., Камінська Л. І врожайний, і крупнозерний, і стійкий до вилягання та хвороб сорт голозерного вівса вивели носівські селекціонери. *Зерно і хліб*. 2014. № 2. С. 80–82.

⁵⁷ Naked oat response to soil type and herbicides applied at two growing stages / L. Lanoie, A. Vanasse, J. Collin et al. *Can. J. Plant Sci.* 2010. V. 90. P. 247–255.

⁵⁸ Boland P., Lawes D. A. The inheritance of the naked grain character in oats studied in a cross between the naked variety Caesar and the husked variety BO 1/11. *Euphytica*. 1973. V. 22. P. 582–591.

⁵⁹ Burrows V. D. Hulles oats. Speciality grains for food and feed. *St. Paul*. 2005. P. 223–251.

Останнім часом значно зросло зацікавлення до вирощування голозерного вівса для переробки на харчові продукти і корм. Це пов'язано з унікальністю його якісних показників – підвищеним вмістом білку, незамінних амінокислот, жиру, токоферолів, стеролів, β - глюканів, авенантримідів, високою натурою зерна ⁶⁰. Зерно голозерного вівса може бути цінною сировиною для виготовлення лікувально–дієтичних харчових продуктів і не вимагає додаткових витрат на видалення плівок ^{61,62}.

Білок вівса легко засвоюється організмом людини і відрізняється від білків пшениці та ячменю підвищеним вмістом таких незамінних амінокислот, як лізин, валін, цистин, лейцин та інших. За різними даними, кількість засвоєваних білків вівса складає 95–96 % від загального їх вмісту в зерні ⁶³. В зерні вівса багато органічних сполук заліза, кальцію, фосфору, марганцю, міді, молібдену, вітамінів, особливо групи В. За вмістом вітаміну В₁ (4,5 – 8,0 мг в 1 кг зерна) вівсяні продукти на рівні з гречаною крупою і їстівних бобових культур та переважають пшеницю і ячмінь. Приблизно 175 г вівсяних пластівців забезпечують добову потребу у вітаміні В₁ ⁶⁴.

Генетичне позбавлення квіткових плівок зерна вівса значно підвищило його поживну та енергетичну цінність ^{65, 66, 67}. Позитивною

⁶⁰ Соц С. М., Кустов І. О. Підготовка голозерного вівса до переробки. *Хранение и переработка зерна*. 2013. №4. С.37–38.

⁶¹ Gasirowski H. Wartość użytkowa owsa nagięgo. *Prze. Zboż. Młyn*. 2000. № 7. P. 15–16.

⁶² Овес голозерный – сировина для лікувально–дієтичних продуктів / Р. Мукоїд та ін. *Харчова і переробна промисловість*. 2010. № 2 (366). С. 24–25.

⁶³ Економіка виробництва зерна (з основами організації і технології виробництва): монографія / В. І. Бойко та ін.; за ред. В. І. Бойка. 2008. 400 с

⁶⁴ Ціноутворення та нормативні витрати в сільському господарстві : теорія, методологія, практика : у 2 т. // Теорія ціноутворення та технологічні карти вирощування сільськогосподарських культур / за ред. : Саблука П. Т. та ін. *ННЦ "Інститут аграрної економіки" УААН*, 2008. Т. 1. 698 с

⁶⁵ Leszczyńska D. Uprawa owsa nieoplewionego – stan obecny i przyszłość. *Pam. Pul.* 2002. Z. 130. P. 463–469.

⁶⁶ Agronomic performance and quality of oat (*Avena sativa* L.) genotypes origin produced under Central European growing conditions / H. Buerstmayr, N. Krenn, V. Stephan et al. *Field Crops Research*. 2007. V. 101. P. 341–351.

властивістю голозерного вівса є його стійкість до осипання, навіть при деякому перестої⁶⁸. Голозерні сорти вівса і ячменю створили для годівлі бройлерів та свиней через їхню кращу перетравність і поживну цінність порівняно з півчастими сортами⁶⁹.

Голозерний овес забезпечує альтернативне джерело протеїну доброї якості і метаболістичної енергії поряд з кукурудзою для годівлі свиней та курчат. На жаль, селекціонери по вівсу втратили можливість запобігти зменшенню площ вівса, тому що вони намагалися створити більш продуктивні півчасті сорти. Потрібно створювати голозерні сорти, які можуть мати перевагу у годівлі нежуйних тварин.

Дослідження канадських вчених показали, що голозерні вівси і ячмені при зберіганні швидше погіршують якість зерна у порівнянні з півчастими сортами при умовах підвищеної температури і вологості. Високий вміст жиру у зерні деяких сортів вівса не впливав на якість зерна при зберіганні⁷⁰.

Погіршення зберігання зернових пов'язано з проростанням та підвищенням рівня вільних жирних кислот (гідроліз). Цей процес призводить до зростання розвитку грибкових інфекцій, зміни зовнішнього вигляду зерна та запаху⁷¹.

⁶⁷ Genetic diversity among oat varieties of worldwide origin and association of AFLP marker with quantitative / A. Achleitner et al. *Theoretical and Applied Genetic*. 2008. V. 117. P. 1041–1053.

⁶⁸ Матрос О. П., Кекух В. Ф., Кобижча О. І. Голозерний овес. Перспективний напрямок селекції культури. *Насінництво*. 2009. № 1. С. 7–8.

⁶⁹ Ballestros G., Piendl A. Effect of malting on proteolytic amylosytic and phenolic properties of a malting diastase – rich feed and naked barley. *Brewers Digest*. 1977. № 17. P. 36–40.

⁷⁰ White N. D. G., Hulasare R. B., Jayas D. S. Effect of storage conditions on quality loss of hull-less and hulled oat and barley. *Can. J. Plant Sci.* 1999. V. 79, No 4. P. 475–482.

⁷¹ Odor' volatiles associated with microflora in damp ventilated and non- ventilated bin-stored bulk wheat / D. Tuma, R. N. Sinha, W. E. Muir et al. *Intern. J. Food Microbiol.* 1989. V. 8. P. 103–119.

Генетичні дослідження показали, що голозерність, довжина вторинної осі волоті і багатоквітковість контролюється одним домінантним геном N-1⁷². Інші вчені повідомляють, що багатоквітковість і голозерність контролюється двома генами (відповідно і N-1), які генетично пов'язані⁷³. Також є твердження, що генетичний контроль довжини вторинної осі волоті є незалежним від багатоквітковості і голозерності⁷⁴.

Є різні думки відносно продуктивності волоті голозерного вівса у порівнянні з плівчастим. Одні дослідники вважають голозерні форми більш продуктивними на підставі будови генеративних органів, інші – менш продуктивними через масштаби і строки селекційної роботи з ними порівняно з плівчастими зразками. Для уточнення цього питання були проведені дослідження з двома сестринськими ізогенними лініями вівса сорту NO 141-1 з плівчастим зерном CN 18941 і голозерним – CN 18942. Встановлено, що нема суттєвої різниці по урожаю ядра і тому ген, що контролює голозерність, не викликає зниження продуктивності⁷⁵.

Порівняльні дослідження голозерного вівса з плівчастим і іншими зерновими культурами проводили на півдні України (Одеська область, Овідіопольський район)⁷⁶. У порівнянні з плівчастим сортом Чернігівський 27 білоруський голозерний сорт вівса Вандроунік в цих же умовах переважав плівчастий по урожайності зерна на 10,2 ц/га,

⁷² Bobreska-Jamro D., Tobiasz-Salach R., Szpunar-Krok E. Uprawa owsa nagoziarnistego. *Pam. Pulawski*. 1999. Z. 114. P. 37–39.

⁷³ Jenkins G., Hanson P. R. The genetics of naked oats (*Avena nuda* L.). *Euphytica*. 1976. V. 25. P. 167–174.

⁷⁴ A naked oat mutant with very short rachillas / V. D. Burrows, C. F. Konzak, G. Diarmid et al. *Can. J. Plant Sci.* 2002. V. 82, № 1. P. 83–84.

⁷⁵ Groat yield of naked and covered oat / V. D. Burrows, S. J. Molnar, N. A. Tinker et al. *Can. J. Plant Sci.* 2001. V. 81. P. 727–729.

⁷⁶ Подобед Л., Гіска В., Матуляк Д. Голозерний овес – перспективна фуражна культура. *Пропозиція*. 2006. № 1. С. 62–64.

Селекційне та генетичне удосконалення культури вівса

виходу кормових одиниць з 1 га – на 14 ц., виходу перетравного протеїну з 1 га – на 3,15 ц., а собівартість виробництва тонни зерна голозерного вівса була на 131,4 грн. Нижча ⁷⁷. Дослідженнями проведеними у зоні Степу встановлено, що голозерні сорти за врожаєм зерна переважали плівчасті стандартні сорти Самуель і Соломон на 7,3 – 11,5 ц/га і достигали на 7 – 15 днів раніше ⁷⁸.

Одним з недоліків голозерного вівса є наявність волосків (опушення) на зерні. При обмолоті або очистці ці волоски обломлюються, розлітаються у повітрі і можуть викликати подразнення шкіри, очей або органів дихання. Також вони зменшують текучість зерна і притягають спори грибів через електричний заряд. У Канаді знайдено селекційний зразок CN 18943 з так званим «лисим ядром», що спричинено одним рецесивним геном *Gt-1*. Цей ген впливає на істотне зменшення опушення ядра ⁷⁹.

⁷⁷ Подобед Л., Гіска В., Матуляк Д. Голозерний овес на українському полі. *Пропозиція*. 2006. № 10. С. 58–59.

⁷⁸ Животков Л., Запинайло М., Степаненко В. Голозерний овес – на поля України. *Пропозиція*. 009. № 3. С. 64–65.

⁷⁹ Burrows V. D., McDiarmid G., Marder T. Gene controlling reduced trichomes on oat groats. *Can. J. Plant Sci.* 2001. V. 81. P. 413–414.

2. ІНДЕКСНА СЕЛЕКЦІЯ ТА ПРИНЦИПИ КЛАСТЕРИЗАЦІЇ СЕЛЕКЦІЙНИХ ЗРАЗКІВ

Основним шляхом створення нових сортів с.-г. рослин є генетична рекомбінація спадкових факторів, що контролюють ступінь прояву господарсько-цінних ознак і властивостей, розосереджених у генотипах джерел цих властивостей^{80,81}.

Сорт залишається найефективнішим інструментом інтенсифікації сільськогосподарського виробництва^{82,83}, а в умовах кризи, лише впровадженням нових та перспективних сортів можна компенсувати негативний вплив на врожай дефіциту добрив, засобів захисту і застарілої недосконалої техніки⁸⁴. Численими дослідженнями та виробничою практикою доведено, що новий, адаптований до умов середовища сорт та високоякісне насіння підвищують урожай на 20–30 %^{85,86,87,88,89}. Основної уваги заслуговує своєчасна сортозаміна тому, що свій потенціал новий сорт найбільш ефективно реалізує протягом 10–15 років^{90,91,92}. Узагальнені

⁸⁰ Жученко А. А. Адаптивний потенціал культурних рослин. Кишинев: Штица, 1988. 767 с.

⁸¹ Нурка А.Д., Кulyk І.О., Andreichenko О.Н. Osoblyvosti formuvannya vrozhaivnosti vivsa ta yachmeniu yarohe pid vplyvom poperednykiv i fonu mineralnoho zhyvlennia. [Features of yield formation of oats and spring barley under the influence of previous and mineral nutrition background] *Biuletyn Instytutu silskoho hospodarstva stepovoi zony*, 2013. 4, 112–116. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/bisg_2013_4_30.

⁸² Волкодав В. В. Вплив сортів на зростання врожайності та виробництво сільськогосподарських культур. *Пропозиція*. 2003. № 12. С. 47.

⁸³ Баталова Г. А. Формирование урожая и качества зерна овса. *Достижения науки и техники АПК*. 2010. № 11. С. 11 – 13.

⁸⁴ Приймачук Т. Ю. Функціонування ринку насіння озимої пшениці. *Вісник аграрної науки*. 2006. № 1. С. 81–82.

⁸⁵ Литвиненко М. А., Рибалка О. І. Зернові культури. Стан та перспективи створення нових сортів і гібридів у наукових установах УААН. *Насінництво*. 2007. № 1. С. 3–6.

⁸⁶ Нові сорти зернових можуть істотно поліпшити якість збіжжя та підвищити його врожайність / В. В. Волкодав та ін. *Зерно і хліб*. 2005. № 1. С. 38.

⁸⁷ Троян М. В., Бугай В. П., Сипливець О. М. та ін. Фактор сортозаміни в зростанні продуктивності галузі рослинництва. *Насінництво*. 2007. № 5. С. 1–5.

⁸⁸ Гаврилюк М. М. Селекція та насінництво основа інтенсифікації галузі рослинництва. *Посібник українського хлібороба*. 2012. Т. І. С. 24–25.

⁸⁹ Качанова Т. В. Резерви підвищення якості зерна вівса у степовій зоні України. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. 2014. Випуск 3 (27). С. 154 – 157.

⁹⁰ Корovій В., Захарчук О., Рябий А. З якою ж ефективністю використовуються рослинні ресурси на

розрахунки свідчать, що недобір зерна внаслідок несвоєчасного проведення сортозаміни в цілому на Україні щорічно перевищує 3,0–3,3 млн т⁹³.

Польські вчені^{94,95} стверджують, що величезний прогрес у підвищенні врожайності зернових культур у Європі за останні 50 років був досягнутий за рахунок взаємодії удосконалення рівня технологічних процесів і впровадження нових сортів. Вклад селекції склав 20,1 – 33,0 %. У нашій країні генетичний потенціал сучасних сортів зріс завдяки селекції в 0,5 – 1,5 раза порівняно навіть із сортами, які вирощували в 70-ті роки минулого століття. Але цей потенціал у виробничих умовах реалізується тільки на 28 – 35 %⁹⁶. За іншими даними, практичний вклад селекції у досягнутій за 50–90-ті роки минулого століття і в наш час істотний приріст урожаю оцінюється від 30 до 80 % в залежності від культури^{97,98}.

Аналіз публікацій показав, що щорічний відсоток збільшення продуктивності вівса за рахунок сорту становив 0,34 % (від 0,19 до 0,52 %) у Великобританії, Фінляндії і Швеції [99, 100] і 0,58 % у США^{99,100}.

Вінниччині. *Зерно і хліб*. 2010. № 4. С. 46–48.

⁹¹ Сорт і його значення в підвищенні урожайності / В. В. Шелепов, В. І. Іщенко, М. П. Чебаков та ін. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2006. № 3. С. 114.

⁹² Шевченко А. І. Зерновые для себя. *Агроекономіка України*. 2008. № 5(28). С. 34–40.

⁹³ Сторожук В. В. Урожайність та якість зерна вівса залежно від системи удобрення в умовах Полісся. *Корми і кормовиробництво*. 2011. Вип. 68. С. 28 – 32.

⁹⁴ Wolski T. Present and future in small grain breeding and seed production in Poland. *Fragmenta Agronomika*. 1995 (XII). Nr 2 (46). P. 52–62.

⁹⁵ Krzymuski J., Oleksiak T. Breeding progress for small grains in Poland and its utilisation in production. *Fragmenta Agronomika*. 1995 (XII). Nr 2 (46). P. 74–75.

⁹⁶ Литвиненко М. А., Рибалка О. І. Зернові культури. Стан та перспективи створення нових сортів і гібридів у наукових установах УААН. *Насінництво*. 2007. № 1. С. 3–6.

⁹⁷ Глазко В. И., Созинов И. А. Генетика изоферментов животных и растений / под ред. А. А. Созинова. Киев : Урожай, 1993. 528 с.

⁹⁸ Яшовський І. В. Основні біологічні фактори інтенсифікації виробництва зерна *Наукові основи ведення зернового господарства* / за ред. В. Ф. Сайка. Київ : Урожай, 1994. С. 101–120.

⁹⁹ Rodgers D. M., Murphy J. P., Frey K. J. Impact of plant breeding on the grain yield and genetic diversity of spring oats. *Crop Sci*. 1983. № 23. P. 737–740.

Нові можливості у підвищенні ефективності селекційно-генетичного аналізу появилось з використанням непрямих маркерних ознак і індексів на основі кореляційно-регресійного та кластерного аналізів. Такі види аналізів почали широко використовувати в селекції пшениці, бобових культур, кукурудзи, соняшника, ріпаку ярого і вівса^{101,102,103,104,105}.

Ідея селекційних індексів була вперше при роботі з пшеницею. Цей підхід застосовують в селекції рослин і тварин. В останні десятиріччя у США і деяких європейських країнах метод селекційних індексів включений в селекційні програми на етапах попереднього відбору серед великої кількості сімей або ліній популяції¹⁰⁶.

Відбір з допомогою селекційних індексів більш ефективний при низьких коефіцієнтах успадкування ознак¹⁰⁷. Метод потрібно використовувати в програмах рекурентної селекції. Кожний цикл такої селекції включає відбір частини популяції з допомогою

¹⁰⁰ Wych R. D., Stuthman D. D. Genetic improvement in Minnesota-adapted oat cultivars released since 1923. *Crop Sci.* 1983. № 23. P. 879–881.

¹⁰¹ Тищенко В. М. Кластерний аналіз як метод індивідуального добору високопродуктивних рослин озимої пшениці в F₂. *Селекція і насінництво*. 2004. Вип. 89. С. 125–137.

¹⁰² Чекалин Н. М., Тищенко В. Н. Изменчивость и наследуемость количественных признаков и индексов у селекционных линий озимой пшеницы. *Сучасні технології селекційного процесу сільськогосподарських культур* : тези міжнар. наук. симпозиуму (м. Харків, 7–9 липня 2004 р.). Харків : Інститут рослинництва імені В. Я. Юр'єва НААН, 2004. С. 17–18.

¹⁰³ Головань Л. В., Пузік В. К., Криштоп Є. А. Оцінка генетичних дистанцій у квасолі різними методами. *Збірник наукових праць СГІ-НЦНС*. Одеса, 2012. Вип. 19 (59). С. 130–148.

¹⁰⁴ Кириченко В. В., Сивенко О. А. Оцінка різноманіття робочої колекції батьківських ліній соняшнику за генетичними дистанціями. *Селекція і насінництво*. 2011. Вип. 100. С. 279–285.

¹⁰⁵ Nowosielska D., Nowosielski J. Morphological diversity and polymorphism of common oat (*Avena sativa* L.) landraces cultivated in Poland. *Plant Breeding and Seed Sci.* 2008. Vol 58. P. 11–22.

¹⁰⁶ Janpriya K., Deedar S.B., Meenakshi G. Influence of Copper Application on Forage Yield and Quality of Oats Fodder in Copper Deficient Soils. *Indian J. Anim. Nutr.* 2015. № 32 (3). P. 290-294.

¹⁰⁷ Khakimov, B., Jespersen, B.M. & Engelsen, S.B. (2014). Comprehensive and Comparative Metabolomic Profiling of Wheat, Barley, Oat and Rye Using Gas Chromatography-Mass Spectrometry and Advanced Chemometrics. *Foods*, 3(4), 569–585. doi: 10.3390 / foods3040569

селекційних індексів і рекомбінацією генотипового матеріалу у цій частині шляхом проміжних схрещувань¹⁰⁸.

За допомогою кластерного аналізу можна оцінювати генетичну подібність гомозиготних ліній самоzapильних культур або генетичну віддаленість генотипів з використанням коефіцієнта спорідненості^{109,110,111,112}.

Генетичну дивергенцію сортів і ліній можна оцінювати з допомогою евклідових відстаней з наступним кластерним аналізом, який дозволяє згрупувати генетично близькі сорти, а також оцінити інформативність ознак. Результати кластерного аналізу можуть бути використані для оптимального підбору батьківських пар. Генетичну дивергенцію можна виразити через спеціальні параметри з допомогою методів багатомірного статистичного аналізу комплексу кількісних ознак. Природною мірою віддаленості потенційних батьків може бути евклідова відстань. Вихідними даними для підрахунку евклідових відстаней між сортами може бути середні значення N кількісних ознак, а також коефіцієнти кореляції ознак, які використовувалися для відсіву дубльованих ознак¹¹³.

¹⁰⁸ Kholodchenko, R.M. (2013). Vrozhainist vivsa holozernoho zalezho vid udobrennia ta norm vysivu na chornozemakh typovykh. [Yields of naked oats depending on fertilizer and seeding rates on typical chernozems] *Naukovyi visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy. Seriya "Ahrokhimiia"*, II, 183, 41–46.

¹⁰⁹ Kikkari, A., Peltonen-Sainio, A. & Lehtinen, P. (2004). Dehulling capacity and storability of naked oat. *Agricultural and Food Science*, 13, 1-2, 198–211. doi.org/10.2137/1239099041837969.

¹¹⁰ Klose, C. & Arendt, E.K., (2012). Proteins in oats; their synthesis and changes during germination: A review. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 52(7), 629–639. doi: 10.1080 / 10408398.2010.504902.

¹¹¹ Murphy J. P., Cox T. S., Rodgers D. M. Cluster analysis of red winterwheat cultivar based upon coefficient of parentage. *Crop Sci.* 1986. Vol 26, No 4.P. 672–676.

¹¹² Koehler P. Wieser H. (2013). Chemistry of Cereal Grains, in *Handbook on Sourdough Biotechnology*. Springer Science and Business Media, New York, 11–45.

¹¹³ Lisova Yu.A., Tsaryk Z.O. Datsko A.O. (2014). Kharakterystyka holozernykh zrazkiv vivsa za vrozhaunistiu ta adaptyvniustiu. *Seleksiia i nasynnytstvo*, 105, 141–148. doi: <https://doi.org/10.30835/2413-7510.2014.42066>

Селекційне та генетичне удосконалення культури вівса

Інша міра дивергентності генотипів – відстань Махаланобіса – D^2 , яка виступає у якості міри генетичної дивергенції для виділення генетично близьких груп сортів ¹¹⁴.

¹¹⁴ Liu, Y. (2010). Beta-glucan effects on pasting properties and potential health benefits of flours from different oat lines. Graduate Theses and Dissertations. Ames, Iowa: Iowa State University, 125.

3. МІНЛИВІСТЬ ТА УСПАДКУВАННЯ КІЛЬКІСНИХ ОЗНАК ПРОДУКТИВНОСТІ ТА ЯКОСТІ ЗЕРНА

Головне завдання селекції на продуктивність полягає на формуванні генотипів з оптимальними параметрами компонентних кількісних ознак, які визначають продуктивний потенціал сільськогосподарських культур. Значний вплив на прояв кількісних ознак мають абіотичні і біотичні фактори навколишнього середовища. Вивчення мінливості продуктивності селекційних генотипів, кореляційних зв'язків між її структурними компонентами та урожайністю дає можливість встановити і виділити результуючі ознаки. Поліпшення і модифікування таких ознак дозволить підвищити ефективність селекційної роботи у напрямі створення генотипових моделей з правильно модифікованими компонентами кількісних ознак. Урожайність має дві основні складові: продуктивність однієї рослини та густина стеблестою в посіві. Значно складніше контролювати і прогнозувати продуктивність, оскільки вона є кількісною ознакою, яка має складну структуру й функціональну організацію та контролюється полігенно. Встановлено, що формування складових елементів структури продуктивності рослин залежить від генотипу та умов вирощування^{115,116}. Еколого-генетична модель організації складних кількісних ознак показала, що будь-яка складна ознака детермінується «блукаючим» спектром генів, тобто при зміні лімітуючого чинника

¹¹⁵ Герасименко В. П. Оцінка взаємодії генетичних факторів з умовами зовнішнього середовища у дев'яти сортів тритикале дисперсійним та кореляційним методами випробувань. *Аграрний вісник Причорномор'я*. 2004. Вип. 3, ч. 2. С. 161–166.

¹¹⁶ Беліков С. І., Альошин А. В., Купріченкова Т. Г. Селекційна цінність тест-кросів в різних екологічних умовах. *Бюлетень Інституту зернового господарства*. 2002. № 18–19. С. 35–38.

зовнішнього середовища змінюється число і набір генів, які детермінують генетичну мінливість кількісної ознаки у популяціях. Ця гіпотеза розкриває реальну природу взаємодії генотип-середовище¹¹⁷, природу екологічно залежного гетерозису^{118,119}, природу трансгресії¹²⁰ і дозволяє розробити підходи до прогнозування цих ефектів¹²¹. Звідси виникло питання про необхідність оцінювати генотипи у типових умовах даної зони селекції. Постає проблема строгої кількісної типізації кожного року для кожної культури у конкретній зоні селекції¹²².

Більшість кількісних ознак рослин визначається дією багатьох пар алелей і впливом факторів зовнішнього середовища^{123,124,125,126,127}. У результаті цього виникає фенотипова мінливість кількісних ознак. Для селекції важливим є знання взаємозв'язків між всіма ознаками по яких ведеться відбір. Успішне проведення селекційної роботи з

¹¹⁷ Loskutov, I.G., Shelenga, T.V., Konarev, A.V., Shavarda, A.L., Blinova, E.V. & Dzubenko, N.I. (2017). The Metabolomic Approach to the Comparative Analysis of Wild and Cultivated Species of Oats (*Avena L.*). *Journal of Genetics: Applied Research*, 7(5), 501–508. doi.org/10.1134/S2079059717050136.

¹¹⁸ Marukhniak, A.Ya., Datsko, A.O., Lisova, H.I., & Marukhniak, H.I. (2015). Naked oats. Avhol cultivar. *Peredhirna ta hirske zemlerobstvo i tvarynystvo*, 57, 151–159.

¹¹⁹ Menga, V., Fares, C., Troccoli, A., Cattivelli, L. & Baiano, A. (2010). Effects of genotype, location and baking on the phenolic content and some antioxidant properties of cereal species. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 45(1), 716. doi: 10.1111 / j.1365-2621.2009.02072.x

¹²⁰ Moudry, J. (1998). The quality of naked oat. *Cereals for human health and preventive nutrition*. Session I., 257.

¹²¹ Mukoid, R.M., Yemelianova, N.O., Ukrainets, A.I. & Svydyniuk, I.M. (2009). Aminokyslotnyi sklad bilkiv zerna riznykh sortiv vsva. *Kharchova promyslovist*, 8, 14–16.

¹²² Гордієнко В. І. Успадкування та мінливість окремих господарсько- цінних ознак гібридами F₃, F₄ сої в умовах зрощення. *Зрошуване землеробство*. 2009. Вип. 52. С. 73–80.

¹²³ Ndolo, V.U. & Beta, T. (2013). Distribution of carotenoids in endosperm, germ, and aleurone fractions of cereal grain kernels. *Food Chem.*, 139 (1–4), 663–671. doi: 10.1016 / j.foodchem.2013.01.014.

¹²⁴ Шевченко О. О. Аналіз кореляцій між кількісними ознаками ярого ячменю в різних умовах вирощування. *Селекція і насінництво*. 2009. Вип. 97. С. 245–251.

¹²⁵ Neell, M.A., Asoro, F.G., Scott, V.P., White, P.J., Beavis, W.D. & Jannink, J. L. (2012). Genome-wide association study for oat (*Avena sativa L.*) beta-glucan concentration using germplasm of worldwide origin. *Theor. Appl. Genet.*, 125, 1687-1696. doi: 10.1007/s00122- 012-1945-0.

¹²⁶ Ougham, H.J., Lapitova, G. & Valentine, J. (1996). Morphological and biochemical characterization of spikelet development in naked oats (*Avena sativa*). *New Phytologist*, 134 (1), 5–12. doi.org/10.1111/j.1469-8137.1996.tb01141.x

¹²⁷ Скорик В. В., Буняк О. І. Мінливість та добір за кількісними ознаками у гібридів озимого жита з донором короткостебельності Гном *Селекція і насінництво*. 2009. Вип. 97. С. 102–112.

будь-якою культурою не можливе без оперативної інформації про мінливість, успадкування і кореляції кількісних ознак^{128,129}.

Дослідженнями доведено, що кількісні ознаки можуть бути розділені за типами, які мають відмінності за механізмами генетичного контролю. В основі класифікації – ступінь вираженості інтегрованості процесів формування їх в загально системні процеси індивідуального розвитку макросистеми¹³⁰.

До першого типу відносяться ознаки з одномірними компонентами, які сумарно визначають фізичну величину макроознаки, наприклад висоту рослини за сумою лінійних розмірів метамерів стебла. Для цих ознак всі існуючі класичні методи генетичного аналізу, які орієнтовані на виявлення дискретної мінливості можуть бути застосовані без обмеження.

Другий тип кількісних ознак виділяється зміною стану організації процесів при зміні умов зовнішнього середовища, тобто наявністю вираженої норми реакції. Для цих ознак характерне визначення генотипу ознаки на градієнті екологічних умов і виражена спадковість норми реакції.

Вже давно встановлено, що господарсько-цінні ознаки контролюються комплексом полігенів і їх встановлення є складним генетично-селекційним завданням¹³¹. На думку вчених, кількісні

¹²⁸ Янчук В. І. Мінливість ознак насінневої продуктивності у люцерни в умовах Лісостепу. *Зб. наук. праць Ін-ту землеробства УААН*. Київ, 2001. Вип. 1–2. С. 181–185.

¹²⁹ Літун П. П. Генетика цілісності макросистем в теорії і практиці селекції. *Сучасні технології селекційного процесу сільськогосподарських культур* : тези міжнар. наук. симпозиуму (м. Харків, 7–9 липня 2004 р.). Харків : Інститут рослинництва імені В. Я. Юр'єва НААН, 2004. С. 5–7.

¹³⁰ Pandey, H.C., Baig, M.J., Ahmed, Shahid, Kumar, Vikas & Singh, Praveen. (2013). Studies on morpho-physiological characters of different *Avena* species under stress conditions. *African Journal of Biotechnology*, 12(43), 6170–6175, doi: 10.5897/AJB12.104.

¹³¹ Patel S. (2015). Cereal bran fortified functional foods for obesity and diabetes management: Triumphs, hurdles and possibilities. *J. Funct. Foods*, 14, 255–269. doi.org/10.1016/j.jff.2015.02.010

ознаки відштовхували генетиків своєю складністю, наявністю перехідних форм, сплутаністю теоретичної картини¹³².

Гібридизація була і залишається найбільш дієвим механізмом створення нових селекційних форм. У гібридному організмі ознаки та властивості отримані від батьків, розвиваються в кожному поколінні заново. Тому необхідно знати, як успадковуються ознаки і властивості за певних умов розвитку і в повній мірі прогнозувати кінцеві результати гібридизації¹³³.

Для успішного прогнозування кінцевого результату гібридизації необхідним є визначення селекційно цінних, максимально збалансованих генотипів з широкими межами успадкованої норми реакції, в яких поєднання батьківських компонентів несе максимальний взаємодоповнюючий адаптивний ефект. Вихідним пунктом для теоретичного аналізу є формування бази ознак і властивостей форм вихідного і селекційного матеріалу, а на їх основі формування генетико-статистичних параметрів, які надають можливість оцінити та ідентифікувати селекційний матеріал за селекційною цінністю^{134,135}.

Сучасні селекційно-генетичні дослідження попри всю свою складність і технологічність не дозволяють відмовитися від трудомісткого гібридологічного аналізу^{136,137}. Також вивчення

¹³² Базалій В. В. Характер мінливості кількісних ознак пшениці різних поколінь. *Таврійський науковий вісник*. 2000. Вип. 15. С. 7–10.

¹³³ Адаптивна селекція. Теорія і технологія на сучасному етапі / П. П. Литун і др. 2007. 246 с.

¹³⁴ Pawlowska P., Diowksz A., Kordialik-Bogacka E. (2012). State-of-the-Art Incorporation of Oats into a Gluten-Free Diet. *Food Reviews International*, 28(3), 330–342.

¹³⁵ Podobiedov L. (2006). Naked oats as a prospective feeding crop. *Propozytsiia*, 1, 62–64.

¹³⁶ Puzanskiy R.K., Shavarda A.L., Tarakhovskaya E.R., Shishova M.F. (2015). Analysis of Metabolic Profile of *Chlamydomonas reinhardtii* Cultivated under Autotrophic Conditions. *Applied Biochemistry and Microbiology*, 51(1), 83–94.

¹³⁷ Гетерозис та ступінь домінування за показниками продуктивності у гібридів F₁ ярого ячменю / С. Весна та ін. *Вісник Львівського державного аграрного університету : Агрономія*. 2007. № 11. С. 113–120.

ступеня мінливості, його меж і спадкової детермінації є важливим як для селекційно-генетичної теорії, так і для практичної селекційної роботи в оцінці сортів, ліній і гібридів ¹³⁸.

Ще в середині минулого століття Д. Лаш визначив для селекції один з найголовніших параметрів в ході аналізу генетичних ознак – коефіцієнт успадкування ¹³⁹, розподіливши успадкування на два види: успадкування в широкому (H^2) і вузькому (h^2) розумінні. Він запропонував використовувати поняття h^2 для встановлення ступіня надійності суджень про селекційну цінність особин. Проте на практиці коефіцієнт успадкування застосовують рідко, оскільки цей показник має свої обмеження і недоліки. По-перше, він як статистичний показник належить не до окремої особини, а до популяції в цілому ¹⁴⁰. По-друге, цей спосіб придатний більше для селекції перехреснозапильних культур, ніж самозапильних. До того ж як метод статистичного аналізу він потребує великого і об'ємного збору та обробки цифрового матеріалу, що призводить до значних затрат праці й часу ¹⁴¹.

Слід також зазначити, що генетичний аналіз взаємозв'язку між кількісними ознаками ускладнюється тим, що число полімерних генів, які визначають розвиток навіть однієї ознаки, мінливе, а їх дія на дану ознаку досить специфічна. Вивчення закономірностей успадкування і мінливості кількісних ознак в основному визначає ефективність селекційної роботи, яка залежить від підбору вихідних

¹³⁸ Lash J. S. Heritability of quantitative characters in farm animals. *Hereditas*. 1949. V. 6. P. 356–375.

¹³⁹ Ryan, L. (2011). Oat-based breakfast cereals are a rich source of polyphenols and high in antioxidant potential. *J Food Compos Anal*, 24, 929–934. doi.10.1016 / j.jfca.2011.02.002.

¹⁴⁰ Созинов А. А., Орлюк А. П., Корчинский А. А. Генетическое улучшение пшеницы. 1993. 132 с.

¹⁴¹ Козленко Л. В. Генетические принципы селекции овса. *Вестник с.-х. науки*. 1981. № 9. С. 51–54.

батьківських пар для схрещування і правильного вибору напрямку доборів^{142,143,144}.

Найбільш повну генетичну інформацію про властивості і ознаки рослин можна отримати використовуючи систему діалельних схрещувань^{145,146,147,148,149}.

Селекційно-генетичний аналіз в системі діалельних або інших схрещувань залишається актуальним на сучасному рівні розвитку селекційних досліджень і широко використовується на багатьох культурах^{150,151,152,153,154,155}. Важливими показниками ефективності та

¹⁴² Pandey, H.C., Baig, M.J., Ahmed, Shahid, Kumar, Vikas & Singh, Praveen. (2013). Studies on morpho-physiological characters of different Avena species under stress conditions. *African Journal of Biotechnology*, 12(43), 6170–6175, doi: 10.5897/AJB12.1044.

¹⁴³ Patel, S. (2015). Cereal bran fortified functional foods for obesity and diabetes management: Triumphs, hurdles and possibilities. *J. Funct. Foods*, 14, 255–269. doi.org/10.1016/j.jff.2015.02.010.

¹⁴⁴ Rybas, I.A. (2016). Breeding grain crops to increase adaptability (review). *Agricultural Biology*, 51(5), 617–626, doi:10.15389/agrobiology.2016.5.617rus

¹⁴⁵ Sardak, O.M., Matros, O.P. & Horhan, N.O. (2012). Sort yak faktor pidvyshchennia vrozhaivosti ta stabilnosti zernovoho vyrobnytstva. *Posibnyk ukrainskoho khliboroba*, 1, 60–62.

¹⁴⁶ Shah, A., Masoodi, F.A., Gani, A. & Ashwar, B.A. (2016). Newly released oat varieties of himalayan region *Technofunctional, rheological, and nutraceutical properties of flour*. *LWT – Food Science and Technology*, 70(7), 111–118.

¹⁴⁷ Shebis, Y., Iluz, D., Kinel-Tahan, Y., Dubinsky, Z. & Yehoshua, Y. (2014). Natural Antioxidants: Function and Sources. *Food and Nutrition Sciences*, 4, 643–649. doi. 10.4236 / fns.2013.46083.

¹⁴⁸ Singh R., De S. & Belkheir A. (2013). Avena sativa (Oat), A Potential Nutraceutical and Therapeutic Agent: An Overview. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 53(2), 126–144. doi.10.1080 / 10408398.2010.526725..

¹⁴⁹ Бугайов В. Д., Кондратенко М. І. Генетичні джерела ознак високої продуктивності сортів гороху зернового типу. *Сучасні технології селекційного процесу сільськогосподарських культур* : зб. тез міжнар. наук. симпозіуму (м. Харків, 7–9 липня 2004 р.). Харків : Інститут рослинництва імені В. Я. Юр'єва НААН, 2004. С. 70–72.

¹⁵⁰ Козаченко М. Р., Заїка О. В., Васько Н. І. Особливості сучасних сортів ярого ячменю за комбінаційною здатністю в F₁ і F₂ топкосних гібридів та їх екологічною стабільністю. *Зрошуване землеробство*. 2008. Вип. 50. С. 149–163.

¹⁵¹ Кандиба М. В. Мінливість та успадкування основних господарсько-цінних ознак у міжсортівних гібридів льону-довгунця : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук за спец. : 06.01.05 «Селекція і насінництво» / Інститут рослинництва імені В. Я. Юр'єва. Харків, 2006. 19 с.

¹⁵² Важеніна О. Є. Особливості використання сучасних сортів ячменю ярого в селекції на пивоварну якість та продуктивність : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук за спец. : 06.01.05 «Селекція і насінництво» / Інститут рослинництва імені В. Я. Юр'єва. Харків, 2010. 20 с.

¹⁵³ Кириченко В. В., Літун П. П., Коломацька В. П. та ін. Інтегральна генетична цінність материнських ліній соняшника. *Селекція і насінництво*. 2005. Вип. 91. С. 3–10.

¹⁵⁴ Ситнік Д. В., Попов В. П., Кириченко В. В. Характер успадкування кількісних ознак гібридів F₁ соняшнику. *Новітні технології вирощування конкурентоспроможної продукції рослинництва* : матеріали наук.-практ. конф. мол. вчених і спец. (м. Чабани, 29–30 лист. 2005 р.). Київ : ЕКМО, 2005. С. 116–117.

¹⁵⁵ Звягін А. Ф. Характер успадкування ознак продуктивності в гібридах F₁ і F₂ м'якої озимої пшениці від схрещування сортів різного адаптивного потенціалу та еколого-географічного походження. *Селекція і насінництво*. 2008. Вип. 96. С. 297–304.

прогнозування цінності гібридних сімей є гетерозис і трансгресія ознак.

Гетерозис – це кількісна зміна фенотипу, яка викликається гетерозиготністю при сприятливій комбінаційній здатності батьківських форм, причиною яких є фізико-хімічні властивості гібридного геному, що призводить до зміни динаміки біологічних процесів і проявляється у прискоренні процесів активації генів, росту, розвитку і в підвищенні гомеостазу організму на всіх етапах онтогенезу ¹⁵⁶. Розрізняються такі види гетерозису: істинний, гіпотетичний, соматичний, репродуктивний та адаптивний. Найбільш сильно проявляється у першому поколінні, але вже в другому гібридному поколінні його величина різко знижується ¹⁵⁷. Оскільки гетерозис, в значній мірі, є результатом закономірного успадкування ознак і властивостей в F_1 , то вивчення цих закономірностей потрібно проводити за принципом генетичного аналізу ¹⁵⁸.

Гетерозис гібридів першого покоління дає можливість використовувати його для цілеспрямованих відборів у другому та наступних поколіннях з метою створення нових сортів, які переважають вихідні форми і сорти за селектованими ознаками ¹⁵⁹.

Встановлено, що поліпоїди володіють кращою екологічною пристосованістю, яку можна розглядати як прояв ефекту гетерозису.

¹⁵⁶ Shah, A., Masoodi, F.A., Gani, A. & Ashwar, B.A. (2016). Newly released oat varieties of himalayan region – Technofunctional, rheological, and nutraceutical properties of flour. *LWT – Food Science and Technology*, 70(7), 111–118.

¹⁵⁷ Shebis, Y., Iluz, D., Kinel-Tahan, Y., Dubinsky, Z. & Yehoshua, Y. (2014). Natural Antioxidants: Function and Sources. *Food and Nutrition Sciences*, 4, 643–649. doi. 10.4236 / fns.2013.46083.

¹⁵⁸ Singh R., De S. Belkheir A. (2013). *Avena sativa* (Oat), A Potential Nutraceutical and Therapeutic Agent: An Overview. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 53(2), 126–144. doi.10.1080 / 10408398.2010.526725

¹⁵⁹ Проскурнин Н. В., Турчинова Н. П. Гетерозис по количественным признакам у гибридов F_1 и F_2 ярового ячменя. *Сучасні технології селекційного процесу сільськогосподарських культур* : тези міжнар. наук. симпозіуму (м. Харків, 7–8 липня 2004 р.). Харків, 2004. С. 107.

Ця чи інша інбредна лінія дає гетерозисний ефект при схрещуванні не з будь-якою інбредною лінією, а тільки з однією або декількома лініями¹⁶⁰.

Гетерозисний прояв ознак тісно пов'язаний з питанням проведення доборів у гібридних популяціях. Підтверджено, що в селекційній практиці необхідний добір визначеного типу гібридних організмів на основі багаторівневої оцінки за комплексом ознак, який приводить до необхідних змін системи взаємодії між ознаками, кількісного та якісного складу активного генетичного середовища¹⁶¹.

Селекціонери часто віддають перевагу відбору з ранніх поколінь гібридів ($F_2 - F_3$), коли активно проходить формотворний процес. Це часто призводить до створення поліморфних сортів самозапилювачів, у яких при репродукуванні швидко знижується сортова чистота^{162,163}. Добір буде ефективним тільки у тому випадку, коли значна частина виявленої фенотипової мінливості ознаки, яка є факторіальною, зумовлена генотипово. Чим більша частка генотипово зумовленого варіювання ознаки в її загальній фенотиповій мінливості, тим тісніший зв'язок між генотипом і фенотипом, і тим більш ефективний добір¹⁶⁴.

¹⁶⁰ Solodushko V.P. (2011). Seleksiia vivsa v umovakh pivnichnoho stepu Ukrainy. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, 1, 42–45.

¹⁶¹ Притула Н. М., Панченко А. І., Лук'яненко Л. М. Успадкування кількісних ознак при міжвидовій гібридизації озимої пшениці. *Сучасні технології селекційного процесу сільськогосподарських культур* : тези міжнар. наук. симпозіуму (м. Харків, 7–8 липня 2004 р.). 2004. С. 55–56.

¹⁶² Коновалов Ю. Б., Туکان К. Ф. Эффективность индивидуального отбора у яровой пшеницы из F_2 и F_3 . *Селекция и семеноводство*. 1985. № 5. С. 16–17.

¹⁶³ Гуляев Г. В., Большаков Н. В. О методах и приемах сохранения типа сорта в первичном семеноводстве. *Селекция и семеноводство*. 1990. № 6. С. 40–44.

¹⁶⁴ Орлюк А. П., Вожегова Р. А., Федорчук М. І. Селекція і насінництво рису : навч. посібник. 2004. 260 с.

У селекційній практиці значна увага приділяється феномену трансгресивної мінливості ¹⁶⁵. Це той варіант рекомбінаційної мінливості, коли в гібридних популяціях зустрічаються морфотипи з проявом кількісних та альтернативних ознак, які за фенотипом істотно відхиляються від ознак у батьківських форм. На трансгресивних формах базується по суті селекційний процес за ознаками продуктивності та адаптивності ¹⁶⁶.

Факт появи гомозиготних новоутворень, які перевершують спектр зміни батьківських форм за однією або декількома ознаками називається трансгресією. Трансгресія буває як позитивною так і негативною, в залежності від рівня прояву ознаки у гібридів $F_2 - F_n$ в порівнянні з батьківськими формами ¹⁶⁷.

Вважається, що трансгресивне розщеплення обумовлюється, в основному, епістатично-гіпостатичною дією генів. Трансгресія гібридів може відбуватися і при наявності у батьківських форм неалельних генів, які діють за принципом комплементарії. Але позитивні трансгресії, як правило, виникали в комбінації з повним або частковим домінуванням ознаки найкращого батька або наддомінуванням, яке ґрунтується на неалельній взаємодії генів ^{168,169}.

Трансгресію широко використовують в селекції при створенні високопродуктивних сортів рослин. Можливості виділення і використання трансгресивних типів рослин для створення і

¹⁶⁵ Орлюк А. П., Базалий В. В. Принципы трансгрессивной селекции растений. 1998. 274 с.

¹⁶⁶ Орлюк А. П., Гребенюк А. О. Зимостійкість трансгресивних форм озимої м'якої пшениці. *Таврійський науковий вісник*. 2005. Вип. 40. С.

¹⁶⁷ Орлюк А. П., Гребенюк А. О., Гончарова К. В. Посухостійкість трансгресивних форм озимої м'якої пшениці за довжиною стебла. *Зрошуване землеробство*. 2008. Вип. 50. С. 114–122.

¹⁶⁸ Sots S.M. Kustov I.O. (2012). Tekhnolohichni vlastyivosti vitchyznianoho zerna holozernoho vivsa. *Khranenyє y pererabotka zerna*, 4, 47–48.

¹⁶⁹ Яшовский И. В., Овиденко А. П. Изучения генетических механизмов появления трансгрессий у гибридов проса. *4 съезд генетиков и селекционеров Украины. Часть 3*. Киев : Наукова думка, 1981. С. 152–164.

поліпшення вихідного матеріалу показані в роботах по вивченню ярої твердої і озимої м'якої пшениць, ярого тритикали, проса 170,171,172,173,174.

Виявлено, що величина гетерозису в гібридів F_1 не завжди дозволяє прогнозувати відбір високопродуктивних рослин у нащадків, що розщеплюються. Для цієї мети ефективним є виділення гібридних комбінацій з позитивною трансгресією за ознакою врожай зерна з рослини в F_2 . Встановлено, що у зернових культур існує різниця між фенотипами з позитивними і від'ємними трансгресіями за врожайністю, що проявляється за структурними елементами врожаю – довжиною колоса, кількістю колосків і зерен у колосі, масою 1000 зерен. У дослідження з короткостебельними сортами пшениці в умовах зрошення, лінії з позитивною трансгресією за врожайністю перевищили лінії з від'ємною у середньому на 22,5 – 23,4 %¹⁷⁵.

Уявлення про кореляції, як взаємозалежност органів живих організмів походить з глибокої давнини. Ще Арістотель стверджував, що природа дає одній частині організму те, що забирає в іншій його частини. Пізніше ця думка знайшла відображення в «законі рівноваги органів», але перше узагальнення належить Ж. Кюв'є, який у 1815 р

¹⁷⁰ Sots S.M., Shutenko Ye.I. Kustov I.O. (2011). Holozernyi oves – perspektyvna syrovyna dlia krupianoï promyslovosti. *Zernovi produkty i kombikormy*.

¹⁷¹ Sots S.M., Zhyhunov D.O.Kustov, I.O. (2013). Pokazniki yakosti golozernogo vlvsa. *Zernovi produkty i kombikormi*, 1 (49), 10–13.

¹⁷² Радченко И. Н. Проявление положительной трансгрессивной изменчивости по элементам продуктивности колоса у гибридов F_2 озимой мягкой пшеницы. *Селекція і насінництво*. 2008. Вип. 96. С. 72–79.

¹⁷³ Успадкування вмісту білка і триптофану в зерні гібридами ярого тритикале / В. А. Лісничий, В. К. Рябчун, В. І. Шатохін та ін. *Селекція і насінництво*. 2004. Вип. 88. С. 107–115.

¹⁷⁴ Горбачева С. М., Горлачова О. В., Єлькін О. О. Можливості прогнозування позитивних трансгресій за біохімічними властивостями зерна проса в ранніх гібридних поколіннях. *Селекція і насінництво*. 2004. Вип. 89. С. 82–90.

¹⁷⁵ Орлюк А. Т., Писаренко З. В. Генетические аспекты повышения продуктивности и качества зерна у короткостебельных сортов пшеницы в условиях орошения. *Вісник аграрної науки*. 1998. № 8. С. 47–51.

висунув свої знамениті принципи: координації і кореляції. Згідно другого принципу всі органи живого організму складають систему, причому частини його взаємопов'язані таким чином, що зміна однієї частини викликає за собою зміну інших. Кореляційний аналіз служить для кількісної оцінки зв'язку між ознаками в статистичній сукупності. Зв'язок між ознаками буває функціональний і кореляційний. При функціональних зв'язках будь-якій зміні факторних величин відповідає одна, строго визначена зміна результативної ознаки. При кореляційних зв'язках будь-яким значенням факторних ознак може відповідати декілька значень результативної ознаки ¹⁷⁶.

Кореляції ознак можуть бути спадкового характеру (плейотропне або зчеплене успадкування) і обумовлені впливом зовнішнього середовища. Розрізняють кореляції генотипові, які одержують при визначенні зв'язку між ознаками у батьківських форм і нащадків, і фенотипові, які визначають залежність між ознаками рослин одного покоління ¹⁷⁷.

¹⁷⁶ Stewart D., McDougall G. (2014). Oat agriculture, cultivation and breeding targets: implications for human nutrition and health. *British Journal of Nutrition*, 112, 50–57. doi.10.1017 / S0007114514002736

¹⁷⁷ Trotsenko V.I., Ichenko V.O., Zhatova, H.O. (2014). Sortovi osoblyvosti vyroshchuvannya vівsa v umovakh pівnichno-skhidnoho Lisostepu Ukrainy. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*, 3 (27), 115–119

4. МЕТОДИЧНІ ПРИНЦИПИ ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ЕКОЛОГІЧНОЇ АДАПТИВНОСТІ

Створення сортів і гібридів, які здатні максимально ефективно використовувати біокліматичний ресурс регіону, виявляти толерантність до стресових умов середовища, забезпечувати достатньо високу реалізацію генетичного потенціалу продуктивності є стратегічним завданням сучасної селекційної науки. При постійній дії мінливих природних і антропогенних факторів нові сорти повинні гарантувати одержання стабільно високих урожаїв зернової продукції.

По основних зернових культурах на дослідних ділянках вже досягнуто верхнього рівня продуктивності і простий відбір за біологічно господарськими ознаками не приносить бажаного ефекту. Назріла наглядна потреба пошуку та впровадження в селекційну практику нових підходів. Одним з основних нових методів у підвищенні ефективності селекційного процесу є адаптивна селекція.

Важливим аспектом селекційної роботи в еволюційному плані та за умов сучасного трансформованого середовища є адаптивна спрямованість у реалізації в генотипах комплексу специфічних ознак¹⁷⁸. Генетичний апарат рослин забезпечує норму їх реакції і адаптації рослин до стресових чинників середовища¹⁷⁹. Реакція рослин на зміну середовища має прояв в епігенетичній мінливості і успадкованості кількісних ознак¹⁸⁰. Звідси можна зробити

¹⁷⁸ Улинець В. З., Мелешко А. О. Адаптивні і продуктивні моделі сортів озимої пшениці степових регіонів України. *Посібник українського хлібороба*. 2012. Т. 2. С. 190–193.

¹⁷⁹ Тарчевський І. А., Чернов В. М. Молекулярні аспекти фітоімунитету. *Микологія і фітопатологія*. 2000. Т. 34, вып. 3. С. 3–10.

¹⁸⁰ Литус М. В. Вплив поєднання експериментального мутагенезу з гібридизацією озимої пшениці на

висновок, що адаптивна здатність – це здатність генотипу підтримувати властивий йому фенотиповий вираз ознаки у визначених умовах середовища.

Встановлено, що визначення рівня реакції рослин на мінливі фактори середовища з метою добору найбільш перспективного селекційного матеріалу, який забезпечує стабільний прояв досліджуваної ознаки є важливим завданням селекційних установ¹⁸¹, а пластичність ознаки відноситься до незалежних властивостей та знаходиться під специфічним генетичним контролем¹⁸².

Стабільність і пластичність агрономічних ознак сортозразків обумовлена здатністю генетичних механізмів рослин зводити до мінімуму наслідки негативного впливу навколишнього середовища, тобто протистояти їм. Пластичність – це міра і направленість реакції генотипу на коливання умов середовища. Стабільність – стійкість реалізації притаманної генотипу реакції на зміну середовища¹⁸³. Підвищення стабільності урожайності сорту, як правило, супроводжується зменшенням його продуктивності^{184,185}.

За іншими визначеннями пластичність в генетичному розумінні – це ступінь модифікації ознак, яка дозволяє організму як носію генотипу пристосовуватися до умов середовища. В агрономічному

адаптивність в умовах центрального Лісостепу України. *Вісник Черкаського інституту АПВ*. 2011. Вип. 11. С. 65–69.

¹⁸¹ Жученко А. А. Экономическая генетика культурных растений (адаптация, рекомбиногенез, агробиоценоз). Кишинев : Штица, 1980. 587 с.

¹⁸² Кильчевський А. В., Хотилева Л. В. Методы оценки адаптивной способности и стабильности генотипов дифференцирующей способности среды. *Генетика*. 1985. Т. 21, № 9. С. 1491–1498.

¹⁸³ Гудзь Ю. В., Лавриненко Ю. А. Теория и практика адаптивной селекции кукурузы. Херсон : [Б. и.], 1997. 169 с.

¹⁸⁴ Сидоров А. А. Оценка пластичности и стабильности сортов ячменя при поражении корневыми гнилями. *Селекция и семеноводство*. 1990. № 6. С. 13–15.

¹⁸⁵ Пучков Ю. Н., Литвиненко Н. А. Селекция и интегрированные системы производства зерна в странах Европы. *Селекция и семеноводство*. 1989. № 5. С. 59–64.

розумінні – це ступінь поширення сорту у виробництві, що набагато ширше поняття¹⁸⁶. За іншим визначенням екологічна пластичність сортів (гібридів) – це їх здатність стабільно формувати високий, відносно інших сортів (гібридів), врожай генетично обумовленої якості в широкому ареалі при достатній різноманітності погодних та агротехнічних умов¹⁸⁷.

Для характеристики середовища як фону для добору генотипів, використовують параметри продуктивності, типовості, здатності виявляти мінливість у популяції (здатність до диференціювання) і повторюваність вказаних параметрів в різні роки та при зміні добору генотипів^{188,189,190}. Основні параметри середовища залежать від зони випробувань, але мають значні коливання залежно від умов вегетаційного періоду та набору досліджуваних генотипів. Здатність середовища виявляти мінливість серед генотипів є функцією середовища та мало залежить від генотипів і років випробувань¹⁹¹. Адаптивність сорту до умов середовища оцінюється на основі аналізу врожаю зерна за ряд контрастних років або випробування їх у різних ґрунтово-кліматичних умовах з використанням лінійної регресії або

¹⁸⁶ Генетика микропризнаков и селекционно-ориентированные генетические анализы и селекция растений : учеб. пособие / П. П. Литун, В. П. Коломацкая, А. А. Белкин, А. А. Садовой. Харьков : Институт растениеводства имени В. Я. Юрьева, 2004. 134 с.

¹⁸⁷ Varga, B., Vida, G., Varga-László, E., Bencze, S. & Veisz, O. (2015). Effect of simulating drought in various phenophases on the water use efficiency of winter wheat. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 201(1), 1–9. doi: 10.1111/jac.12087.

¹⁸⁸ Hamblin J., Fisher H. M., Riding H. J. The choice of locality for plant breeding when selecting for high yields and general adaptation. *Euphytica*. 1980. Vol. 29, № 1. P. 161–168.

¹⁸⁹ Brown K. D., Sorrels M. E., Coffman W. R. A method for classification and evaluation of testing environment. *Crop Sci*. 1983. Vol. 23, № 1. P. 889–893.

¹⁹⁰ Allen F. L., Comstock R. E., Rasmusson D. C. Optimal environments for yield testing. *Crop Sci*. 1978. Vol. 18, № 5. P. 747–751.

¹⁹¹ Wang, Y. & Frei, M. (2011). Stressed food – The impact of abiotic environmental stresses on crop quality. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 141, 271–286. doi.org/10.1016/j.agee.2011.03.017.

нелінійної компоненти генотипово-середовищних взаємовідносин 192,193,194,195,196.

Адаптивний потенціал сорту – це здатність володіти стійкістю до біотичного і абіотичного стресу з широким діапазоном вимог до екологічної пластичності, тобто здатність давати урожай, хоча б середній, у широкому діапазоні коливань кліматичних умов¹⁹⁷.

З метою виявлення генотипів з високою загальною здатністю та достатньою екологічною стабільністю деякі дослідники¹⁹⁸ пропонують використовувати різні строки сівби як фактор тиску середовища, що обумовлює диференціацію генотипів за ступенем адаптивності, який можна співставити з тиском факторів у різні за гідротермічним режимом роки. Це дає можливість протягом одного року отримати попередню оцінку реакції генотипів на різні умови вирощування¹⁹⁹.

Основне завдання адаптивної селекції полягає у створенні рослинних макросистем, які максимально орієнтовані на конкретні біокліматичні умови зони вирощування і мають визначену норму реакції при їхній зміні. У зв'язку з цим, проводилося активне

¹⁹² Webster, F.H. & Wood, P.J. (2011). Oats chemistry and technology. Second Edition. St. Paul, MN, USA: AACCC Internathional, 363

¹⁹³ Finley K. W., Wilkinson I. N. The analysis of adaptation in a plant breeding program. *Austral. J. Agr. Res.* 1963. № 14. P. 742–745.

¹⁹⁴ Eberhart S. A., Russel W. A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.* 1966. № 6. P. 36–40.

¹⁹⁵ Тригуб О. В. Характеристика сортів гречки за величиною і стабільністю урожайності в умовах південного Лісостепу України. *Генетичні ресурси рослин.* 2008. № 6. С. 151–155.

¹⁹⁶ Welch R.W. (2011). Chapter 6: Nutrient composition and nutritional quality of oats and comparisons with other cereals. In *Oats: Chemistry and technology*. AACCC International, Inc.: St. Paul, MN, USA, 95–107.

¹⁹⁷ Корчинський А. А. Становлення еволюційної синтетичної теорії адаптації рослин. *Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть*. Київ : Логос, 2001. Т. 2. С. 48–60.

¹⁹⁸ Семяшкіна А. О. Строки сівби, врожайність та адаптивна здатність сортів вівса в умовах північного Степу України. *Вісник Полтавської ДАА.* 2008. № 4. С. 148–153.

¹⁹⁹ Гудзенко В. Н. Вивчення адаптивних властивостей селекційних ліній ячменю за врожайністю. *Селекція і насінництво.* 2010. Вип. 98. С. 86–96.

вивчення і встановлення норм адаптивності та стабільності генотипів зернових культур^{200,201,202,203}.

Параметри екологічної пластичності найбільш часто розраховують за методиками²⁰⁴ або проведенням на їх основі дисперсійного та регресійного аналізу²⁰⁵. Недоліком методики Еберхарта-Рассела є низька статистична значимість коефіцієнтів регресії при невеликому числі пунктів-років досліджень^{206,207}.

Дуже часто селекціонерам доводиться оцінювати виділені сорти на 2 – 3 контрастних, по лімітуючому для зони фактору, агрофонах. Проте в моделі Еберхарта-Рассела не передбачена можливість визначення достовірності коефіцієнта регресії і розрахунку дисперсій відхилень від лінії регресії для двох екологічних зон через те, що ступінь свободи рівний 0²⁰⁸.

Соболев Н. А. запропонував інтегральний параметр, який характеризує урожайність і екологічну стабільність сорту, – показник відносної стабільності. Його недоліком є те, що у деяких випадках

²⁰⁰ Особливості реакції ярої твердої пшениці на умови вирощування та використання їх в селекції на адаптивність / В. С. Голік, П. П. Літун, О. В. Голік та ін. *Селекція і насінництво*. 2006. Вип. 93. С. 91–117.

²⁰¹ Wood P.J. Beer M.U. (1998). Functional oat products in: Functional foods: *Biochemical and processing aspects*. Ed. G. Mazza, 1–37.

²⁰² Володіна Г., Черемха О. Адаптивно цінні ознаки пшениці м'якої озимої в умовах Лісостепу України. *Вісник Львівського національного аграрного університету* : Агрономія. 2008. № 12(1). С. 286–290.

²⁰³ Дацько А. О. Адаптивність сортів вівса різного еколого- географічного походження в умовах Лісостепу західного. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2008. Вип. 50(II). С. 39–48.

²⁰⁴ Колесніченко О. В., Григорюк І.П., Грисюк С. М. Біолого-екологічні системи стійкості та адаптації рослин *Castanea sativa* Mill.: монографія. 2012. 334 с.

²⁰⁵ Yandeau-Nelson, M.D., Lauter, N. & Zobotina, O.A. (2015). Advances in metabolomic applications in plant genetics and breeding. *CAB Reviews*, 40, 1–17. doi:10.1079/PAVSNNR201510040.

²⁰⁶ Yula V.M., Kaminska V.V. & Mushyk B.V. (2014). Efektyvnist tekhnolohii vyroshchuvannya vivsa u pivnichnii chastyni Lisostepu. *Zemlerobstvo*, 1–2, 67–69.

²⁰⁷ Седловский А. И., Мартынов С. П., Мамонов Л. К. Генетико- статистические подходы к теории селекции самоопыляющихся культур : учеб. пособие. Алма-Ата: [Б. и.], 1982. 199 с.

²⁰⁸ Удачин Р. А., Головченко А. П. Методика оценки экологической пластичности сортов пшеницы. *Селекция и семеноводство*. 1990. № 5. С. 2–6.

формується від'ємне значення різниці $X^2 - S^2$ і при цьому критерій середньої стабільності урожайності стає уявною величиною^{209,210}.

Параметри для оцінки і порівняння стабільності, які одержують на основі дисперсійних та регресійних моделей можна замінити більш простими. Так, Д. Левіс використовував з цією метою відношення максимального до мінімального значення ознаки зразка з різних місць вивчення. І. Лангер використовував не відношення, а різницю цих величин. Були зроблені спроби розробити єдиний комплексний параметр для одночасної оцінки та порівняння стабільності за значеннями ознаки²¹¹.

Одним з таких комплексних понять є гомеостаз розвитку, який характеризує пристосувальну важливість генотипу підтримувати стабільність саморегуляції всіх процесів, які порушуються змінами умов зовнішнього середовища. Селекціонери розглядають явище гомеостазу як лабільну, оборотну здатність генотипу управляти своїм ростом і розвитком так, щоб звести до мінімуму наслідки несприятливої дії факторів зовнішнього середовища²¹².

Визначення показників гомеостатичності використовували у дослідженнях з сортами ярої та озимої пшениці, ярого ячменю за ознаками не тільки урожайності, але й за кількісними ознаками якості зерна²¹³. Встановлено, що визначення гомеостатичності сортів дозволяє не тільки оцінювати їх продуктивність за середньою

²⁰⁹ Соболев Н. А. Методика оценки экологической стабильности сортов и генотипов. *Проблема отбора и оценки селекционного материала* : сб. науч. тр. Киев : Наукова думка, 1979. С. 100–106.

²¹⁰ Соболев Н. А. Стабильность варьирующего признака. *Генетика зернобобовых культур*, 1972. С. 96–101.

²¹¹ Зикин В. А., Белан И. А. Основы селекции яровой мягкой пшеницы на адаптивность и ее результаты. *Селекция та насінництво*. 1993. № 3. С. 27–31.

²¹² Іодковський В. З. Вивчення гомеостатичності сортів ярої пшениці. *Селекція і насінництво*. 1999. Вип. 82. С. 48–55.

²¹³ Yula V.M., Mushyk B.V. (2016). Vplyv ahrotekhnichnykh faktoriv na urozhainist i yakist zerna vivsa u pravoberezhnomu Lisostepu. *Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy*, 58 (12), 276.

врожайністю, а й визначити норму їх реакції на лімітуючі фактори довкілля. При створенні селекційних програм потрібно визначити селекційну цінність генотипів, що залучаються у схрещування ²¹⁴.

Рівень гомеостатичності свідчить про здатність генотипу протидіяти зниженню продуктивності в умовах дії лімітуючих факторів. Високий рівень гомеостатичності характерний для сортів з стабільною урожайністю. Рівень пластичності сортів обумовлюється його здатністю протидіяти несприятливим умовам зовнішнього середовища і використовувати сприятливі фактори довкілля. Багато статистичних методів придатні для аналізу стабільності в різних інтерпретаціях. Деякі дослідники використовували визначення рангової кореляції між різними параметрами стабільності в емпіричній базі даних ^{215,216,217}. У більшості випадків для оцінки фенотипової стабільності користуються біометричними методами. Хоча ні один з цих методів не може адекватно пояснити генотиповий прояв стабільності через умови зовнішнього середовища. Тому при вивченні взаємодії генотип \times середовище ($G \times E$) у різних культур порівняльний метод найбільш широко використовують останнім часом ^{218,219,220,221}.

²¹⁴ Манько К. М., Музафаров Н. М., Цехмайстрюк М. Г. Екологічна пластичність сучасних сортів ячменю ярого залежно від фонів живлення. *Селекція і насінництво*. 2012. Вип. 101. С. 264–271.

²¹⁵ Pielpho H. P., Lotito S. Rank correlation among parametric and nonparametric measures of phenotypic stability. *Euphytica*. 1992. V. 64. P. 221–225.

²¹⁶ Duarte J. B., de Zimmerman M. J Correlation among yield stability parameters in common bean. *Crop Sci*. 1995. V. 35. P. 905–912.

²¹⁷ Adugna W., Labuschagne M. T. Parametric and nonparametric measures of phenotypic stability in linseed (*Linum usitatissimum* L.). *Euphytica*. 2003. V. 129. P. 211–218.

²¹⁸ Becker H. C., Leon J. Stability analysis in plant breeding. *Plant Breed*. 1988. V. 101. P. 1–23.

²¹⁹ Fox P. N. et al. Yield and adaptation of hexaploid spring triticale. *Euphytica*. 1991. V. 47. P. 57–64.

²²⁰ Flores F. A., Moreno M. T., Cubero J. I comparison of univariate and multivariate methods to analyze environments. *Field Crop Res*. 1998. V. 56. P. 271–286.

²²¹ Hussein M. A., Bjornstad A., Aastveit A. H. SASG X ESTAB: A SAS program for computing genotype \times environment stability statistics. *Agron. J*. 2000. V. 92. P. 454–459.

Селекційне та генетичне удосконалення культури вівса

У зернових культур більшість селекціонерів використовують термін «стабільність» для характеристики генотипів, які формують порівняно сталий врожай незалежно від умов зовнішнього середовища. Ця ідея пояснює як біологічну, так і статистичну концепції стабільності. Деякі селекціонери не приймають цей вид стабільності, віддаючи перевагу агрономічній або динамічній концепції. Для практичного застосування більшість селекційних програм вводять елементи обох концепцій стабільності з метою порівняння їх прояву у генотипів^{222,223}.

²²² Mohebodini M., Dehghani H., Sabagpour S. H. Stability of performance in lentil (*Lens culinaris Medic.*) genotypes in Iran. *Euphytica*. 2006. V. 149. P. 343–352.

²²³ Mohammadi R., Pourdad S. S., Amri A. Grain yield stability of spring sunflower (*Carthamus tinctorius L.*). *Aust. J. Agric. Res.* 2008. V. 59. P. 546–553.

5. ОЦІНКА СОРТОЗРАЗКІВ ГОЛОЗЕРНОГО ВІВСА ЗА КІЛЬКІСНИМИ ТА ЯКІСНИМИ ОЗНАКАМИ

5.1 Морфобіологічні ознаки голозерних генотипів вівса та стійкість до абіотичних та біотичних чинників середовища

Вивчали 31 зразок, більшість з яких були одержані від Національного центру генетичних ресурсів рослин України, а також чотири селекційних ліній голозерного вівса. Селекційні лінії голозерного типу створено в Інституті сільського господарства Карпатського регіона НААН, а сорти Скарб України, Чернігівський 27 та Авгол внесені до Реєстру сортів рослин придатних для поширення в Україні.

Для опису голозерних зразків використовували методику проведення експертизи сортів вівса (*Avena sativa* L., *A. nuda* L.) на відмінність, однорідність і стабільність.

Встановлено, що підвид *A. sativa subsp. nudisativa* – або голозерні форми гексаплоїдного вівса походять з Китаю. З літератури відомо, що голозерний овес поширювався в Китаї вже в V ст. нашої ери²²⁴. Найбільш розповсюджені різновиди голозерного вівса є *inermis* та *chinensis*, а походять вони з Монголії і північного заходу Китаю²²⁵.

Більшість досліджуваних зразків належать до різновиду *inermis* (26), який характеризується білим забарвленням квіткових лусок, безостими колосками, слабкою опушеністю країв листкової пластинки або її відсутністю, різною частотою рослин із закрученими

²²⁴ Abashev, V.D., Popov F.A., Noskova E.N. & Zhuk S.N. (2018). Vliyanie mineral'nyh udobrenij na urozhajnost' i kachestvo golozernogo ovsa sorta Persheron. *Ahrarnaia nauka Evro-Severo-Vostoka*. 1 (62), 52–57. doi: 10.30766/2072-9081.2018.62.1.52-57.

²²⁵ Соц С. М., Кустов І. О. Підготовка голозерного вівса до переробки. *Хранение и переработка зерна*. 2013. №4. С.37–38.

прапорцевими листками, а також відсутністю або наявністю опушення найвищого вузла в стеблі. Інші різновиди голозерного вівса в наших дослідженнях зустрічалися значно менше : *maculata* – 6, *chinensis* – 5 і *mongolica* – 2. Опушеність країв листкової пластинки здебільшого відсутнє, а рослини із закрученими прапорцевими листками зустрічали часто. Щодо опушення найвищого вузла стебла спостерігали усі ступені прояву ознак. Фенологічні фази рослин визначаються головним чином такими зовнішніми факторами як хвороби, шкідники, конкуренція, ґрунтові умови, генетичний вік і погодні умови ²²⁶.

У свою чергу зміна фенологічних характеристик із року в рік може бути чутливим і легко помітним показником змін у біосфері ^{227,228,229}. Крім цього, якщо дія факторів зовнішнього середовища стає постійною на протязі життя багатьох поколінь, то якісні і кількісні характеристики сортів можуть змінитися ^{230,231,232}.

Тривалість міжфазного періоду сходи – викидання волоті варіювала від 43,0 до 58,0 діб, викидання волоті – повне дозрівання – від 37,0 до 47,7 діб. За загальною тривалістю вегетаційного періоду розходження було більш значним – від 82,7 до 102,7 діб. Найменша тривалість міжфазного періоду від сходів до викидання волоті (43,0

²²⁶ Menzel A., Fabian P. Growing seasons extended in Europe. *Nature*. 1999.V. 397. P. 659.

²²⁷ Schwartz M. D. Green – wave phenology. *Nature*. 1998. V. 394. P. 839–840.

²²⁸ Chvine I., Cambon G., Comtois P. Scaling phenology from the local to the regional level: advances from species-specific phenological models. *Global Change Biology*. 2000. V. 6. P. 943–952.

²²⁹ Menzel A., Estrella N., Fabian P. Spatial and temporal variability of the phenological seasons in Germany from 1951 to 1996. *Global Change Biology*. 2001.V. 7. P. 656–666.

²³⁰ Жужа А. Д. Внутрисортная изменчивость и ее использование в селекции озимой пшеницы в условиях орошения юга Украины : автореф. дисс. на соискание науч. степени канд. с.-х. наук : 06.01.05 «Селекция и семеноводство»/ Укр. НИИрастен., сел. и ген. им. В. Я. Юрьева. Харьков, 1989. 17 с.

²³¹ Alfieri, M. & Redaelli, R. (2015). Oat phenolic content and total antioxidant capacity during grain development. *J. Cereal Sci.*, 65(9), 39–42. doi: 10.1016 / j.jcs.2015.05.013.

²³² APK – Inform URL: <https://www.apk-inform.com/ru/news/1518674>.

діб) була в зразка Brighton. У трьох сортозразків Caesar, Гальз і Крепиш / ІЗО-14 від сходів до викидання волоті відмічали 45,0 діб, найдовшим (58,0 діб) цей період був у сортозразка Expression.

За найшвидшим проходженням міжфазного періоду викидання волоті – повне дозрівання (37,0 діб) виділився зразок Fishi та по 37,7 діб – АС Lotta і Крепиш. Найдовшою міжфазною тривалістю періоду викидання волоті – повне дозрівання (47,7 доби) відзначалася селекційна лінія Вандроунік / АС Ассіновоіа.

Найбільш скоростиглими виявилися зразки: АС Lotta, Caesar, Brighton, Крепиш і Крепиш / ІЗО-14, відповідно 82,7, 83,7, 84,3, 84,4 і 84,7 доби, тоді як у зразка Expression – 102,7, а у IZT 00422 вегетація тривала 101,6 доби (табл. 1).

Встановлено, що на стійкість до вилягання впливає кількість судинних пучків і відношення товщини стебла до довжини міжвузля²³³. Стійкість до вилягання важлива передумова формування високих врожаїв вівса. Втрати від вилягання можуть досягти 43 % урожаю при зниженні маси 1000 зерен з 35,3 до 29,2 г²³⁴. Вилягання може створити проблеми при збиранні і зменшити врожай та його якість в залежності від часу вилягання^{235,236}, а також забруднення фітотоксинами. Саме тому, короткостебельність і стійкість до вилягання була одними з головних завдань селекції зернових культур у минулому столітті²³⁷.

²³³ Pinthus M. J. Lodging in wheat, barley and oats: the phenomenon, its causes and preventive measures. *Advances in Agronomy*. 1973. V. 25. P. 209–263.

²³⁴ Arendt E.K. Zannini E. (2013). Oats. In: *Cereal Grains for the Food and Beverage Industries*. Woodhead Publ..

²³⁵ Chalmers A. G., Dyer C. J., Sylvester-Bradley R. Effect of nitrogen fertilizer on the grain yield and quality of winter oats. *J. Agric. Sci. (Camb.)*. 1998.V. 131. P. 395–407.

²³⁶ The influence of nitrogen, phosphorus and potach fertilizer application on oat yield and quality / R. Mohr, C. A. Grant, W. E. May et al. *Can. J. Soil Sci.* 2007.V. 87. P. 459–468.

²³⁷ Nakajima T., Yoshida M., Tomimura K. Effect of lodging on the level of mycotoxins in wheat, barley and rice

Селекційне та генетичне удосконалення культури вівса

Таблиця 1 - Морфобіологічні особливості сортозразків вівса голозерного типу

№ п/п	Зразок	Тривалість вегетаційного періоду, діб			Стійкість до вилягання, бал	
		сходи- викидан ня воЛОТІ	викидан ня воЛОТІ - повне дозріван ня	всього	після викидан ня воЛОТІ	перед збиранн я
1	St Чернігівський 27	46,0	42,0	88,0	9,0	5,7
2	Авгол	45,6	43,0	88,6	9,0	8,7
3	Скарб України	45,6	43,0	88,6	9,0	9,0
4	АС Baton	45,6	42,7	88,3	9,0	9,0
5	АС Lotta	45,0	37,7	82,7	9,0	9,0
6	АС Belmont	46,7	40,7	87,4	9,0	9,0
8	Fishi	46,0	37,0	83,0	9,0	5,7
9	Вандроу́нік	46,0	46,7	92,7	9,0	6,3
10	Крепиш	46,7	37,7	84,4	9,0	7,7
11	IZT 00422	56,3	45,3	101,6	9,0	6,3
12	Brighton	43,0	41,3	84,3	9,0	6,3
13	Caesar	45,0	38,7	83,7	9,0	9,0
14	Terra	45,7	41,7	87,4	9,0	9,0
15	Vicar	48,7	38,7	87,4	9,0	9,0
16	АС Ernie	48,0	40,0	88,0	9,0	9,0
17	АС Fregeaur	48,3	41,0	89,3	9,0	9,0
18	Boudrais	48,7	43,0	91,7	9,0	9,0
19	АС Hill	48,7	43,0	91,7	9,0	9,0
20	АС Gwen	46,0	45,0	91,0	9,0	7,7
21	Lee Williams	46,0	45,0	91,0	9,0	9,0
22	Гоша	47,3	40,3	87,6	9,0	9,0
23	Чернігівський 27 / Lotta	48,0	43,3	91,3	9,0	9,0
24	Інерміс 1036	49,3	39,0	88,3	9,0	9,0
25	АС Belmont / Крепиш	47,3	39,3	86,6	9,0	7,7
26	Крепиш / Ант	47,3	39,3	86,6	9,0	6,3
27	АС Belmont / Крепиш	45,9	41,9	87,8	9,0	8,0
28	Вандроу́нік / Ассіновоіа	43,7	47,7	91,4	9,0	9,0
29	Крепиш / АС Belmont	46,0	39,7	85,7	9,0	6,3
30	Крепиш / ІЗО-14	45,0	39,7	84,7	9,0	5,0
31	Гальз	45,0	41,7	86,7	9,0	9,0
32	Інерміс 2	48,7	39,3	88,0	9,0	7,7
33	Grafton	47,3	38,0	85,3	9,0	7,7
34	Hendon	48,7	39,0	87,7	9,0	7,7
	Min	43,0	37,0	82,7	9,0	5,0
	Max	58,0	47,7	102,7	9,0	9,0

infected with the *Fusarium graminearum* species complex. *Agron. J.* 2008. V. 74. P. 289–295.

Голозерні зразки вівса за три роки виявилися абсолютно стійкими до вилягання зразу ж після викидання волоті. Диференціацію за цією важливою ознакою спостерігали перед збиранням – від 5,7 до 9,0 балів. Майже половини зразків (18 номерів) засвідчили високу стійкість до вилягання перед збиранням, що дозволило запобігти втрат врожаю.

Одним із резервів підвищення врожайності вівса є зниження втрат врожаю від грибкових і бактеріальних хвороб. Економічно вигідним засобом контролю за поширенням шкочинних захворювань є маніпуляції з спадковою стійкістю²³⁸.

Навіть за відсутності епіфітотій щорічні збитки врожаю у світі від шкочливих організмів, за даними ФАО, становлять близько 33 %. В Україні вони тільки від хвороб становлять в середньому 12–15 %²³⁹. Найбільш шкочливим патогеном для вівса в умовах надмірного зволоження є корончаста іржа (*Russinia coronifera*), яка знижує урожай зерна та погіршує його якість через зменшення азотистих речовин і крохмальних одиниць, а також збільшує вміст клітковини.

Підвищеною стійкістю до збудника корончастої іржі (ступінь ураження впродовж трьох років не перевищував 10 %) відзначали зразки: AC Hill, IZT 00422, Гоша, Hendon.

Фітопатологічними спостереженнями також встановлено зразки з підвищеною стійкістю до збудника червоно–бурої плямистості (ступінь ураження 0 – 10 %): AC Fregeaur, Lee Williams, Boudrais, IZT 00422 , AC Gwen, Expression, Hendon, Вятский та селекційні лінії:

²³⁸ Breeding oats for disease resistance in central Europe / J. Sebesta, J. Cervenka, A. Swierczewski et al. *Petria*. 1995. № 5. P. 79–80.

²³⁹ Імунітет рослин / М. Д. Євтушенко, М. П. Лісовий, В. П. Васильєв та ін. ; ред. М. П. Лісового. 2004. 303 с.

Чернігівський 27 / AC Lotta, Крепиш / Ант, AC Belmont / Крепиш.
Дані зразки можна використовувати як джерела комплексної стійкості до основних збудників хвороб вівса.

Для встановлення подібності зразків за окремими групами ознак і їх сукупністю та міри генетичної дивергенції проводили кластерний аналіз, що дозволило класифікувати колекційний та селекційний матеріал голозерного вівса. При побудові дендрограм використовувалася евклідова метрика і метод одиничного зв'язку. При цьому методі об'єднуються два зразки, які максимально подібні між собою. У наступній ітерації до них приєднується зразок з максимальною подібністю до одного з них, що призводить до формування кластеру. У якості міри генетичної дивергенції для виділення генетично близьких груп сортів застосовують евклідові відстані.

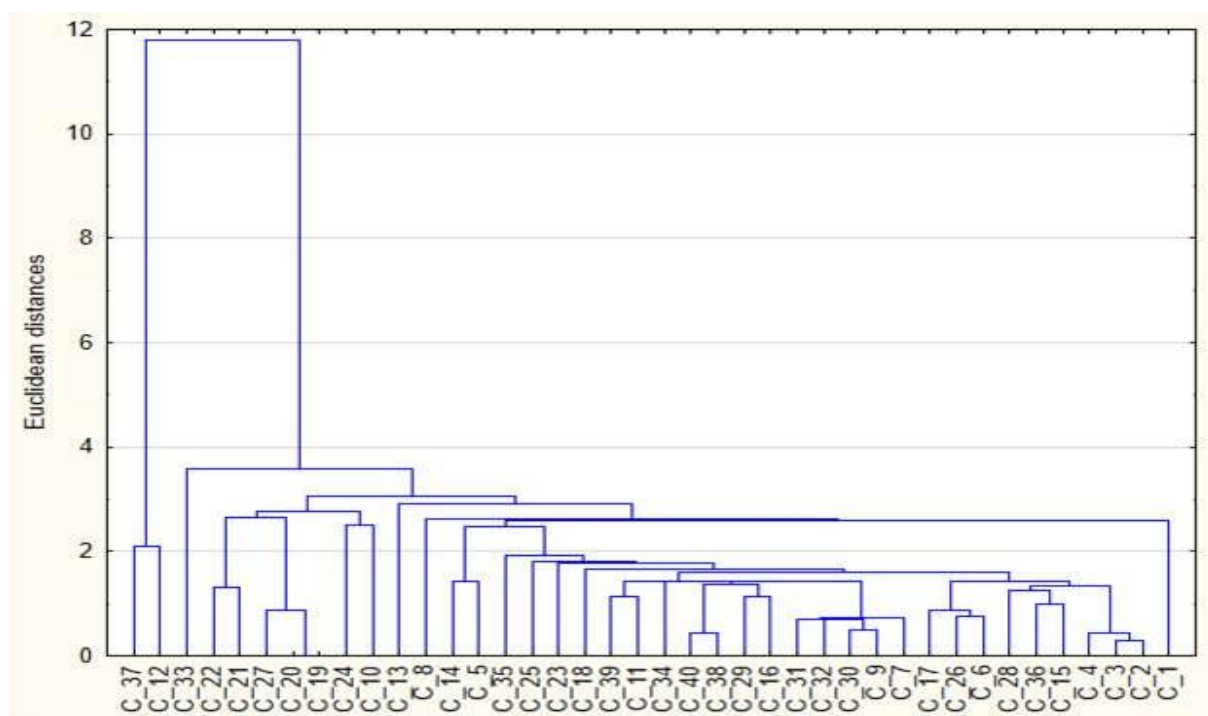


Рис. 1. Кластеризація зразків вівса за морфобіологічними ознаками (по горизонталі – номери зразків, по вертикалі – евклідові відстані).

При проведенні кластеризації за морфобіологічними ознаками (тривалість вегетаційного періоду і окремих його фаз, стійкість до вилягання) перша ітерація виявила, що найбільшу подібність за цими ознаками мали голозерні сорти Авгол і Скарб України, які внесені до Реєстру сортів рослин придатних для поширення в Україні.

До цього кластера за морфобіологічними ознаками належали також зразки АС Ernie (С-17), Гоша (С-26), АС Belmont (С-6), Чернігівський 27 / АС Lotta (С-28), Гальз (С-36), Гальз (С-36), Terra (С-15), АС Baton (С-4). Наступний кластер за подібністю морфобіологічних ознак складала зразки Крепиш / Ант (С-31), АС Belmont / Крепиш (С-32), АС Belmont / Крепиш (С-30). Досить значною подібністю на рівні вже згаданих сортів Авгол і Скарб України.

5.2 Урожайність та її компонентні ознаки залежно від генотипу та умов вирощування

Вчені вважають, що величина врожаю зернових на 60 % залежить від щільності продуктивного стеблостою, на 25 % – від числа зерен у колосі та на 15 % від маси 1000 зерен. Встановлено, що в умовах Лісостепу України для отримання 7,0 – 7,5 т/га посіви півчастого вівса повинні мати такі оптимальні параметри морфоструктури посівів: щільність продуктивного стеблостою – 500 – 550 шт./м², кількість зерен у волоті – 35 – 40 шт., маса 1000 зерен – 35 – 38 г

240,241 .

²⁴⁰ Свидинюк І. М. Наукові основи формування високопродуктивних посівів зернових колосових культур в інтенсивних технологіях вирощування. *Посібник українського хлібороба*. 2010. С. 166–179.

²⁴¹ Лісова Ю. А., Царик З. О., Дацько А. О. Характеристика голозерних зразків вівса за врожайністю та адаптивністю. *Селекція і насінництво*. 2014. Вип. 105. С. 141–145.

Голозерні генотипи вівса характеризували меншою врожайністю зерна в порівнянні з плівчастим. Лише у 2011 р. канадські голозерні сорти Lee Williams і AC Fregeaur достовірно переважали сорт Чернігівський 27 за продуктивністю, відповідно на 0,39 і 0,36 т/га. Порівняно високою врожайністю (більше 3 т/га) в цей рік виділяли сорти Гоша, AC Hill та селекційні лінії Чернігівський 27 / AC Lotta, Крепиш / Ант. Зазначені лінії та сорти голозерного типу також відзначали за продуктивністю на рівні стандартного плівчастого сорту.

Жоден голозерний генотип за врожайністю не наближався до сорту Чернігівський 27. У середньому за роки канадські сорти AC Fregeaur, Lee Williams, AC Hill та сорт Гоша забезпечили урожай зерна в межах 3,04 – 3,09 т/га при врожайності сорту-стандарту 3,31 т/га^{242,243,244,245,246,247,248}.

У досліджуваних зразків розкривали такі біометричні та компонентні ознаки продуктивності і якості зерна: висоту рослин (Н), довжину волоті (ДВ), довжину верхнього міжвузля (ДВМ), масу зерна у волоті (M_1), масу рослини (M_2), масу волоті з зерном (M_3),

²⁴² Лісова Ю. А. Прояв кількісних ознак продуктивності у голозерних генотипів вівса. *Наука на службі сільського господарства* : матеріали міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. (м. Миколаїв, 5 бер. 2013 р.). Миколаїв : Миколаївська ДСДС ІЗЗ, 2013. С. 73–74.

²⁴³ Лісова Ю. А. Мінливість і кореляція компонентних ознак продуктивності та якості зерна у голозерних генотипів вівса. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2015. Вип. 58(2). С. 70–78.

²⁴⁴ Лісова Ю. А. Мінливість і кореляція компонентних ознак продуктивності та якості зерна у голозерних генотипів вівса. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2015. Вип. 58(2). С. 70–78.

²⁴⁵ Doehlert D. C., McMullen M. C. Identification of sprout damage in oats. *Cereal Chem.* 2003. V. 80(5). P. 608–612.

²⁴⁶ Czubaszek A. The effect of genotype and environments on selected traits of oat grain and flour. *Pl. Breed. and Seed Sci.* 2009. V. 60. P. 45–60.

²⁴⁷ Нетреба О.О. Селекція кукурудзи на базі ліній, контрастних за генетичним походженням та групами ФАО, в умовах зрошення південного Степу України. Збірник матеріалів Всеукраїнської науково-практичної конференції “Проблеми та перспективи ведення землеробства в посушливій зоні Степу України”. – Херсон. – 2009. – С. 125-126.

²⁴⁸ Лашина М.В. Розробка моделей гібридів кукурудзи різних груп стиглості для умов зрошення південного Степу України. Збірник матеріалів Всеукраїнської науково-практичної конференції “Проблеми та перспективи ведення землеробства в посушливій зоні Степу України”. – Херсон. – 2009. – С. 129-131.

Селекційне та генетичне удосконалення культури вівса

масу полови (M_4), масу волоті з стеблом (M_5), кількість зерен у волоті (K_3), продуктивну (ПК) і загальну (ЗК) кущистість, масу 1000 зерен (MT_3), натурну масу зерна (HM_3), плівчастість (ПЛ).

Розмах мінливості за біометричними ознаками становив: за висотою рослин – 39,6, довжиною верхнього міжвузля – 13,3 і довжиною волоті – 6,6 см. Вищою за 90 см висотою рослин характеризували зразки: 00422, AC Hill, Інерміс 1036 і селекційні номери – Чернігівський 27/AC Lotta, Крепиш/Ант.

Найбільш низькорослими (менше 70 см) були зразки: Expression і Hendon. Високою довжиною волоті (більше 20 см) характеризували канадські сорти: Brighton, AC Fregeaur, білоруський – Гоша і селекційні зразки Чернігівський 27/AC Lotta, Крепиш/Ант (табл. 2).

Таблиця 2 - Біометричні ознаки голозерних зразків вівса

№ зразка	Зразок	Висота рослини, см (Н)	Довжина, см		Кущистість, шт.	
			верхнє міжвузля (ДВМ)	волоті (ДВ)	загальна (K_3)	продуктивна (K_3)
1	St Чернігівський 27	84,1	44,7	17,1	3,0	2,2
2	Авгол	81,7	40,2	17,8	2,8	2,5
3	Скарб України	82,1	39,1	18,3	2,8	2,3
4	AC Baton	86,4	39,5	16,2	2,6	1,8
5	AC Lotta	81,4	41,5	15,8	2,6	2,0
6	AC Belmont	72,7	37,4	15,4	3,2	2,6
7	Пушкінський	82,5	38,7	17,6	2,5	1,8
8	Fishi	80,5	39,5	16,5	2,7	1,9
9	Білоруський голозерний	85,1	43,4	16,9	2,7	2,1
10	Вандроу́нік	75,1	40,0	15,4	3,3	2,7
11	Крепиш	79,3	35,7	17,4	2,9	2,4
12	IZT 00422	96,1	32,6	18,5	4,9	3,9
13	Brighton	81,5	43,7	20,8	2,6	1,9
14	Caesar	76,5	37,3	16,1	2,6	2,0
15	Terra	73,0	36,5	15,3	2,7	2,3
16	Vicar	82,4	42,3	16,6	2,3	1,6

Селекційне та генетичне удосконалення культури вівса

17	АС Ernie	82,5	36,2	19,3	2,1	1,6
18	АС Fregeaur	86,5	45,1	20,7	3,0	2,5
19	Boudrais	77,7	37,6	18,5	2,5	2,0
20	АС Hill	92,2	41,5	19,9	2,4	2,7
21	АС Gwen	84,1	43,7	17,4	2,6	2,0
22	Lee Williams	82,3	40,3	16,6	3,1	2,4
23	Левша	88,8	40,2	19,5	2,9	2,2
24	Сибірський голозерний	91,6	37,7	19,5	2,5	2,1
25	Вятський	88,0	43,3	20,0	3,0	2,3
26	Гоша	79,8	41,7	21,9	3,4	2,9
27	Чернігівський 27/ Lotta	94,1	42,1	21,9	2,9	2,2
28	Чернігівський 27/ Lotta	80,5	41,5	19,7	2,9	2,5
29	Інерміс 1036	95,3	43,8	17,7	2,8	2,1
30	АС Belmont /Крепиш	76,3	35,2	17,9	2,8	2,4
31	Крепиш / Ант	95,2	43,8	20,3	2,2	2,6
32	АС Belmont /Крепиш	87,9	44,4	16,5	3,2	2,4
33	Вандроу́нік /Accinoboia	80,7	40,6	17,8	3,4	2,5
34	Крепиш / АСBelmont	75,8	42,6	18,5	3,2	2,9
35	Крепиш / ІЗО-14	83,7	43,7	17,8	2,8	2,0
36	Гальз	79,3	41,0	18,2	3,1	2,5
37	Expression	65,4	37,4	17,5	2,5	2,0
38	Інерміс 2	87,6	32,9	18,4	2,8	2,2
39	Grafton	81,7	35,3	19,5	2,9	2,8
40	Hendon	60,5	31,8	17,5	2,1	2,7
	– x	82,4	39,8	18,1	2,9	2,4

Кластерний аналіз встановив, що перша ітерація за біометричними ознаками показала найбільшу подібність зразків Крепиш / ІЗО-14 (С-35) і АС Gwen (С-21). Ці зразки виявили штабів евклідових відстаней від 0 до 1. Значно більше зразків продемонстрували подібність за евклідових відстаней від 1 до 2. У першу чергу це зразки Пушкінський (С-7), Скарб України (С-3), Terra (С-15), АС Belmont (С-6). До кластера зразків Пушкінський і Скарб України за біометричними ознаками також належать зразки Вандроу́нік / АС Accinoboia (С-33), Авгол (С-2), Lee Williams (С-22),

Селекційне та генетичне удосконалення культури вівса

Гальз (С-36), АС Lotta (С-5), Vicar (С-16), Fishi (С-8) і Чернігівський 27/ АС Lotta (С-28) (рис. 2).

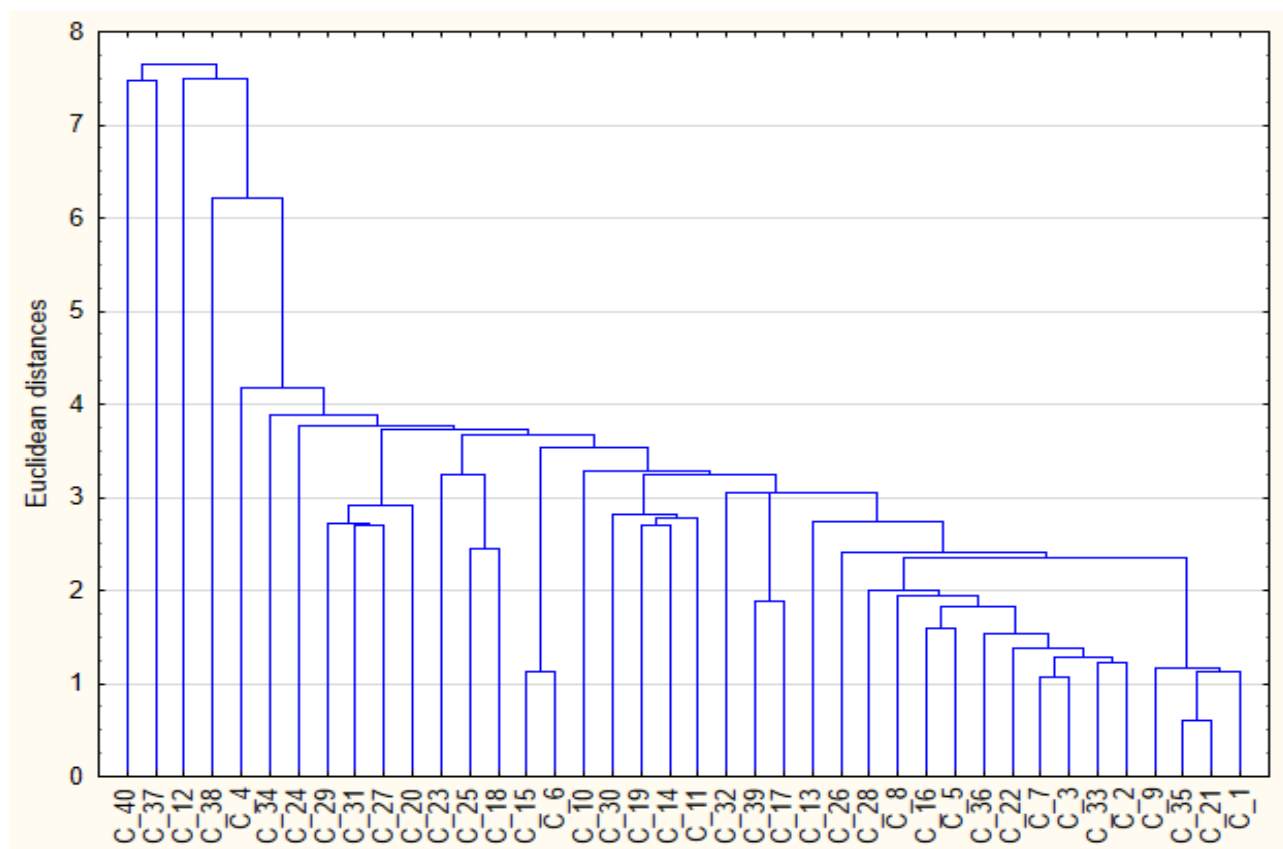


Рис. 2 - Кластеризація зразків вівса за біометричними ознаками (по горизонталі – номери зразків, по вертикалі – евклідові відстані)

За масштабів евклідової відстані від 7 до 8 об'єднали зразки: Hendon (С- 40), Expression (С-37) і IZT 00422 (С-12), які мали досить різні середні значення більшості біометричні ознак, за винятком довжини волоті.

У середньому за три роки дослідження лише у сорту Гоша і селекційного зразка Чернігівський 27 / АС Lotta маса зерна у волоті була більше 2,0 г.

Селекційне та генетичне удосконалення культури вівса

Маса рослини, яка включає в себе репродуктивні та вегетативні компоненти, у голозерних генотипів в середньому становила 6,73 г при максимальному значенні 10,36 і розмаху варіації у 6,03 г.

Величина ознаки «кількість зерен у волоті» у голозерних генотипів вівса становила в середньому 61,0, за досить значного розмаху варіації 45,2 шт. зерен. Найвища кількість зерен у волоті зафіксована у сорту Гоша – 84,7 шт., більше 70 зерен у волоті встановлено у АС Ernie, Вятський і селекційних ліній АС Belmont / Крепиш, Крепиш / Ант і Крепиш / АС Belmont (табл. 3).

Таблиця 3 - Кількісні ознаки продуктивності голозерних зразків вівса

№ зразка	Зразок	Маса, г					Кількість зерен у волоті, шт (КЗ)
		зерна у волоті (М ₁)	рослини (М ₂)	волоті з зерном (М ₃)	полови (М ₄)	волоті з стеблом (М ₅)	
1	St Чернігівський 27	1,82	6,17	2,20	0,38	3,31	52,5
2	Авгол	1,69	7,35	2,14	0,45	3,63	66,7
3	Скарб України	1,65	7,24	2,14	0,49	3,69	61,8
4	АС Baton	1,16	4,33	1,52	0,36	2,54	47,0
5	АС Lotta	1,64	7,03	2,09	0,45	3,81	57,5
6	АС Belmont	1,75	7,97	2,28	0,53	3,74	64,9
7	Пушкінський	1,31	5,56	1,60	0,29	3,46	62,6
8	Fishi	0,72	4,78	0,96	0,20	2,72	40,5
9	Білоруський голозерний	1,64	7,25	2,07	0,42	3,96	66,2
10	Вандроунік	1,46	7,98	1,91	0,45	3,75	57,6
11	Крепиш	1,28	6,47	1,61	0,33	3,13	49,5
12	IZT 00422	0,41	5,42	0,54	0,13	1,68	67,2
13	Brighton	0,92	5,22	1,17	0,25	2,59	47,5
14	Caesar	1,03	6,46	1,41	0,39	3,18	56,9
15	Terra	1,39	5,50	1,70	0,33	2,85	57,7
16	Vicar	1,32	4,37	1,71	0,35	3,00	54,1
17	АС Ernie	1,84	5,45	2,32	0,47	3,67	74,7
18	АС Fregeaur	1,57	5,75	2,05	0,48	3,34	55,4
19	Boudrais	1,88	6,00	2,24	0,37	3,43	68,7

Селекційне та генетичне удосконалення культури вівса

20	АС Hill	1,58	5,74	1,90	0,32	3,53	60,0
21	АС Gwen	1,78	6,40	2,27	0,49	3,59	59,4
22	Lee Williams	1,34	6,13	1,58	0,24	3,54	54,0
23	Левша	1,47	7,45	1,87	0,39	3,26	57,4
24	Сибірський голозерний	1,62	7,12	2,11	0,49	3,94	62,3
25	Вятський	1,81	9,29	2,17	0,36	3,95	77,7
26	Гоша	2,20	1,36	2,52	0,32	4,30	84,7
27	Чернігівський 27 /АС Lotta	2,13	8,94	2,59	0,46	4,50	79,4
28	Чернігівський 27 /АС Lotta	1,67	7,80	1,97	0,31	3,64	56,7
29	Інерміс 1036	1,59	7,97	1,94	0,34	3,17	60,5
30	АС Belmont /Крепиш	1,71	9,09	2,13	0,42	3,33	71,9
31	Крепиш / Ант	1,72	6,02	2,00	0,28	3,81	70,2
32	АС Belmont /Крепиш	1,85	7,14	2,33	0,45	3,30	66,3
33	Вандроу́нік /АС Accinoboia	1,95	9,08	2,35	0,39	3,71	68,2
34	Крепиш / АС Belmont	1,66	7,37	1,99	0,33	3,61	72,9
35	Крепиш / ІЗО-14	1,38	6,84	1,73	0,36	3,40	59,3
36	Гальз	1,65	6,06	1,90	0,24	2,95	62,1
37	Expression	1,38	5,78	1,61	0,22	3,12	60,4
38	Інерміс 2	1,10	5,98	1,40	0,30	3,10	39,5
39	Grafton	1,34	7,24	1,70	0,36	3,31	56,1
40	Hendon	0,81	6,71	1,34	0,52	2,62	61,0
- x		1,50	6,73	1,87	0,37	3,37	61,0

Кластеризація голозерних зразків вівса за кількісними ознаками продуктивності вплинула на утворення двох великих кластерів за масштабами евклідових відстаней від 0 до 2. У перший кластер увійшли 11 зразків: Vicar (С- 16), Lee Williams (С-22), АС Fregeaur (С-18), Terra (С-15), Caesar (С-14), Grafton (С-39), Чернігівський 27 / АС Lotta (С-28), Левша (С-23), Вандроу́нік (С-10), АС Lotta (С-5) і плівчастий сорт Чернігівський 27 (С-1). Другий кластер нараховував 10 зразків: Hendon (С-40), Крепиш / ІЗО-14 (С-35), АС Gwen (С- 21), Expression (С-37), АС Hill (С-20), Інерміс 1036 (С-29), Гальз (С-36), Пушкінський (С-7), Сибірський голозерний (С-24), Скарб України (С-3). Найбільшу генетичну дивергенцію за кількісними ознаками продуктивності виявили у зразока Гоша (С-26) (рис. 3).

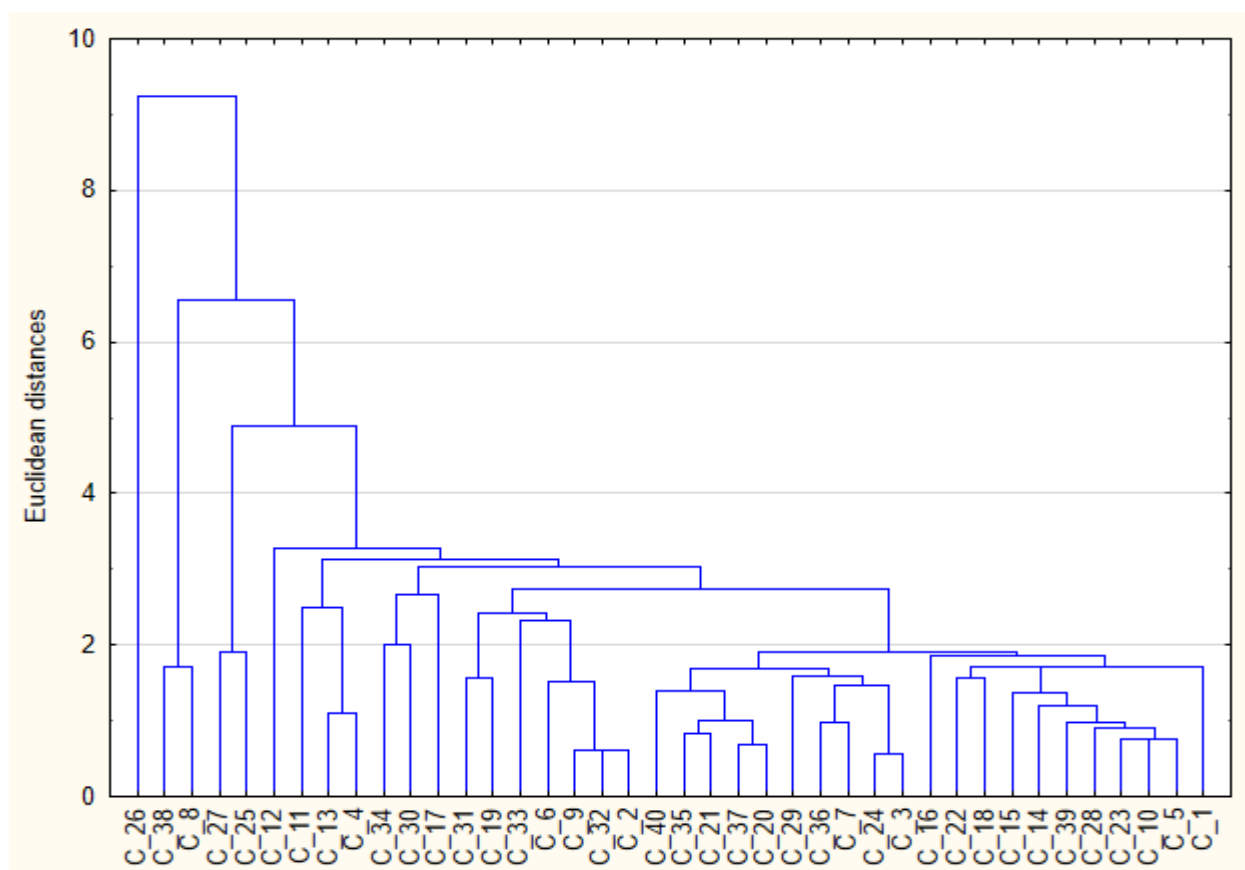


Рис. 3 - Кластеризація зразків вівса за кількісними ознаками продуктивності (по горизонталі – номери зразків, по вертикалі – евклідові відстані)

Маса 1000 зерен у голозерних зразків є нижчою порівняно з плівчастими сортами. Так, маса 1000 зерен у плівчастого стандартного сорту Чернігівський 27 в середньому за три роки була 36,6 г, тоді як відповідний максимальний показник у голозерних сортозразків становив 29,5, а середнє арифметичне значення – 24,5 г. Маса 1000 зерен більше 27,0 г була виявлена в канадських сортів: AC Lotta, AC Belmont, AC Fregeaur, російського – Інєрміс 2 та селекційних ліній Чернігівський 27 / AC Lotta, AC Belmont / Крепиш, Вандроунік / AC Accinovia (табл. 4).

Натурна маса зерна має безпосередній вплив на якість зерна і у голозерних сортів вона значно вища порівняно з плівчастими. У

Селекційне та генетичне удосконалення культури вівса

дослідах Носівської СДС натура голозерного вівса змінювалася від 536 до 675 г/л в залежності від умов зволоження і генотипу ²⁴⁹.

Таблиця 4 - Кількісні ознаки фізичної якості зерна голозерних зразків вівса

№ зразка	Колекційний номер IZT	Зразок	Маса 1000 зерен, г (МТЗ)	Натурна маса зерна, г/л (НМ)	Плівчастість, % (ПЛ)
1		St Чернігівський 27	36,6	489	30,1
2		Авгол	25,4	622	3,4
3		Скарб України	25,9	648	3,6
4	00252	АС Baton	25,3	648	4,7
5	00253	АС Lotta	28,1	675	4,2
6	00245	АС Belmont	27,4	592	8,5
7	00366	Пушкінський	20,7	676	3,3
8	00371	Fishi	18,4	643	4,4
9	00412	Білоруський голозерний	23,2	649	3,6
10	00413	Вандроу́нік	25,1	651	3,5
11	00414	Крепиш	26,0	701	3,6
12	00422	IZT 00422	6,9	621	3,2
13	00430	Brighton	19,3	632	4,6
14	00431	Caesar	20,4	648	5,2
15	00432	Terra	24,4	607	6,2
16	00433	Vicar	24,4	626	4,6
17	00434	АС Ernie	24,4	686	3,6
18	00435	АС Fregeaur	28,6	690	4,2
19	00436	Boudrais	26,5	614	3,4
20	00437	АС Hill	25,9	683	4,4
21	00438	АС Gwen	29,5	672	3,2
22	00439	Lee Williams	25,7	678	4,8
23	00458	Левша	25,6	660	4,1
24	00459	Сибірський голозерний	26,1	653	5,9
25	00470	Вятський	23,2	701	4,5
26	00471	Гоша	26,1	636	3,5
27	300-1-6	Чернігівський 27/АС Lotta	26,3	646	4,5
28	300-1-7	Чернігівський 27/ АС Lotta	29,5	651	2,5
29	00481	Інерміс 1036	26,7	664	4,4
30	405-1	АС Belmont /Крепиш	24,0	622	4,6

²⁴⁹ Буняк О. І. Характеристика голозерних сортів вівса (*A. sativa subsp. nudisativa*) в умовах Носівської СДС. *Селекція і насінництво*. 2012. Вип. 102. С. 169–177.

Селекційне та генетичне удосконалення культури вівса

31	408-2	Крепиш / Ант	25,3	621	5,8
32	405-2	АС Belmont /Крепиш	28,1	684	7,3
33	401-1	Вандроу́нік /АС Accinoboia	27,9	606	6,1
34	407-1	Крепиш / АС Belmont	22,8	648	4,1
35	409-1	Крепиш / ІЗО-14	24,9	645	5,6
36	00477	Гальз	26,3	602	6,1
37	00449	Expression	23,2	598	7,7
38	00481	Інерміс 2	28,2	620	4,0
39	00451	Grafton	23,6	636	9,4
40	00450	Hendon	15,2	595	8,2

У наших дослідженнях натурна маса зерна голозерних зразків значно перевищувала аналогічний показник півчастого стандартного сорту (489 г/л).

На підставі дендрограми (рис. 4) та перших ітерацій можна зробити висновок, що найбільшу подібність за ознаками фізичної якості зерна (маса 1000 зерен, натурна маса зерна, півчастість) мали зразки Крепиш / АС Belmont (С-34) і Білоруський голозерний (С-9), АС Baton (С-4) і Скарб України (С-3), АС Belmont / Крепиш (С-30) і Авгол (С-2), Крепиш / ІЗО-14 (С-35) і Чернігівський 27 / АС Lotta (С-27).

Проведений кластерний аналіз дозволив виділити три добре структурованих кластери, які налічували від 8 до 15 зразків у кожному з них. Найвищу генетичну дивергенцію виявив зразок ІЗТ 00422 (С-12), в основному за рахунок маси 1000 зерен, яка в середньому за три роки становила лише 6,9 г.

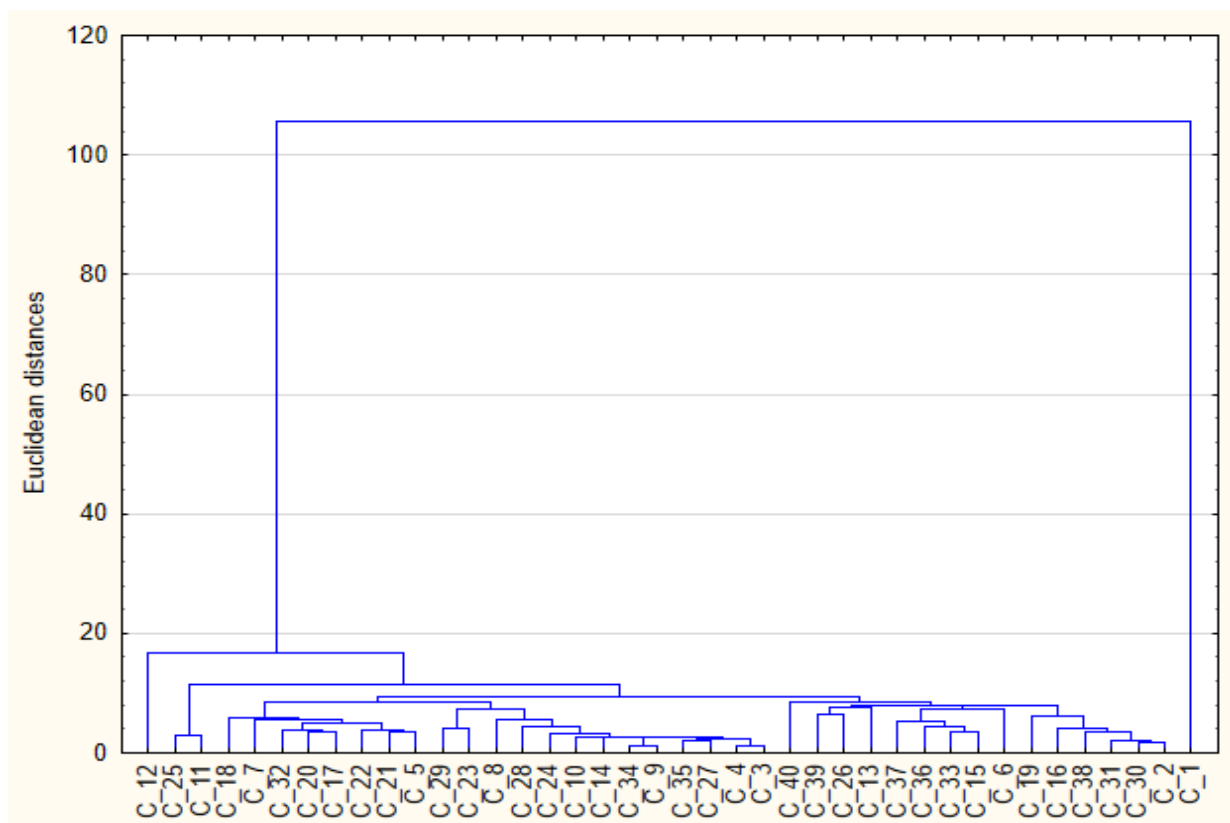


Рис. 4 - Кластеризація зразків вівса за кількісними ознаками фізичної якості (по горизонталі – номери зразків, по вертикалі – евклідові відстані)

5.3 Мінливість та кореляція кількісних ознак продуктивності

При незначній мінливості коефіцієнт варіації не перевищував 10, середній 10 – 20 і більше 20 % означає значну мінливість. Оцінка голозерних генотипів вівса за коефіцієнтом варіації встановила 16 зразків із низькою, 17 – з середньою і 6 – з високою мінливістю показника врожайності. Слід зазначити, що зразки із підвищеною адаптивною здатністю згідно середнього квадратичного відхилення також виявили високу мінливість врожайності за коефіцієнтом варіації.

Розмах варіації такої важливої компонентної ознаки продуктивності як маса зерна у волоті становив 1,79 г при

Селекційне та генетичне удосконалення культури вівса

максимальному значенні цього показника 2,20 г, хоча у переважній більшості голозерних зразків він не перевищував 2,0 г (табл. 5).

Таблиця 5 - Компонентні ознаки продуктивності та якості зерна голозерних зразків вівса і їх статистичні параметри

Ознака	Статистичні параметри					
	\bar{X}	min	max	R	S^2	V, %
Урожайність (У), т/га	2,34	1,12	3,09	1,97	0,20	19,2
Висота рослин (Н), см	82,4	60,5	96,1	39,6	56,2	9,1
Довжина волоті (ДВ), см	18,1	15,3	21,9	6,6	3,0	9,5
Маса зерна у волоті (М ₁), г	1,50	0,41	2,20	1,79	0,14	24,7
Маса рослини (М ₂), г	6,73	4,33	10,36	6,03	1,97	20,9
Маса волоті (М ₃), г	1,87	0,54	2,59	2,05	0,18	22,5
Маса полови (М ₄), г	0,37	0,13	0,53	0,40	0,01	25,6
Маса волоті з стеблом (М ₅), г	3,37	1,68	4,50	2,82	0,27	15,4
Кількість зерен у волоті (КЗ), шт.	61,0	39,5	84,7	45,2	85,4	15,1
Загальна кущистість (ЗК), шт.	2,9	2,1	4,9	2,8	0,2	17,1
Продуктивна кущистість (ПК), шт.	2,4	1,6	3,9	2,3	0,2	20,5
Маса 1000 зерен (МТЗ), г	24,5	6,9	29,5	22,6	16,9	17,0
Натурна маса зерна (НМЗ), г/л	645	592	701	109	877,4	4,6
Плівчастість (ПЛ), %	4,8	2,5	9,4	6,9	2,5	32,9

Серед проаналізованих компонентних ознак голозерних зразків вівса незначну мінливість засвідчили такі біометричні показники як висота рослини, довжина верхнього міжвузля стебла і волоті (8,3–9,5 %). Розмах мінливості за біометричними ознаками становив по висоті рослин – 39,6, довжині верхнього міжвузля – 13,3 і довжині волоті – 6,6 см.

Середньою мінливістю, згідно коефіцієнта варіації, характеризували ознаки: кількість зерен у волоті (15,1 %), маса волоті з стеблом (15,4 %), маса 1000 зерен (17,0 %) і загальна

Селекційне та генетичне удосконалення культури вівса

кущистість (17,1 %). Масу 1000 зерен виявили достатньо стабільним показником і в інших дослідженнях, де коефіцієнт варіації становив 9,2–14,2 %^{250,251}. Значну варіабельність мали ознаки, які мають великий вплив на продуктивність рослин: маса рослини, зерна у волоті і самої волоті, продуктивна кущистість. Мінливість у натурної маси зерна визначена найменшою – 4,6, маси 1000 зерен середньою – 17,0 %.

Плівчастість зерна у наших дослідженнях виявилася найбільш варіабельною ознакою – 32,9 %. Дослідженнями встановлено, що ознаки фізичної якості зерна у значній мірі залежать від зовнішніх факторів середовища і генотипових особливостей^{252, 253}.

Аналіз кореляційних зв'язків врожайності голозерних генотипів з її компонентними ознаками дозволяє встановити вплив і достовірність різних чинників на продуктивність. У наших дослідженнях вивчали взаємозв'язок врожайності та восьми кількісних ознак (табл. 6).

Встановлено, що врожайність голозерних зразків достовірно пов'язана з масою зерна у волоті ($r = 0,69$), масою волоті з зерном ($r = 0,65$), масою 1000 зерен ($r = 0,59$) і масою рослини ($r = 0,34$). В усіх цих випадках спостерігали середню кореляційну залежність.

²⁵⁰ Волощук О. Показники насінневої продуктивності сортів озимої пшениці залежно від їх фенотипічної мінливості. *Вісник Львівського державного аграрного університету: Агрономія*. 2007. № 11. С. 50-56.

²⁵¹ Василюка Н. Д. Ефективність Мікрогуміну при вирощуванні вівса голозерного сорту Скарб України за різних рівнів азотного живлення / Н. Д. Василюка, О. В. Васильченко // *Сільськогосподарська мікробіологія : міжвід. темат. наук. зб.* 2013. Вип. 17. С. 119–125.

²⁵² Doehlert D. C., McMullen M. C. Identification of sprout damage in oats. *Cereal Chem.* 2003. V. 80(5). P. 608–612.

²⁵³ Czubaszek A. The effect of genotype and environments on selected traits of oat grain and flour. *Pl. Breed. and Seed Sci.* 2009. V. 60. P. 45–60.

Таблиця 6 - Кореляційна структура ознак голозерних сортозразків вівса

Ознака	Н	ДВ	ДВМ	М ₁	М ₃	КЗ	ПК	МТЗ
Урожайність (У), т/га	0,014	0,243	0,299	0,688*	0,647*	0,306	0,224	0,592*
Висота рослин (Н), см		0,374*	0,398*	0,109	0,085	0,080	0,068	0,065
Довжина волоті (ДВ), см			0,257	0,242	0,205	0,337*	0,029	- 0,020
Довжина верхнього міжвузля стебла (ДВМ), см				0,310	0,278	0,101	0,270	0,287
Маса зерна у волоті (М ₁), г					0,978*	0,606*	0,052	0,707*
Маса волоті (М ₃), г						0,559*	0,003	0,711*
Кількість зерен у волоті (КЗ), шт.							0,311	- 0,090
Продуктивна кущистість (ПК), шт.								0,244

Примітка: * – достовірно на 5 % рівні значущості

Довжина волоті мала середній зв'язок з кількістю зерен у волоті ($r = 0,38$). Висота рослин достовірно пов'язана з іншими біометричними ознаками: довжиною волоті ($r = 0,374$) і довжиною верхнього міжвузля стебла ($r = 0,398$).

Сильна кореляційна залежність між компонентними ознаками продуктивності встановлена у трьох випадках: маси зерна у волоті з масою волоті з зерном ($r = 0,98$) і масою 1000 зерен ($r = 0,71$) та маси волоті з зерном з масою 1000 зерен ($r = 0,71$). Потрібно зауважити, що достовірних негативних кореляцій між компонентними ознаками продуктивності та продуктивністю не встановлено. Відсутність від'ємних кореляційних зв'язків може свідчити про достатню збалансованість генеративних процесів формування продуктивності у голозерних сортозразків вівса.

5.4 Вміст поживних речовин в зерні голозерного вівса

Овес за своїм біохімічним складом відрізняється від інших зернових культур завдяки сприятливим поєднанням поживних речовин. Найвищу біологічну цінність серед зернових культур мають білки вівса. Відсотковий вміст білка у вівсі і вихід його з одиниці площі часто перевищує ці показники в інших зернових. Крім цього, частка засвоюваних білків вівса сягає 90 – 95 % від його загального вмісту.

Для зерна вівса характерні відмінні дієтичні властивості, котрі визначаються фракційним та амінокислотним складом білка. Домінуючою фракцією є глобуліни, що становлять 70 – 85 % загального білка і у яких міститься 5,5 % лізину. Білки глобулінової фракції найбільше акумулюють незамінних амінокислот²⁵⁴.

Багато дослідників стверджують, що голозерні вівси за хімічним складом зерна відрізняються від плівчастих збільшеним вмістом білка, жиру та крохмалю і мінімальним рівнем клітковини. Це значно підвищує їх харчові якості і спрощує процес переробки^{255,256,257,258}. В останні роки зростає частка зерна вівса, який переробляється на продукти харчування. При валових зборах зерна вівса 467–629 тис. т приблизно 60 тис.т йшло на виробництво продуктів харчування^{259,260}.

²⁵⁴ Буняк О. Не можна миритися з тим, що значення вівса, як основної кормової і дієтичної продовольчої культури, сьогодні відійшло на другий план. *Зерно і хліб*. 2013. № 2. С. 20–22.

²⁵⁵ Овес голозерний – сировина для лікувально-дієтичних продуктів / Р. Мукоїд та ін. *Харчова і переробна промисловість*. 2010. № 2 (366) С. 24–25.

²⁵⁶ Євдокимова Г. Й., Короленко Є. С. Голозерний овес зовсім не потребує лушення. *Зерно і хліб*. 2008. № 2. С. 19–20.

²⁵⁷ Гера О. М. Якість однорічних кормових культур на осушуваних органогенних ґрунтах. *Зб. наук. праць ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. 2015. Вип. 3. С. 18–23.

²⁵⁸ Соц С. М., Кустов І. О. Особливості технологічних властивостей та хімічний склад голозерного вівса сорту Саломон. *Технологія та безпека продуктів харчування*. 2015. № 2(31). С. 103–108.

²⁵⁹ Державна служба статистики України. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення: 20.04.2014).

Селекційне та генетичне удосконалення культури вівса

Наші дослідження свідчать, що голозерні зразки характеризуються більшим вмістом сирого протеїну, білку, жиру в зерні і меншим рівнем клітковини. При порівнянні зареєстрованих сортів півчастого типу Чернігівський 27 і голозерного Авгол встановлено, що останній має перевагу за вмістом сирого протеїну на 4,08 %, білка – 3,6 %, жиру – 2,03 %, а за вмістом клітковини півчастий сорт переважає голозерний на 7,05 % (табл. 7).

Таблиця 7 - Хімічний склад зерна голозерних зразків вівса, % до сухої маси

№ зразка	Колекційний номер	Зразок	Сирий протеїн	Білок	Жир	Зола	Кліт-ковина
1	-	St Чернігівський 27	12,52	10,79	3,59	2,84	10,73
2	-	Авгол	16,60	14,39	5,62	2,26	3,71
3	-	Скарб України	16,00	14,60	5,81	2,22	3,39
4	00252	АС Baton	15,99	14,19	5,64	2,16	3,56
5	00253	АС Lotta	16,34	14,37	6,31	2,20	3,37
6	00245	АС Belmont	14,84	12,70	5,16	2,54	4,63
7	00366	Пушкінський	16,58	13,87	5,57	2,34	3,42
8	00371	Fishi	15,52	13,91	5,79	2,31	3,86
9	00412	Білоруський голозерний	15,63	13,67	5,20	2,45	3,87
10	00413	Вандроу́нік	16,36	14,64	5,39	2,46	3,59
11	00414	Крепиш	16,96	15,31	5,97	2,34	3,59
12	00422	IZT 00422	17,94	16,22	6,17	1,94	3,36
13	00430	Brighton	16,27	15,09	5,69	2,42	4,51
14	00431	Caesar	16,92	15,40	6,05	2,37	4,58
15	00432	Terra	15,37	13,85	6,31	2,25	4,65
16	00433	Vicar	15,22	13,69	5,63	2,25	3,86
17	00434	АС Ernie	15,96	14,37	5,57	2,37	3,75
18	00435	АС Fregeaur	15,31	14,07	6,01	2,44	3,89
19	00436	Boudrais	15,27	13,72	6,16	2,39	3,62
20	00437	АС Hill	16,05	14,42	5,49	2,56	3,99
21	00438	АС Gwen	16,03	14,37	5,49	2,30	3,58

²⁶⁰ Українцев ждет дефіцит овсянки. URL: <http://www.agriefficiency.kiev.ua> (дата звернення: 14.03.2025).

Селекційне та генетичне удосконалення культури вівса

22	00439	Lee Williams	15,99	14,10	5,67	2,30	4,58
23	00458	Левша	17,05	15,31	6,56	2,42	4,55
24	00459	Сибірський голозерний	17,15	15,49	6,30	2,42	5,04
25	00470	Вятський	15,73	14,70	5,42	2,32	3,91
26	00471	Гоша	17,07	15,04	5,40	2,30	3,53
27	300-16	Чернігівський 27 / Lotta	16,23	15,01	5,64	2,25	3,88
28	300-17	Чернігівський 27/ Lotta	17,17	15,43	6,34	2,13	3,42
29	00481	Інерміс 1036	16,57	14,87	5,21	2,29	3,97
30	405-1	АС Belmont /Крепиш	15,38	13,70	5,07	2,24	4,36
31	408-2	Крепиш / Ант	16,60	15,21	5,36	2,27	4,47
32	405-2	АС Belmont /Крепиш	14,05	12,53	5,88	2,29	4,98
33	401-1	Вандроунік / Accinoboia	16,23	14,92	6,05	2,26	4,85
34	407-1	Крепиш /АС Belmont	15,73	14,21	5,96	2,29	3,82
35	409-1	Крепиш /ЗО-14	15,00	13,70	5,33	2,29	4,88
36	00477	Гальз	14,86	13,42	5,68	2,24	4,70
37	00449	Expression	16,70	15,06	5,52	2,16	4,94
38	00481	Інерміс 2	14,93	13,48	5,59	2,29	3,53
39	00451	Grafton	16,03	14,70	5,25	2,31	5,39
40	00450	Hendon	15,96	14,17	5,89	2,42	5,12

За поживних елементів у зерні зразків вівса виявлено, що за вмістом сирого протеїну шість зразків перевищили 17,0 %, а саме, IZT 00422 – 17,94, Сибірський голозерний – 17,15, Чернігівський 27 / АС Lotta – 17,17, Гоша – 17,07, Левша – 17,05 %.

Найвищий вміст білка зафіксовано у зерні зразка IZT 00422 – 16,22 %. Крім цього дев'ять зразків за вмістом цього важливого поживного елемента перевищили 15,0 %, з них Сибірський голозерний – 15,49, Чернігівський 27 / АС Lotta – 15,43, Крепиш і Левша – по 15,31 %.

Селекційне та генетичне удосконалення культури вівса

Найвищий середній по голозерних зразках вміст сирого протеїну і білка зафіксовано, коли врожайність нижча порівняно з іншими роками досліджень. Голозерні зразки вівса також характеризуються високим вмістом жиру. В середньому за три роки у 10 зразків жиру було більше шести відсотків, а найвищий вміст закріплено в зразків Левша – 6,56 %, Чернігівський 27 / AC Lotta – 6,34 %, AC Lotta і Terra – по 6,31 %.

Хімічний склад зерна голозерних зразків вівса свідчать про їх переваги над плівчастими сортами цієї ж культури за вмістом сирого протеїну, білка та жиру (табл. 8).

Таблиця 8 - Ознаки поживної якості зерна голозерного вівса та їх статистичні параметри

Статистичні параметри	Ознаки поживної якості, вміст в % до сухої маси				
	сирій протеїн	білок	жир	зола	клітковина
Середня арифметична	16,04	14,41	5,72	2,31	4,14
Мінімальне значення	14,05	12,53	5,07	1,94	3,36
Максимальне значення	17,94	16,22	6,56	2,56	5,39
Розмах варіації	5,89	3,69	1,49	0,62	2,03
Дисперсія	0,62	0,59	0,14	0,01	0,31
Стандартне відхилення	0,79	0,77	0,37	0,11	0,59
Стандартна помилка	0,80	0,78	0,37	0,11	0,59
Коефіцієнт варіації	4,92	5,34	6,46	4,76	14,23

Спостерігали досить значний розмах варіації за вмістом сирого протеїну (5,89 %), білка (3,69 %), жиру (1,49 %) та клітковини (2,03 %), що свідчить про значні генетичні відмінності за цими ознаками між окремими зразками. Принаймні, згідно коефіцієнта варіації мінливість всіх показників поживної якості зерна, за

Селекційне та генетичне удосконалення культури вівса

винятком вмісту клітковини, була незначною, що пояснюється малими цифровими значеннями стандартного відхилення²⁶¹.

Дендрограма, яка складена за результатами кластеризації зразків за хімічним складом зерна (рис. 5), вказує на те, що при першій ітерації виділили за подібністю показників АС Gwen (С-21) і АС Ernie (С-17), а при наступних ітераціях до них приєднали АС Baton (С-4) і АС Hill (С-20).

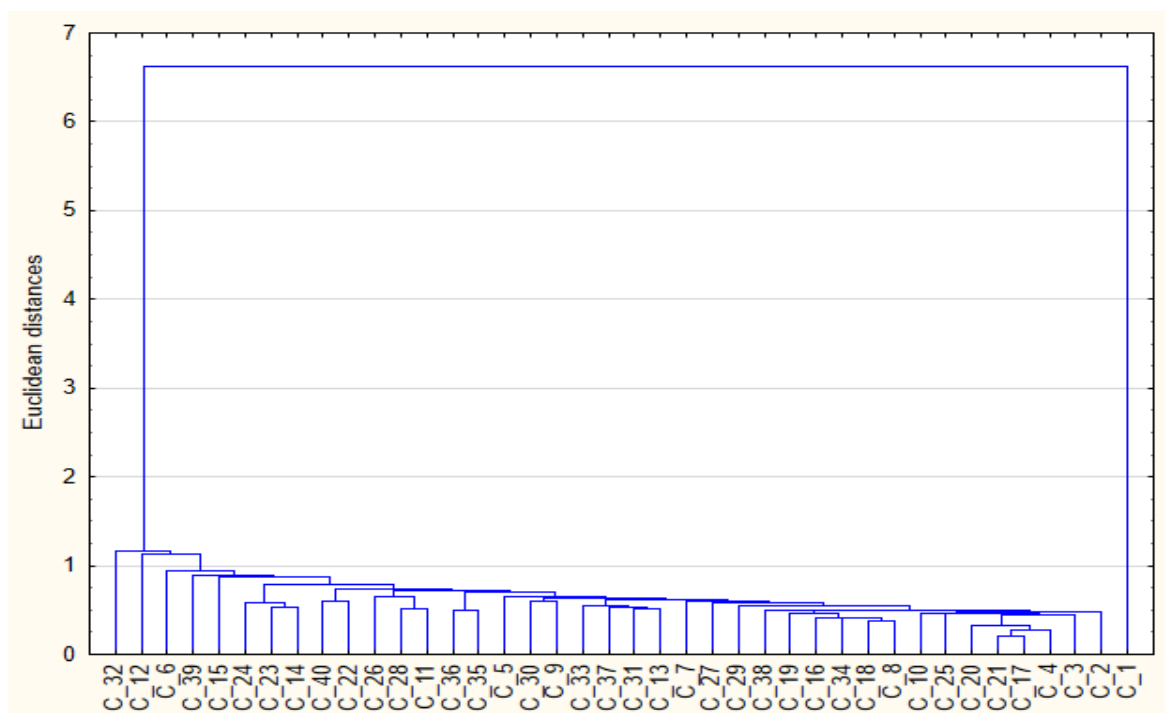


Рис. 5 - Кластеризація зразків вівса за хімічним складом зерна (по горизонталі – номери зразків, по вертикалі – евклідові відстані)

Вище зазначені зразки разом з Вандроу́нік (С-10), Вятський (С-25), Скарб України (С-3) і Авгол (С-2) склали перший кластер за подібністю показників хімічного складу зерна. Інші утворені кластери нараховували значно меншу кількість зразків. Важливою

²⁶¹ Лісова Ю. А. Поживна якість зерна голозерних зразків вівса. *Інтеграційна система освіти, науки і виробництва в сучасному інформаційному просторі* : матеріали ІІІ міжнар. наук.-практ. конф., (м. Тернопіль, 19–20 трав. 2016 р.). Тернопіль : Крок, 2016. С. 40–41.

Селекційне та генетичне удосконалення культури вівса

характеристикою досліджуваних зразків голозерного вівса є взаємозв'язок між врожайністю і показниками хімічного складу зерна. У таблиці 9 подано коефіцієнти кореляції між кількісними ознаками якості зерна та продуктивністю, а врожайність відповідала достовірно позитивному зв'язку лише з масою 1000 зерен ($r = 0,53$). Вміст сирого протеїну відзначили, як сильною позитивною залежністю від вмісту білка ($r = 0,91$).

Таблиця 9 - Кореляційна структура продуктивності та ознак поживної якості зерна голозерних зразків вівса за I рік досліджень

Ознака	Ознака							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Урожайність	0,15	-0,14	-0,14	0,30	-0,07	0,53*	0,24	-0,21
Вміст сирого протеїну	-	0,91*	0,30	-0,01	-0,09	-0,30	0,01	-0,24
Вміст білка	-	-	0,24	0,02	-0,05	-0,30	0,09	-0,21
Вміст жиру	-	-	-	-0,22	0,02	-0,06	0,00	-0,17
Вміст золи	-	-	-	-	0,04	0,24	0,18	0,09
Вміст клітковини	-	-	-	-	-	-0,10	0,37	0,75*
Маса 1000 зерен	-	-	-	-	-	-	0,29	-0,23
Натурна маса зерна	-	-	-	-	-	-	-	-0,39*

Примітка. * – достовірно на 5 % рівні значущості, назва ознаки: 1 – вміст сирого протеїну, 2 – вміст білка, 3 – вміст жиру, 4 – вміст золи, 5 – вміст клітковини, 6 – маса 1000 зерен, 7 – натурна маса зерна, 8 – плівчастість.

Показники вмісту жиру і золи не відповідали достовірним зв'язкам з іншими показниками, тоді як вміст клітковини мала середній негативний зв'язок з натурною масою зерна ($r = -0,37$) і сильний позитивний – з плівчастістю зерна ($r = 0,75$). Також потрібно зазначити середню негативну залежність натурної маси зерна від плівчастості ($r = -0,39$).

Результати визначення кореляційних залежностей між кількісними ознаками якості зерна та продуктивності дещо змінилися порівняно з попереднім роком (табл. 10).

Селекційне та генетичне удосконалення культури вівса

Таблиця 10 - Кореляційна структура продуктивності та ознак поживної якості зерна голозерних зразків вівса за II рік досліджень

Ознака	Ознака							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Урожайність	-0,16	-0,21	-0,08	-0,09	0,11	0,59 *	0,01	0,03
Вміст сирого протеїну	-	0,83 *	0,34 *	-0,25	-0,23	-0,15	0,06	0,36 *
Вміст білка	-	-	0,36	-0,31	-0,06	-0,12	0,10	-0,20
Вміст жиру	-	-	-	0,03	-0,13	-0,08	-0,06	-0,21
Вміст золи	-	-	-	-	-0,06	0,06	0,03	0,01
Вміст клітковини	-	-	-	-	-	0,09	-0,22	0,85 *
Маса 1000 зерен	-	-	-	-	-	-	-0,00	0,12
Натурна маса зерна	-	-	-	-	-	-	-	0,39 *

Примітка. * – достовірно на 5 % рівні значущості, назва ознаки: 1 – вміст сирого протеїну, 2 – вміст білка, 3 – вміст жиру, 4 – вміст золи, 5 – вміст клітковини, 6 – маса 1000 зерен, 7 – натурна маса зерна, 8 – плівчастість.

Урожайність зерна також позитивно (достовірно) корелювала з масою 1000 зерен ($r = 0,59$). Показник вмісту сирого протеїну мав середній позитивний зв'язок з вмістом жиру ($r = 0,34$) та негативний – з плівчастістю ($r = - 0,36$), так як і в попередньому році спостерігалася сильна достовірна позитивна залежність з вмістом білку ($r = 0,83$). На відміну від попереднього року білок відповідав позитивній кореляції за вмістом жиру ($r = 0,36$). Також виявлено сильну позитивну залежність вмісту клітковини від плівчастості ($r = 0,85$) і середню негативну – між натурною масою зерна та плівчастістю ($r = - 0,42$).

Кореляційні залежності мали свої особливості порівняно за попередніми роками досліджень (табл. 11). Так, врожайність негативно корелювала з вмістом сирого протеїну, білка і жиру, чого раніше не спостерігали.

Селекційне та генетичне удосконалення культури вівса

Таблиця 11 - Кореляційна структура продуктивності та ознак поживної якості зерна голозерних зразків вівса за III рік досліджень

Ознака	Ознака							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Урожайність	- 0,33 *	- 0,41*	- 0,42 *	0,35*	-0,09	0,65 *	0,15	-0,12
Вміст сирого протеїну	-	0,89*	0,36 *	-0,31	-0,17	0,39 *	0,06	-0,27
Вміст білка	-	-	0,49 *	-0,30	-0,11	0,42 *	0,13	-0,20
Вміст жиру	-	-	-	0,32*	-0,02	-0,17	0,13	-0,17
Вміст золи	-	-	-	-	0,30	0,04	0,17	0,26
Вміст клітковини	-	-	-	-	-	-0,03	-0,34	0,85*
Маса 1000 зерен	-	-	-	-	-	-	0,34*	-0,04
Натурна маса зерна	-	-	-	-	-	-	-	0,43*

Примітка. * – достовірно на 5 % рівні значущості, назва ознаки: 1 – вміст сирого протеїну, 2 – вміст білка, 3 – вміст жиру, 4 – вміст золи, 5 – вміст клітковини, 6 – маса 1000 зерен, 7 – натурна маса зерна, 8 – плівчастість.

Також відмічено негативну кореляцію вмісту сирого протеїну з масою 1000 зерен ($r = -0,39$) та позитивну – з вмістом жиру ($r = 0,49$). Ще одна особливість – достовірний негативний середній зв'язок вмісту білку з масою 1000 зерен ($r = -0,42$). Негативні корелятивні залежності існували між вмістом жиру і золи ($r = -0,32$), вмісту клітковини з натурною масою зерна ($r = -0,34$) та натурної маси з плівчастістю ($r = -0,43$).

Трьохрічні середні дані розкривають достовірні кореляційні залежності між урожайністю та ознаками поживної якості (табл. 12).

Встановлено, що достовірні позитивні кореляції виявили між такими ознаками: а) урожайності зерна з масою 1000 зерен; б) вмісту сирого протеїну з вмістом білка і жиру; в) вмісту білка з вмістом жиру; г) вмісту клітковини з плівчастістю зерна.

Селекційне та генетичне удосконалення культури вівса

Таблиця 12 - Кореляційна структура продуктивності та ознак поживної якості зерна голозерних зразків вівса в середньому за роки проведення досліджень

Ознака	ознака							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Урожайність	-0,22	-0,25	-0,21	-0,19	-0,03	0,59*	0,13	0,10
Вміст сирого протеїну	-	0,88*	0,33*	-0,19	-0,16	-0,28	0,04	-0,29
Вміст білка	-	-	0,36*	-0,20	-0,08	-0,28	0,11	-0,26
Вміст жиру	-	-	-	-0,17	-0,04	-0,10	0,02	-0,18
Вміст золи	-	-	-	-	0,14	0,11	0,13	0,12
Вміст клітковини	-	-	-	-	-	0,11	-0,31	0,82*
Маса 1000 зерен	-	-	-	-	-	-	0,21	-0,05
Натурна маса зерна	-	-	-	-	-	-	-	0,39*

Примітка. * – достовірно на 5 % рівні значущості, назва ознаки: 1 – вміст сирого протеїну, 2 – вміст білка, 3 – вміст жиру, 4 – вміст золи, 5 – вміст клітковини, 6 – маса 1000 зерен, 7 – натурна маса зерна, 8 – плівчастість.

Достовірно негативну кореляцію спостерігали лише за натурною масою зерна з плівчастістю, всі інші залежності мали недостовірний характер.

5.5 Гомеостатичність та селекційна цінність голозерних зразків

Вивчаючи адаптивні особливості голозерних генотипів вівса, ми встановили показники мінливості за ознакою врожайності і визначили їх селекційну цінність та гомеостатичність. Аналіз урожайних даних свідчить, що голозерні генотипи вівса відзначаються меншою врожайністю зерна у порівнянні з плівчастим. Лише у I рік канадські голозерні сорти Lee Williams і AC Fregeaur достовірно переважали сорт Чернігівський 27 за продуктивністю, відповідно на 0,39 і 0,36 т/га. Порівняно високою врожайністю (більше 3 т/га) в цей рік виділяли сорти Гоша, AC Hill та селекційні лінії Чернігівський 27 / AC Lotta, Крепиш / Ант. Зазначені лінії та сорти голозерного типу у II рік також відзначали продуктивністю на рівні стандартного плівчастого сорту. У III рік жоден голозерний

генотип за врожайністю не наближався до сорту Чернігівський 27. У середньому за роки проведення досліджень канадські сорти AC Fregeaur, Lee Williams, AC Hill та білоруський сорт Гоша забезпечили урожай зерна в межах 3,04 – 3,09 т/га при врожайності стандартного сорту 3,31 т/га.

Результати аналізу адаптивних особливостей голозерних зразків вівса, показників мінливості за ознакою врожайність, селекційної цінності та гомеостатичності подано в табл. 13. Для аналізу кількісних показників середнього квадратичного відхилення (σ), селекційної цінності (S_c) та гомеостатичності ($Hom1$, $Hom2$) їх цифрові значення розбивали на три категорії з рівними дискретними діапазонами ²⁶². Середнє квадратичне відхилення значить абсолютну міру варіації і є найпростішим показником стабільності ознаки, у даному випадку врожайності. У категорію з низьким значенням середнього квадратичного відхилення (0,07 – 0,28) увійшло 25 зразків, які за досить низької врожайності відзначали високою стабільністю при зміні умов вирощування. Високими значеннями середнього квадратичного відхилення (0,51 – 0,70) виділяли сорти Білоруський голозерний, Вандроу́нік, Крепиш, AC Fregeaur, AC Gwen, Lee Williams, (Канада), що свідчить про підвищену адаптивну здатність і високу варіабельність показника врожайності.

Коефіцієнт варіації є відносним показником мінливості. Оцінка голозерних генотипів вівса за коефіцієнтом варіації виявила 16 зразків із низькою, 17 – з середньою і 6 – з високою мінливістю

²⁶² Лісова Ю. А., Царик З. О., Дацько А. О. Характеристика голозерних зразків вівса за врожайністю та адаптивністю. *Селекція і насінництво*. 2014. Вип. 105. С. 141–145.

показника врожайності. Слід зазначити, що зразки із підвищеною адаптивною здатністю згідно середнього квадратичного відхилення також сформулювали високу мінливість врожайності за коефіцієнтом варіації.

Селекційна цінність є комплексним показником, який поєднує показник урожайності з рівнем адаптивної здатності генотипу. Вищий показник селекційної цінності означає більшу селекційну цінність зразка. У категорію з високою селекційною цінністю (2,16 – 2,71) віднесено канадські сорти AC Belmont, Terra, Boudrais, AC Hill, Гоша, казахстанський – Гальз, український – Авгол і селекційні лінії Чернігівський 27 / AC Lotta, Крепиш / Ант, AC Belmont / Крепиш, Крепиш / AC Belmont. З цієї категорії сортозразків лише AC Hill і Гоша виділяли порівняно вищою врожайністю зерна. Середнє квадратичне відхилення позначає абсолютну міру варіації і є найпростішим показником стабільності ознаки, у даному випадку врожайності. У категорію з низьким значенням середнього квадратичного відхилення (0,07 – 0,28) увійшло 25 сортозразків, які за досить низької врожайності відзначали високою стабільністю при зміні умов вирощування. Високими значеннями середнього квадратичного відхилення (0,51 – 0,70) вирізняли сорти Білоруський голозерний, Вандроу́нік, Крепиш, AC Fregeaur, AC Gwen, Lee Williams, (Канада), що свідчить про підвищену адаптивну здатність і високу варіабельність показника врожайності.

Для оцінки адаптивності і стабільності використовували показники гомеостатичності, які вказують на здатність генотипу протидіяти несприятливим факторам середовища. Високий рівень

гомеостатичності свідчить на підвищену стабільність врожайності сортозразка при зміні умов довкілля. Високим рівнем гомеостазу (за Hom^1 40,31 – 56,45) виділили сорти Terra, Гальз і дві селекційні лінії Чернігівський 27 / АС Lotta, лінія Крепиш / Ант. Оцінка гомеостатичності за Hom^2 збільшила кількість високостабільних генотипів за рахунок сортозразків Сибірський голозерний, Інерміс, Hendon (Великобританія) селекційних ліній Крепиш / Ант, АС Belmont / Крепиш і показник Hom^2 становив від 169,66 до 250,91. Збільшення кількості високогомеостатичних генотипів за Hom^2 пов'язано із значно вищим розмахом мінливості, який становив 243,77, тоді як розмах мінливості Hom^1 був лише 48,46. При такій ситуації категоріальний розподіл за рівнями гомеостатичності значно розширив межі розподілу за Hom^2 .

Низький рівень гомеостатичності виявили у 26 сортозразків за Hom^1 і 25 – за Hom^2 . Середнім рівнем гомеостатичності за Hom^1 (24,15 – 40,30) характеризували сорти Авгол (Україна), АС Lotta, АС Belmont, АС Hill, Boudrais (Канада) та селекційну лінію АС Belmont / Крепиш. Згідно оцінки за Hom^2 середній рівень гомеостатичності 88,40 – 169,65 засвідчили сорти: Авгол (Україна), АС Lotta, АС Baton, Vicar, IZT 00422 (Канада), Гальз (Казахстан) і дві селекційні лінії Чернігівський 27 / АС Lotta.

Таблиця 13 - Врожайність, гомеостатичність та селекційна цінність голозерних генотипів вівса (середнє за роки)

Зразок	Країна походження	Урожайність, т/га					σ	V, %	Sc	Hom1	Hom2
		I рік	II рік	III рік	\bar{x}	6					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Чернігівський 27, st	UKR	3,44	2,82	3,68	3,31	0,44	13,29	2,71	24,90	40,16	
Авгол	UKR	2,59	2,34	2,71	2,55	0,19	7,45	2,30	34,22	136,89	
Скарб України	UKR	2,63	2,09	2,59	2,44	0,30	12,30	1,94	19,85	36,75	
АС Baton	CAN	2,23	2,05	1,75	2,01	0,24	11,94	1,85	16,83	93,52	
АС Lotta	CAN	2,10	1,95	1,80	1,95	0,15	7,69	1,81	25,35	169,00	
АС Belmont	CAN	2,65	2,27	2,72	2,55	0,24	9,41	2,18	27,09	71,30	
Пушкинський	-	2,08	1,71	2,12	1,97	0,23	11,68	1,62	16,87	45,60	
Fishi	PER	1,76	1,48	1,65	1,63	0,14	8,59	1,37	18,98	67,78	
Белорусський голозерний	-	2,21	1,68	2,95	2,28	0,64	28,07	1,73	8,12	15,33	
Вандрунік	-	2,58	1,67	3,03	2,43	0,69	28,40	1,57	8,56	9,40	
Крепыш	-	2,63	1,51	2,42	2,19	0,60	27,40	1,26	7,99	7,14	
IZT 00422	CAN	1,20	1,09	1,07	1,12	0,07	6,25	1,02	17,92	162,91	
Brighton	CAN	2,02	1,47	1,74	1,74	0,28	16,09	1,27	10,81	19,66	
Caesar	CAN	1,78	1,37	1,64	1,60	0,21	13,13	1,23	12,19	29,73	
Terra	CAN	2,34	2,15	2,16	2,22	0,11	4,95	2,04	44,80	235,81	
Vicar	CAN	2,00	1,82	2,31	2,04	0,25	12,25	1,86	16,65	92,48	
АС Ernie	CAN	2,63	2,11	2,37	2,37	0,26	10,97	1,90	21,60	41,55	
АС Fregeaur	CAN	3,80	2,43	2,89	3,04	0,70	23,03	1,94	13,20	9,64	
Boudrais	CAN	2,83	2,41	2,47	2,57	0,23	8,95	2,19	28,72	68,37	
АС Hill	CAN	3,50	2,77	2,94	3,07	0,38	12,38	2,43	24,80	33,98	
АС Gwen	CAN	3,23	2,18	2,52	2,64	0,54	20,45	1,78	12,91	12,29	
Lee Williams	CAN	3,83	2,53	2,91	3,09	0,67	21,68	2,04	14,25	10,96	
Левша	-	2,63	2,27	2,01	2,30	0,31	13,48	1,99	17,06	47,40	
Сибірський голозерний	-	2,40	2,29	1,99	2,23	0,21	9,42	2,13	23,68	215,28	

Продовж. табл. 13

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Вятський	-	2,43	1,97	2,40	2,27	0,26	11,45	1,84	19,82	43,08
Гоша	-	3,28	2,71	3,24	3,08	0,32	10,39	2,54	29,65	52,01
Черн. 27 / AC Lotta	UKR	2,89	2,53	2,74	2,72	0,18	6,62	2,38	41,10	114,17
Черн. 27 / AC Lotta	UKR	3,03	2,67	2,89	2,86	0,18	6,29	2,52	45,44	126,23
Інерміс 1036	-	2,05	1,90	1,87	1,94	0,10	5,15	1,80	37,64	250,91
АС Velmont / Крепиш	UKR	2,73	2,07	2,41	2,40	0,33	13,75	1,82	17,45	26,45
Крепиш / Ант	-	3,05	2,76	2,93	2,91	0,15	5,15	2,63	56,45	194,67
АС Velmont / Крепиш	UKR	2,74	2,58	2,98	2,77	0,20	7,22	2,61	38,36	239,78
Вандрюнік / АС Accinboia	UKR	2,47	1,99	2,13	2,20	0,25	11,36	1,77	19,36	40,33
Крепиш / АС Velmont	UKR	2,83	2,45	3,37	2,88	0,46	15,97	2,49	18,03	47,45
Крепиш / ІЗО-14	UKR	2,07	1,90	2,63	2,20	0,38	17,27	2,02	12,74	74,92
Гальз	KZN	2,94	2,62	2,93	2,83	0,18	6,36	2,52	44,49	139,04
Expression	GBR	2,46	2,03	2,34	2,28	0,22	9,65	1,88	23,63	54,95
Інерміс 2	-	2,62	1,91	2,44	2,32	0,37	15,95	1,69	14,55	20,49
Grafton	GBR	1,81	1,57	1,92	1,77	0,18	10,17	1,54	17,41	72,52
Hendon	GBR	1,95	1,84	2,21	2,00	0,19	9,50	1,89	21,05	191,39
X		2,56	2,10	2,45	2,37	0,30	12,54	1,95	23,11	84,03
min		1,20	1,09	1,07	1,12	0,07	4,95	1,02	7,99	7,14
max		3,83	2,82	3,68	3,31	0,70	28,40	2,71	56,45	250,91
R		2,63	1,73	2,61	2,19	0,63	23,44	1,70	48,46	243,77

5.6 Адаптивність голозерних генотипів за продуктивністю

Питання екологічної адаптивності і пластичності окремих генотипів займають важливе місце у розвитку сучасної селекційної науки. Завданням адаптивної селекції є створення макросистем культурних рослин, які максимально орієнтовані у своєму розвитку на конкретний біокліматичний потенціал і умови вирощування ²⁶³. Наявність значного розриву між потенційною продуктивністю і фактичним врожаєм зерна у сільськогосподарському виробництві викликає потребу інтенсифікації подальшого розвитку теорії і практики селекції на адаптивність ²⁶⁴.

Розраховували загальну адаптивну здатність ($ЗАЗ = V_i$), варіансу специфічної адаптивної здатності ($САЗ = \sigma^2 CAZ_i$), варіансу взаємодії генотипу та середовища ($\sigma^2 (G \times E) g_i$), відносну стабільність (Sg_i), коефіцієнт компенсації (Kg_i) і селекційну цінність генотипу ($СЦГ_i$). Для характеристики середовища як фону випробування генотипів визначали продуктивність фону ($u + dk$), ефект середовища (dk), взаємодію генотип \times середовище ($\sigma^2(G \times E)ek$), диференціюючу здатність ($\sigma^2 DCC$), коефіцієнт лінійності (l_{ek}), відносну диференціюючу здатність середовища (Se_k) та коефіцієнти компенсації (Ke_k) і передбачуваності (P_k).

Першим етапом комплексної оцінки параметрів фенотипової стабільності та адаптивного потенціалу є дисперсійний аналіз для встановлення достовірних відмінностей між різними ефектами.

²⁶³ Вінниченко О. М., Більчук В. С., Філонік І. О. Фізіолого-біохімічні аспекти адаптації сільськогосподарських рослин до комплексної дії абіотичних факторів середовища : монографія; Дніпропетровський національний університет імені О. Гончара, НДІ біології. Дніпропетровськ : Нова ідеологія, 2011. 224 с.

²⁶⁴ Adaptation assessment of some wheat advanced lines in kabul agro- ecological conditions / M.-W. Salari, M. Sadeghi, K. Saighani et al. *Agri Crop Sci.* 2015. Vol. 8 (2). С. 249–255.

Результати проведеного аналізу підтвердили достовірність цих відмінностей. При оцінці впливу факторів на формування врожайності голозерних генотипів вівса встановлено, що найбільший вплив в загальну дисперсію мали генотипові відмінності між зразками (50,4 %), а взаємодія факторів «середовище-генотип» склала 14,4 %²⁶⁵.

Середня продуктивність голозерних генотипів вівса досягла максимальних показників у I рік (2,56 т/га), а мінімальних – наступного року (2,10 т/га). Ефект середовища, або його продуктивність, дорівнює відхиленню середнього значення ознаки у всіх зразків від середнього популяційного. У наших дослідженнях від'ємним значенням ефекту середовища виділили у II рік, коли продуктивність генотипів була найменшою. Взаємодія генотип x середовище майже не змінювалася в залежності від умов року. Для визначення диференціюючої здатності середовища використовують дисперсію і чим вона більша, тим сильніші генотипові відмінності голозерних генотипів вівса за врожайністю. Великі значення цього показника були зафіксовані у I рік – 0,29 і у III рік – 0,26. Відносна диференціююча здатність дозволяє співставляти результати досліджень у різних умовах середовища. Показники відносної диференціюючої здатності корелювали як з середньою врожайністю, так і з варіансою диференціюючої здатності та свідчать про найбільший поліморфізм за ознакою врожайності у I рік (11,33 %).

²⁶⁵ Адаптивные особенности голозерных генотипов овса / Ю. А. Лисова, А. О. Дацько, А. Я. Марухняк и др. *Вестник БГСХА*. 2016. № 3. С. 44–48.

Селекційне та генетичне удосконалення культури вівса

Визначення коефіцієнта лінійності показало переважно лінійний характер відповіді на середовище $l_{ek} \rightarrow 0$.

Параметри оцінки середовища за параметричного підходу наведено в табл. 14.

Таблиця 14 - Параметри середовища для аналізу фенотипової стабільності та адаптивності голозерних генотипів вівса

Рік (середовище)	$u+dk$, т/га	dk	$\sigma^2(G \times E)_{ek}$	$\sigma^2(DCC_{ek})$	l_{ek}	S_{ek}	K_{ek}	P_k
I рік	2,56	0,19	0,02	0,29	0,07	11,33	1,38	0,11
II рік	2,10	-0,27	0,02	0,16	0,05	7,62	0,76	0,07
III рік	1,45	0,08	0,03	0,26	0,06	10,61	1,24	0,10

Для кількісної оцінки встановлених ефектів використовується коефіцієнт компенсації K_{ek} , який вказав на перевагу дестабілізуючих ефектів у I і III рр., а такі умови потрібно вважати аналізуючим фоном. У II р. велике значення мали стабілізуючі ефекти і умови року характеризували, як нівелюючим впливом. У якості комплексного показника для ранжування середовищ за їх придатністю як фону відбору використовується коефіцієнт передбачуваності (P_{ek}). В наших умовах проведення досліджень великою диференціуючою здатністю характеризувалися середовища у I і III рр., що співпадає з рівнем продуктивності голозерних зразків у дані роки.

У відповідності з використовуваною методикою реакцію зразка характеризує загальна адаптивна здатність (ЗАЗ) – середнє значення ознаки в різних умовах вирощування і специфічна адаптивна здатність (САЗ) – відхилення від ЗАЗ у визначеному середовищі. Комплексний показник селекційної цінності генотипу (СЦГ) дозволяє виділити генотипи, які поєднують високу продуктивність із

Селекційне та генетичне удосконалення культури вівса

середовищною стійкістю. Рекомендований метод відносно простий і дозволяє ефективно відбирати генотипи з потрібною реакцією на умови зовнішнього середовища^{266,267}.

У середньому за роки проведення досліджень. найбільшу врожайність (x_i) середовища (більше 3 т/га) засвідчили зразки АС Hill, Гоша, Lee Williams і АС Fregeaur, хоча за продуктивністю їх переважав плівчастий стандартний сорт Чернігівський 27 (3,31 т/га). Ці ж зразки характеризували за найбільшою загальною адаптивною здатністю (ЗАЗ) в межах 0,67 – 0,72 т/га.

Для оцінки здатності генотипів взаємодіяти з середовищами використовують варіансу взаємодії $\sigma^2(G + E)_{gi}$, яка у чотирьох зразків перевищила 0,20 (Lee Williams, АС Fregeaur, Білоруський голозерний Вандроу́нік) (табл. 15).

Таблиця 15 - Показники адаптивної здатності та стабільності зразків голозерного вівса за врожайністю

Зразок	Показник						
	x_i	$\sigma^2(G + E)_{gi}$	ЗАЗ	$\sigma^2 C_{A3}$	$S_{gi}, \%$	СЦГ	K_{gi}
St Чернігівський 27	3,31	0,05	0,94	0,19	13,01	1,35	4,63
Авгол	2,55	0,00	0,18	0,03	6,24	1,83	0,63
Скарб України	2,44	-0,01	0,07	0,08	11,25	1,19	1,88
АС Baton	2,01	0,09	0,36	0,05	10,59	1,04	1,13
АС Lotta	1,95	0,05	0,42	0,01	3,75	1,62	0,13
АС Belmont	2,55	-0,01	0,18	0,05	8,35	1,58	1,13
Пушкінський	1,97	-0,01	0,40	0,04	9,54	1,11	0,88
Fishi	1,63	0,00	0,74	0,01	4,49	1,30	0,13

²⁶⁶ Demidas, G.I., & Prorochenko, S.S. (2018). Botanical composition and features of alfalfa-cereal grass stand formation depending on fertilization in the conditions of the Right Bank Forest Steppe. Myronivsky Herald, 7, 123-134. doi: 10.31073/mvis201807-12

²⁶⁷ Dzyubaylo, A.G., Marcinko, T.I., & Golovchuk, M.I. (2020). Formation of productivity of leguminous-cereal grass mixtures depending on fertilizer. Foothill and Mountain Agriculture and Animal Husbandry, 67, 39-53. doi: 10.32636/01308521.2020-(67)-1-3.

Селекційне та генетичне удосконалення культури вівса

Білоруський голозерний	2,28	0,25	0,09	0,40	27,58	-0,58	9,88
Вандроу́нік	2,43	0,24	0,06	0,47	28,07	-0,67	11,63
Крепиш	2,19	0,11	0,18	0,34	26,44	-0,44	8,38
IZT 00422	1,12	0,03	1,25	0,00	2,82	0,98	0,03
Brighton	1,74	-0,01	0,63	0,07	14,69	0,58	1,63
Caesar	1,60	-0,01	0,77	0,03	9,95	0,88	0,63
Terra	2,22	0,02	0,15	0,00	1,42	2,08	0,03
Vicar	2,04	0,03	0,33	0,05	10,44	1,07	1,13
АС Ernie	2,37	-0,01	0,00	0,06	9,93	1,30	1,38
АС Fregeaur	3,04	0,23	0,67	0,48	22,68	-0,10	11,88
Boudrias	2,57	0,01	0,20	0,04	7,32	1,71	0,88
АС Hill	3,07	0,04	0,70	0,14	11,98	1,40	3,38
АС Gwen	2,64	0,10	0,27	0,28	19,88	0,25	6,88
Lee Williams	3,09	0,21	0,72	0,44	21,35	0,09	10,88
Левша	2,30	0,09	0,07	0,09	12,70	0,97	2,13
Сибірський голозерний	2,23	0,09	0,14	0,04	8,43	1,37	0,88
Вятський	2,27	-0,01	0,10	0,06	10,36	1,20	1,38
Гоша	3,08	-0,01	0,71	0,09	9,49	1,75	2,13
Чернігівський 27/ Lotta	2,72	-0,01	0,35	0,02	4,55	2,16	0,38
Чернігівський 27/ Lotta	2,86	-0,01	0,49	0,02	4,33	2,30	0,38
Інерміс 1036	1,94	0,03	0,43	0,00	1,63	1,80	0,03
АС Belmont / Крепиш	2,40	0,00	0,03	0,10	12,87	1,00	2,38
Крепиш / Ант	2,91	0,00	0,54	0,01	2,51	2,58	0,13
АС Belmont / Крепиш	2,77	0,02	0,40	0,03	5,75	2,05	0,63
Вандроу́нік / Ассіновоіа	2,20	0,00	0,17	0,05	9,68	1,23	1,13
Крепиш / АС Belmont	2,88	0,11	0,51	0,20	15,35	0,87	4,88
Крепиш / ІЗО-14	2,20	0,10	-0,7	0,14	16,72	0,53	3,38
Гальз	2,83	-0,01	0,46	0,02	4,38	2,27	0,38
Expression	2,28	-0,01	0,09	0,04	8,25	1,42	0,88
Інерміс 2	2,32	0,00	0,05	0,13	15,26	0,71	3,13
Grafton	1,77	0,00	0,60	0,02	7,00	1,21	0,38
Hendon	2,00	0,03	0,37	0,03	7,96	1,28	0,63

Стабільність оцінювали за варіансою САЗ і менші її значення вказують на високу врожайність. Найвищу стабільність ($\sigma^2_{САЗ} = 0,00$) визначено у зразків IZT 00422, Terra, Інерміс 1036. Дещо меншу стабільність ($\sigma^2_{САЗ} = 0,01 - 0,03$) відмічено у генотипів голозерного

вівса Авгол, AC Lotta, Fishi, Гальз, Grafton і Hendon, три лінії Чернігівський 27 / AC lotta, Крепиш / Ант, AC Belmont / Крепиш.

Для кращого розуміння терміну «стабільність» можна користуватися детальним поясненням Lins C. S. і Binns M. R.²⁶⁸. Вони стверджують, що стабільність окремої ознаки можна розглядати як в широкому, так і у вузькому розумінні. У вузькому розумінні стабільним є генотип з стійкою реалізацією свого потенціалу і йому властива реакція на покращення або погіршення умов оточуючого середовища, а в широкому – стабільним вважається генотип, на розвиток ознак якого зміна умов середовища має незначний вплив.

Відносна стабільність генотипу (Sgi) дозволяє порівнювати результати дослідів, які проводили з різним набором культур, генотипів, середовищ і ознак. За своєю суттю відносна стабільність генотипу аналогічна коефіцієнту варіації при вивченні його у декількох середовищах²⁶⁹.

У наших дослідженнях відносна стабільність генотипу відповідала варіансі САЗ. У генотипів з найвищою стабільністю ($\sigma^2_{\text{САЗ}} = 0,00$) відносна стабільність була від 1,43 у Terra до 2,82 % у IZT 00422. У 10 генотипів голозерного вівса з варіансою стабільності від 0,01 до 0,03 відносна стабільність існувала в межах 2,51 – 7,96 %.

Показник селекційної цінності генотипу (СЦГ) дозволяє виділити генотипи, які поєднують високу продуктивність з середовищною стійкістю. Більшість генотипів з варіансою стабільності 0,01–0,03 мали високу селекційну цінність: Крепиш / Ант – 2,58, Гальз – 2,27,

²⁶⁸ Lins C. S., Binns M. R. A methods for analyzing cultivar x location x year experiments: a new stability parameter. *Theor. Appl. Genet.* 1998. V. 76. P. 425–430.

²⁶⁹ Menzel A., Fabian P. Growing seasons extended in Europe. *Nature.* 1999. V. 397. P. 659.

Селекційне та генетичне удосконалення культури вівса

Чернігівський 27 / AC Lotta – 2,16 – 2,30, Terra – 2,07, AC Belmont / Крепиш – 2,04. У генотипів з вищою стабільністю ($\sigma^2_{CA3} = 0,00$) показник селекційної цінності змінювався від 0,98 у IZT 00422 до 2,07 в Terra. Генотипи з високою продуктивністю і загальною адаптивною здатністю (AC Hill, Гоша, Lee Williams, AC Fregeaur) мали різну селекційну цінність від - 0,10 у AC Fregeaur до 1,39 – в AC Hill. Найвищою селекційною цінністю вирізняли лінію Крепиш / Ант, яка характеризувалася високою продуктивністю ($x_i = 2,91$ т/га) та стабільністю ($\sigma^2_{CA3} = 0,01$ і $S_{gi} = 2,51$ %). Потрібно відмітити, що загальна адаптивна здатність цієї лінії також була достатньо високою (0,54).

Коефіцієнт компенсації генотипу (K_{gi}) за своїм значенням аналогічний коефіцієнту регресії (b_i), оскільки він також характеризує реакцію генотипу змінювати величину ознаки при погіршенні або покращенні умов вирощування. Коефіцієнт компенсації голозерних генотипів вівса коливався від 0,03 (IZT 00422, Terra, Інєрміс 1036) до 10,0 і більше у AC Fregeaur – 11,88, Вандроу́нік – 11,83, Lee Williams – 10,88.

Для визначення компенсуючого ефекту використовується коефіцієнт компенсації генотипу (K_{gi}). При $K_{gi} \rightarrow 0$ переважають компенсуючі ефекти взаємодії генотип x середовище, при $K_{gi} = 1$ ефекти компенсації і дестабілізації перебувають у рівновазі. При $K_{gi} > 1$ виникають дестабілізуючі ефекти, а для відбору стабільних генотипів перевагу слід надавати зразкам з $K_{gi} \leq 1$ ^{270,271}.

²⁷⁰ Hannaway, D.B., Brewer, L.J., Ates, S., Anderson, N.P., Wang, G., Filley, S., Daly, C., Halbleib, M.D., Ringo, C., Monk, S., Moot, D.J., Yang, X., Chapman, D.F., & Sohn, P. (2018). Fatch clover: Optimal selection of clover species. In Sustainable meat and milk production from grasslands: Proceedings of the 27th General meeting of the European

У 21 генотипів голозерного вівса і плівчастого стандарту Kgi виявлено більше одиниці, що свідчить про перевагу дестабілізуючих ефектів. У 11 генотипів (Авгол, Пушкінський, Caesar, Boudrais, Сибірський голозерний, Expression, Гальз, Hendon, дві лінії Чернігівський 27 / AC Lotta, AC Belmont / Крепиш) – 0,38–0,88.

Сортозразки з низькими коефіцієнтами компенсації генотипу від 0,03 до 0,13 (AC Lotta, Fishi, IZT 00422, Terra, Інєрміс 1026, Крепиш / Ант) згідно показника відносної стабільності генотипу ($S_{gi} = 1,43 - 4,49$) були досить стабільними за ознакою «врожайність зерна».

5.7 Пластичність та стабільність ознак продуктивності

Запропоновано, що адаптивність повинна відноситися до цієї частини реакції генотипів, яка пов'язана з відмінностями між місцями проведення досліджень, тоді як стабільність визначається умовами вегетаційного періоду. Звідси випливає, що відмінності між місцями проведення досліджень є передбачуваними, а між роками – ні. На підставі цього твердження випливає, що адаптивність відноситься до реакції на передбачувані впливи зовнішнього середовища, а стабільність – навпаки ^{272,273}.

Інші дослідники відмітили, що концепція і визначення стабільності потребує значно більше обговорення та підрахунків. Також було виявлено, що генотипи з однаковою реакцією на зміну

Grassland Federation (pp. 218-220). Cork, Ireland

²⁷¹ Hetman, N.Ya., Veklenko, Yu.A., Zakhlebna, T.P., & Ksenchyna, O.M. (2019). Changes in the growth processes of annual crops depending on the method of cultivation, sowing rates and fertilization. *Fodder and Fodder Production*, 87, 44-48. doi: 10.31073/kormovyrobnytstvo201987-07.

²⁷² Lins C. S., Binns M. R. A methods for analyzing cultivar x location x year experiments: a new stability parameter. *Theor. Appl. Genet.* 1998. V. 76. P. 425–430.

²⁷³ Lins C. S., Binns M. R. Concepts and methods of analyzing regional trial data for cultivar and location selection. *Plant Breeding Reviews*. 1994. V. 12. P. 271– 297.

умов зовнішнього середовища можуть значно відрізнятися за своєю комерційною цінністю²⁷⁴.

Для оцінки екологічної пластичності та стабільності зразків голозерного вівса за кількісними ознаками використовували дисперсійний і регресійний аналізи^{275,276}. Екологічною пластичністю вважається середня реакція сорту на зміну умов середовища, а стабільність – це відхилення емпіричних даних у кожному середовищі від середньої реакції²⁷⁷, де коефіцієнт регресії (b_i) характеризує середню реакцію сорту на зміну умов середовища, показує його пластичність і дає можливість прогнозувати зміну досліджуваної ознаки в рамках конкретних умов. Варіанса стабільності ознаки (S^2) показує наскільки надійно сорт відповідає цій пластичності, яку оцінив коефіцієнт регресії.

За порівняння показників пластичності досліджуваних сортів генотипи з коефіцієнтом $b > 1$ відносяться до високопластичних (відносно середньої групової), за $1 > b = 0$ – до відносно низькопластичних. Якщо показник пластичності сорту достовірно не відрізняється від одиниці, то сорт за реакцією на зміну умов середовища не відрізняється від середньої групової^{278,279}.

²⁷⁴ Federer W. T., Scully B. T. A parsimonious statistical design and breeding procedure for evaluating and selecting desirable characteristics over environments. *Theor. Appl. Genet.* 1993. V. 86. P. 612–620.

²⁷⁵ Eberhart S. A., Russel W. A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.* 1966. № 6. P. 36–40.

²⁷⁶ Колесніченко О. В., Григорюк І.П., Грисюк С. М. Біолого-екологічні системи стійкості та адаптації рослин *Castanea sativa* Mill.: монографія. К.: Компринт. 2012. 334 с.

²⁷⁷ Holodna, A.V. (2018). Technological aspects of growing fodder lupins in the forest-steppe zone of Ukraine. Vinnitsia, Ukraine: TVORY LLC..

²⁷⁸ Василюк П. М. Оцінка стабільності і пластичності показників продуктивності та якості нових сортів пшениці м'якої озимої в умовах Лісостепу України. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин.* 2014. № 1. С. 15–18.

²⁷⁹ Лісова Ю. А. Адаптивність зразків голозерного вівса за ознакою маса зерна у волоті. *Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем АПК* : матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. (м. Житомир, 14 липня 2016 р.). Житомир : ЖДУ імені І. Франка, 2016. С. 20–23.

Селекційне та генетичне удосконалення культури вівса

У дослідженнях з голозерними зразками вівса визначали пластичність і стабільність за окремими кількісними ознаками продуктивності та біометричними показниками (табл. 16).

Таблиця 16 - Показники адаптивності високопластичних зразків голозерного вівса за ознакою «маса зерна у волоті»

Зразок	Маса зерна у волоті (M_1), г				Коефіцієнт регресії (b_i)	Варіанса стабільн ості (S_i^2)
	I	II	III	с-не		
Авгол (стандарт)	2,00	1,26	1,82	1,69	1,14	0,05
Скарб України	2,13	1,13	1,68	1,65	1,11	0,15
АС Lotta	1,90	1,43	1,60	1,64	1,10	0,01
АС Belmont	1,93	1,59	1,74	1,75	1,16	0,01
АС Ernie	2,15	1,54	1,83	1,84	1,23	0,01
АС Fregeaur	1,68	1,41	1,62	1,58	1,04	0,01
Boudrais	2,11	1,73	1,79	1,88	1,25	0,03
АС Hill	1,81	1,41	1,53	1,58	1,05	0,01
АС Gwen	2,04	1,63	1,67	1,78	1,18	0,03
Гоша	2,58	1,84	2,17	2,20	1,47	0,02
Чернігівський 27 / АС Lotta	2,47	1,87	2,04	2,13	1,42	0,03
Чернігівський 27 /АС Lotta	1,85	1,53	1,62	1,66	1,11	0,02
Інерміс 1036	1,64	1,46	1,68	1,59	1,05	0,04
АС Belmont / Крепиш	1,90	1,53	1,71	1,71	1,14	0,01
Крепиш / Ант	1,87	1,71	1,59	1,72	1,14	0,09
АС Belmont / Крепиш	2,05	1,64	1,87	1,85	1,23	0,01
Вандроунік / АС Accinoboia	2,17	1,73	1,96	1,95	1,30	0,01
Гальз	1,78	1,49	1,69	1,65	1,10	0,01
Середнє	1,69	1,27	1,53	1,50		
Індекс умов НІР ₀₅	0,19	0,23	0,04			
	0,21	0,17	0,25			

Найвищою екологічною пластичністю за ознакою «маса зерна у волоті» відзначилися зразки: Гоша ($b_i = 1,47$), Чернігівський 27 / АС

Lotta ($b_i = 1,42$), Вандроу́нік / АС Accinoboia ($b_i = 1,30$), Boudrais ($b_i = 1,25$) та сорти Авгол ($b_i = 1,14$) і Скарб України ($b_i = 1,11$).

Визначення пластичності та стабільності за ознакою «маса зерна у волоті» (M_1) показало значну кількість зразків з високою пластичністю за цією ознакою, тобто коефіцієнт регресії перевищував 1. Стабільним проявом ознаки «маса зерна у волоті» визначено у дев'яти зразків: АС Lotta, АС Belmont, АС Ernie, АС Fregeaur, АС Hill, дві лінії АС Belmont / Крепиш, Вандроу́нік / АС Accinoboia і Гільз, які мали варіансу стабільності 0,01.

Наступна проаналізована за рівнем параметрів адаптивності є маса рослини (M_2) (табл. 17).

Результати визначення пластичності та стабільності в зразків голозерного вівса за ознакою «маса рослини» виявили, що високу пластичність відобразили 18 зразків, з них 13 були високопластичними і за ознакою «маса зерна у волоті».

Вищі значення коефіцієнта регресії за масою рослини встановлено в зразків: Гоша ($b_i = 1,52$), Вандроу́нік / АС Accinoboia ($b_i = 1,35$), Чернігівський 27 / АС Lotta і АС Belmont / Крепиш ($b_i = 1,32$).

Стабільність прояву попередньої досліджуваної ознаки була значно вищою за масу рослини. Порівняно вища стабільність високої пластичності за ознакою маси рослин виявили у: АС Lotta ($S_i^2 = 0,09$), АС Belmont ($S_i^2 = 0,14$), Гоша ($S_i^2 = 0,42$), Чернігівський 27 / АС Lotta ($S_i^2 = 0,43$).

Селекційне та генетичне удосконалення культури вівса

Таблиця 17 - Показники адаптивності високопластичних зразків голозерного вівса за ознакою «маса рослини»

Зразок	Маса рослини (M_2), г				Коефіцієнт регресії (b_i)	Варіанса стабільності (S_i^2)
	I	II	III	с-нє		
Авгол (стандарт)	8,13	5,06	8,86	6,17	1,09	1,44
Скарб України	8,66	4,39	8,66	7,35	1,09	2,87
АС Lotta	7,76	5,85	7,47	7,03	1,03	0,09
АС Belmont	8,62	6,42	8,88	7,97	1,17	0,14
Вандроу́нік	7,27	6,13	10,53	7,98	1,18	6,28
Левша	8,59	6,55	7,20	7,45	1,09	1,20
Вятський	10,27	8,21	9,38	9,29	1,36	1,10
Гоша	11,35	8,80	10,92	10,36	1,52	0,42
Чернігівський 27/ АС Lotta	10,37	7,28	9,18	8,94	1,32	0,43
Чернігівський 27 /АС Lotta	9,51	5,89	8,00	7,80	1,16	0,96
Інерміс 1036	8,45	7,48	7,97	7,97	1,16	1,86
АС Belmont /Крепиш	9,89	8,59	8,79	9,09	1,32	2,93
АС Belmont /Крепиш	6,87	5,93	8,63	7,14	1,05	2,06
Вандроу́нік /Ассінобоіа	10,91	6,14	10,20	9,08	1,35	1,91
Крепиш / АС Belmont	7,03	5,83	9,24	7,37	1,08	3,00
Grafton	9,80	3,32	8,59	7,24	1,10	9,36
Середнє	7,38	5,41	7,40	6,73		
Індекс умов	0,65	-1,32	0,67			

НІР₀₅ 0,97 1,26 1,35

Високу та середню пластичність за ознакою кількість зерен засвідчили 16 зразків. Порівняно вищою пластичністю відзначилися Гоша ($b_i = 1,38$), Чернігівський 27 / АС Lotta ($b_i = 1,32$), Вятський ($b_i = 1,25$) і АС Ernie ($b_i = 1,21$) (табл. 18).

Потрібно відзначити, що ознаку «кількість зерен у волоті» характеризували, як нестабільністю не залежно від рівня пластичності.

Селекційне та генетичне удосконалення культури вівса

Таблиця 18 - Показники адаптивності високо- та середньопластичних зразків голозерного вівса за ознакою «кількість зерен у волоті»

Зразок	Кількість зерен у волоті, (KЗ), шт.				Коефіцієнт регресії (b _i)	Варіанса стабільності (S _i ²)
	I	II	III	с-нє		
St Авгол	75,4	62,7	61,9	66,7	1,08	20,18
Скарб України	73,1	57,3	55,1	61,8	1,01	23,64
АС Belmont	77,8	63,0	53,9	64,9	1,06	101,50
ІЗТ 00422	72,8	63,1	65,7	67,2	1,09	41,69
АС Ernie	84,9	65,7	73,5	74,7	1,21	8,21
Boudrais	80,7	54,1	71,3	68,7	1,12	78,92
Вятський	81,5	72,6	79,1	77,7	1,25	112,75
Гоша	103,2	74,1	76,7	84,7	1,38	41,72
Чернігівський 27 / АС Lotta	107,9	53,9	76,4	79,4	1,32	511,48
АС Belmont / Крепиш	80,9	69,3	65,5	71,9	1,17	47,71
Вандроуник / АС Accinoboia	87,2	46,0	71,3	68,2	1,12	308,25
Крепиш / АС Belmont	76,8	69,4	72,5	72,9	1,18	91,65
Середнє	70,3	54,4	58,3	61,0		
Індекс умов	9,3	-6,6	-2,7			
НІР ₀₅	5,03	4,25	4,17			

За варіансою стабільності менше 25,0 серед високо- та середньопластичних зразків за аналізованою ознакою виділяли АС Ernie (b_i = 1,21, S_i² = 8,21), Крепиш / Ант (b_i = 1,15, S_i² = 15,91), Сибірський голозерний (b_i = 1,02, S_i² = 17,06), Пушкінський (b_i = 1,01, S_i² = 17,60), Авгол (b_i = 1,08, S_i² = 20,18) і Скарб України (b_i = 1,01, S_i² = 23,64).

Важливою кількісною ознакою продуктивності голозерних зразків вівса є продуктивна куцистість. У наших дослідженнях середню та високу пластичність за цією ознакою підтвердили 16 зразків (табл. 19).

Селекційне та генетичне удосконалення культури вівса

Таблиця 19 - Показники адаптивності високо- та середньопластичних зразків голозерного вівса за ознакою «продуктивна кущистість»

Зразок	Продуктивна кущистість, шт				Коефіцієнт регресії (b_i)	Варіанса стабільності (S_i^2)
	I	II	III	c-нє		
St Авгол	2,4	2,2	2,9	2,5	1,05	0,51
Скарб України	2,4	2,1	2,4	2,3	1,02	0,38
АС Belmont	2,7	2,4	2,8	2,6	1,15	0,04
Крепиш	2,8	1,9	2,6	2,4	1,08	0,07
Caesar	2,1	1,7	2,1	2,0	1,04	0,01
Левша	2,5	2,1	2,1	2,2	1,09	0,15
Вятський	2,6	2,0	2,4	2,3	1,16	0,00
Гоша	3,1	2,6	2,9	2,9	1,26	0,02
Чернігівський 27 / АС Lotta	2,6	2,3	2,5	2,5	1,09	0,02
Інтерміс 1036	2,2	2,1	2,0	2,1	1,26	0,21
АС Belmont / Крепиш	2,5	2,2	2,4	2,4	1,47	0,11
АС Belmont / Крепиш	2,3	2,2	2,7	2,4	1,05	0,09
Вандроу́нік/ АС Accinoboia	2,9	2,6	2,9	2,5	1,22	0,05
Крепиш / АС Belmont	3,0	2,7	3,0	2,9	1,04	0,01
Grafton	2,5	2,0	2,8	2,4	1,07	0,12
Hendon	2,5	1,9	2,7	2,4	1,13	0,08
Середнє	2,6	2,0	2,3	2,3		
Індекс умов	0,3	-0,3	0,0			

HP_{05} 0,30 0,28 0,35

Високу екологічну пластичність забезпечили: АС АС Belmont/ Крепиш ($b_i = 1,47$), Гоша і Інтерміс 1036 ($b_i = 1,26$), Вандроу́нік / АС Accinoboia($b_i = 1,22$), та Вятський ($b_i = 1,16$).

Стабільний прояв високої та середньої пластичності ознаки продуктивна кущистість посвідчили: АС Belmont ($b_i = 1,15$, $S_i^2 = 0,04$), Caesar ($b_i = 1,04$, $S_i^2 = 0,01$), Вятський ($b_i = 1,16$, $S_i^2 = 0,00$), Гоша ($b_i = 1,26$, $S_i^2 = 0,02$), Чернігівський 27 / АС Lotta ($b_i = 1,09$, $S_i^2 = 0,02$) і Крепиш / АС Belmont ($b_i = 1,04$, $S_i^2 = 0,01$).

Отже, в результаті аналізу адаптивних особливостей голозерних зразків вівса за чотирма ознаками продуктивності встановлено зразки, які характеризуються високою та середньою пластичністю і стабільним її проявом за окремими ознаками:

- маса зерна у волоті: АС Lotta, АС Belmont, АС Ernie, АС Fregeaur, АС Hill, дві лінії АС Belmont / Крепиш, Вандроу́нік / АС Accinoboia і Гальз;
- маса рослини: АС Lotta, АС Belmont, Гоша, Чернігівський 27 / АС Lotta;
- кількість зерен у волоті: АС Ernie, Крепиш, Сибірський голозерний, Пушкінський, Авгол, Скарб України;
- продуктивна кущистість: АС Belmont, Caesar, Вятський, Гоша, Чернігівський 27 / АС Lotta, Крепиш / АС Belmont.

5.8 Пластичність та стабільність ознак якості зерна

Для оцінки адаптивних особливостей зразків голозерного вівса за якісними показниками зерна провели аналіз екологічної пластичності та стабільності за ознаками вміст білка і жиру, маса 1000 зерен, натурна маса зерна.

За вмістом білка в зерні, який у голозерних зразків становив 14,41 %, було виявлено 16 зразків переважно з середньою пластичністю ($b_i = 1,01 - 1,07$).

Згідно індексу умов І року ($-0,15$) був особливо несприятливим для накопичення білка, тоді як наступного року умови зовнішнього середовища сприяли зростанню цього показника (табл. 20).

Селекційне та генетичне удосконалення культури вівса

Також встановлено зразки, які мали стабільний характер середньої екологічної пластичності: Скарб України ($b_i = 1,01$, $S_i^2 = 0,00$), Крепиш ($b_i = 1,06$, $S_i^2 = 0,02$), дві лінії Чернігівський 27 / AC Lotta ($b_i = 1,04$, $S_i^2 = 0,01$ і $b_i = 1,07$, $S_i^2 = 0,01$), Інєрміс 1036 ($b_i = 1,03$, $S_i^2 = 0,02$), Крепиш / Ант ($b_i = 1,06$, $S_i^2 = 0,02$) та Expression ($b_i = 1,04$, $S_i^2 = 0,01$).

Таблиця 20 - Показники адаптивності середньопластичних зразків голозерного вівса за ознакою «вміст білка в зерні»

Зразок	Вміст білка в зерні, %				Коефіцієнт регресії, (b_i)	Варіанса стабільності (S_i^2)
	I	II	III	с-нє		
St Скарб України	14,40	14,78	14,62	14,60	1,01	0,00
Вандроу́нік	14,62	14,87	14,44	14,64	1,02	0,07
Крепиш	15,03	15,51	15,40	15,31	1,06	0,02
IZT 00422	15,92	16,41	16,34	16,22	1,13	0,03
Brighton	15,06	15,04	15,18	15,09	1,05	0,07
Caesar	15,62	15,14	15,45	15,40	1,07	0,32
Левша	14,92	15,42	15,58	15,31	1,06	0,12
Вятський	14,84	14,58	14,68	14,70	1,02	0,16
Гоша	15,13	14,92	15,08	15,04	1,04	0,14
Чернігівський 27 / AC Lotta	14,82	15,24	14,98	15,01	1,04	0,01
Чернігівський 27 / AC Lotta	15,21	15,61	15,48	15,43	1,07	0,01
Інєрміс 1036	14,68	14,94	14,98	14,87	1,03	0,02
Крепиш / Ант	14,92	15,42	15,28	15,21	1,06	0,02
Вандроу́нік / AC Accinoboia	15,05	14,82	14,88	14,92	1,03	0,15
Expression	14,82	15,24	15,12	15,06	1,04	0,01
Grafton	14,47	15,24	14,68	14,70	1,03	0,13
Середнє	14,26	14,55	14,42	14,41		
Індекс умов	-0,15	0,14	0,01			

НІР₀₅

1,29 1,37 1,21

У результаті дисперсійного та регресійного аналізів ознаки «вміст жиру» виявлено 15 середньо- та високопластичних зразків голозерного вівса (табл. 21).

Селекційне та генетичне удосконалення культури вівса

Таблиця 21 - Показники адаптивності середньопластичних зразків голозерного вівса за ознакою «вміст жиру в зерні»

Зразок	Вміст жиру в зерні, %				Коефіцієнт регресії (b _i)	Варіанса стабільності (S _i ²)
	I	II	III	с- нє		
St Скарб України	5,85	6,03	5,54	5,81	1,02	0,07
АС Lotta	6,23	6,43	6,26	6,31	1,10	0,02
Fishi	5,76	5,82	5,80	5,79	1,01	0,06
Крепиш	5,74	6,22	5,95	5,97	1,05	0,01
IZT 00422	5,85	6,43	6,24	6,17	1,08	0,06
Caesar	5,89	6,24	6,03	6,05	1,06	0,01
Terra	6,17	6,42	6,34	6,31	1,10	0,03
АС Fregeaur	5,84	6,23	5,95	6,01	1,05	0,00
Boudrais	5,92	6,31	6,24	6,16	1,08	0,05
Левша	6,42	6,58	6,68	6,57	1,15	0,10
Сибірський голозерний	6,08	6,34	6,47	6,56	1,10	0,11
Чернігівський 27/АС Lotta	6,27	6,42	6,32	6,34	1,11	0,04
Вандроу́нік / АС Accinoboia	5,83	6,34	5,98	6,05	1,06	0,01
Крепиш / АС Belmont	5,88	6,46	5,55	5,96	1,04	0,18
Hendon	5,89	6,26	5,53	5,89	1,03	0,12
Середнє	5,58	5,93	5,65	5,72		
Індекс умов НІР ₀₅	-0,14	0,21	-0,07			
	0,49	0,47	0,60			

Більш пластичними щодо вмісту жиру в зерні визначено зразки Левша (b_i = 1,15), Чернігівський 27 / АС Lotta (b_i = 1,11), АС Lotta, Terra і Сибірський голозерний (b_i = 1,10).

Найвищий показник був у Левши (6,57 %). До зразків з більш стабільним вмістом жиру віднесено: АС Fregeaur (b_i = 1,05, S_i² = 0,00), Вандроу́нік / АС Accinoboia (b_i = 1,06, S_i² = 0,01), Крепиш (b_i = 1,05, S_i² = 0,01), Caesar (b_i = 1,06, S_i² = 0,01), АС Lotta (b_i = 1,10, S_i² = 0,02), Terra (b_i = 1,10, S_i² = 0,03), Чернігівський 27 / АС Lotta (b_i = 1,11, S_i² = 0,04) і Boudrais (b_i = 1,08, S_i² = 0,05).

Селекційне та генетичне удосконалення культури вівса

Маса 1000 зерен у голозерних зразків вівса була достовірно пов'язана з врожайністю зерна ($r = 0,592$) (табл. 22).

Таблиця 22 - Показники адаптивності високо- та середньопластичних зразків голозерного вівса за ознакою «маса 1000 зерен»

Зразок	Маса 1000 зерен, г				Коефіцієнт регресії (b_i)	Варіанса стабільності (S_i^2)
	I	II	III	с-нє		
St Авгол	26,8	21,3	28,1	25,4	1,04	12,11
St Скарб України	27,3	19,9	30,5	25,9	1,06	31,91
АС Baton	25,3	27,1	23,5	25,3	1,03	24,75
АС Lotta	28,3	28,7	27,3	28,1	1,14	14,35
АС Belmont	24,6	25,2	32,3	27,4	1,12	12,45
Вандроу́нік	26,5	19,1	29,7	25,1	1,03	32,55
Крепиш	24,4	22,6	31,1	26,0	1,07	14,10
АС Fregeaur	25,3	28,7	31,9	28,6	1,17	10,41
Boudrais	26,3	25,1	28,2	26,5	1,08	0,37
АС Hill	27,1	24,9	25,6	25,9	1,05	9,05
АС Gwen	29,9	30,1	28,4	29,5	1,20	17,77
Lee Williams	24,5	18,3	34,2	25,7	1,06	78,19
Левша	28,1	21,3	27,4	25,6	1,05	18,48
Сибірський голозерний	23,4	27,8	27,2	26,1	1,07	14,73
Вятський	25,3	24,7	28,3	26,1	1,07	0,04
Чернігівський 27/АС Lotta	27,9	28,1	32,4	29,5	1,20	1,09
АС Belmont /Крепиш	26,4	25,3	32,6	28,1	1,15	7,82
Вандроу́нік / АС Accinoboia	25,1	31,2	27,5	27,9	1,14	34,19
Крепиш / ІЗО-14	26,0	21,7	26,9	24,9	1,02	6,45
Гальз	26,3	23,1	29,5	26,3	1,08	4,88
Інерміс 2	27,5	26,4	30,7	28,2	1,15	0,15
Середнє	23,9	23,1	26,5	24,5		
Індекс умов	-0,6	-1,4	2,0			

При вивченні адаптивних особливостей встановлено 21 зразок з середньою та високою пластичністю за цією ознакою. Вищою екологічною пластичністю виділяли: АС Gwen і Чернігівський 27 / АС Lotta ($b_i = 1,20$), АС Belmont / Крепиш ($b_i = 1,15$), АС Lotta і Вандроу́нік / АС Ассіновоіа ($b_i = 1,14$), найвища середня за три роки маса 1000 зерен (29,5 г) була у перших зазначених зразків. На підставі індексу умов можна зробити висновок, що перші два роки досліджень визначені несприятливими для розвитку аналізованої кількісної ознаки якості зерна.

На основі дисперсійного та регресійного аналізів виявлено, що лише вісім зразків мали порівняно стабільний прояв середньої та високої пластичності за ознакою «маса 1000 зерен»: Boudrais ($b_i = 1,08$, $S_i^2 = 0,37$), АС Hill ($b_i = 1,05$, $S_i^2 = 9,05$), Гоша ($b_i = 1,07$, $S_i^2 = 0,04$), Чернігівський 27 / АС Lotta ($b_i = 1,20$, $S_i^2 = 1,09$), АС Belmont / Крепиш ($b_i = 1,15$, $S_i^2 = 7,82$), Крепиш / ІЗО-14 ($b_i = 1,02$, $S_i^2 = 6,45$), Гальз ($b_i = 1,08$, $S_i^2 = 4,88$) і Інерміс 2 ($b_i = 1,15$, $S_i^2 = 0,15$).

За ознакою «натурна маса зерна» голозерні зразки значно переважають півчасті (табл. 23).

Вивчення прояву адаптивних особливостей за цією ознакою дозволило виділити 19 зразків з середньою пластичністю, серед яких Крепиш і Вятський показали дещо вищу пластичність ($b_i = 1,09$).

Визначення стабільності прояву середньої екологічної пластичності за натурною масою зерна пов'язано з певними громіздкими обставинами через високі цифрові значення варіанси стабільності.

Селекційне та генетичне удосконалення культури вівса

Таблиця 23 - Показники адаптивності середньопластичних зразків голозерного вівса за ознакою «натурна маса зерна»

Зразок	Натурна маса зерна (НМЗ), г/л				Коефіцієнт Регресії, (b _i)	Варіанса стабільності (S _i ²)
	I	II	III	с-нє		
St Скарб України	683	604	656	648	1,01	750,30
АС Baton	675	622	648	648	1,01	125,41
АС Lotta	703	641	681	675	1,05	194,10
Пушкінський	709	642	676	676	1,05	345,49
Білоруський голозерний	663	632	652	649	1,01	55,28
Вандроу́нік	681	628	645	651	1,01	280,82
Крепиш	710	664	728	701	1,09	696,80
Caesar	666	635	644	648	1,01	187,83
АС Ernie	682	655	720	686	1,06	1358,27
АС Fregeaur	694	664	712	690	1,07	494,98
АС Hill	702	668	680	683	1,06	160,47
АС Gwen	674	652	689	672	1,04	409,26
Lee Williams	682	673	678	678	1,05	601,67
Левша	658	642	681	660	1,02	668,04
Сибірський голозерний	684	624	650	653	1,01	280,24
Вятський	722	670	710	701	1,09	51,27
Чернігівський 27/АС Lotta	652	628	672	651	1,01	521,58
Інерміс 1036	668	644	581	664	1,03	342,60
АС Belmont / Крепиш	688	653	710	684	1,06	671,08
Середнє	662	623	650	645		
Індекс умов	17	-22	5			
НІР ₀₅	4,56	4,33	4,42			

У дослідженнях стабільними за цією ознакою вважали зразки з варіансою стабільності нижче 200.00: АС Baton (b_i = 1,01, S_i² = 125,41), Білоруський голозерний (b_i = 1,01, S_i² = 55,28), Caesar (b_i = 1,01, S_i² = 187,83), АС Hill (b_i = 1,06, S_i² = 160,47) і Вятський (b_i = 1,09, S_i² = 51,27).

Отже, на підставі проведених розрахунків параметрів адаптивності за показниками якості зерна встановлено зразки

Селекційне та генетичне удосконалення культури вівса

голозерного вівса, які характеризуються стабільним проявом високої або середньої пластичності: за вмістом білка: : IZT 00422, Скарб України, Крепиш, дві лінії Чернігівський 27 / AC Lotta, Інерміс 1036, Крепиш / Ант та Expression; за вмістом жиру: AC Fregeaur, Вандроу́нік / AC Accinoboia, Крепиш, Caesar, AC Lotta, Terra, Чернігівський 27 / AC Lotta, Boudrais; за масою 1000 зерен: Boudrais, AC Hill, Гоша, Чернігівський 27 / AC Lotta, AC Belmont / Крепиш, Крепиш / ІЗО-14, Гальз, Інерміс 2; за натурною масою зерна: AC Baton, Білоруський голозерний, Caesar, AC Hill, Вятський.

5.9 Індексні показники у голозерних зразків вівса

Селекційні індекси використовують для порівняльної оцінки генотипів разом з аналізом кількісних ознак, які мають безпосередній вплив на продуктивність. Їх застосування дозволяє не тільки більш ретельніше оцінювати селекційний матеріал, але й виявляти цінні ознаки, цілеспрямовано проводити добори на різних етапах селекційного процесу за допомогою вторинних маркерних ознак, планувати схеми гібридизації на основі додаткової інформації про фенотиповий прояв кількісних та якісних ознак.

У селекційній практиці широко використовується цілий ряд індексів, які поєднують комплекс ознак вегетативних та репродуктивних частин рослинних ценозів. Встановлено, що селекційні індекси є більш інформативними, поєднують декілька ознак, які тісно корелюють між собою та врожайністю^{280, 281}, а також характеризуються меншою мінливістю.

²⁸⁰ Adaptive properties of maize forms for improvement in the ecological status of fields / O. M. Kolisnyk, A. O.

У дослідженнях було використано наступні селекційні індекси: збиральний (HI), атракції (AI), мікророзподілу (Mic), мексиканський (Mx), полтавський (PI), інтенсивності (SI), потенційної продуктивності (SPI) і два селекційні індекси були пристосовані до культури вівса: це компактності волоті (KB) та лінійної компактності волоті (ЛКВ)²⁸².

Найбільш поширеним у наукових та селекційних дослідженнях є збиральний індекс, який являє собою відсоткове відношення маси зерна у волоті (M_1) до маси рослини (M_2) і, фактично, показує масу корисної продукції (зерна) у загальній репродуктивній та вегетативній масі рослини.

У середньому за три роки збиральний індекс голозерних зразків вівса становив 22,30 % (від мінімального 7,63 до максимального – 33,78 %).

Згідно з коефіцієнтом варіації мінливість даного індексу була значною (табл. 24). Більше 30,0 % збиральний індекс був у трьох зразків канадського походження: Vicar (30,31), AC Ernie (33,78) і Boudrais (31,26 %).

Індекс атракції показує відсоткове відношення маси зерна у волоті (M_1) до маси волоті з зерном (M_3) і за своїм значенням подібний до збирального індексу. Середнє за три роки значення індексу атракції у голозерних зразків становило 54,76 % і коливалося

Butenko, L. V. Malynka, I. M. Masik,

V. I. Onychko, T. O. Onychko, L. V. Kriuchko, O. M. Kobzhev. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. Т. 9, № 2. С. 33-37.

²⁸¹ Власенко В. А., Лозінська Т. П. Характер прояву збирального індексу у міжсорткових гібридів пшениці м'якої ярої. *Вісник Сумського нац. аграрного ун-ту*. 2012. № 9(24). С. 152–154.

²⁸² Лісова Ю. А. Селекційні індекси голозерних зразків вівса. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2016. Вип. 60. С. 96–104.

Селекційне та генетичне удосконалення культури вівса

в межах від 32,21 (IZT 00422) до 70,64 % (лінія AC Belmont / Крепиш). Більше 60,0 % індекс атракції був у 9 зразків з найвищими показниками у Гальз (64,37 %), Boudrais (65,34 %) і лінії AC Belmont / Крепиш (64,0 %). Мінливість аналізованого індексу була середньою (14,36 %).

Таблиця 24 - Селекційні індекси голозерних зразків вівса та їх статистичні параметри

Індекси	\bar{x}	min	max	R	S^2	σ	V, %
Збиральний (HI)	22,30	7,63	33,78	26,15	0,00	0,05	23,18
Атракції (AI)	54,76	32,21	70,64	38,43	0,01	0,08	14,36
Мікророзподілу (Mic)	4,21	1,54	6,86	5,32	1,21	1,10	26,12
Мексиканський (Mx)	1,83	0,43	2,75	2,32	2,00	0,00	24,59
Полтавський (PI)	3,75	1,27	5,27	4,00	7,46	0,01	22,63
Інтенсивності (SI)	4,13	1,74	5,39	3,65	4,33	0,01	16,09
Потенційної продуктивності (SPI)	79,79	60,05	87,28	27,23	0,00	0,05	5,87
Компактності волоті (KB)	8,28	2,23	11,39	9,16	0,00	0,02	24,09
Лінійної компактності волоті (ЛКВ)	3,40	2,15	4,21	2,06	0,24	0,49	14,35

Наступні два індекси мікророзподілу та потенційної продуктивності пов'язані з масою волоті та зерна і половини в ній. Перший індекс визначається співвідношенням зерна у волоті на масу половини (M_1/M_4), а другий – маса зерна у волоті на масу волоті із зерном (M_1/M_3). Індекс мікророзподілу в середньому за три роки становив 4,21 з розмахом варіації 5,32, а індекс інтенсивності – відповідно 79,79 і 27,23 %. Різні показники розмаху варіації спричинили до різної варіабельності цих індексів: висока у першого (26,12 %) і незначна – у другого (5,87 %). Вищі показники індексу мікророзподілу були у зразків Гоша (6,86), Гальз (6,79), Крепиш /Ант

(6,23), Expression (6,19), а індексу потенційної продуктивності – Гоша (87,28), Гальз (87,17) і Expression (86,10 %).

Наступні індекси у свої визначення включають біометричні показники: мексиканський – маса зерна у волоті на висоту рослини (M_1/H), полтавський – маса зерна у волоті на довжину верхнього міжвузля ($M_1/ДВМ$) та індекс інтенсивності – маса стебла на висоту рослини (M_5/H). Особливо близько пов'язані перші два індекси як за визначеннями, так і за показниками. Середні за три роки показники мексиканського індексу становили 1,83, розмах варіації 2,32 та коефіцієнт варіації 24,59 %, а показники полтавського індексу, відповідно 3,75, 4,00 і 22,63 %. Високі показники мексиканського індексу відмічено у зразків IZT 00422 (6,86), Fishi (5,57), Caesar (5,43), а низькі – Інєрміс 2 (1,25), Hendon (1,33), Vicar (1,61).

За деякими зразками відносно високих та низьких показників полтавського індексу спостерігали збіг порівняно з попереднім індексом. Індекс інтенсивності стосується лише до вегетативної частини рослин, а високі його показники були зафіксовані у наступних зразків – Гоша (5,39), AC Belmont (5,15) і Вандроу́нік (5,00).

Індекси компактності волоті та лінійної компактності волоті пристосовані до культури вівса від інших колосових культур і характеризують в основному морфобіологічні особливості зразків. Середній за три роки показник компактності волоті становить 8,28 за досить значного розмаху варіації (9,16) і, отже високій мінливості (24,09 %). Індекс лінійної компактності волоті характеризували

Селекційне та генетичне удосконалення культури вівса

меншим розмахом варіації (2,06) та середньою мінливістю (14,35 %). На основі розрахунків виділено зразки з високими значеннями індексу компактності волоті – АС Belmont (11,39), АС Belmont / Крепиш (11,21), Вандроу́нік / АС Ассіновоіа (10,95) та лінійної компактності волоті – АС Belmont (4,21) і дві селекційні лінії АС Belmont / Крепиш (4,01, 4,02).

Для встановлення залежностей між урожайністю та селекційними індексами провели кореляційний аналіз, результати якого подані в таблиці 25.

Таблиця 25 - Коефіцієнти кореляції врожайності та селекційних індексів зразків голозерного вівса

Урожайність та індекси	НІ	АІ	Міс	Мх	РІ	SІ	SPI	КВ	ЛКВ
Урожайність	0,57*	0,53*	0,55*	0,67*	0,63*	0,52*	0,50*	0,60*	0,18
Збиральний НІ	-	0,67*	0,38*	0,56*	0,58*	0,27	0,44*	0,62*	0,16
Атракції (АІ)	-	-	0,21	0,78*	0,77*	0,38*	0,24	0,80*	0,43*
Мікророзподілу (Міс)	-	-	-	0,48*	0,43*	0,25	0,92*	0,37*	0,17
Мексиканський (Мх)	-	-	-	-	0,94*	0,82*	0,92*	0,37*	0,60*
Полтавський (РІ)	-	-	-	-	-	0,73*	0,47*	0,88*	0,53*
Інтенсивності (SІ)	-	-	-	-	-	-	0,19	0,70*	0,50*
Компактність волоті (SPI)	-	-	-	-	-	-	-	0,44*	0,15
Лінійна компактність волоті (ЛКВ)	-	-	-	-	-	-	-	-	0,63*

Аналіз кореляційних залежностей свідчить, що врожайність голозерних зразків позитивно і достовірно корелювала з усіма

індексами, за винятком індексу лінійної компактності волоті (0,50 до 0,67).

Збиральний індекс мав позитивні кореляції майже з усіма індексами, крім індексів інтенсивності та лінійної компактності волоті.

Тісний зв'язок збирального індексу встановлено з індексом атракції ($r = 0,67$) і компактності волоті ($r = 0,62$).

Індекс атракції мав сильні кореляційні залежності з індексами компактності волоті ($r = 0,80$), мексиканським ($r = 0,78$) та полтавським ($r = 0,77$) індексами.

Індекс мікророзподілу характеризувався сильним позитивним зв'язком з індексом потенційної продуктивності та середнім – з мексиканським, полтавським та індексом компактності волоті.

Мексиканський і полтавський індекси мали прямі сильні залежності залежності з іншими індексами. Коефіцієнти кореляції між індексами мали тільки позитивні значення.

Кореляційні відношення кількісної ознаки «маса зерна в волоті» з індексами показано на рис. 6.

Маса зерна у волоті позитивно корелювала з усіма індексами, а найсильніші залежності були з полтавським ($r = 0,95$), мікророзподілу ($r = 0,94$) та компактності волоті. Одним з пояснень таких тісних зв'язків є те, що ця ознака входить до розрахунків шести індексів. Слід також зауважити, що врожайність володіла значно меншими позитивними залежностями з усіма індексами.

Маса рослини (M_2) також була проаналізована на зв'язки з індексами. За масою рослини виявили однакові позитивні кореляції

Селекційне та генетичне удосконалення культури вівса

($r = 0,61$) зразу з трьома індексами: мексиканським, інтенсивності та полтавським. Також відмічено середні кореляції цієї ознаки з індексами атракції ($r = 0,33$) і лінійної компактності волоті ($r = 0,49$). Також потрібно зауважити негативну, хоча і не достовірну, кореляцію маси рослини із збиральним індексом ($r = - 0,22$).

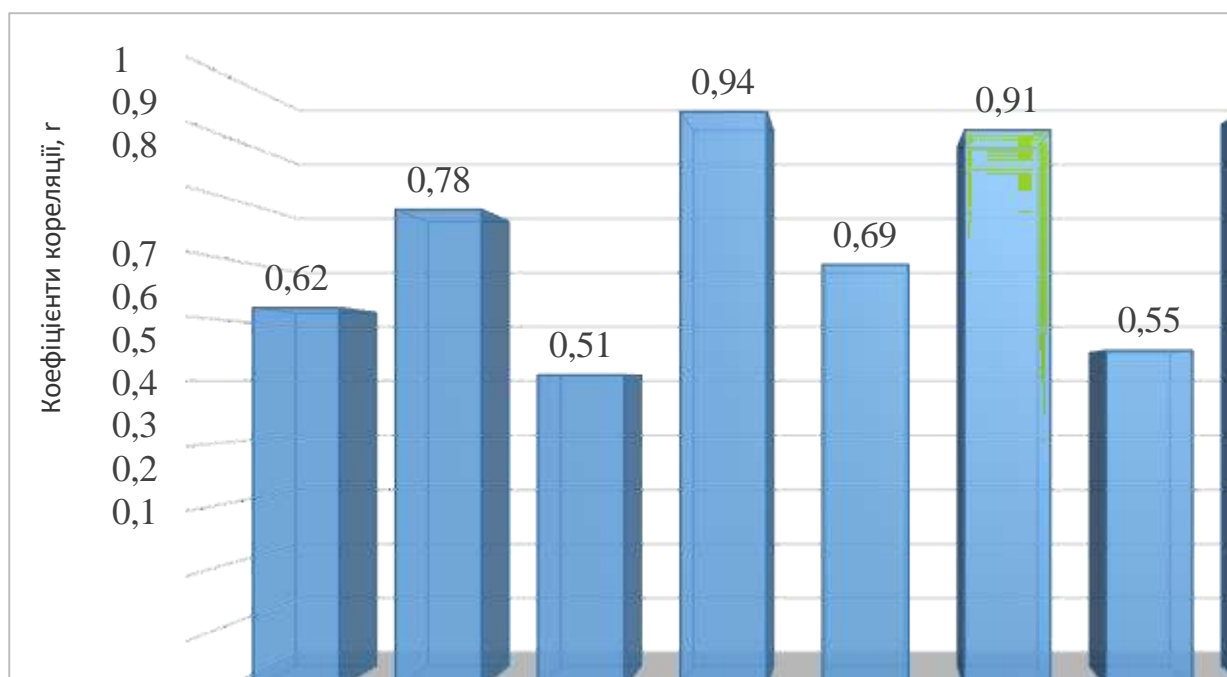


Рис. 6 Кореляції між масою зерна в волоті (M_1) та селекційними індексами
Примітка : * – індекси: 1 – збиральний, 2 – атракції, 3 – мікророзподілу, 4 – мексиканський, 5 – інтенсивності, 6 – компактності волоті, 7 – потенційної продуктивності, 8 – полтавський, 9 – лінійної компактності волоті

Важливе місце у продуктивності рослин вівса займає продуктивна кущистість.

Проведений кореляційний аналіз встановив, в основному, негативні залежності цієї ознаки з індексами. Достовірна негативна кореляція продуктивної кущистості була лише із збиральним індексом ($r = - 0,67$), а позитивна – з індексом лінійної компактності волоті ($r = 0,31$). У наших дослідженнях також вивчали залежності між кількістю зерен у волоті та індексами (рис. 7).

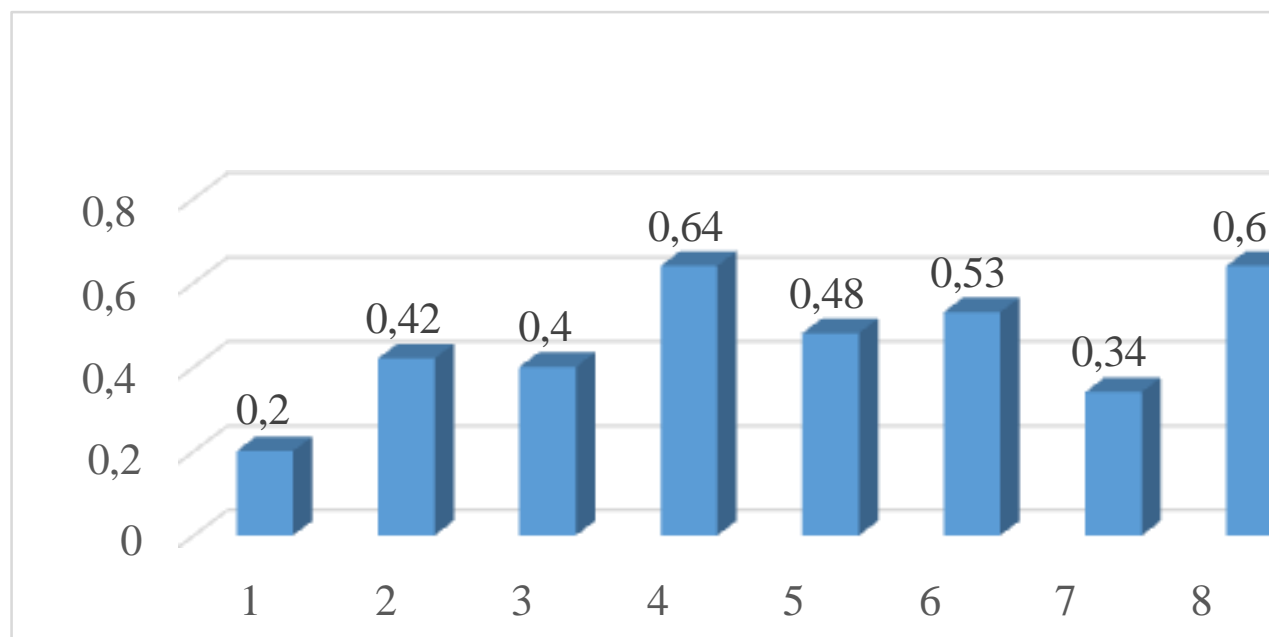


Рис. 7. Кореляції між кількістю зерен у волоті та індексами

Встановлено сильні позитивні кореляції між кількістю зерен у волоті та індексом лінійної компактності волоті ($r = 0,80$) та середні – з 7 індексами, зокрема з індексами мікророзподілу та потенційної продуктивності ($r = 0,64$).

Отже, результати кореляційного аналізу свідчать про позитивні кореляції між врожайністю голозерних зразків вівса та більшістю селекційних індексів, що дає можливість використовувати їх у доборах та формуванні модельних генотипів. Розрахунок індексів значно підвищує інформативність селекційного процесу.

Для встановлення подібності зразків голозерного вівса за селекційними індексами проведено кластерний аналіз (рис. 8).

Кластеризація за селекційними ознаками показала, що кластери не утворювалися за низьких значень евклідових відстаней. При перших ітераціях об'єдналися зразки Крепиш / ІЗО-14 (С-35) і Крепиш (С-11) з приєднанням Grafton (С-39). Наступні ітерації

Селекційне та генетичне удосконалення культури вівса

призвели до об'єднання Brighton (C-13) і Інерміс 2 (C-38), AC Fregeaur (C-18) і AC Baton (C-4), Крепиш / AC Belmont (C-34), Чернігівський 27 / AC Lotta (C-28) і Terra (C-15), Авгол (C-2) і Скарб України (C-3). Навколо цих центрів і проводилося утворення кластерів, яке майже завершилося при евклідових відстанях 7.

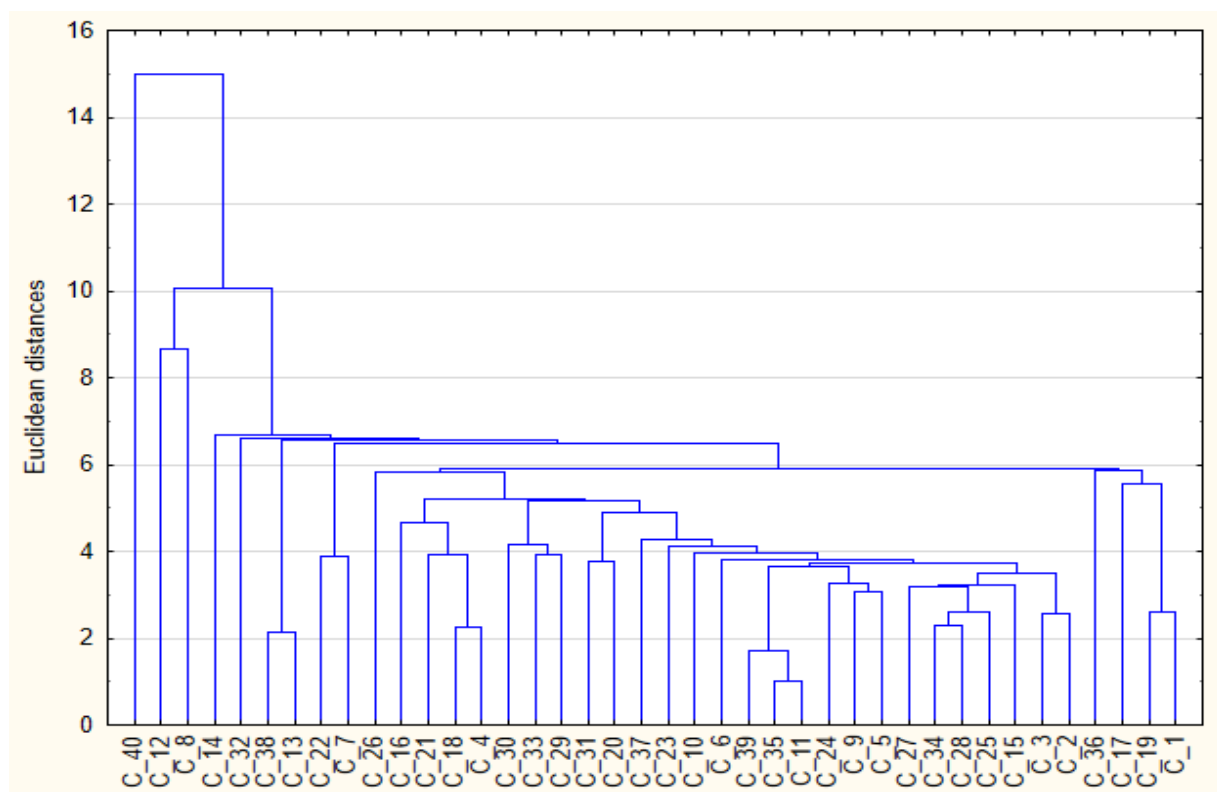


Рис. 8. Кластеризація зразків вівса за селекційними індексами (по горизонталі – номери зразків, по вертикалі – евклідові відстані)

Підсумовуюча кластеризація здійснювали на основі продуктивності та 22 кількісних ознак, які включали морфобіологічні, біометричні, компонентні структурні елементи, ознаки фізичної та хімічної якості зерна. Натурна маса зерна була виключена з цього переліку так як введення цієї ознаки у кластеризацію впливало на переведення розрахунків у високі цифрові діапазони (рис. 9).

Селекційне та генетичне удосконалення культури вівса

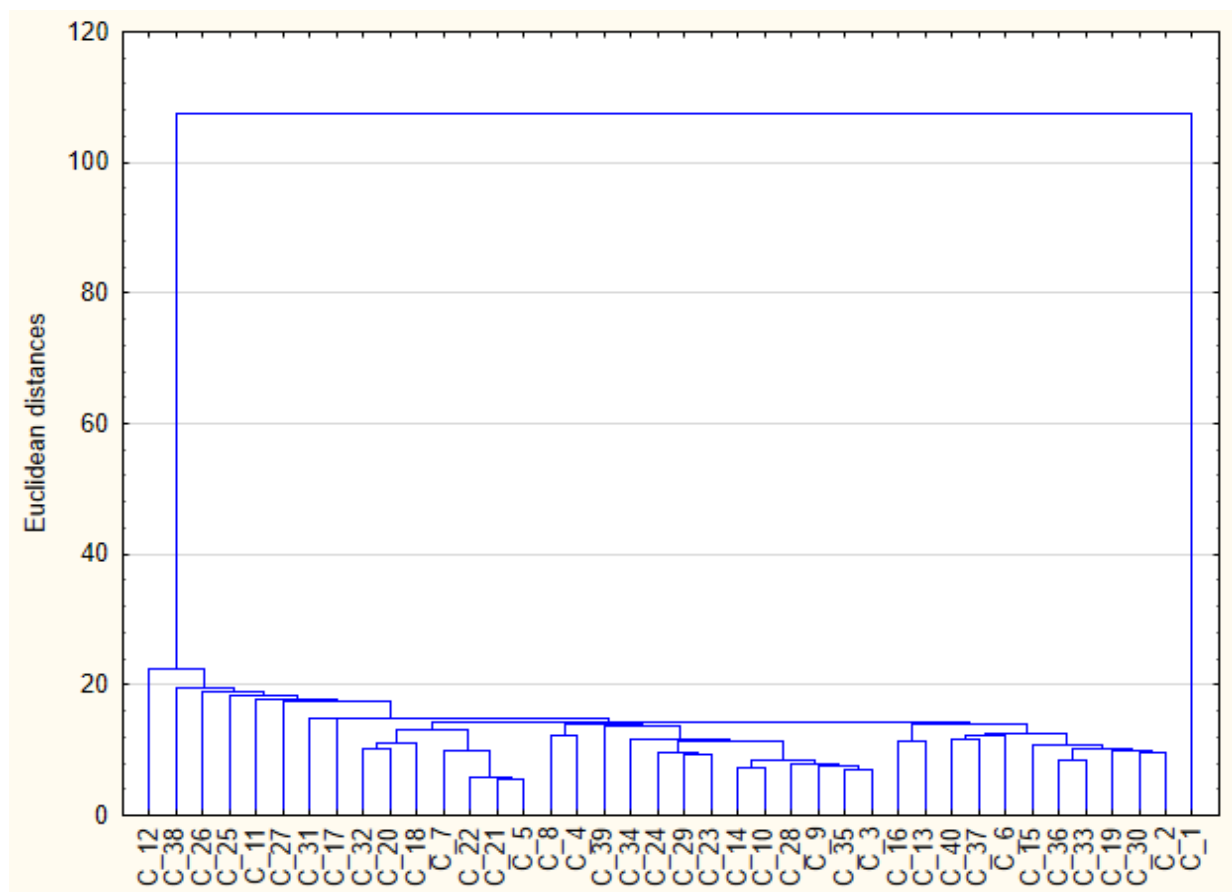


Рис. 9. Кластеризація зразків вівса за 23 кількісними ознаками (по горизонталі – номери зразків, по вертикалі – евклідові відстані)

За першої ітерації об'єдналися зразки канадського походження AC Gwen, AC Lotta і Lee Williams. Наступна ітерація за найменших евклідових відстаней призвела до формування підкластеру із шести зразків: Caesar, Вандроу́нік, Чернігівський 27 / AC Lotta, Білоруський голозерний, Крепиш / ІЗО-14 і Скарб України.

За результатами проведення кластеризації зразків голозерного вівса за 23 кількісними ознаками утворили три великі кластери. У перший кластер ввійшли 11 зразків (Авгол, Vicar, Brighton, Hendon, Exspression, AC Belmont, Terra, Boudrais, Гальз, Вандроу́нік / AC Accinoboia, AC Belmont / Крепиш), в другий – 13 зразків (Caesar, Вандроу́нік, Чернігівський 27 / AC Lotta, Білоруський голозерний,

Селекційне та генетичне удосконалення культури вівса

Крепиш / ІЗО-14, Скарб України, Fishi, АС Baton, Grafton, Левша, Сибірський голозерний, Інерміс 1036, Крепиш / АС Belmont). У третій кластер зарахували всі інші зразки голозерного вівса. Слід зауважити, що перші два кластери склали зразки, які більш тісно пов'язані між собою.

6. ПРОДУКТИВНІСТЬ, ЯКІСТЬ ТА АДАПТИВНИЙ ПОТЕНЦІАЛ СЕЛЕКЦІЙНИХ ЛІНІЙ ПЛІВЧАСТОГО ВІВСА

6.1 Стабільність показників продуктивності за вмістом білка в зерні генотипів вівса

Підбір сортів і гібридів з високою екологічною адаптивністю дозволяє суттєво зменшити залежність агроценозів сільськогосподарських культур від нерегульованих факторів навколишнього середовища і поліпшити якість рослинницької продукції. В Україні почастишали випадки виникнення екстремальних погодних умов на різних етапах органогенезу рослин, що негативно впливає на кількість і якість одержаної продукції^{283,284}. Аналіз кліматичних факторів виявляє стрімкі зміни погодних умов із значними коливаннями температури і кількості опадів, а найбільшим ризиком нестабільності сільськогосподарського виробництва є інтенсивність, тривалість та поширення посух^{285,286}.

У наших дослідженнях встановлювали параметри адаптивності за ознаками продуктивності та білковості зерна і їхньої мінливості залежно від умов вирощування селекційних форм вівса. Предметом досліджень були сорти Чернігівський 27, Ант, Аркан, Хосен, Авгол, Артур і селекційні лінії 200-5 (Komes / Calibre), 99-5-1 (Leanda / Скакун), 100-2-5 (Скакун / Riel), 161-1-10 (Обрій / Скакун), 163-2-6

²⁸³ Кульбіда М., Адаменко Т. За тривалою аномально вологою погодою в Україні все частіше спостерігається посуха. *Зерно і хліб*. 2009. № 9. С. 12–14.

²⁸⁴ Дрижирук В. В. Глобальное потепление климата и мировое сельское хозяйство. *Агровісник*. 2008. № 10. С. 37–39.

²⁸⁵ Адаменко Т. Особливості погодних умов весняно-літньої вегетації сільськогосподарських культур в Україні. *Агроном*. 2009. № 3. С. 12–13.

²⁸⁶ Адаменко Т. Кліматичні умови України та можливі наслідки потепління клімату. *Агроном*. 2007. № 1. С. 8–9

(Скакун / Львівський ранній // AC Baton), 134-5-1 (Обрій / Slavko), 140-1-6 (Обрій / Riel).

Метеорологічні умови вегетаційного періоду вівса мали значний вплив на продуктивність і білковість зерна сортозразків вівса. Збільшення абсолютних величин індексу середовища (I_j) вказує на сприятливі умови для прояву ознаки. Найбільш сприятливим для ознаки «врожайність» виявився III р. ($I_j = 0,56$), підвищенню зернової продуктивності також сприяв I р. ($I_j = 0,20$), і саме ці роки відзначалися значною кількістю опадів під час вегетаційного періоду вівса. У періоди з дефіцитом опадів (II р.) індекс середовища набував мінусового значення ($I_j = -0,76$) і на прояв аналізованої ознаки впливали негативні абіотичні та, можливо, біотичні фактори (табл. 26).

Таблиця 26 - Мінливість врожайності та білковості зерна генотипів вівса залежно від умов року

Рік	Урожайність		Вміст білка в зерні		Збір білка	
	$X_{\text{ср.}}, \text{т/га}$	I_j	$X_{\text{ср.}}, \%$	I_j	$X_{\text{ср.}}, \text{т/га}$	I_j
I рік	$4,48 \pm 0,38$	0,20	$11,78 \pm 0,35$	0,11	$0,53 \pm 0,05$	0,03
II рік	$3,52 \pm 0,21$	-0,76	$11,95 \pm 0,41$	0,28	$0,42 \pm 0,02$	-0,08
III рік	$4,84 \pm 0,23$	0,56	$11,29 \pm 0,36$	-0,38	$0,55 \pm 0,02$	0,05
HP ₀₅	0,24–0,31		0,54–0,71		0,67–0,071	

Недостатня кількість опадів у I р. позитивно впливала на ознаку «вміст білка» в зерні, на що вказує індекс середовища за цей період – 0,28. А сприятливий до прояву ознаки «врожайність» II р. виявився несприятливим підвищення вмісту білка в зерні, що пов'язано з різними генетичними механізмами реалізації цих ознак.

Варіабельність ознаки «збір білка з одиниці площі» мала аналогічний характер з ознакою «врожайність», але величини

індексів середовища вказують на більшу стабільність першої ознаки порівняно з другою при зміні умов навколишнього середовища. Так, індекси середовища щодо збору білка змінювалися в межах від - 0,08 у I р. до 0,05 – у II р., тоді як за врожайністю розмах коливань індексу середовища становив 1,32²⁸⁷.

Аналіз результатів досліджень свідчить про те, що між сумою опадів за період вегетації та індексом середовища за врожайністю існує пряма залежність, а саме, збільшення кількості опадів сприяє формуванню вищої врожайності вівса. На противагу цій залежності, існує обернений зв'язок між вмістом білка в зерні і сумою опадів. Підвищення температури повітря і зменшення кількості опадів впливає на збільшення вмісту білка в зерні.

Для встановлення кращих генотипів вівса за абсолютними показниками врожайності, вмісту білка в зерні і збором білка з одиниці площі. Причому, за нижчий ранг приймали вищі значення показників, а вищий ранг свідчить про мінімальний розвиток даної ознаки. Таким чином, 1-ший ранг відповідає максимальному значенню ознаки, а 15-тий – мініимальному.

У середньому максимальну врожайність зерна забезпечив сорт Артур (4,74 т/га), дещо нижчі показники її виявили у селекційних ліній 99-5-1 і 100-2-5, відповідно 4,65 і 4,51 т/га. Надзвичайно важливо, щоб високий рівень врожайності поєднувався із стійкістю до несприятливих факторів зовнішнього середовища. Потенціал цих показників детермінований генетично і ступінь їх реалізації залежить від характеру взаємодії генотип-середовище. Кожний генотип при

²⁸⁷ Стабільність показників продуктивності та білковості зерна у генотипів вівса / А. Я. Марухняк, А. О. Дацько, Ю. А. Лісова, Г. І. Марухняк. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2014. Вип. 56(2). С. 25–33.

зміні екологічного градієнту володіє притаманними тільки йому компенсаторними механізмами. Підтвердженням специфічного характеру адаптивних властивостей генотипів вівса можуть бути і наші дослідження. Визначення коефіцієнта регресії (b_i), який свідчить про рівень реакції генотипів на зміни екологічних ситуацій, вказує на високу пластичність не тільки найбільш високопродуктивного сорту Артур ($b_i = 1,29$), але і менш врожайних генотипів: лінія 163-2-6 ($b_i=1,27$, $Z=6$), сорт Ант ($b_i = 1,23$, $Z = 11$), лінія 159-5-1 ($b_i = 1,13$, $Z = 13$).

Ступінь стабільності згідно S. A. Eberhart і W. A. Russell визначається через варіансу стабільності (S_i^2). Нульові показники варіанси стабільності вказують на високий рівень показника стабільності врожайності незалежно від її величини. Найбільш стабільними за врожайністю ($S_i^2 = 0,00$) виявили сорт Авгол та селекційні лінії 99-5-1, 100-2-5, 157-1-9 і 161-1-10.

Найвищий відсоток вмісту білка в зерні зафіксовано у голозерного його сорту Авгол (13,54 %), який за врожайністю ($Z = 15$) відставав від плівчастих генотипів. Нижчу врожайність і вищу білковість зерна голозерних сортів вівса порівняно з плівчастими сортами також встановлена вітчизняними та зарубіжними дослідниками. Серед плівчастих генотипів високим вмістом білка характеризували сорт Артур (11,99 %), лінії 163-2-6 (11,86 %), 200-5 (11,84 %). Висока пластичність ознаки «вміст білка в зерні» зафіксована у сорту Авгол ($b_i = 2,04$) та ліній 163-2-6 ($b_i = 2,35$), 100-2-5 ($b_i = 1,85$), 161-1-10 ($b_i = 1,80$). Вище зазначені селекційні лінії

були також стабільними за цією ознакою за варіансою стабільності від 0,06 до 0,10.

Збір білка з гектара в середньому за роки досліджень варіював від 0,57 т/га у сорту Артур до 0,44 т/га – у селекційної лінії 157-1-9. Високий збір білка зафіксовано у ліній 200-5, 100-2-5, 163-2-6, 99-5-1 (0,51 – 0,53 т/га). Згідно із коефіцієнтом регресії підвищеною адаптивною здатністю за даним показником володіли сорти Артур, Ант, Хосен та лінія 163-2-6 ($b_i > 1$). Потрібно зазначити, що протилежна спрямованість показників врожайності і вмісту білка в зерні призвела до певної стабілізації збору білка з одиниці площі у генотипів вівса ($S^2_d = 0.00 - 0.01$). Інша причина стабільності за ознакою «збір білка» полягає у низьких абсолютних значеннях цієї ознаки, що не дозволяє встановити різницю за стабільністю між окремими генотипами.

Для графічного показу реакції генотипів вівса за вмістом і збором білка провели їх відбір за сумою рангів згідно з величинами проаналізованих показників. На рисунках 12 і 13 показано залежність показників білковості від індексів середовища у сортів Авгол і Артур та ліній 200-5, 99-5-1, 100-2-5, 163-2-6 і 134-5-1 ($Z = 4 - 22$).

За вмістом білка в зерні, пластичністю і стабільністю цього показника при зміні умов навколишнього середовища виділився голозерний сорт Авгол ($b_i = 2,04$, $S^2_d = 0,17$). Через порівняно нижчу продуктивність ($X_{\text{сер}} = 3,68$ т/га, $Z = 15$) вміст білка в цього сорту перебував на середньому рівні, але відзначався достатньо високою пластичністю та стабільністю ($b_i = 0,97$, $S^2_d = 0,00$).

Селекційне та генетичне удосконалення культури вівса

Селекційні лінії 100-2-5 і 163-2-6 порівняно з іншими генотипами показали підвищену пластичність за вмістом білка в зерні. У лінії 100-2-5 зафіксовано 10,87 % білка в зерні, тоді як за сприятливих умов у II р. вміст білка підвищився до 11,82 %. Відповідне зростання вмісту білка в зерні виявлено у лінії 163-2-6, яке становило 0,95 %. Висока адаптивна здатність цих селекційних ліній підтверджується відповідними коефіцієнтами регресії: лінії 100 2-5 – 1,85 і 163-2-6 – 2,35.

Сорт Авгол мав найвищий відсоток вмісту білка як за сприятливих, так і за несприятливих умов.

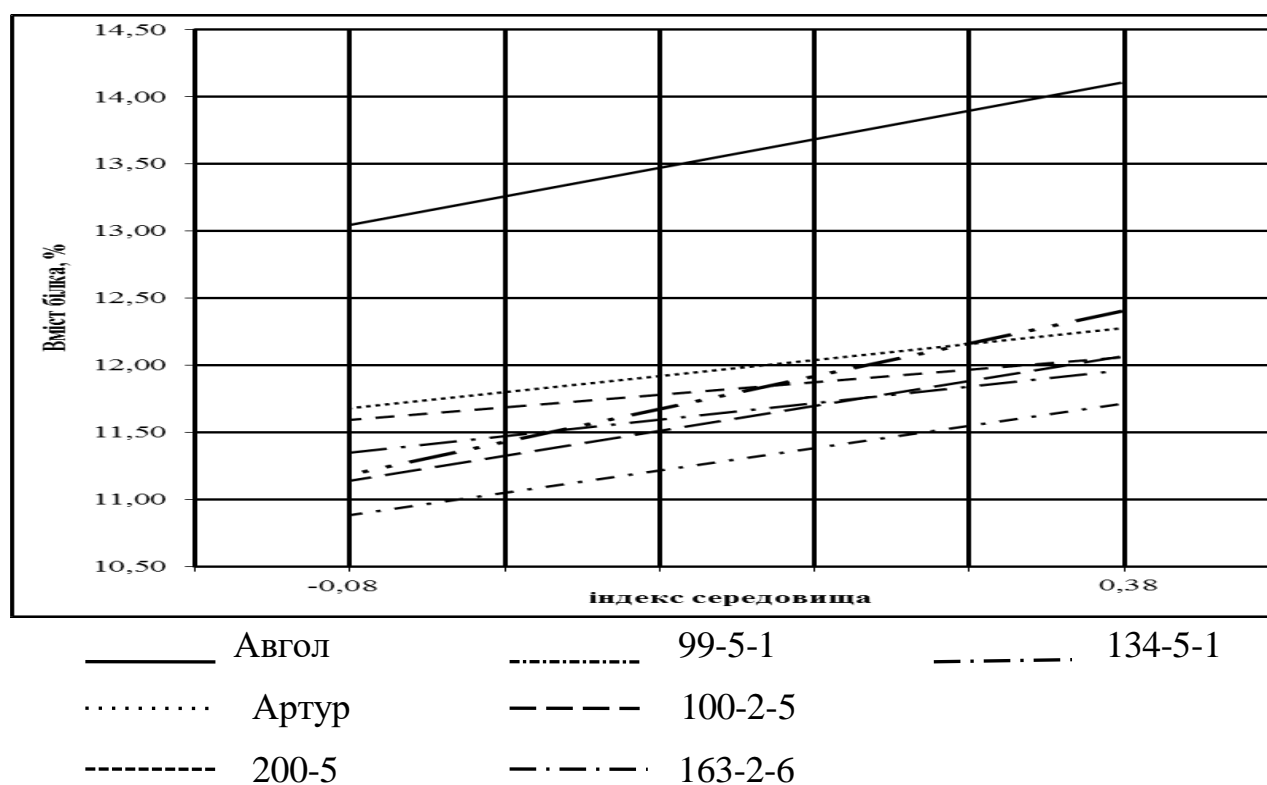
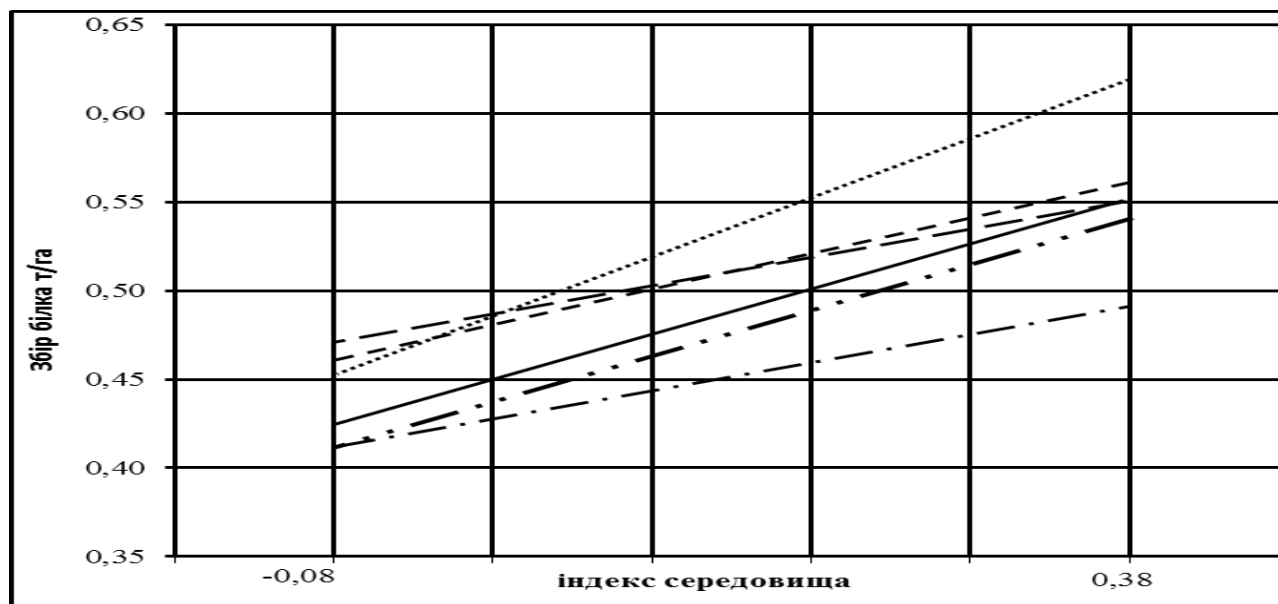


Рис. 12. Залежність вмісту білка в зерні від умов зовнішнього середовища

Графічне зображення реакції генотипів збором білка на зміну умов зовнішнього середовища подано для шести генотипів, оскільки реакції ліній 99- 5-1 і 200-5 були аналогічними. Підвищену адаптивну здатність за збором білка виявлено у сорту Артур ($b_i = 1,42$), у

Селекційне та генетичне удосконалення культури вівса

сприятливому III-ому році цей показник становив 0,62 т/га, а несприятливі умови II р. викликали його істотне зниження (0,45 т/га).



Авгол ————— 99-5-1 ————— 134-5-1
Артур ······ 100-2-5 —————
200-5 - - - - - 163-2-6

Рис. 13. Залежність збору білка від умов зовнішнього середовища

Незначну різницю між лініями 100-2-5 і 200-5 щодо середнього за три роки збору білка та його значення за сприятливих і несприятливих умов, а також адаптивної здатності (коефіцієнти регресії становили відповідно 0,65 і 0,88). Лінія 163-2-6 при однакових зборах білка з лінією 134-5-1 у несприятливий II р. (0,41 т/га) зуміла за сприятливих умов підвищити його до 0,54 т/га, тоді як в останньої було зафіксовано лише 0,49 т/га.

6.2 Фенотипова стабільність і адаптивний потенціал константних селекційних ліній вівса

У трьохрічних дослідженнях проводили диференційовану оцінку генотипів вівса за показниками фенотипової стабільності та адаптивного потенціалу при зміні умов вирощування. Предметом

вивчення були сорти Чернігівський 27, Ант, Аркан, Хосен, Авгол, Артур і селекційні лінії 99-5-1 (Leanda / Скакун), 157-1-9 (Скакун/Kwant), 159-5-1 (Скакун / Riel), 96-1103 (Скакун / к-14225) і 112-196 (Львівський 23 / Буг // Обрій)^{288,289,290,291}.

Згідно з методикою А. В. Кільчевського, Л. В. Хотильової^{292,293} першим етапом комплексної оцінки параметрів середовища, фенотипової стабільності і адаптивного потенціалу є дисперсійний аналіз для встановлення достовірних відмінностей між різними ефектами.

Результати проведеного двофакторного дисперсійного аналізу підтверджують високі достовірні відмінності між ефектами років, генотипів та їх взаємодії за продуктивністю сортів і ліній вівса (табл. 28). При оцінці впливу різних факторів на формування врожайності встановлено, що найбільший вплив мали умови вирощування, тобто рік (63,3 %), і значно меншою мірою генотип (19,6 %). Взаємодія факторів середовище × генотип мала ще менший внесок у загальну дисперсію врожайності генотипів (10,8%).

Дані двофакторного дисперсійного аналізу підтверджують високі достовірні відмінності між ефектами років, генотипів та їх взаємодії за продуктивністю сортів і ліній вівса (табл. 28).

²⁸⁸ Волощук О. П., Лісова Ю. А. Особливості голозерних і плівчастих генотипів в селекції на підвищення продуктивності та адаптивного потенціалу вівса. *Sciences of Europe* (Praha, Czech Republic). 2021. Vol. 2, No 66. P. 3–12.

²⁸⁹ Марухняк А. Я., Дацько А. О., Лісова Ю. А. Фенотипова стабільність та адаптивний потенціал генотипів вівса. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2015. Вип. 58(1). С. 173–182.

²⁹⁰ Марухняк А. Я., Дацько А. О., Лісова Ю. А. Кореляційні зв'язки між продуктивністю та параметрами екологічної адаптивності у зразків вівса. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2014. Вип. 56(1). С. 123–135.

²⁹¹ Экологическая адаптивность сортообразцов овса в условиях Запада Украины / А. Я. Марухняк, А. О. Дацько, Ю. А. Лисова, Г. И. Марухняк. *Вестник БГСХА*. 2014. № 4. С.38–42.

Селекційне та генетичне удосконалення культури вівса

Найбільший вплив на формування врожайності мав фактор «погодні умови» – 63,3 %, і значно менший – «генотип» 19,6 %. Взаємодія факторів «середовище × генотип» становила лише 10,8 %.

Таблиця 28 - Результати двофакторного дисперсійного аналізу врожайності генотипів вівса

Дисперсія	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	Fфакт.	Fтабл.
Загальна	61,40	131	-	-	-
Повторення	0,04	3	-	-	-
Середовище	39,03	2	19,51	487,75	3,09
Генотип	12,03	10	1,20	30,00	1,92
Взаємодія	6,62	20	0,33	8,25	2,05
Похибка	3,64	96	0,04	-	-

За параметричного підходу до аналізу середовища його оцінюють за кількісними показниками. За цією методикою визначали декілька основних параметрів, які характеризують придатність середовища для відбору генотипів, а саме: типовість, здатність виявляти генотипові відмінності, продуктивність середовища, повторюваність аналізованих параметрів за роками і при зміні набору генотипів (табл. 29).

Таблиця 29 - Параметри середовища для аналізу стабільності та адаптивності генотипів вівса

Середовище (рік)	Середня врожайність, $u+dk, т/га$	Ефект середовища, dk	Взаємодія генотип × середовище, $\sigma^2(G \times E)_{ek}$	Диференціююча здатність середовища, σ^2_{DCC}	Коефіцієнт лінійності, I_{ek}	Відносна диференціююча здатність середовища, $S_{ek}, \%$	Коефіцієнт компенсації, K_{ek}
I рік	3,51	-0,73	0,03	0,10	0,30	2,85	1,67
II рік	4,81	0,57	0,05	0,15	0,33	3,12	2,50
III рік	4,40	0,16	0,07	0,29	0,24	6,59	4,83

Середня продуктивність генотипів вівса була найвища у III р. (4,81 т/га), а найнижча – у II р. (3,51 т/га). Ефект середовища, або продуктивність середовища, дорівнює відхиленню середнього значення ознаки в усіх генотипів до середнього в популяції. У наших дослідженнях негативним значенням ефекту середовища виділявся II р. Взаємодію генотип \times середовище спостерігали найбільшою у III р.

Для визначення диференціюючої здатності середовища використовують дисперсію, і вона дає інформацію про середовище як фон для відбору. Найвище значення цього показника було зафіксовано у III р., що свідчить про прояв максимальних генотипових відмінностей між сортами і лініями вівса саме у цей рік. Згідно з показником диференціюючої здатності середовища в рік з мінімальною середньою врожайністю генотипів цей показник наближається до нульової відмітки. Відносна диференціююча здатність середовища дозволяє зіставити результати досліджень, у даному випадку в різних середовищах вона була приблизно однаковою в I і II рр. – 2,85, 3,12 %, дещо вищою у III р. – 6,59 %.

Відношення взаємодії генотип \times середовище до диференціюючої здатності середовища позначається як коефіцієнт нелінійної реакції генотипу на середовище. В наших дослідженнях мінливість середовища мала лінійний характер ($I_{ek} \rightarrow 0$).

Найбільшим ефектом компенсації відзначалися погодні умови у I р. ($K_{ek} = 1,67$), а в наступні роки характерні ефекти дестабілізації. Отже, умови I р. вважали стабілізуючими, а II-III рр. – аналізуючими (табл. 30).

Селекційне та генетичне удосконалення культури вівса

Таблиця 30 - Параметри адаптивної здатності та фенотипової стабільності генотипів вівса за ознакою «врожайність зерна»

Сорт, лінія	Середня врожайність, т/га	Загальна адаптивна здатність, ЗАЗ, т/га	Варіанса специфічної адаптивної здатності, σ^2 САЗ _i	Варіанса взаємодії генотипу та ередовища, $\sigma^2_{(G \times E)_{gi}}$	Селекційна цінність генотипу, СЦГ _i	Відносна стабільність генотипу, Sg _i , %	Коефіцієнт компенсації генотипу, Kg _i	Коефіцієнт регресії, b _i	Варіанса стабільності, Si ²
St Чернігівський	4,15	-0,09	0,40	0,00	2,24	15,31	0,96	0,96	0,01
Ант	4,31	0,07	0,77	0,05	1,67	20,41	1,84	1,32	0,02
Аркан	4,37	0,13	0,49	0,01	2,26	16,07	1,17	1,05	0,03
Хосен	4,21	-0,03	0,53	0,13	2,02	17,35	1,27	0,96	0,28
Авгол	3,73	0,48	0,00	1,64	18,64	1,15	1,04	0,02	-0,51
Артур	4,74	0,07	0,37	0,09	2,64	13,67	0,89	1,31	0,09
99-5-1	4,47	0,07	0,79	0,08	2,07	18,79	1,89	0,82	0,17
157-1-9	3,70	0,02	0,26	0,04	2,16	13,87	0,63	0,75	0,04
159-5-1	4,07	0,07	0,72	0,08	1,52	20,90	1,72	1,22	0,14
96-1103	4,38	0,14	0,46	0,02	2,34	15,54	1,10	1,01	0,05
112-196	4,50	0,26	0,33	0,25	2,77	12,83	0,79	0,60	0,37

У середньому, найвищою продуктивністю відзначалися сорт Артур та селекційні лінії 112-196 і 99-5-1 – відповідно 4,74; 4,50 і 4,47 т/га.

Порівняння показників загальної адаптивної здатності і врожайності виявило певне розходження між цими величинами у деяких генотипів. Найвищі ефекти ЗАЗ було зафіксовано у ліній 112-196 (0,26), 96-1103 (0,14) і сорту Аркан (0,13), тоді як у сорту Артур та лінії 99-5-1 (0,07) загальна адаптивна здатність була на рівні менш продуктивних генотипів.

Стабільність певної ознаки можна розглядати як у широкому, так і вузькому розумінні. У вузькому розумінні стабільним є генотип з стійкою реалізацією свого потенціалу і йому властива реакція на поліпшення або погіршення умов зовнішнього середовища, а в широкому – стабільним визначається генотип, на розвиток ознак якого зміна умов середовища має незначний вплив ²⁹⁴.

Ступінь стабільності генотипів вівса за ознакою «врожайність» у широкому розумінні можна оцінити за варіансою специфічної адаптивної здатності (σ^2_{CA3}), нижчі її значення означають більшу стабільність. Найвищою стабільністю відзначалися селекційні лінії 157-1-9 (0,26), 112-196 (0,33) і сорт Артур (0,37).

Відносна стабільність генотипу (S_{gi}) вказує на стабільність ознаки у вузькому розумінні. За цим показником кращими виявилися лінії 112-196 ($S_{gi} = 12,83\%$), 157-1-9 ($S_{gi} = 13,87\%$) і сорт Артур ($S_{gi} = 13,67\%$). За своєю суттю відносна стабільність генотипу є аналогом коефіцієнта варіації (C_v). Параметр відносної стабільності генотипу базується на реальній біологічній основі і визначає ступінь пристосовуваності генотипів до різних середовищних ситуацій. Згідно з класифікацією параметрів стабільності ²⁹⁵ показник S_{gi} належить до групи А (тип стабільності 1) і може успадковуватися.

Варіанса взаємодії генотипу і середовища, яка стосується одного генотипу, не повинна розглядатися як параметр екологічної (фенотипової) стабільності. Передусім, цей показник характеризує типовість норми реакції генотипу, а також можливість передбачення

²⁹⁴ Eberhart S. A., Russel W. A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.* 1966. № 6. P. 36–40.

²⁹⁵ Lins C. S., Binns M. R. A methods for analyzing cultivar x location x year experiments: a new stability parameter. *Theor. Appl. Genet.* 1998. V. 76. P. 425–430.

реакції на середовище. Серед проаналізованих генотипів вівса лінію 112-196 і сорт Хосен згідно з показником $\sigma^2 (G \times E)$ гі потрібно вважати з найменш передбачуваною реакцією на зміну умов середовища і найвищою здатністю вступати у взаємодію з ними.

Комплексним показником для оцінки генотипу за поєднанням величини врожаю і його стабільності найбільш придатною є селекційна цінність генотипу (СЦГ). У дослідженнях цей показник варіював від 1,52 (лінія 159-5-1) до 2,77 (лінія 112-196).

Найвищі ефекти загальної адаптивної здатності було зафіксовано у ліній більшості генотипів з високою загальною адаптивною здатністю, а саме: 112- 196, 96-1103, сорт Аркан мали також значну селекційну цінність – відповідно 2,77; 2,34; 2,04. Водночас, чотири генотипи з однаковою ЗАЗ 0,07 показали різну селекційну цінність – від 1,52 (лінія 159-5-1) до 2,64 (сорт Артур), причому найменш продуктивний генотип виявився найгіршим за селекційною цінністю.

Для встановлення компенсуючих і дестабілізуючих ефектів генотипу використовували коефіцієнт компенсації (K_{gi}). При $K_{gi} \rightarrow 0$ переважають компенсуючі ефекти взаємодії генотип \times середовище, при $K_{gi} = 1$ ефекти компенсації і дестабілізації перебувають у рівновазі, а при $K_{gi} > 1$ більш відчутні ефекти дестабілізації. Чотири досліджуваних генотипи вівса відзначили компенсуючими ефектами ($K_{gi} = 0,63 - 0,96$) а інші сортозразки – дестабілізуючими ефектами ($K_{gi} = 1,10 - 1,89$).

За нормою реакції на умови середовища генотипи вівса розподілилися на екстенсивні ($b_i = 0,60 - 0,75$), напівінтенсивні, або пластичні ($b_i = 0,82 - 1,05$) і інтенсивні ($b_i = 1,22 - 1,32$). Згідно з цим

Селекційне та генетичне удосконалення культури вівса

розподілом серед генотипів інтенсивного типу стабільністю вирізняли сорт Ант ($b_i = 1,32$ і $S_i^2 = 0,02$), Артур ($b_i = 1,31$ і $S_i^2 = 0,09$) і дещо меншою стабільністю ознаки «врожайність» відзначена лінія 159-5-1 ($b_i = 1,22$ і $S_i^2 = 0,14$). Генотипи напівінтенсивного типу сорти Чернігівський 27 ($b_i = 0,96$), Аркан ($b_i = 1,05$), Авгол ($b_i = 1,04$) та селекційна лінія 96-1103 ($b_i = 1,01$) також характеризувалися високою стабільністю згідно з середнім квадратичним відхиленням від лінії регресії, яка становила від 0,01 до 0,05.

7. КОРЕЛЯЦІЯ МІЖ ПРОДУКТИВНІСТЮ ТА ПАРАМЕТРАМИ ПЛАСТИЧНОСТІ В ЗРАЗКІВ ВІВСА

На основі плівчастих генотипів вівса встановлювали параметри екологічної адаптивності і виявляли їх взаємозв'язків з врожайністю селекційних генотипів вівса. Предметом досліджень були сорти Чернігівський 27, Ант, Аркан, Хосен, Авгол, Артур і селекційні лінії 200-5 (Komes / Calibre), 99-5-1 (Leanda / Скакун), 100-2-5 (Скакун / Riel), 161-1-10 (Обрій / Скакун), 163- 2-6 (Скакун / Львівський ранній // AC Baton), 134-5-1 (Обрій / Slavko), 140-1-6 (Обрій / Riel)²⁹⁶.

Існує досить багато показників та способів визначення екологічної адаптивності сортів зернових культур за їхньою продуктивністю. Ми обрали показники з різними рівнями складності розрахунку на основі дисперсійного та регресійного аналізів для виявлення їх взаємозв'язку з урожайністю сортозразків вівса. Порівняльна оцінка сортозразків тільки на основі середніх величин біологічно-господарських ознак є недостатня через неможливість встановлення мінливості окремих ознак під впливом зміни умов навколишнього середовища.

У середньому за роки дослідження найвищу врожайність забезпечили сорт Артур та лінії 99-5-1 і 100-2-5 – відповідно 4,74; 4,65 і 4,51 т/га.

За роки досліджень найвищу середню врожайність у дослідках було зафіксовано у третій рік дослідження (4,98 т/га), а найнижчу – у перший рік (4,48 т/га), але у цьому році виявився найвищий розмах

²⁹⁶ Марухняк А. Я., Дацько А. О., Лісова Ю. А. Кореляційні зв'язки між продуктивністю та параметрами екологічної адаптивності у зразків вівса. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2014. Вип. 56(1). С. 123–135.

Селекційне та генетичне удосконалення культури вівса

мінливості врожайності – 1,42 т/га. У перший рік дослідження достовірні надвишки врожайності зерна порівняно з стандартним сортом Чернігівський 27 забезпечили 9 сортозразків. У наступному році лише селекційні лінії 99-5-1 і 100-2-5 за продуктивністю істотно перевищили стандарт на 0,47 і 0,44 т/га. У третьому році досліджень сорт Артур і селекційна лінія 99-5-1 досягли достовірних надвишок врожайності зерна щодо стандарту – відповідно 0,53 і 0,37 т/га.

Найпростішим параметром для оцінки стабільності зразка залежно від змін зовнішніх умов може бути середнє квадратичне відхилення (σ). Зразки з меншими показниками характеризуються більш стабільним проявом ознаки.

У наших дослідженнях за оцінкою параметра середнього квадратичного відхилення більш стабільною врожайністю виділили селекційні лінії 100-2-5, 157-1-9, 99-5-1, 200-5 і сорти Чернігівський 27, Аркан, Хосен, Авгол з показниками σ – 0,50–0,70, тобто менше від середнього значення (0,71). Порівняно з стандартним сортом Чернігівський 27 лише згадані вище селекційні лінії відзначилися більш стабільною врожайністю.

Більш складні показники оцінки стабільності ґрунтуються на зв'язку відмінностей і стабільності зразків із взаємодією генотип \times середовище ($G \times E$). Так, G. I. Wrike запропонував оцінку загальної дисперсії $G \times E$ розбивати на ековаленти W_i , тобто компоненти, які стосуються до кожного зразка.

Незважаючи на більшу складність обчислення, ековаленти мають спільну хибу з дисперсіями через недостатню вибірку середовищ досліджень. Тому, при оцінці стабільності за ековалентами

перевіряється достовірність їх різниці від нульової відмітки або середнього значення даного показника.

Нульовими ековалентами відзначилися сорт Авгол і лінія 161-1-10, близькими до нуля (0,01–0,05) були ековаленти сорту Хосен та ліній 99-5-1, 157-1-9, 140-1-6. В загальному у досліді встановлено, що ековаленти 11 зразків були менші за середнє значення, а за середнім квадратичним відхиленням таких нараховувалося вісім. Можна висловити припущення, що при оцінці стабільності ековаленти мають меншу роздільну здатність порівняно з середніми квадратичними відхиленнями.

Достатньо простим показником для оцінки стабільності дискретної ознаки є коефіцієнт варіації, який показує відносний ступінь мінливості. У наших дослідженнях значну мінливість врожайності під впливом умов зовнішнього середовища зафіксовано у ліній 159-5-1 (21,70 %) і 163-2-6 (21,14 %), в інших досліджуваних генотипів відносна мінливість врожайності була середньою – від 11,05 % до 19,91 %. Слід зазначити, що висока мінливість рівня врожайності у вказаних вище генотипів виявилася тотожною з низькою стабільністю за параметрами середнього квадратичного відхилення і ековаленти.

Для визначення гомеостатичності та селекційної цінності генотипів використовували контрастні умови навколишнього середовища, які склалися у роки досліджень.

Для встановлення категорії року брали до уваги середню врожайність у досліді. Так, перший рік дослідження з середньою врожайністю 3,52 т/га прийнято за X_{lim} , тобто рік з несприятливими

умовами, а третій рік дослідження з середньою врожайністю 4,98 т/га визначено як Хорт з оптимальними умовами для росту і розвитку рослин вівса.

Середня врожайність зразків вівса у третій рік дослідження (оптимальні умови) зросла у 1,41 рази порівняно з другим роком дослідження (несприятливі умови) з коливаннями від 1,26 (лінія 134-5-1) до 1,52 разів (лінія 159-5-1). Потрібно зазначити, що обидві лінії були низькостабільними за проаналізованими параметрами екологічної адаптивності.

Для аналізу показників гомеостатичності і селекційної цінності застосували розподіл на категорії з високими, середніми і низькими значеннями досліджуваних показників з рівними дискретними діапазонами. Високу гомеостатичність (Ном1) за урожайністю показали лінії 100-2-5 і 99-5-1, середню – сорти Чернігівський 27, Аркан, Хосен та лінії 200-5, 161-1-10 і 157-1-9.

Високу гомеостатичність за Ном2 підтвердила лише лінія 100-2-5, а середню – лінії 200-5, 157-1-9. Показник гомеостатичності Ном2 оперує ширшою інформаційною базою і має більш виражену роздільну здатність. Високу гомеостатичність за цим показником виявив лише один зразок, а середню – чотири.

Проведений розподіл за селекційною цінністю встановив приблизно однакові групи за різними рівнями генетичного потенціалу екологічної адаптивності. Так, високу селекційну цінність з показниками Sc від 3,31 до 3,63 показали сорт Артур та лінії 200-5, 99-5-1, 100-2-5, 134-5-1, середню ($Sc = 3,02 - 3,20$) – сорти Аркан,

Хосен і лінії 161-1-10, 163-2-6, 140-1-6, низьку ($Sc = 2,55-2,84$) – сорти Ант, Авгол і лінії 157-1-9, 159-5-1.

За числовим значенням коефіцієнта регресії, або екологічної пластичності (b_i), генотипи вівса були розподілені на категорії з низькою, середньою і високою екологічною пластичністю. Сорти Ант, Артур, лінії 159-5-1, 163-2-6 з b_i від 1,13 до 1,29 за результатами наших досліджень можна вважати зразками інтенсивного типу із збільшеною нормою реакції на зміну умов вирощування. Інша категорія зразків з b_i від 0,93 до 1,05, в яку входять сорти Аркан, Хосен, Авгол та лінії 161-1-10, 140-1-6, характеризується вузькою нормою реакції на зміну факторів зовнішнього середовища.

Найбільша кількість зразків увійшла в категорію екстенсивних генотипів, які мало реагують на зміни умов середовища з коефіцієнтами екологічної пластичності від 0,73 до 0,89. Ця категорія представлена сортом Чернігівський 27 і лініями 200-5, 99-5-1, 100-2-5, 157-1-9 і 134-5-1. Наявність у завершальних ланках селекційного процесу зразків з різними нормами реакції на зміни середовищних ситуацій свідчить про широку генетичну базу при їх створенні та формуванні і придатність до різнопланового використання.

Встановлено, що на підставі варіанси стабільності сорт Авгол і селекційні лінії 99-5-1, 100-2-5, 157-1-9, 161-1-10 можна вважати високостабільними, а сорти Ант, Аркан, Хосен і лінію 140-1-6 – стабільними генотипами.

Відносну стабільність продемонстрували сорти Чернігівський 27, Артур та лінії 200-5 і 140-1-6. Припущення В. З. Пакудіна,

Л. М. Лопатіної²⁹⁷ щодо підвищення стабільності урожайності сорту при зниженні рівня його екологічної пластичності знайшло своє підтвердження у наших дослідженнях. Так, сорт Авгол і лінії 99-5-1, 100-2-5 і 157-1-9 з високою стабільністю ($S_i^2=0,00$) були середньопластичними, а високопластичні ($b_i>1,13$) лінії 159-5-1 та 163-2-6 були низькостабільними ($S_i^2=0,33 - 0,57$).

Важливими структурними елементами врожайності зерна є маса зерна у волоті та кількість зерен у ній, а також продуктивна кущистість. Оцінка параметрів екологічної пластичності та стабільності за цими ознаками дозволяє визначити реакцію генотипів вівса при зміні умов зовнішнього середовища²⁹⁸.

Оцінка екологічної пластичності і стабільності за ознакою «маса зерна у волоті» виявили 8 зразків з коефіцієнтом регресії більше 1,0 (табл. 31).

До високопластичних генотипів за оцінюваною ознакою відносяться сорти Чернігівський 27, Ант, Аркан, Авгол і лінії 100-2-5, 161-1-10, 140-1-6. Також потрібно підкреслити, що сорти Чернігівський 27, Ант, Аркан, Авгол відзначаються високою стабільністю ознаки маса зерна у волоті ($S_i^2 = 0,02- 0,03$).

У середньому за три роки найвищі показники маси зерна у волоті (2,30–2,60 г) були відмічені у сортів Ант, Хосен, Артур і ліній 99-5-1, 100-2-5, 134-5-1, 140-1-6.

²⁹⁷ Пакудин В. З., Лопатина Л. М. Оценка экологической пластичности и стабильности сортов сельскохозяйственных культур. *Сельскохозяйственная биология*. 1984. № 4. С. 109–112.

²⁹⁸ Аккуаа, Дж. *Принципи генетики та селекції рослин* = Principles of Plant Genetics and Breeding : підручник / Дж. Аккуаа. – 2-ге вид. – Уайлі-Блеквелл : Гобокен, 2012. – 580 с. – ISBN 978-0470958722.

Селекційне та генетичне удосконалення культури вівса

Таблиця 31 - Коефіцієнти пластичності і варіанси стабільності за ознакою «маса зерна в волоті»

Зразок	Маса зерна у волоті, г				Коефіцієнт регресії, (b _i)	Варіанса стабільності, (S ²) _i
	I рік	II рік	III рік	середнє		
St Чернігівський 27	2,13	2,08	2,46	2,22	1,38	0,02
Ант	2,19	1,86	2,85	2,30	3,08	0,03
Аркан	1,97	1,57	2,67	2,07	3,35	0,03
Хосен	2,09	2,29	2,88	2,42	1,96	0,18
Авгол	1,87	1,84	2,16	1,96	1,18	0,02
Артур	2,46	2,20	2,41	2,36	0,96	0,02
200-5	2,45	1,93	1,98	2,12	0,52	0,17
99-5-1	2,57	2,25	2,16	2,33	0,15	0,10
100-2-5	2,10	2,33	2,60	2,34	1,07	0,10
157-1-9	1,74	2,23	2,43	2,13	0,82	0,24
159-5-1	2,57	1,96	2,15	2,23	0,92	0,18
161-1-10	2,08	1,54	1,83	1,82	1,12	0,10
163-2-6	2,25	2,15	2,30	2,23	0,76	0,01
134-5-1	2,71	2,09	2,29	2,36	0,97	0,18
140-1-6	2,38	2,39	3,04	2,60	2,17	0,09
– x	2,24	2,05	2,41	2,23	1,36	0,10
min	1,74	1,54	1,83	1,86	0,15	0,01
max	2,71	2,39	3,04	2,60	3,35	0,24
R	0,97	0,85	1,21	0,78	3,20	0,23
Індекс умов	0,01	-0,18	0,18			

HP₀₅ 0,18 0,16 0,14

Найкраще поєднання рівня пластичності з низькими значеннями варіанси стабільності за аналізованою ознакою одержано у сортів Ант (b_i = 3,08, S_i² = 0,03) і Аркан (b_i = 3,35, S_i² = 0,03).

В залежності від умов року середня кількість зерен у волоті змінювалася мало від 62,5 шт. – другий рік дослідження до 70,1 шт. – у третій рік дослідження (табл. 32).

Селекційне та генетичне удосконалення культури вівса

Таблиця 32 - Коефіцієнти пластичності і варіанси стабільності за ознакою «кількість зерен у волоті»

Зразок	Кількість зерен у волоті, г				Коефіцієнт регресії (b _i)	Варіанса стабільності, (S ²) _i
	I рік	II рік	III рік	серед-не		
St Чернігівський 27	58,8	65,4	67,8	64,0	0,35	39,36
Ант	64,8	51,9	74,9	63,9	2,99	3,95
Аркан	61,9	43,3	78,5	61,2	4,60	4,44
Хосен	58,8	61,1	62,3	60,7	0,16	5,40
Авгол	75,6	63,8	82,3	73,9	2,39	7,61
Артур	70,9	65,0	78,6	71,5	1,77	0,07
200-5	66,1	59,4	62,3	62,6	0,32	19,26
99-5-1	77,9	64,0	68,2	70,0	0,44	95,58
100-2-5	57,2	71,2	76,9	68,4	0,86	183,11
157-1-9	56,1	70,4	76,7	67,7	0,94	195,97
159-5-1	74,7	63,0	63,0	66,9	-0,12	91,03
161-1-10	55,2	45,7	37,8	46,2	-1,16	114,03
163-2-6	65,1	65,4	67,0	65,8	0,20	0,72
134-5-1	83,6	66,9	67,5	72,7	-0,08	179,43
140-1-6	63,0	81,4	87,9	77,4	1,00	303,33
- x	66,0	62,5	70,1	66,2	0,98	82,89
min	55,2	43,3	37,8	46,2	-1,16	0,07
max	83,6	81,4	87,9	77,4	4,60	303,33
R	28,4	38,1	50,1	31,2	5,76	303,26
Індекс умов (E	-0,23	3,90	-3,68			
HP ₀₅	3,9	5,6	4,1			

Сортові відмінності кількості зерен у волоті були значно більшими. В середньому за три роки розмах варіації цього важливого елементу структури врожаю досяг 31,2 шт. зерен, від 42,6 у лінії 161-1-10 до 77,4 шт. у 140-1-6. У п'яти сортозразків у волоті утворилося 70 і більше зерен: сорти Авгол, Артур і лінії 99-5-1, 134-5-1, 140-1-6.

Селекційне та генетичне удосконалення культури вівса

Достатньо високою пластичністю ознаки кількість зерен у волоті відзначалися сорти Ант, Аркан, Авгол, Артур з коефіцієнтами регресії відповідно 2,99, 4,60, 2,39 і 1,77. Стабільність прояву ознаки у цих сортів була також достатньо високою, варіанса стабільності складала від 0,07 у сорту Артур до 7,61 у сорту Авгол. Найбільш вдале поєднання високої кількості зерен у волоті, рівня пластичності та стабільності також спостерігалось у сортів Авгол і Артур.

Таблиця 33 - Коефіцієнти пластичності і варіанси стабільності за ознакою «продуктивна кущистість»

Зразок	Продуктивна кущистість, шт.				Коефіцієнт регресії (b_i)	Варіанса стабільності, (S^2) i
	I рік	II рік	III рік	серед- не		
St Чернігівський 27	2,10	1,90	2,20	2,07	0,44	0,01
Ант	1,90	1,50	2,00	1,80	0,89	0,01
Аркан	2,00	1,70	2,10	1,93	0,67	0,01
Хосен	2,10	1,60	2,20	1,97	1,09	0,01
Авгол	2,50	2,10	2,90	2,50	1,35	0,02
Артур	1,90	1,60	2,10	1,87	0,84	0,01
200-5	1,80	1,40	1,90	1,70	0,90	0,01
99-5-1	1,70	1,60	1,90	1,73	0,43	0,01
100-2-5	2,10	1,70	2,30	2,03	1,04	0,01
157-1-9	1,60	1,30	1,80	1,57	0,87	0,01
159-5-1	1,70	1,30	1,70	1,57	0,73	0,02
161-1-10	1,90	1,30	1,90	1,70	1,15	0,03
163-2-6	1,80	1,50	2,10	1,80	1,02	0,01
134-5-1	1,30	1,10	1,60	1,33	0,84	0,02
140-1-6	1,40	1,20	1,60	1,40	0,67	0,00
\bar{x}	1,85	1,52	2,02	1,80	0,86	0,01
min	1,30	1,10	1,60	1,33	0,43	0,00
max	2,50	2,10	2,90	2,50	1,35	0,03
R	1,20	1,00	1,30	1,17	0,92	0,03
Індекс умов (E_j)	0,05	-0,28	0,22			
HP_{05}	0,28	0,21	0,32			

Селекційне та генетичне удосконалення культури вівса

Високою продуктивною кущистістю сортозразки вівса вирізняли у третьому році дослідження коли було досягнуто і найвищої врожайності. В середньому за три роки досліджень максимальна продуктивна кущистість (2,50 шт.) була у голозерного сорту Авгол (табл. 33). Кращими півчастими генотипами за досліджуваною ознакою були сорт Чернігівський 27 (2,07 шт.) і лінія 100-2-5 (2,03 шт.).

Високою пластичністю за ознакою продуктивна кущистість виділяли сорти Хосен, Авгол і селекційні лінії 100-2-5, 161-1-10, 163-2-6 з коефіцієнтами регресії від 1,02 до 1,15. Варіанса стабільності ознаки характеризувалася низькою мінливістю (0,01–0,03), що свідчить про достатньо високу стабільність прояву продуктивної кущистості цих генотипів вівса. Середнім рівнем пластичності (0,84–0,90) виділялися сорти Ант, Артур і лінії 200-5, 157-1-9, 134-5-1.

Таблиця 34 - Коефіцієнти кореляції урожайності генотипів вівса з параметрами екологічної пластичності і селекційної цінності

Параметри	σ	b_i	S_i	W_i	Ном1	Ном2	S_c	V
Урожайність (Y)	0,17	0,20	-0,04	0,02	0,51*	0,30	0,82*	-0,20
Середнє квадратичне відхилення (σ)	-	0,91*	0,49	0,53*	-0,74*	-0,78*	-0,31	0,93*
Коефіцієнт регресії (b_i)	-	-	0,10	0,15	-0,65*	-0,82*	-0,37	0,83*
Варіанса стабільності (S^2)	-	-	-	0,98*	-0,42	-0,15	0,02	0,51*
Коефіцієнт варіації (V)	-	-	-	-	-0,40	-0,13	0,04	0,53*
Гомеостатичність (Ном1)	-	-	-	-	-	0,91*	0,80*	-0,92*
Гомеостатичність (Ном2)	-	-	-	-	-	-	0,76*	-0,88*
Селекційна цінність (S_c)	-	-	-	-	-	-	-	-0,61*

У наших дослідженнях достовірно висока кореляція врожайності генотипів вівса виявлена лише з параметрами селекційної цінності ($r = 0,818$) і середня ($r = 0,508$) з гомеостатичністю за Ном1 (табл. 34).

Достовірні кореляції середнього квадратичного відхилення встановлено з п'ятьма параметрами. Висока позитивна залежність була з коефіцієнтами регресії ($r = 0,91$) і варіації ($r = 0,93$), сильна негативна – з показниками гомеостатичності ($r = -0,74$ і $r = -0,78$), середня позитивна – з ековалентою ($r = 0,53$).

За стабільністю відзначено достовірно високий її зв'язок з ековалентою ($r = 0,98$) і середній ($r = 0,51$) з коефіцієнтом варіації. Виявлено достовірну середню позитивну залежність між ековалентою і коефіцієнтом варіації ($r = 0,53$). Гомеостатичність (Ном1) мала сильний позитивний зв'язок з селекційною цінністю ($r = 0,80$) і негативний – з коефіцієнтом варіації ($r = -0,92$). Тісний позитивний зв'язок відзначено між двома показниками гомеостатичності ($r = 0,91$). При аналізі кореляційної спряженості між селекційною цінністю і коефіцієнтом варіації встановлено негативну середню залежність ($r = -0,61$).

Дослідженнями встановлено високу адаптивну здатність за врожайністю сортів Артур ($b_i=1,29$), Ант ($b_i=1,23$) та селекційної лінії 159-5-1 ($b_i=1,13$). Найбільш стабільними, незалежно від величини врожайності, виявили сорт Авгол та селекційні лінії 99-5-1, 100-2-5, 157-1-9, і 161-1-10 ($S^2d=0,00$).

Найвищий відсоток вмісту білка в зерні (13,54 %) зафіксовано у голозерного сорту вівса Авгол. Серед півчастих генотипів високим вмістом білка в зерні виділяли сорт Артур (11,99 %), лінії 163-2-6

(11,86 %) і 200-5 (11,84 %). Підвищену пластичність за вмістом білка в зерні посвідчив сорт Авгол ($b_i=2,04$), лінії 163-2-6 ($b_i=2,35$) і 100-2-5 ($b_i=1,85$).

Високим показником збору білка з одиниці площі відзначили сорт Артур (0,57 т/га) та селекційні лінії 200-5, 100-2-5, 163-2-6, 99-5-1 (0,51–0,53 т/га). Високу адаптивну здатність за даним показником продемонстрували сорти Артур, Ант, Хосен та лінія 163-2-6 ($b_i>1$). Врожайність генотипів вівса мала більший вплив на формування збору білка порівняно з його вмістом в зерні.

При ранжируванні показників продуктивності та білковості зерна за їх абсолютними значеннями у генотипів вівса встановлено, що сорт Артур ($Z=4$), лінії 200-5 ($Z=10$), 100-2-5 і 163-2-6 ($Z=13$) були найкращими за комплексним показником урожайності та якості зерна.

Згідно з показником диференціюючої здатності середовища максимальний прояв генотипових відмінностей було зафіксовано у третьому році дослідження. Мінливість умов середовища в роки проведення досліджень відповідала лінійному характеру. Найбільшим ефектом компенсації характеризував другий рік дослідження.

Серед досліджуваних генотипів вівса найвищу загальну адаптивну здатність за ознакою «врожайність» виявили селекційні лінії 112-196, 96-1103 і сорт Аркан. У сорту Артур загальна адаптивна здатність була на рівні менш продуктивних генотипів.

Селекційні лінії 112-196 і 96-1103 показали високу стабільність врожайності зерна при їх оцінюванні за варіансою специфічної

адаптивної здатності. За параметром відносної стабільності генотипу, який базується на реальній біологічній основі і визначає ступінь пристосовуваності генотипів до різних середовищних ситуацій, найкращими за стабільністю, крім вже зазначених генотипів, додалися селекційні лінії 99-5-1 і 157-1-9.

За показником селекційної цінності генотипу, який поєднує продуктивність і стабільність, найкращими зазначали генотипи з високою загальною адаптивною здатністю. Водночас, чотири генотипи вівса за ознакою ЗАЗ посвідчили різну селекційну цінність і найменш продуктивний з них виявили найгіршим за оцінюваним параметром.

Середнє квадратичне відхилення, ековалента, коефіцієнт варіації є найпростішими параметрами екологічної адаптивності та мінливості кількісних ознак, які прості в обчисленні, але не володіють достатньою роздільною здатністю. При оцінці за середнім квадратичним відхиленням та ековалентою визначають їх відхилення від нульової відмітки, середнього значення або відповідного показника стандартного сорту.

Рівень гомеостатичності, незважаючи на достатньо просту алгоритмічну базу його визначення, дозволив диференціювати досліджувані генотипи за здатністю протидіяти негативним факторам середовища. Категоріальним розподілом за рівними дискретними діапазонами виявлено високу гомеостатичність (Hom2) за врожайністю у селекційної лінії 100-2-5 та середню – у ліній 200-5, 99-5-1, 157-1-9 і 134-5-1.

Селекційна цінність вказує на рівень генетичного потенціалу

Селекційне та генетичне удосконалення культури вівса

сортотразка за екологічною адаптивністю. Високу селекційну цінність ($Sc=3,31-3,63$) посвідчили сорт Артур та лінії 200-5, 99-5-1, 100-2-5 і 134-5-1, середню ($Sc=3,02-3,20$) – сорти Аркан, Хосен, лінії 161-1-10, 163-2-6, 140-1-6.

За числовим значенням коефіцієнта регресії, або екологічної пластичності (b_i), сорти Ант, Артур, лінії 159-5-1, 163-2-6 віднесено до категорії зразків інтенсивного типу із збільшеною нормою реакції на зміну умов вирощування. На підставі варіанси стабільності (S_i^2) сорт Авгол і селекційні лінії 99-5-1, 100-2-5, 157-1-9, 161-1-10 можна вважати високостабільними щодо рівня екологічної пластичності, який оцінено за коефіцієнтом регресії.

Дисперсійний та регресійний аналізи результатів врожайності та окремих кількісних ознак дозволяє дати розширену характеристику адаптивних властивостей сортотразків вівса. Аналіз поєднання продуктивності, кількісних ознак структури врожаю з рівнем екологічної пластичності та стабільності свідчить про різні шляхи формування цих показників у окремих генотипів. Встановлено, що високий рівень пластичності та стабільності за врожайністю не гарантує аналогічного результату за окремими кількісними ознаками структури урожаю.

Достовірно сильний кореляційний зв'язок врожайності встановлено лише з параметром селекційної цінності, а середній – з показником гомеостатичності (Hom_1). Середнє квадратичне відхилення позитивно корелювало з коефіцієнтами регресії та варіації, варіансою стабільності, ековалентою і негативно – з гомеостатичністю. Варіанса стабільності мала позитивний зв'язок з

Селекційне та генетичне удосконалення культури вівса

ековалентою і коефіцієнтом варіації, ековалента – лише з останнім показником. Параметри гомеостатичності виявили позитивну залежність між собою і з селекційною цінністю та негативну, як і селекційна цінність, з коефіцієнтом варіації. Інших достовірних кореляцій не виявлено.

8. ОСОБЛИВОСТІ УСПАДКУВАННЯ ГЕТЕРОЗИСУ ТА ТРАНСГРЕСІЇ У ГІБРИДІВ ВІВСА ПЛІВЧАСТОГО ТИПУ

8.1 Успадкування та гетерозис кількісних ознак у F₁

Головне завдання селекції на продуктивність полягає у формуванні генотипів з оптимальними параметрами компонентних кількісних ознак, які визначають продуктивний потенціал сільськогосподарських культур. Значний вплив на прояв кількісних ознак мають абіотичні і біотичні фактори навколишнього середовища. Поліпшення і модифікування таких ознак дозволить підвищити ефективність селекційної роботи у напрямі створення генотипових моделей з правильно модифікованими компонентами кількісних ознак.

Вивчення особливостей успадкування кількісних ознак проводили на гібридах вівса першого покоління у серії прямих діалельних схрещувань. Для встановлення характеру успадкування основних кількісних ознак гібридами першого покоління вівса використовували класифікацію домінування за G. M. Veil і R. E. Atkins²⁹⁹.

Ряд досліджень по вивченню успадкування кількісних ознак гібридами вівса показали, що успадкування проходить по типу неповного, повного, або наддомінування кращої батьківської форми.

Л. А. Кремкова встановила, що при схрещуванні високорослих батьківських форм з низькорослими спостерігався проміжний тип успадкування з ухилом до високорослої батьківської форми.

²⁹⁹ Veil G. M., Atkins R. E. Inheritance of quantitative characters in sorghum. *Iowa St. J. of Sci.* 1965. V. 39, № 3. P. 120–121.

У дослідженнях вивчали успадкування за десятима комбінаціями схрещування вівса за такими кількісними ознаками: висота рослин, довжина волоті, продуктивна кущистість, кількість зерен у волоті, маса зерна у волоті і з рослини^{300,301}.

Висота рослин у третьому році дослідження була значно більша, ніж у попередньому році. Фенотипова різниця за цією ознакою була досить значною: у гібридів Ант / ІЗО 4/01-1 – 14,8 см, ІЗО-23 / ІЗО-22 – 9,4 см. Різниця за висотою рослин була і у батьківських форм: ІЗО 4/01-1 – 8,0 см, ІЗО 198-4 – 12,2 см. Ці відмінності також збереглися в характері успадкування ознаки. Так, розподіл за характером успадкування був таким: наддомінування – 5, часткове позитивне домінування – 2 і проміжне успадкування – 3 комбінації.

Успадкування ознаки «висота рослин» у третьому році дослідження значно змінилося: наддомінування – 2, часткове позитивне домінування – 4, проміжне успадкування – 2, часткове негативне домінування – 1 і депресія – 1 комбінація.

Рівень справжнього гетерозису відрізнявся в залежності від умов року та у чотирьох одних і тих самих комбінаціях (Ант / ІЗО 4/01-1, Ант / ІЗО 198-4, ІЗО 4/01-1 / ІЗО-23, ІЗО 198-4 / ІЗО-22) були позитивні та негативні показники.

Ознака «висота рослин» у досліджуваних гібридних популяціях півчастих генотипів вівса відзначалася високою варіабельністю: від 82,9 см у гібридів Ант / ІЗО-22 до 101,0 см – у ІЗО-23 / ІЗО-22.

³⁰⁰ Лісова Ю. А. Успадкування компонентних ознак продуктивності гібридами вівса. *Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем АПК* : матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. (м. Житомир, 19 трав. 2017 р.). Житомир : ЕЦ «Укрекобіокон», 2017. С. 24–25.

³⁰¹ Лісова Ю. А. Гетерозис кількісних ознак у гібридів вівса в першому поколінні. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2014. Вип. 56(1). С. 108–119.

Селекційне та генетичне удосконалення культури вівса

Різниця між батьківськими формами за висотою рослин в середньому за роки була ще більш значною: ІЗО-22 – 79,3 см, а ІЗО-23 – 105,0 см.

Гетерозисними ефектами виділялися гібриди: Ант / ІЗО 198-4 (0,4 %), ІЗО 4/01-1 / ІЗО 198-4 (1,5 %), ІЗО 198-4 / ІЗО-22 (0,3 %), де аналізована ознака успадковувалася за типом наддомінування.

Від’ємні показники справжнього гетерозису мали всі інші гібридні популяції із вищими значеннями у Ант / ІЗО-23 (-14,6 %), ІЗО-23 / ІЗО 198-4 (- 8,0 %), ІЗО-23 / ІЗО-22 (-3,8 %), ІЗО 4/01-1 / ІЗО-23 (-3,1 %) та Ант / ІЗО-22 (-2,8 %) (табл. 35).

Негативний гетерозис за висотою рослин мав позитивний вплив на архітектоніку посівів зазначених гібридів, а зниження висоти рослин позитивно впливало на стійкість рослин вівса до вилягання.

Ступінь фенотипового домінування, який визначає характер успадкування ознак, варіював від -0,6 (Ант / ІЗО-23) до 1,9 (ІЗО 4/01-1 / ІЗО- 22).

Таблиця 35 - Прояв, успадкування і гетерозис висоти рослин у гібридних популяціях F₁ вівса за роки дослідження

Комбінації схрещування	Висота рослин, см			Ступінь домінування	Ступінь гетерозису, %
	♀	♂	F ₁		
Ант / ІЗО 4/01-1	85,3	93,5	91,9	0,6	-1,7
Ант / ІЗО-23	85,3	105,0	89,7	-0,6	-14,6
Ант / ІЗО 198-4	85,3	90,4	90,8	1,2	0,4
Ант / ІЗО-22	85,3	79,3	82,9	0,2	-2,8
ІЗО 4/01-1 / ІЗО-23	93,5	105,0	101,7	0,4	-3,1
ІЗО 4/01-1 / ІЗО 18-4	93,5	90,4	94,9	1,9	1,5
ІЗО 4/01-1 / ІЗО-22	93,5	79,3	92,5	0,9	-1,1
ІЗО-23 / ІЗО 198-4	105,0	90,4	96,6	-0,2	-8,0
ІЗО-23 / ІЗО-22	105,0	79,3	101,0	0,7	-3,8
ІЗО 198-4 / ІЗО-22	90,4	79,3	90,7	1,1	0,3

Селекційне та генетичне удосконалення культури вівса

Успадкування ознаки «висота рослин» здійснювалося за трьома типами. (рис. 14). Наддомінування (гетерозис) мали 30 % гібридних комбінацій (Ант/ІЗО 198-4, ІЗО 4/01-1 / ІЗО 198-4 і ІЗО 198-4 / ІЗО-22). Така ж частка гібридних популяцій характеризувалася проміжним успадкуванням даної ознаки (Ант / ІЗО-22, ІЗО 4/01-1 / ІЗО-23 і ІЗО-23 / ІЗО 198-4), комбінація Ант/ІЗО-23 – частковим негативним домінуванням.

Довжину волоті виявили вищою у третьому році дослідження. порівняно з другим роком дослідження. Також третій рік дослідження був більш варіабельний за характером успадкування ознаки.

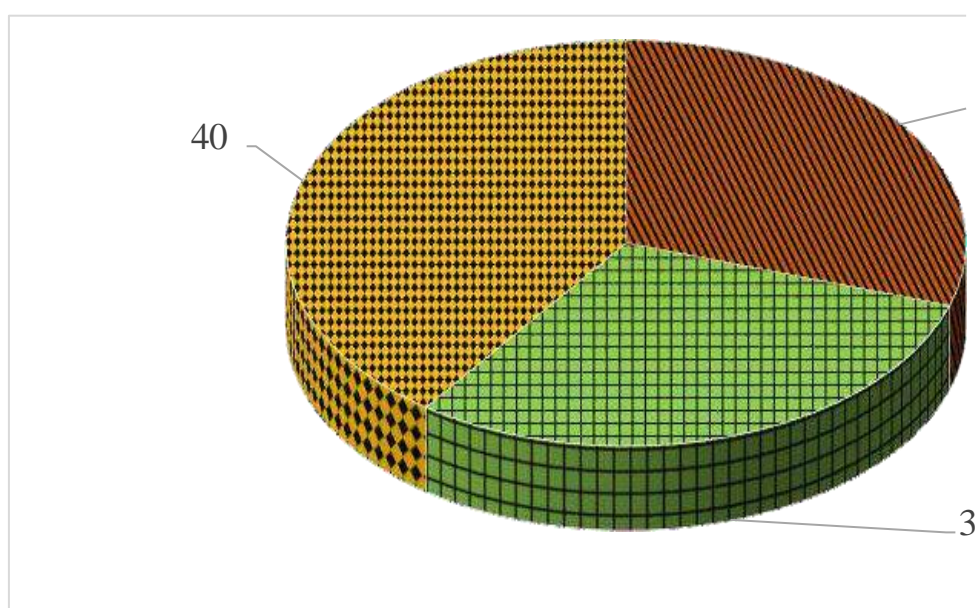


Рис. 14. Розподіл гібридів F_1 вівса за типами успадкування «висота рослин»

У цей рік зафіксовано всі типи успадкування: наддомінування – 3, проміжне успадкування – 2, часткове негативне домінування – 1 і депресія – 1 комбінація. Гібридна популяція Ант / ІЗО-22 виділилася протилежними типами успадкування даної ознаки у роки досліджень

– наддомінування у другому році дослідження і депресія – наступного року.

У більшості комбінацій рівень справжнього гетерозису був вищим у другому році досліджень: Ант / ІЗО 198-4 – 7,1, Ант / ІЗО-23 – 5,7 %. Негативні гетерозисні ефекти переважали у третьому році досліджень – Ант / ІЗО-22 (-15,7 %), Ант / ІЗО-23 (-9,9).

Ознака «довжина волоті» в середньому за роки дослідження була менше 20 см у гібридних популяціях Ант / ІЗО-22 (17,2 см), Ант / ІЗО 4/01-1 (19,8 см), а найбільшою в гібридів: Ант / ІЗО-23 (24,3 см) і Ант / ІЗО 198-4 (24,1 см). Батьківська форма ІЗО-22 виділялася найменшою довжиною волоті (17,5 см), тоді як ІЗО-23 – найбільшою (24,6 см).

Позитивні ефекти справжнього гетерозису виявили у трьох гібридних популяціях: Ант / ІЗО 198-4 – 4,3, ІЗО 198-4 / ІЗО-22 – 3,0 і ІЗО 4/01-1 / ІЗО 198-4 – 1,4 %.

Максимальні негативні гетерозисні ефекти спостерігали у гібридів Ант / ІЗО-22 (-8,0) і Ант / ІЗО 4/01-1 (-7,0 %) (табл. 36).

Успадкування ознаки «довжина волоті» мало різний характер. Наддомінування (гетерозис) виявилось у 30 % комбінацій (Ант / ІЗО 198-4, ІЗО 4/01-1 / ІЗО-22 і ІЗО 198-4 / ІЗО-22).

Часткове позитивне домінування і проміжне успадкування також було в 30 % гібридних популяцій. У гібридів Ант / ІЗО-22 успадкування довжини волоті відбулося за негативним гетерозисом (депресія) – 1,5 (рис. 15).

Ознака «маса зерна у волоті» є однією з визначальних у продуктивності рослин вівса.

Селекційне та генетичне удосконалення культури вівса

Таблиця 36 - Прояв, успадкування і гетерозис довжини волоті у гібридних комбінаціях F₁ вівса за роки дослідження

Комбінації схрещування	Довжина волоті, см			Ступінь домінування	Ступінь гетерозису, %
	♀	♂	F ₁		
Ант / ІЗО 4/01-1	18,7	21,3	19,8	-0,2	-7,0
Ант / ІЗО-23	18,7	24,6	24,3	0,9	-1,2
Ант / ІЗО 198-4	18,7	23,1	24,1	1,5	4,3
Ант / ІЗО-22	18,7	17,5	17,2	-0,6	-8,0
ІЗО 4/01-1 / ІЗО-23	21,3	24,6	23,6	0,4	-4,1
ІЗО 4/01-1 / ІЗО 18-4	21,3	23,1	22,8	0,7	-1,3
ІЗО 4/01-1 / ІЗО-22	21,3	17,5	21,6	1,2	1,4
ІЗО-23 / ІЗО 198-4	24,6	23,1	23,7	-0,3	-3,7
ІЗО-23 / ІЗО-22	24,6	17,5	23,6	0,7	-4,1
ІЗО 198-4 / ІЗО-22	23,1	17,5	23,8	1,3	3,0

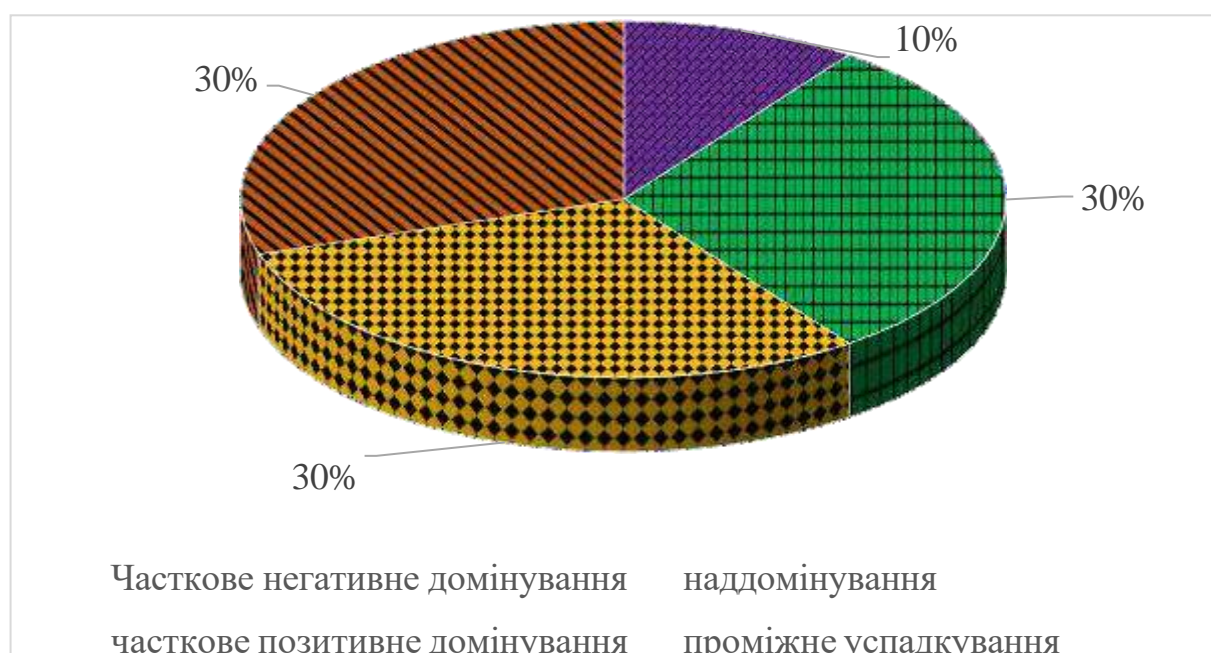


Рис. 15. Розподіл гібридів F₁ вівса за типами успадкування ознаки «довжина волоті»

У другому році дослідження в батьківських форм вона коливалася від 1,48 г у селекційної лінії ІЗО-22 до 2,36 г у ІЗО 4/01-1. У гібридних популяціях F₁ ця ознака варіювала від 1,61 г – Ант / ІЗО-

22 до 2,54 г – ІЗО 4/01-1 / ІЗО 198-4. У третьому році дослідження показники маси зерна у волоті були вищими, але розмах варіації зменшився порівняно з попереднім роком: у батьківських форм він становив 0,57 г, а в гібридних популяціях – 0,60 г.

За роки досліджень спостерігався значний відсоток у F_1 , де успадкування ознаки «маса зерна у волоті» відбулося за принципом наддомінування: у другому році дослідження – 70, а в третьому році – 60 %. Успадкування за типом часткового позитивного домінування у другому році дослідження було зафіксовано в 2 гібридних комбінаціях, а проміжне успадкування – 1, у третьому році успадкування за цими принципами було відповідно в 1 і 3 гібридних комбінацій. Зважаючи на високий відсоток успадкування за типом наддомінування були встановлені і відповідно високі рівні справжнього позитивного гетерозису у багатьох гібридних комбінаціях: у першому році Ант/ІЗО-23 – 11,2, ІЗО-23/ІЗО 198-4 – 11,7 %, у третьому році дослідження – Ант/ІЗО-23 – 11,6, ІЗО-23/ІЗО-22 – 12,6 %. У деяких гібридів F_1 , особливо у третьому році дослідження, спостерігали значні рівні від'ємного гетерозису: ІЗО 4/01-1 / ІЗО-22 – -21,6, ІЗО 198-4 / ІЗО-22 – -11,1 %, причому останню гібридну комбінацію позначали за від'ємним гетерозисом (-15,4 %) і у другому році досліджень.

Аналіз двохрічних середніх даних ознаки «маса зерна у волоті» виявив, що розмах варіації у батьківських форм досяг 0,81 г: від мінімального значення у лінії ІЗО-22 (1,60 г) до максимального показника (2,41 г) у зразка ІЗО 4/01-1. Дещо меншим розмах варіації був у F_1 – 0,74 г.

Селекційне та генетичне удосконалення культури вівса

Найменша маса зерна у волоті була у гібридів Ант / ІЗО-22 (1,80 г), а найбільша – у ІЗО 4/01-1 / ІЗО 198-4 (2,54 г). Високими значеннями справжнього гетерозису виділяли гібридні комбінації: Ант / ІЗО-23 (11,1 %), ІЗО-23 / ІЗО-22 (8,5 %), ІЗО 4/01-1 / ІЗО 198-4 (5,4 %). Від’ємними гетерозисними ефектами за цією ознакою виділялися популяції ІЗО 4/01-1 / ІЗО-22 (-9,5 %) і ІЗО 198-4 / ІЗО-22 (-10,9 %) (табл. 37).

Таблиця 37 - Прояв, успадкування і гетерозис маси зерна у волоті у гібридних комбінаціях F₁ вівса

Комбінації схрещування	Маса зерна у волоті, г			Ступінь доміну- вання	Ступінь гетеро- зису, %
	♀	♂	F ₁		
Ант / ІЗО 4/01-1	1,79	2,41	2,47	1,2	2,5
Ант / ІЗО-23	1,79	1,89	2,10	5,2	11,1
Ант / ІЗО 198-4	1,79	2,20	2,21	1,1	0,5
Ант / ІЗО-22	1,79	1,60	1,80	1,1	0,6
ІЗО 4/01-1 / ІЗО-23	2,41	1,89	2,39	0,9	-0,8
ІЗО 4/01-1 / ІЗО 18-4	2,41	2,20	2,54	2,3	5,4
ІЗО 4/01-1 / ІЗО-22	2,41	1,60	2,18	0,4	-9,5
ІЗО-23 / ІЗО 198-4	1,89	2,20	2,22	1,1	0,9
ІЗО-23 / ІЗО-22	1,89	1,60	2,05	2,1	8,5
ІЗО 198-4 / ІЗО-22	2,20	1,60	1,96	0,2	-10,9

Ступінь фенотипового домінування дозволяє провести розподіл успадкування ознаки «маса зерна у волоті» за окремими типами.

Проміжне успадкування (10 % від загальної кількості гібридних комбінацій) зустрічалося у гібридів ІЗО 4/01-1 / ІЗО-22. Часткове позитивне домінування відмічали у 20 % гібридних комбінацій – ІЗО 4/01-1 / ІЗО-23 і ІЗО 198-4 / ІЗО-22. Найбільшу частку гібридів (70 %) виділили за ознакою «маса зерна у волоті» (рис. 16).

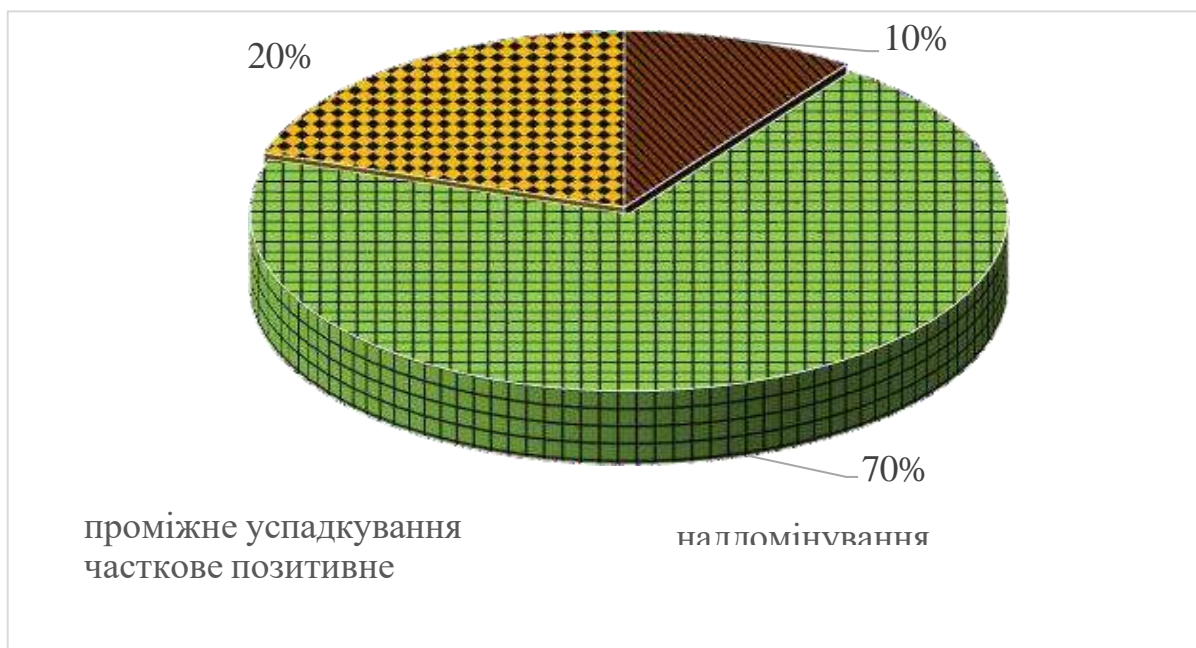


Рис. 16 Розподіл гібридів F_1 вівса за типами успадкування ознаки «маса зерна у волоті»

Кількість зерен у волоті в усіх батьківських форм була вища у третьому році досліджень порівняно з попереднім роком досліджень від 6,1 шт. У лінії ІЗО-23 до 14,7 шт. – у лінії ІЗО-22. Більшість гібридних популяцій також відзначалася більшою кількістю зерен у волоті в третьому році досліджень – від 0,8 шт. у гібридів ІЗО 4/01-1 / ІЗО-23 до 22,3 шт у комбінації ІЗО 198-4 / ІЗО-22. Проте, у гібридних комбінаціях: ІЗО-23 / ІЗО 198-4 і ІЗО-23 / ІЗО-22 відмічено незначне перевищення кількості зерен у другому році досліджень порівняно з наступним роком.

Розмах варіації даної ознаки у роки досліджень серед батьківських форм був досить значним: 58,7 шт. – у третьому році досліджень і 68,4 шт. – у другому році. Мінімальні показники кількості зерен у волоті були у селекційної лінії ІЗО-22, а максимальні – у лінії ІЗО-23. У залежності від умов вегетаційного

періоду розмах варіації, в гібридних комбінаціях був значно меншим порівняно з батьківськими формами.

Розподіл гібридних популяцій за типами успадкування у роки досліджень мав деякі особливості. Половина гібридних популяцій характеризувалася успадкуванням ознаки «кількість зерен у волоті» за типом наддомінування. Чотири комбінації (Ант / ІЗО 198-4, Ант / ІЗО-22, ІЗО 4/01-1 / ІЗО 198-4 і ІЗО 198-4 / ІЗО-22) зберігали такий тип успадкування впродовж двох років досліджень. Часткове позитивне домінування у першому році спостерігалось в трьох гібридних комбінаціях: (Ант / ІЗО 4/01-1, ІЗО 4/01-1 / ІЗО-23, ІЗО-23 / ІЗО-22), а в другому році досліджень – лише в одній (ІЗО-23 / ІЗО 198-4). Їх кількість де успадкування ознаки пройшло за типом проміжного успадкування також відрізнялося у роки досліджень.

Серед популяцій з позитивними гетерозисними ефектами ознаки «кількість зерен у волоті» виділялися гібриди Ант / ІЗО-22 досліджень (у першому році – 15,1, у другому році – 27,4 %), ІЗО 4/01-1 / ІЗО 198-4 (у першому році – 6,7, у другому році досліджень – 4,2 %), Ант / ІЗО 198-4 (у першому – 3,9, у другому році – 10,7 %).

Негативні гетерозисні ефекти за даною ознакою були притаманні популяціям Ант / ІЗО-23, ІЗО-23 / ІЗО-22, ІЗО 4/01-1 / ІЗО-22.

Середні двохрічні дані кількості зерен у волоті свідчать, що найменше зерен серед батьківських форм було у селекційної лінії ІЗО-22 (51,1 шт.), а найбільше у лінії ІЗО-23 (114,1 шт.).

Гібридні комбінації характеризувалися меншим розмахом мінливості цього показника: 77,0 шт у ІЗО 4/01-1 / ІЗО-22 до 112,6 шт зерен у ІЗО-23 / ІЗО 198-4.

Селекційне та генетичне удосконалення культури вівса

Успадкування ознаки «кількість зерен у волоті» характеризувалося високими позитивними і негативними гетерозисними ефектами, причому переважали останні. Найвищими рівнями позитивного гетерозису відзначалися гібриди Ант / ІЗО-22 (21,7 %) і ІЗО 198-4 / ІЗО-22 (7,5 %). Негативні гетерозисні ефекти проявилися у комбінаціях Ант / ІЗО-23 (-23,8 %), ІЗО-23 / ІЗО-22 (-18,0), ІЗО 4/01-1 / ІЗО-22 (-16,3 %), ІЗО 4/01-1 / ІЗО-23 (-7,3 %) (табл. 38).

Таблиця 38 - Прояв, успадкування і гетерозис кількості зерен у волоті у гібридів F₁ вівса

Комбінації схрещування	Кількість зерен у волоті, шт			Ступінь домінування	Ступінь гетерозису, %
	♀	♂	F ₁		
Ант / ІЗО 4/01-1	65,9	92,0	93,2	1,1	1,3
Ант / ІЗО-23	65,9	114,1	86,9	-0,1	-23,8
Ант / ІЗО 198-4	65,9	80,1	86,1	1,8	7,5
Ант / ІЗО-22	65,9	51,1	80,2	2,9	21,7
ІЗО 4/01-1 / ІЗО-23	94,0	114,1	105,8	0,2	-7,3
ІЗО 4/01-1 / ІЗО 18-4	92,0	80,1	97,0	1,8	5,4
ІЗО 4/01-1 / ІЗО-22	92,0	51,1	77,0	0,3	-16,3
ІЗО-23 / ІЗО 198-4	114,1	80,1	112,6	2,2	-1,3
ІЗО-23 / ІЗО-22	114,1	51,1	93,6	0,4	-18,0
ІЗО 198-4 / ІЗО-22	80,1	51,1	86,1	1,4	7,5

Поляризація гетерозисних ефектів пояснює характер успадкування ознаки «кількість зерен у волоті», яка відбулася за двома типами: наддомінування (6 комбінацій) та проміжне успадкування (4 комбінації) (рис. 17).

У гібридних популяціях (Ант/ІЗО-23, ІЗО 4/01-1/ІЗО-23, ІЗО 4/01-1/ІЗО198-4, ІЗО-23/ІЗО-22) кількість зерен у волоті успадковувалася за типом проміжного успадкування.

Селекційне та генетичне удосконалення культури вівса

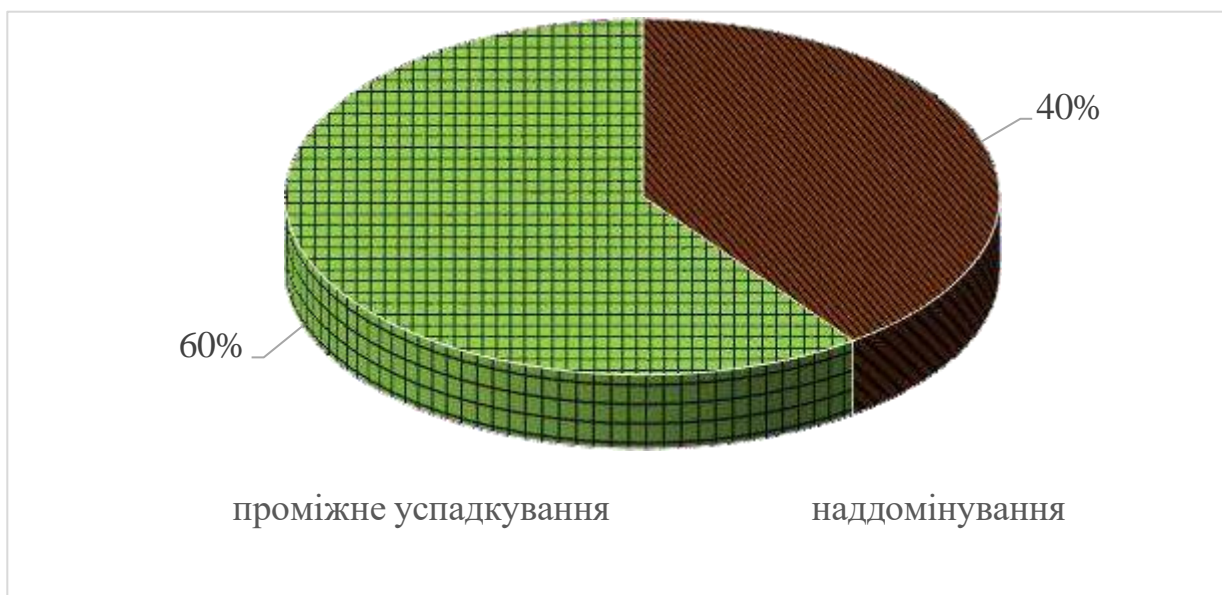


Рис. 17. Розподіл гібридів F_1 вівса за типами успадкування ознаки «кількість зерен у волоті»

Продуктивна куцистість сортів, селекційних ліній та гібридних комбінацій плівчастого вівса у другому році досліджень значно перевищувала аналогічні показники як у батьківських форм, так і в гібридних комбінаціях. У сорту Ант таке перевищення становило 1,2, у селекційних ліній ІЗО 4/01-1 – 1,4, ІЗО-22 – 0,8 шт., у гібридних комбінацій Ант / ІЗО 4/01-1 – 1,9, Ант / ІЗО 198-4 – 1,1, ІЗО 4/01-1 / ІЗО 198-4 – 1,1. У другому році було 7 гібридних популяцій, де ознака успадковувалася за принципом наддомінування, а у першому році досліджень таких комбінацій було 6. У першому році досліджень в гібридів Ант / ІЗО 4/01-1 успадкування відбулося за типом депресії.

Високими позитивними гетерозисними ефектами виділялися комбінації схрещування Ант / ІЗО-22 (перший рік досліджень – 25,8, у другому році досліджень – 14,0 %), Ант / ІЗО 198-4 (перший рік досліджень – 8,8, у другому році досліджень – 11,6 %), Ант / ІЗО 4/01-1 (перший рік досліджень – 5,5, у другому році досліджень –

20,9 %). Від’ємні гетерозисні ефекти впродовж двох років досліджень були лише в одній гібридній популяції ІЗО-23 / ІЗО-22 (перший рік досліджень – -13,2, у другому році досліджень – -6,5 %).

Середні двоєрічні дані продуктивної кущистості свідчать про те, що серед батьківських форм найбільше кущилися рослини селекційної лінії ІЗО-22 (4,2 шт.), тоді як у селекційної лінії ІЗО 4/01-1 відмічена найменша кількість продуктивних пагонів на 1 рослину – 3,2 шт. (табл. 39).

Таблиця 39 - Прояв, успадкування і гетерозис продуктивної кущистості у гібридів F₁ вівса

Комбінації схрещування	Продуктивна кущистість, шт.			Ступінь домінування	Ступінь гетерозису, %
	♀	♂	F ₁		
Ант / ІЗО 4/01-1	3,7	3,2	4,3	3,4	16,2
Ант / ІЗО-23	3,7	3,3	4,4	4,3	18,9
Ант / ІЗО 198-4	3,7	3,6	4,3	13,0	14,9
Ант / ІЗО-22	3,7	4,2	4,4	1,6	3,6
ІЗО 4/01-1 / ІЗО-23	3,2	3,3	3,6	7,0	9,2
ІЗО 4/01-1 / ІЗО 18-4	3,2	3,6	4,1	1,2	13,9
ІЗО 4/01-1 / ІЗО-22	3,2	4,2	4,1	0,8	-2,4
ІЗО-23 / ІЗО 198-4	3,3	3,6	3,6	0,9	0
ІЗО-23 / ІЗО-22	3,3	4,2	3,8	0,1	-9,5
ІЗО 198-4 / ІЗО-22	3,6	4,2	4,3	1,2	1,2

Продуктивна кущистість у гібридних популяціях коливалася від 3,6 у ІЗО-23 / ІЗО 198-4 і ІЗО 4/01-1 / ІЗО-23 до 4,4 шт. у Ант / ІЗО-22 і Ант / ІЗО-23. У чотирьох гібридних комбінацій відмічено значні позитивні гетерозисні ефекти ознаки (більше 10 %): Ант / ІЗО 4/01-1 – 16,2, Ант / ІЗО-23 – 18,9, Ант / ІЗО 198-4 – 14,9, ІЗО 4/01-1 / ІЗО 198-4 – 13,9 %. Від’ємні рівні справжнього гетерозису зафіксовано у гібридів ІЗО 4/01-1 / ІЗО-22 – -2,4 і ІЗО-23 / ІЗО-22 – -9,5 %.

Ступінь фенотипового домінування за ознакою «продуктивна кущистість» вказує на типи успадкування у гібридних популяціях F_1 .

За ознакою «продуктивна кущистість» проміжне успадкування встановлено у гібридній популяції ІЗО-23 / ІЗО-22, часткове позитивне успадкування – ІЗО-23 / ІЗО 198-4 і ІЗО 4/01-1 / ІЗО-22. Успадкування даної ознаки за типом наддомінування виявлено у 70% гібридних комбінацій.

8.2 Успадкування та мінливість кількісних ознак у гібридних популяціях F_3 і F_4

Вивчення показників фенотипової мінливості та успадкування кількісних ознак волоті проводили у гібридів вівса F_3 і F_4 ^{302,303,304}.

Вихідним матеріалом були гібридні популяції F_3 і F_4 вівса та їх батьківські форми. У дослідженнях мінливості і успадкованості ознак довжини волоті, кількості колосків та зерен у ній використовували сорти вівса Багач, Універсал 1, Теремок, зареєстровані у НЦГРРУ цінні селекційні лінії ІЗО 198-4 (АС Marie / Komes, IZT00425), ІЗО-23 (Ставчанський / СІ 7697, IZT00415), ІЗО-14 (Львівський ранній // Львівський 23 / Буг, IZT00289) та 10 їхніх гібридних популяцій.

Довжина волоті не має безпосереднього прямого впливу на рівень продуктивності, але є важливою біометричною характеристикою генотипів вівса. У першому році дослідження сорти

³⁰² Успадкування та мінливість кількісних ознак волоті гібридних популяцій вівса / А. Я. Марухняк, А. О. Дацько, Ю. А. Лісова, Г. І. Марухняк. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2013. Вип. 55(2). С. 65–75.

³⁰³ Vaum V. R. Oats: wild and cultivated: a monograph of the genus Avena L. (Poaceae). Ottawa: Agriculture Canada, 1977. 463 p. (Monograph; no. 14).

³⁰⁴ Рябченко О. М. Створення вихідного матеріалу для адаптивної селекції озимої м'якої пшениці в умовах південно-східної частини Степу України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : 06.01.05 «Селекція і насінництво». Дніпропетровськ, 2006. 16 с.

вівса Багач, Теремок і лінії ІЗО-23, ІЗО-14 характеризувалися середньою довжиною волоті (15–18 см), а сорт Універсал 1 і лінія ІЗО 198-4 мали довгу волоть. Вісім гібридних популяцій F_3 формували волоть середньої довжини, крім гібридів Теремок / ІЗО-23 і Універсал 1 / Багач з довгою волоттю (відповідно 18,1 і 21,3 см). Мінливість довжини волоті у батьківських форм у третьому році дослідження була незначною ($V = 6,22\text{--}8,23\%$). Гібридні популяції відзначалися вищою мінливістю довжини волоті і лише у гібридів Багач / ІЗО-23 та ІЗО 198-4 / ІЗО-23 вона була незначною, тобто менше 10 % (табл. 40).

Довжина волоті майже в усіх батьківських форм в другому році досліджень зросла від 0,7 см у сорту Універсал 1 до 2,5 см у лінії ІЗО-14, а в селекційній лінії ІЗО 198-4 відзначено зниження довжини волоті на 1,5 см порівняно з попереднім роком. За всіма гібридними популяціями також спостерігали зростання довжини волоті у другому році досліджень порівняно з першим роком, за винятком комбінації Універсал 1 / Багач. Значно знизилася мінливість довжини волоті як батьківських форм, так і гібридних популяцій у другому році досліджень. Середній коефіцієнт варіації за батьківськими формами у першому році досліджень становив 6,95 %, а наступного року – 6,63 %, за гібридними популяціями F_3 – 11,31, а F_4 – 8,58 %.

У другому році досліджень всі гібридні популяції F_4 характеризувалися незначною мінливістю ознаки «довжина волоті», крім Універсал 1 / ІЗО 198-4, де коефіцієнт варіації перевищив 10 %.

Зниження мінливості пояснюється впливом зовнішніх факторів на фенотип рослин і зменшенням розмаху варіювань ознак у вищих гібридних популяціях. Коефіцієнт успадкування ознаки «довжина

Селекційне та генетичне удосконалення культури вівса

волоті» у першому році досліджень становив від 0,44 до 0,82, а у другому році – від 0,13 до 0,74. Це вказує на те, що в перший рік генетично зумовлена мінливість у загальній фенотиповій становила 44–82 %, а в наступний – 13–74 %.

Таблиця 40 - Прояв, мінливість та успадкування довжини волоті в гібридів вівса 3 і 4-го поколінь

Батьківські форми та гібриди	F ₃			F ₄		
	$\bar{x} \pm Sx$	V, %	H ²	$\bar{x} \pm Sx$	V, %	H ²
Багач	17,00 ±0,35	6,44	-	18,60 ±0,29	4,93	-
Універсал 1	20,60 ±0,40	6,22	-	21,30 ±0,32	4,72	-
Теремок	17,82 ±0,44	8,23	-	19,36 ±0,39	6,71	-
ІЗО 198-4	22,00 ±0,45	6,43	-	20,50 ±0,47	7,32	-
ІЗО-23	16,20 ±0,34	6,65	-	17,60 ±0,47	8,50	-
ІЗО-14	16,20 ±0,39	7,71	-	18,70 ±0,45	7,58	-
Багач / Теремок	17,10 ±0,56	10,28	0,48	19,30 ±0,47	7,70	0,46
Багач / ІЗО 198-4	17,80 ±0,73	13,01	0,71	19,20 ±0,42	6,91	0,22
Багач / ІЗО-23	17,20 ±0,46	8,54	0,45	17,70 ±0,43	7,60	0,24
Універсал 1/Багач	21,30 ±0,89	13,29	0,82	20,70 ±0,60	9,18	0,74
Універсал/ІЗО18-4	15,50 ±0,57	11,63	0,44	20,50 ±0,65	10,06	0,65
Універсал /ІЗО-14	17,80 ±0,60	10,60	0,55	21,60 ±0,60	8,83	0,61
Теремок/ІЗО18-4	15,30 ±0,62	12,76	0,46	17,70 ±0,55	9,80	0,35
Теремок / ІЗО-23	18,10 ±0,71	12,46	0,69	19,40 ±0,47	7,71	0,13
Теремок / ІЗО-14	16,40 ±0,59	11,31	0,47	20,60 ±0,55	8,46	0,39
ІЗО 198-4 / ІЗО-23	18,00 ±0,53	9,30	0,46	23,50 ±0,71	9,56	0,56

Високою генетично зумовленою мінливістю гібридних популяцій F₃ виділяли Універсал 1 / ІЗО-14, Теремок / ІЗО-23, Багач / ІЗО 198-4 і Універсал 1 / Багач (відповідно 55; 69; 71 і 82 %), а з гібридних популяцій F₄ – ІЗО 198-4 / ІЗО-23, Універсал 1 / ІЗО-14, Універсал 1 / ІЗО 198-4 і Універсал / Багач, (відповідно 56; 61; 65 і 74 %).

Довжина волоті у більшій частині гібридних популяцій успадковувалася за проміжним типом. Більшу довжину волоті, ніж обидві батьківські форми у першому році досліджень мали гібриди

Селекційне та генетичне удосконалення культури вівса

Багач / ІЗО-23 – на 1,2 і 6,2 %, Універсал 1 / Багач – на 3,4 і 25,3 %, Теремок / ІЗО-23 – на 1,6 і 11,7 %. У другому році гібридна популяція Універсал 1 / ІЗО-14 переважала батьківські форми відповідно на 1,4 і 10,7 %, Теремок / ІЗО-23 – на 0,2 і 10,2 %, а ІЗО 198-4 / ІЗО-23 – на 14,6 і 33,5 %. Рецесивним типом успадковування у першому році досліджень характеризувалися гібридні популяції Універсал 1 / ІЗО 198-4 і Теремок / ІЗО 198-4.

За ознакою «довжина волоті» з 10 гібридних комбінацій в F_3 і F_4 – п'ять мали проміжний, два – рецесивний і три – позитивний тип успадковування.

Ознака «кількість зерен у волоті» є важливим елементом структури урожаю, який завжди позитивно корелює із рівнем зернової продуктивності. Кількість зерен у волоті батьківських форм в першому році досліджень була вищою за середні значення у сортів Багач та селекційних ліній ІЗО-23 і ІЗО-14 і високою у ІЗО 198-4 (101,4 шт.).

У другому році досліджень чотири зразки (сорт Багач, Теремок, лінії ІЗО-23, ІЗО-14) увійшли в категорію високої кількості зерен у волоті, сорт Універсал 1 – від високої до дуже високої, а лінія ІЗО 198-4 – до дуже високої кількості зерен у волоті.

Мінливість ознаки «кількість зерен у волоті» була незначна у лінії ІЗО 198-4, висока – у сорту Багач і лінії ІЗО-14 в першому році досліджень та середня у всіх інших батьківських форм у першому та другому роках досліджень (табл. 42). Величина ознаки «кількість зерен у волоті» гібридних популяцій F_3 була вище середньої (40–60 шт.) в комбінаціях Теремок / ІЗО 198-4, Теремок / ІЗО-14 і ІЗО 198-4 /

Селекційне та генетичне удосконалення культури вівса

ІЗО-23, високою (61–75 шт.) – Багач / Теремок, Багач / ІЗО 198-4, Багач ІЗО-23, Універсал 1 / ІЗО-14, Теремок / ІЗО-23 та від високої до дуже високої (79–90 шт.) – за комбінаціями Універсал 1 / Багач і Універсал 1 / ІЗО 198-4. Серед гібридних комбінацій F₄ до категорії від високих до дуже високих показників кількості зерен у волоті належали комбінації Універсал 1 / ІЗО 198-4, Універсал 1 / ІЗО-14, до категорії з дуже високими показниками (>90 шт.) – ІЗО 198-4 / ІЗО-23, інші гібридні комбінації мали високі показники проаналізованої ознаки.

Таблиця 41 - Прояв, мінливість та успадкування кількості зерен у волоті вівса гібридами F₃ і F₄

Батьківські форми та гібриди	F ₃			F ₄		
	x ± Sx	V, %	H ²	x ± Sx	V, %	H ²
Багач	56,20 ± 3,77	21,20	-	65,70 ± 3,76	18,07	-
Універсал 1	72,40 ± 2,99	13,08	-	77,40 ± 2,58	10,55	-
Теремок	65,09 ± 3,78	19,27	-	74,27 ± 3,75	16,73	-
ІЗО 198-4	101,4 ± 2,57	8,03	-	94,60 ± 2,55	8,54	-
ІЗО-23	52,80 ± 2,63	15,75	-	61,80 ± 2,63	13,46	-
ІЗО-14	52,70 ± 3,73	22,39	-	69,50 ± 3,70	16,84	-
Багач / Теремок	61,70 ± 4,83	24,73	0,36	68,30 ± 4,65	21,52	0,32
Багач / ІЗО 198-4	62,80 ± 5,86	29,50	0,72	71,40 ± 4,48	19,84	0,52
Багач / ІЗО-23	61,20 ± 4,28	22,10	0,46	64,40 ± 5,08	24,96	0,62
Універсал / Багач	83,60 ± 6,83	25,85	0,76	73,90 ± 5,57	23,82	0,69
Універсал / ІЗО18-4	80,20 ± 4,04	15,95	0,53	85,40 ± 5,03	18,63	0,74
Універсал / ІЗО-14	69,90 ± 6,95	31,45	0,77	76,60 ± 3,76	15,53	0,32
Теремок / ІЗО18-4	50,20 ± 4,84	30,48	0,56	64,80 ± 4,50	21,96	0,50
Теремок / ІЗО-23	67,30 ± 7,43	34,93	0,81	71,10 ± 5,87	26,10	0,70
Теремок / ІЗО-14	55,50 ± 6,05	34,44	0,60	71,30 ± 4,65	20,63	0,33
ІЗО 198-4 / ІЗО23	58,20 ± 4,96	26,95	0,72	90,50 ± 7,03	24,55	0,58

Мінливість ознаки «кількість зерен у волоті» гібридних популяцій F₃ була від 15,95 % у Універсал 1 / ІЗО 198-4 до 34,93 % –

у Теремок / ІЗО-23, а в гібридних популяціях F_4 – від 15,53 % – Універсал / ІЗО-14 до 26,10 % у Теремок / ІЗО-23.

Середня мінливість кількості зерен у волоті за всіма гібридними популяціями F_4 становила 21,75 %, що на 5,59 % менше порівняно з F_3 . Коефіцієнт успадкування кількості зерен у волоті був високим у гібридних популяціях F_3 : Багач / ІЗО 198-4, Універсал 1 / Багач, Універсал 1 / ІЗО 198-4, Універсал / ІЗО-14, Теремок / ІЗО 198-4, Теремок / ІЗО-23, Теремок / ІЗО-14, ІЗО 198-4 / ІЗО-23 та в гібридних популяціях F_4 .

Проміжний тип успадкування за ознакою «кількість зерен у волоті» виявили більшість з проаналізованих комбінацій – шість у першому році і дев'ять – у другому році досліджень, рецесивний тип успадкування визначено у комбінації Теремок / ІЗО 198-4, домінантним типом характеризувалися три комбінації.

Серед гібридних популяцій F_4 не виявлено комбінацій з домінантним типом успадкування за ознакою «кількість зерен у волоті».

Ознака «кількість колосків у волоті» виявилася найбільш мінливою у батьківських форм першому році досліджень і гібридних популяцій F_3 . У другому році досліджень середня мінливість даної ознаки у батьківських форм дещо знизилася – до 14,33 %, тоді як у гібридних популяцій F_4 зафіксовано досить значне зниження – до 18,95 %. Варіювання кількості колосків у волоті гібридних популяцій F_4 було середнім, крім комбінацій Багач / ІЗО-23, Універсал 1 / Багач, Універсал 1 / ІЗО 198-4, де коефіцієнт варіації перевищив 20 % (табл. 42).

Селекційне та генетичне удосконалення культури вівса

Таблиця 42 - Прояв, мінливість та успадкування кількості колосків у волоті вівса гібридами F₃ і F₄

Батьківські форми та гібриди	F ₃			F ₄		
	x ± Sx	V, %	H ²	x ± Sx	V, %	H ²
Багач	28,40 ± 1,48	16,53		35,60 ± 1,39	12,32	
Універсал 1	34,80 ± 2,46	22,33		41,30 ± 2,09	16,03	
Теремок	31,73 ± 1,81	18,96		32,36 ± 1,73	17,74	
ІЗО 198-4	49,50 ± 2,89	18,48		47,60 ± 1,39	9,26	
ІЗО-23	25,20 ± 1,88	23,60		32,40 ± 1,57	15,32	
ІЗО-14	28,30 ± 2,05	22,90		37,20 ± 1,80	15,29	
Багач / Теремок	29,80 ± 2,15	22,85	0,39	34,80 ± 1,78	16,14	0,20
Багач / ІЗО 198-4	33,10 ± 3,28	31,38	0,60	35,90 ± 1,75	15,43	0,37
Багач / ІЗО-23	31,90 ± 2,52	24,98	0,56	29,80 ± 2,40	25,46	0,62
Універсал 1 / Багач	45,20 ± 4,08	28,57	0,78	33,50 ± 2,39	22,59	0,49
Універсал 1 / ІЗО18-4	24,30 ± 3,52	45,86	0,43	35,10 ± 2,48	22,34	0,53
Універсал 1/ІЗО-14	37,60 ± 3,68	30,93	0,63	39,90 ± 2,05	16,26	0,11
Теремок / ІЗО 198-4	35,50 ± 2,42	21,57	0,06	34,30 ± 1,66	15,32	0,08
Теремок / ІЗО-23	33,80 ± 3,02	28,22	0,61	33,20 ± 1,95	18,56	0,25
Теремок / ІЗО-14	24,40 ± 2,16	27,99	0,16	35,60 ± 2,02	17,91	0,20
ІЗО 198-4 / ІЗО-23	31,00 ± 2,40	24,48	0,06	40,6 ± 2,50	19,49	0,22

Успадкування ознаки «кількість колосків у волоті» була нижчою за інші проаналізовані ознаки як у гібридних популяціях F₃, так і в F₄.

При середньому коефіцієнті успадкування в гібридних популяціях F₃ 0,43 виявлено досить значний розмах його коливання – від 0,06 (комбінація ІЗО 198- 4 / ІЗО-23) до 0,78 (комбінація Універсал 1 / Багач).

Середній коефіцієнт успадкування кількості колосків у волоті гібридних популяцій F₄ становив 0,31 і у п'яти комбінаціях був вищим порівняно з F₃: Багач / ІЗО-23 (+0,06), Універсал 1 / ІЗО 198-4 (+0,10), Теремок / ІЗО 198-4 (+0,02), Теремок / ІЗО-14 (+0,04), ІЗО 198-4 / ІЗО-23 (+0,16).

У першому році досліджень проміжний тип успадкування за ознакою «кількість колосків у волоті» було встановлено у комбінаціях Багач / Теремок, Багач / ІЗО 198-4, Теремок / ІЗО 198-4 і ІЗО 198-4 / ІЗО-23.

За рецесивним типом відбувалося успадкування у комбінаціях Універсал 1 / ІЗО 198-4 та Теремок / ІЗО-14.

Позитивну трансгресію за даною ознакою спостерігали у гібридів Багач / ІЗО-23, яка перевищила батьківські форми на 12,3 і 26,6 %, у комбінації Універсал 1 / Багач перевищення становило 29,9 і 58,5 %, Універсал 1 / ІЗО-14 – 8,1 і 32,9 % та Теремок / ІЗО-23 – 6,5 і 34,1 % до батьківських форм.

У гібридних популяціях F_4 шість комбінацій мали проміжний тип успадкування кількості колосків у волоті, три – рецесивний і одна – домінантний тип. Незначною трансгресією за даною ознакою у другому році досліджень виділилася гібридна популяція Теремок / ІЗО-23, перевищення над батьківськими формами склало - 2,6 і 2,5 %.

8.3 Ступінь трансгресії ознак елементів продуктивності

Трансгресивні популяції другого покоління вівса визначали за кількісними ознаками. Для досягнення мети досліджень проводили визначення частоти трансгресії та ступенів її прояву за ознаками «висота рослин», «довжина волоті», «маса зерна у волоті», «кількість зерен у волоті» та «продуктивна кущистість».

Позитивні трансгресії за чотирма ознаками встановили в наступних популяціях: Ант / ІЗО 4/01-1, Ант / ІЗО 198-4, Ант / ІЗО-22, ІЗО 4/01-1 / ІЗО 198-4.

Селекційне та генетичне удосконалення культури вівса

Найвищою частотою трансгресії відзначалася комбінація Ант / ІЗО 4/01-1: від 18 % за ознакою «висота рослин» до 32 % за ознакою «продуктивна кущистість», а найнижчими показниками частоти трансгресії виділялася комбінація ІЗО 4/01-1 / ІЗО 198-4 (8–20 %). У п'яťох гібридних популяціях встановлено позитивні трансгресії за трьома кількісними ознаками. Гібриди ІЗО 4/01-1 / ІЗО-22 показали позитивні трансгресії лише за ознаками «висота рослин» (26 %) і «довжина волоті» (14 %) (табл. 43).

Таблиця 43 - Частота позитивних трансгресій гібридів (F₂) за окремими кількісними ознаками, %

Комбінація схрещування	Кількісні ознаки:				
	висота рослин	довжина волоті	маса зерна з волоті	кількість зерен у волоті	продуктивна кущистість
Ант / ІЗО 4/01-1	18	-	28	22	32
Ант / ІЗО-23	-	14	30	-	12
Ант / ІЗО 198-4	-	26	12	18	28
Ант / ІЗО-22	12	18	24	14	-
ІЗО 4/01-1 / ІЗО-23	-	22	12	-	14
ІЗО 4/01-1 / ІЗО 198-4	18	16	8	-	20
ІЗО 4/01-1 / ІЗО-22	26	14	-	-	-
ІЗО-23 / ІЗО 198-4	-	18	6	-	18
ІЗО-23 / ІЗО-22	-	10	22	-	-
ІЗО 198-4 / ІЗО-22	16	-	-18	14	

За висотою рослин виявилися позитивні трансгресії у п'яти комбінаціях схрещування з найбільшою частотою у ІЗО 4/01-1 / ІЗО-22 – 26 %.

Ознаки «довжина волоті» і «маса зерна у волоті» посвідчили позитивне трансгресивне розщеплення за вісьмома гібридними популяціями.

За довжиною волоті максимальна частота трансгресії зафіксована у гібридів Ант / ІЗО 198-4 (26 %) і ІЗО 4/01-1 / ІЗО-23 (22 %), тоді як

за масою зерна у волоті найвища частота була у Ант / ІЗО-23 (30 %) і Ант / ІЗО 4/01-1 (28%).

Наступна ознака «кількість зерен у волоті» підтвердила позитивні трансгресії у чотирьох гібридних популяціях з найбільшою частотою у гібридів Ант / ІЗО 4/01-1 – 22 %.

Ознака «продуктивна кущистість» виявила позитивні трансгресії у семи комбінаціях схрещування, а за частотою виділяли комбінації Ант / ІЗО 4/01-1 (32 %), Ант / ІЗО 198-4 (28 %) і ІЗО 4/01-1 / ІЗО 198-4 (20 %).

Окрім частоти трансгресії для аналізу успадкування ознак у другому гібридному поколінні використовується ступінь трансгресії, який буває як позитивним, так і негативним. У наших дослідженнях не було виявлено гібридних популяцій лише з позитивними ступенями трансгресії.

У чотирьох гібридних комбінаціях встановлено позитивні трансгресії за чотирма ознаками. Так, у комбінації Ант / ІЗО 4/01-1 ступінь позитивної трансгресії змінювався від від 1,3 до 7,0 %, а за ознакою «довжина волоті» трансгресія виявилася негативною (-4,8 %). У іншій ступінь позитивної трансгресії був в межах від 2,3% за масою зерна у волоті до 10,0 % за довжиною волоті, а висота рослин виділялася негативним ступенем трансгресії (-1,2 %). Гібриди Ант / ІЗО-22 характеризували високим ступенем позитивної трансгресії за ознакою «кількість зерен у волоті» (17,5 %) і негативною трансгресією за ознакою «продуктивна кущистість». Гібридне покоління F₂ ІЗО 4/01-1 / ІЗО 198-4 проявило позитивні ступені трансгресії від 4,5 (маса зерна у волоті) до 5,9 % (довжина

Селекційне та генетичне удосконалення культури вівса

волоті) та негативну ступінь трансгресії (-5,7 %) за ознакою «кількість зерен у волоті» (табл. 44).

Таблиця 44 - Ступінь трансгресій гібридів (F₂) за окремими кількісними ознаками, %

Комбінація схрещування	Кількісні ознаки:				
	висота рослин	довжина волоті	маса зерна з волоті	кількість зерен у волоті	продуктивна кущистість
Ант / ІЗО 4/01-1	1,3	-4,8	4,5	7,0	5,9
Ант / ІЗО-23	-13,6	3,6	10,4	-8,9	2,9
Ант / ІЗО 198-4	-1,2	10,0	2,3	4,9	8,3
Ант / ІЗО-22	1,3	3,6	2,3	17,5	-5,1
ІЗО 4/01-1 / ІЗО-23	-2,6	7,6	2,7	-5,7	9,1
ІЗО 4/01-1 / ІЗО 198-4	4,7	5,9	4,5	-5,7	5,6
ІЗО 4/01-1 / ІЗО-22	4,7	5,3	-8,1	-10,8	-5,1
ІЗО-23 / ІЗО 198-4	-7,4	1,8	2,8	-1,0	5,6
ІЗО-23 / ІЗО-22	-6,6	2,7	6,6	-6,5	-5,1
ІЗО 198-4 / ІЗО-22	4,1	-1,3	-4,2	7,7	2,6

За аналізом трансгресивних форм у гібридних популяціях за окремими кількісними ознаками виявили їх різноманітний прояв у гібридному поколінні F₂. Так, ознака «висота рослин» мала позитивні трансгресії у п'яťох комбінаціях з найвищим ступенем її прояву у гібридів ІЗО 4/01-1 / ІЗО 198-4 і ІЗО 4/01-1 / ІЗО-22. Інші гібридні комбінації за цією ознакою характеризували від'ємною трансгресією з найнижчим її ступенем (-13,6 %) у гібридів Ант / ІЗО-23. Ознака «довжина волоті» виявила позитивні трансгресії у восьми гібридних популяціях з максимальним проявом ступеня трансгресії (10,0 %) у гібридів Ант / ІЗО 198-4.

Маса зерна в волоті також мала позитивний прояв у 8 гібридів з найбільшим ступенем у комбінації Ант / ІЗО-23 – 10,4 %. У ознаки «кількість зерен у волоті» прояв трансгресій був дещо інший характер

– 6 комбінацій виявили негативні трансгресії з найбільшим її ступенем у гібридів ІЗО 4/01-1 / ІЗО-22 (-10,8 %).

Максимальну ступінь трансгресії за ознакою «кількість зерен у волоті» зафіксували у гібридів Ант / ІЗО-22 – 17,5 %.

Продуктивна куцистість проявляла позитивні ступені трансгресії у 7 комбінаціях від 2,6 % у ІЗО 198-4 / ІЗО-22 до 8,3 % – у Ант / ІЗО 198-4. А негативні ступені трансгресії (-5,1 %) за цією ознакою були зафіксовані у трьох гібридних популяціях.

Успадкування ознаки «висота рослин» здійснювали за трьома типами. Наддомінування (гетерозис) мали 30 % гібридних популяцій (Ант / ІЗО 198-4, ІЗО 4/01-1 / ІЗО 198-4 і ІЗО 198-4 / ІЗО-22). Така ж частка гібридних популяцій характеризувалася проміжним успадкуванням даної ознаки (Ант / ІЗО-22, ІЗО 4/01-1 / ІЗО-23 і ІЗО-23 / ІЗО 198-4), комбінація Ант/ІЗО-23 – частковим негативним домінуванням.

Успадкування ознаки «довжина волоті» мало різний характер. Наддомінування (гетерозис) виявили у 30 % комбінацій схрещування (Ант / ІЗО 198-4, ІЗО 4/01-1 / ІЗО-22 і ІЗО 198-4 / ІЗО-22). Часткове позитивне домінування і проміжне успадкування також було у 30 % гібридних популяцій. У гібридів Ант / ІЗО-22 успадкування довжини волоті відбулося за негативним гетерозисом (депресія).

Успадкування ознаки «кількість зерен у волоті» характеризували за високими позитивними і негативними гетерозисними ефектами, причому переважали останні. Найвищими рівнями позитивного гетерозису відзначали гібриди Ант / ІЗО-22 (21,7 %) і ІЗО 198-4 / ІЗО-

22 (7,5 %). Негативні гетерозисні ефекти проявили у комбінаціях Ант / ІЗО-23 (-23,8 %), ІЗО-23 / ІЗО- 22 (-18,0), ІЗО 4/01-1 / ІЗО-22 (-16,3 %), ІЗО 4/01-1 / ІЗО-23 (-7,3 %).

Поляризація гетерозисних ефектів пояснює характер успадкування ознаки «кількість зерен у волоті», яку спостерігали за двома типами: наддомінування (6 комбінацій) та проміжне успадкування (4 комбінації). У гібридних комбінаціях: (Ант / ІЗО-23, ІЗО 4/01-1 / ІЗО-23, ІЗО 4/01-1 / ІЗО 198- 4, ІЗО-23 / ІЗО-22) кількість зерен у волоті успадковувалася за типом проміжного успадкування, а в інших гібридних популяціях – за типом наддомінування.

Ступінь фенотипового домінування за ознакою «продуктивна куцистість» вказує на типи успадкування у F_1 . Проміжне успадкування встановлено у гібридній популяції ІЗО-23 / ІЗО-22, часткове позитивне успадкування ІЗО-23 / ІЗО 198-4 і ІЗО 4/01-1 / ІЗО-22. Успадкування даної ознаки за типом наддомінування виявлено у 70 % гібридів.

Із проаналізованих ознак найменшою мінливістю як у батьківських форм, так і у гібридних популяцій F_3 і F_4 виділяли ознаку «довжина волоті». Частка генетично зумовленої мінливості в загальній фенотиповій за даною ознакою в гібридних популяціях F_3 становила 44–82 %, а в F_4 – 13–74 %.

У більшості гібридів F_3 і F_4 за ознаками «довжина волоті» і «кількість зерен і колосків у волоті» було встановлено проміжний тип успадкування. Для подальших доборів з метою селекційного поліпшення ознаки перспективними є комбінації з домінантним типом успадкування.

Мінливість ознак у гібридних популяціях вівса 3 і 4-го поколінь залишається більшою, ніж у вихідних форм, але має стійку тенденцію до зменшення у вищих гібридних поколіннях.

Прояв важливої компонентної ознаки структури врожаю «кількість зерен у волоті» з гібридних популяцій F_3 виявили найвищим у гібридів Універсал 1 / Багач і Універсал 1 / ІЗО 198-4 при коефіцієнтах успадкованості 0,53–0,76, а F_4 виділили комбінації Універсал 1 / ІЗО 198-4 і ІЗО 198-4 / ІЗО-23 з коефіцієнтами успадкованості 0,58–0,74.

Ознаки «довжина волоті» і «маса зерна у волоті» посвідчили позитивні трансгресії у восьми гібридних популяціях F_2 з десяти проаналізованих. Гібриди Ант / ІЗО 4/01-1 і Ант / ІЗО 198-4 виявили позитивні трансгресії за трьома кількісними ознаками (маса зерна у волоті та кількість зерен у ній, продуктивна кущистість), які мають безпосередній вплив на продуктивність рослин.

Найвищим ступенем позитивної трансгресії за ознакою «маса зерна у волоті» (10,4 %) виявили гібриди F_2 Ант / ІЗО-23, за ознакою «кількість зерен у волоті» (17,5 %) – Ант / ІЗО-22, а за продуктивною кущистістю (9,1 %) – ІЗО 4/01-1 / ІЗО-23.

9. ХАРАКТЕРИСТИКА НОВИХ ГОЛОЗЕРНИХ І ПЛІВЧАСТИХ СОРТІВ ВІВСА ТА ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ВИРОБНИЦТВА ЗЕРНА

9.1 Сорти вівса Авгол і Артур

Основною причиною спаду виробництва зерна вівса є його низька урожайність. Зокрема, амплітуда коливань рівня урожайності за 24 роки в середньому по Україні знаходилась в межах 1,55 т/га³⁰⁵.

Врожайність зерна голозерного сорту Авгол в середньому за три роки досліджень була нижчою за сорти плівчастого типу. Сорт Чернігівський 27 за зерною продуктивністю перевищив Авгол на 0,44 т/га, а Ант і Аркан – на 0,54 т/га. Справжню продуктивність голозерних сортозразків вівса можна оцінити при перерахунку на врожай ядра, тобто зерна без плівок³⁰⁶.

Середня плівчастість сорту Авгол становила 2,4, тоді як у сортів Артур, Ант і Аркан – відповідно 25,8; 27,7 і 28,0 % (табл. 46). Урожайність зерна без плівок сорту Авгол становив 3,59 т/га і перевищив за цим показником Артур на 0,07 і Ант – на 0,55 т/га.

Сорт Авгол характеризується середньою пластичністю ($b_i = 0,99$) і високою стабільністю ($S_i^2 = 0,00$), а сорт Артур високою пластичністю ($b_i = 1,29$) та дещо нижчою стабільністю ($S_i^2 = 0,07$) за ознакою «врожайність зерна». Середнє квадратичне відхилення (σ)

³⁰⁵ Ляшенко Н. О. Економічна ефективність виробництва зерна вівса в Україні. *Таврійський науковий вісник*. 2014. № 90. С. 254–260.

³⁰⁶ Cereal grains: assessing and managing quality / [edited by] Colin Wrigley, Ian Batey and Diane Miskelly. 2nd ed. Duxford: Woodhead Publishing, 2016. 672 p. (Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition).

Селекційне та генетичне удосконалення культури вівса

також вказує на стабільний прояв ознаки на сорту голозерного вівса Авгол на рівні сорту Аркан.

Таблиця 45 - Показники продуктивності, якості зерна, структури урожаю та їх екологічної стабільності у сортів вівса

Показник	Одиниця виміру	Сорт			
		Артур	Ант	Аркан	Авгол
Урожайність:	т/га	4,74	4,22	4,22	3,68
Коефіцієнт регресії (b_i)		1,29	1,23	0,93	0,99
Варіанса стабільності (S^2)		0,07	0,02	0,05	0,00
Середнє квадратичне відхилення (σ)		0,90	0,84	0,66	0,67
Еквалента (W_i)		0,15	0,07	0,06	0,00
Гомеостатичність (за Ном 1)		24,96	21,20	26,98	20,21
Гомеостатичність (за Ном 2)		15,51	12,69	20,60	15,43
Селекційна цінність (Sc)		3,31	2,80	3,08	2,55
Коефіцієнт варіації ($V, \%$)		18,99	19,91	15,64	18,21
Вміст білка в зерні:	%	11,99	11,37	11,48	13,54
Коефіцієнт регресії (b_i)		1,44	1,57	1,47	2,04
Варіанса стабільності (S^2)		0,06	0,15	0,19	0,17
Збір білка з 1 га:	т	0,57	0,48	0,48	0,50
Коефіцієнт регресії (b_i)		1,42	1,21	0,94	0,97
Варіанса стабільності (S^2)		0,00	0,00	0,00	0,00
Маса зерна з волоті:	г	2,39	2,30	2,07	1,96
Коефіцієнт регресії (b_i)		2,78	3,08	3,35	1,18
Варіанса стабільності (S^2)		0,05	0,03	0,03	0,02
Кількість зерен у волоті:	шт.	70,1	63,9	61,2	73,9
Коефіцієнт регресії (b_i)		4,15	2,99	4,60	2,39
Варіанса стабільності (S^2)		5,37	3,95	4,44	7,61
Продуктивна куцистість:	шт.	2,17	1,80	1,93	2,50
Коефіцієнт регресії (b_i)		0,94	0,89	0,67	1,35
Варіанса стабільності (S^2)		0,03	0,01	0,01	0,02

Визначення еквалент (W_i) показало більш стабільний прояв врожайності зерна голозерного сорту Авгол порівняно з півчастими сортами. Вищі показники гомеостатичності Ном1 і Ном2 вказують на ріст стабільності за врожайністю, а більші значення селекційної

цінності визначають підвищений генетичний потенціал за стабільністю ознаки при зміні умов вирощування.

Згідно із результатами визначення гомеостатичності за $\text{Hom}1$ сорт Авгол поступається півчастим сортам, а за $\text{Hom}2$ переважає лише сорт Ант.

Сорт півчастого вівса Артур за показниками гомеостатичності серед проаналізованих сортів поступається лише сорту Аркан, а за селекційною цінністю переважає інші три сорти.

Селекційна цінність сорту Авгол за врожайністю зерна була нижча порівняно з півчастими сортами. Мінливість ознаки «врожайність зерна» у всіх сортів була середньою, у сорту Авгол ($V = 18,21\%$), дещо нижча за сорт Артур ($V = 18,99\%$).

Показники вмісту білка в зерні, його збір з одиниці площі і їх екологічна стабільність свідчать про перспективність сорту Авгол у підвищенні якості зерна вівса.

Більший вміст білка в зерні забезпечив також дещо вищі показники збору білка з 1 га: 0,46–0,48 т/га у півчастих сортів Ант та Аркан і 0,50 т/га – у голозерного сорту. Однак, завдяки вищій врожайності сорт Артур на 0,07 т переважав за збором білка з одиниці площі сорт Авгол. Коефіцієнт регресії (b_i) показав генетичну обумовленість ознаки «вміст білка в зерні», а також високу її пластичність при зміні біокліматичного потенціалу як півчастих сортів, так і голозерного сорту Авгол.

Аналіз основних структурних елементів врожаю зерна досліджуваних сортів свідчить про меншу масу зерна у волоті і вищі

показники кількості зерен у волоті та продуктивної кущистості голозерного сорту Авгол порівняно з півчастими сортами.

Маса зерна у волоті і продуктивна кущистість сорту Авгол відзначилися високою екологічною пластичністю та стабільністю, а ознака «кількість зерен у волоті», незважаючи на високу пластичність, мала низьку стабільність.

За результатами польових досліджень у закладах державного випробування у зоні Полісся сорт Авгол досяг середньої врожайності 5,62 т/га, маса 1000 зерен становила 38,4 г, а вегетаційний період 99 діб. Середня врожайність у цій зоні становила 3,14 т/га, маса 1000 зерен – 27,1 г, стійкість до вилягання, осипання, корончастої іржі, борошнистої роси, сажки кам'яної, внутрішньостеблових шкідників – відповідно 8,1; 8,3; 7,9; 8,7, і 8,7 балів, вегетаційний період 101 доба.

Найвищі збори зерна були досягнуті на Прилуцькій держсортостанції (Чернігівська обл.) – 3,75 і Львівському держекспертцентрі – 3,70 т/га.

Згідно із результатами польових досліджень кваліфікаційної експертизи сорту Авгол на придатність до поширення в зоні Лісостепу у середня врожайність становила 3,36 т/га, маса 1000 зерен – 32,1 г, стійкість до осипання, засухи, борошнистої роси, корончастої іржі, сажки кам'яної, стеблових шкідників – відповідно 8,8; 8,8; 9,0; 8,0; 8,6 і 9,0 балів, придатність до механізованого збирання – 9,0 балів, вегетаційний період – 91,4 доби.

Найвищу продуктивність сорту Авгол одержали на полях Вінницького держекспертцентру, Роменської держсортостанції

(Сумська обл.) і Маньківської держсортостанції (Черкаська обл.) – відповідно 5,04; 3,79 і 3,61 т/га³⁰⁷.

Результати польових досліджень на ВОС-тест за роки досліджень показали, що однорідність сорту Авгол знаходиться в межах норми. Габітус рослини напівпрямий. Опушеність країв листка відсутня або дуже слабка. Рослини із закрученими прапорцевими листками відсутні або трапляються дуже рідко. Найвищий вузол стебла неопушений. Орієнтація гілочок у волоті розкидиста, а положення вторинних колосків пряме. Колоскові луски за довжиною короткі, сіруватість відсутня. У первинній зернівці сіруватість нижньої квіткової зернівки відсутня, довжина – середня, колір – жовтий. Опушення основи первинної зернівки відсутнє або дуже слабе, довжина базальних волосків середня і довжина стрижня другої зернівки середня (рис. 19).

Голозерний сорт вівса Авгол зареєстрований у НЦГРГУ (номер Національного каталогу UA0900047) як цінний зразок, який характеризується високою поживною цінністю зерна (вміст сирого протеїну в зерні – 16,5 %, натурна маса зерна – 579 г/л). У 2015 р. лінія голозерного вівса ЛВГ 300-1-6 зареєстрована під номером Національного каталогу UA0900784 поєднує високу кількість зерен у волоті та масу зерна, відзначається високим вмістом сирого протеїну в зерні і показниками фізичної якості зерна.

³⁰⁷ Голозерний овес. Сорт Авгол / А. Я. Марухняк, А. О. Дацько, Ю. А. Лісова, Г. І. Марухняк. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2015. Вип. 57. С. 151–159.



Рис. 19. Посіви голозерного вівса сорту Авгол

За результатами конкурсного сортовипробування за роки досліджень на державну науково-технічну експертизу передано сорт вівса з плівчастим типом зерна Артур (ЛВП 105-5-2; Leanda / Сaxias). Різновидність – *mutica*. Рослина за габітусом пряма, середньої довжини, відсутні або дуже рідко зустрічаються рослини із закрученими прапорцевими листками, час викидання волоті – середній. На найнижчих листках опушеність листкової пластинки відсутня. Волоть середньої довжини, орієнтація гілочок розкидиста, положення гілочок напівпряме, положення вторинних колосків поникле. Колоскові луски середньої довжини та з відсутньою або дуже слабкою сіруватістю. Первинне зерно: наявна слабка сіруватість нижньої квіткової луски, тенденція до остистості відсутня або дуже слабка. Колір нижньої квіткової луски – жовтий. Первинне зерно має середні базальні волоски та середній стрижень другого зерна (рис. 20).



Рис. 20. Посіви півчастого вівса сорту Артур

У 2017 р. отримано свідоцтво № 170553 про державну реєстрацію сорту рослин Артур (ЛВП 105-5-2; Leanda / Sahias). Овес посівний (ярий) сорт Артур –середньоранній, вегетаційний період – 90 діб. Висота рослин – 92,5 см, довжина волоті – 17,8 см, кількість зерен у волоті – 68,2 шт., маса зерна у волоті – 2,29 г. Маса 1000 зерен – 34,5 г, натурна маса зерна – 500 г/л.

9.2 Економічна ефективність виробництва зерна

Головною метою агропромислового виробництва за ринкових умов є чистий прибуток – різниця між грошовою виручкою і витратами на виробництво та реалізацію продукції. Прибуток насамперед залежить від реалізаційної ціни та від собівартості вирощеної продукції. Таким чином, основною вимогою до елементів технології, які розробляються та впроваджуються у виробництво, є зменшення собівартості одиниці продукції, зниження енергетичних

витрат на її вирощування, а як наслідок – підвищення прибутковості виробництва^{308,309}.

Економічна ефективність передбачає досягнення максимального ефекту від господарської діяльності підприємств за мінімальних витрат ресурсів. При цьому вона відображає вплив сукупності факторів, що формують її рівень і зумовлюють тенденції розвитку галузі.

За оцінки економічної ефективності виробництва зерна в підприємствах необхідно правильно визначити систему взаємопов'язаних показників, які повинні найбільш об'єктивно відображати її рівень. Система показників економічної ефективності виробництва зерна першого порядку включає: урожайність – найважливіший результативний показник землеробства. Рівень урожайності відображає вплив економічних і природних умов, а також якість організаційно-господарської діяльності при вирощуванні сільськогосподарських культур³¹⁰.

Внаслідок зростання попиту на продукти переробки зерна вівса здійснюється пошук шляхів істотного збільшення виробництва зерна. Створення і впровадження нових високопродуктивних сортів з різним типом зерна вимагає їх поглибленого вивчення у різних середовищних ситуаціях з метою максимального використання та реалізації генетичного потенціалу для підвищення ефективності його виробництва.

³⁰⁸ Саблук П. Т. Розвиток аграрної економічної науки і її завдання на сучасному етапі здійснення аграрної політики в Україні. *Економіка АПК*. 1996. № 2. С. 3–12.

³⁰⁹ Ситник В. П., Шпичак О. М. Економічні проблеми виробництва зерна в Україні. *Економіка АПК*. 1996. № 5. С. 3–10.

³¹⁰ Андрійчук В. Г. Ефективність діяльності аграрних підприємств: теорія, методика, аналіз. Київ : КНЕУ, 2005. 292 с.

Селекційне та генетичне удосконалення культури вівса

Основними показниками ефективності вирощування півчастих та голозерних сортів вівса вважають виробничі витрати на 1 га, собівартість 1 т зерна, прибуток з 1 га та рівень рентабельності. Розрахунки виробничих затрат на вирощування вівса проводили на основі технологічних карт.

Показники економічної ефективності подані в табл. 46. вказують, що за біржової ціни на півчастий овес – 6,35 тис. грн/т, голозерний – 9,50 тис. грн/т, вартість реалізованого зерна становила 26,80 тис. грн/га сорт Ант – 35,00 тис. грн/га – Авгол.

За однакової суми понесених затрат на вирощування –15,85 тис. грн, умовно чистий прибуток коливався від 10,95 до 19,15 тис.грн/га., собівартість 1 т зерна – 3,34 – 4,30 тис. грн.

Порівняно з сортом Ант рентабельність виробництва нового півчастого сорту Артур була вищою на 20,8 %, а голозерного – Авгол – на 51,7 %.

Таблиця 46 - Економічна ефективність вирощування зерна сортів вівса півчастого та голозерного типу

Сорти	Урожайність зерна, т/га	Вартість реалізованого зерна, тис.грн/га	Затрати на вирощування, тис.грн/га.	Умовно чистий прибуток, тис.грн./га	Собівартість 1 т зерна, тис.грн.	Рентабельність, %
Ант	4,22	26,80	15,85	10,95	3,75	69,1
Аркан	4,30	27,30	15,85	11,45	3,37	72,24
Артур	4,74	30,10	15,85	14,25	3,34	89,9
Авгол	3,68	35,00	15,85	19,15	4,30	120,8

Примітка. Вартість 1 т зерна півчастого вівса – 6,35 тис. грн/т, голозерного – 9,50 тис. грн/т.

ВИСНОВКИ

Врожайність голозерних генотипів вівса в середньому за роки проведення досліджень становила 2,34 т/га і характеризувалася середньою мінливістю ($V = 19,2\%$) та розмахом мінливості у 1,12 т/га. Найвищою продуктивністю вирізняли зразки: AC Fregeaur, Lee Williams, AC Hill (Канада), які перевищували голозерні сорти Скарб України (стандарт) на 0,60 – 0,65 т/га і Авгол (стандарт) – на 0,49 – 0,54 т/га.

Найбільша диференціююча здатність середовища і максимальна продуктивність голозерних зразків вівса зафіксована у I рік. У цьому ж році і на III рік переважали дестабілізуючі ефекти, а середовище II року характеризували стабілізуючим впливом. Зразки AC Fregeaur, Lee Williams, Білоруський голозерний і Вандроу́нік виділяли високою здатністю включатися у взаємодію з середовищами.

Згідно з показниками варіанси специфічної адаптивності і відносної стабільності генотипу найбільша стабільність ознаки «врожайність» була у зразків Terra, Інерміс 1026, IZT 00422. Високу стабільність засвідчили: Авгол, AC Lotta, Fishi, Гальз, Grafton, Hendon, Чернігівський 27 / AC Lotta, Крепиш / Ант, AC Belmont / Крепиш.

Згідно коефіцієнта варіації серед 14 компонентних ознак продуктивності та якості зерна голозерних сортів і ліній вівса низькою мінливістю виділяли висоту рослин, довжину верхнього міжвузля стебла, довжину волоті, натуру маси зерна. Середню мінливість спостерігали за такими ознаками: маса волоті з стеблом,

кількість зерен у волоті, загальна кущистість, маса 1000 зерен. Маса зерна у волоті, рослини, волоті, полови, а також продуктивна кущистість та плівчастість характеризувалися значною мінливістю.

Аналіз кореляційних зв'язків врожайності з компонентними ознаками продуктивності та якості зерна виявив достовірні середні залежності з масою зерна у волоті, волоті з зерном, рослини і масою 1000 зерен. Сильні кореляційні зв'язки встановлено між масою зерна у волоті з масою волоті і масою 1000 зерен, а також між останніми двома ознаками.

Показник селекційної цінності визначає генетичний потенціал сортозразка у селекції на стабільність такої комплексної ознаки як врожайність. Високу селекційну цінність продемонстрували сорти АС Belmont, Terra, Boudrais, АС Hill (Канада), Авгол (Україна), Гальз (Казахстан) і п'ять селекційних ліній.

Рівень гомеостатичності вказує на здатність генотипу протидіяти зниженню продуктивності за несприятливих факторів зовнішнього середовища. Високу гомеостатичність за показниками Hom1 або Hom2 підтвердили сортозразки Terra (Канада), Інерміс 1036, Гальз (Казахстан), Hendon (Великобританія) і чотири селекційні лінії.

У результаті трьохрічних досліджень виявлено цінні зразки за окремими кількісними ознаками:

- скоростиглості (менше 85 діб) – АС Lotta, Caesar, Brighton, Крепиш і Крепиш / ІЗО-14;
- низькорослості (висота рослин менше 70 см) – Expression, Hendon;
- високої кількості зерен у волоті (більше 70 шт.) – АС Ernie,

Вятський, AC Belmont / Крепиш;

– довжини волоті (більше 20 см) – Brighton, AC Fregeaur, Гоша, Чернігівський 27 / AC Lotta, Крепиш / Ант;

– стійкості до збудника корончастої іржі (ступінь ураження впродовж трьох років не перевищував 10 %) – AC Hill, IZT 00422, Гоша, Hendon;

– стійкості до збудника червоно-бурої плямистості (ступінь ураження 0–10 %) – AC Fregeaur, Lee Williams, Boudrais, IZT 00422, AC Gwen, Expression, Hendon, Вятський, Чернігівський 27 / AC Lotta, Крепиш / Ант, AC Belmont / Крепиш;

– маси зерна у волоті (більше 2,0 г) – Гоша, Чернігівський 27 / AC Lotta;

– маси 1000 зерен (більше 27,0 г) – AC Lotta, AC Belmont, AC Fregeaur, Інєрміс 2, Чернігівський 27 / AC Lotta, AC Belmont / Крепиш, Вандроунік / AC Accinovia;

– натурної маси зерна (більше 680 г/л) – Крепиш, AC Fregeaur, AC Ernie, AC Hill, AC Belmont / Крепиш.

У результаті аналізу адаптивних особливостей голозерних зразків вівса за ознаками продуктивності і показниками якості зерна встановлено зразки, які характеризуються високою та середньою пластичністю і стабільним її проявом за окремими ознаками:

– маса зерна у волоті: AC Lotta, AC Belmont, AC Ernie, AC Fregeaur, AC Hill, дві лінії AC Belmont / Крепиш, Вандроунік / AC Accinovia і Гальз;

– маса рослини: AC Lotta, AC Belmont, Гоша, Чернігівський 27 / AC Lotta;

Селекційне та генетичне удосконалення культури вівса

- кількість зерен у волоті: АС Ernie, Крепиш, Сибірський голозерний, Пушкінський, Авгол, Скарб України;
- продуктивна кущистість: АС Belmont, Caesar, Вятський, Гоша, Чернігівський 27 / АС Lotta, Крепиш / АС Belmont;
- вміст білка: IZT 00422, Скарб України, Крепиш, дві лінії Чернігівський 27 / АС Lotta, Інерміс 1036, Крепиш / Ант та Expression;
- вміст жиру: АС Fregeaur Вандроу́нік / АС Accinoboia, Крепиш, Caesar, АС Lotta, Terra, Чернігівський 27 / АС Lotta, Boudrais;
- маса 1000 зерен: Boudrais, АС Hill, Гоша, Чернігівський 27 / АС Lotta, АС Belmont / Крепиш, Крепиш / ІЗО-14, Гальз, Інерміс 2;
- натурна маса зерна: АС Baton, Caesar, АС Hill.

Врожайність голозерних зразків позитивно і достовірно корелювала з усіма індексами, за винятком індексу лінійної компактності волоті. Збиральний індекс мав позитивні кореляції майже з усіма індексами крім індексів інтенсивності та лінійної компактності волоті. Найсильніші зв'язки збирального індексу встановлені з індексом атракції ($r = 0,67$) і компактності волоті ($r = 0,62$). Індекс атракції відзначали за сильними кореляційними залежностями з індексами компактності волоті ($r = 0,80$), мексиканським ($r = 0,78$) та полтавським ($r = 0,77$) індексами.

При кластерному аналізі будували дендрограми за окремими групами ознак і за їх сукупністю. Підсумкова дендрограма охоплювала урожайність і 22 кількісні ознаки. За першої ітерації об'єднали зразки канадського походження АС Gwen, АС Lotta і Lee

Williams. Наступна ітерація за найменших евклідових відстаней спричинила до формування підкластеру із шести зразків: Caesar, Вандроу́нік, Чернігівський 27 / AC Lotta, Білоруський голозерний, Крепиш / ІЗО-14 і Скарб України. Кластеризація дозволяє оцінити генетичну дивергенцію зразків та їх подібність за комплексом ознак. За середньою продуктивністю 2011–2013 рр. голозерний сорт Авгол переважав півчасті сорти при перерахунку на врожай зерна без плівок від 0,07 до 0,55 т/га.

Сорт голозерного вівса Авгол характеризується середньою пластичністю ($b_i = 0,99$) і високою стабільністю ($S_i^2 = 0,00$) за ознакою «врожайність зерна». Ековаленти (W_i) також вказує на більш стабільний прояв врожайності зерна голозерного сорту порівняно з півчастими сортами.

Згідно із результатами визначення гомеостатичності за $Hom1$ сорт Авгол поступається півчастим сортам, а за $Hom2$ переважає лише сорт Ант. Сорт півчастого вівса Артур за показниками гомеостатичності серед проаналізованих сортів поступається лише сорту Аркан, а за селекційною цінністю переважає інші три сорти. Селекційна цінність сорту Авгол за врожайністю зерна була нижча порівняно з півчастими сортами.

Показники вмісту білка в зерні, його збір з одиниці площі і їх екологічна стабільність свідчать про перспективність сорту Авгол у підвищенні якості зерна вівса. Більший вміст білка в зерні забезпечив також дещо вищі показники збору білка з 1 га: 0,46–0,48 т/га у півчастих сортів Ант та Аркан і 0,50 т/га – у голозерного сорту. Однак, завдяки вищій врожайності сорт Артур на 0,07 т переважає за

збором білка з одиниці площі сорт Авгол.

Голозерний сорт вівса Авгол характеризувався меншою масою зерна у волоті і вищими показниками кількості зерен у ній та продуктивної кущистості порівняно з плівчастими сортами. Ознаки «маса зерна у волоті» і «продуктивна кущистість» сорту Авгол відзначалися високою екологічною пластичністю та стабільністю, а ознака «маса зерна у волоті», незважаючи на високу пластичність, мала низьку стабільність.

Найважливіші показники економічної ефективності вказують на перевагу голозерного сорту Авгол над новим і більш продуктивним сортом з плівчастим зерном Артур : за прибутком з 1 га посіву на 633 грн. і за рівнем рентабельності – на 28,3 %.

За результатами даного розділу одержано два свідоцтва про авторство (№ 11005001, № 13001100) і патенти (№ 150231, № 180384) на сорти вівса Авгол і Артур, а також є публікація.

Селекційне та генетичне удосконалення культури вівса

Наукове видання

Монографія

Видання друге, перероблене та доповнене.

Роман Ільчук
Юлія Лісова
Михайло Галан
Олег Клим
Татяна Партика
Галина Марухняк
Богдана Бойко

Селекційне та генетичне удосконалення культури вівса

ISBN 978-617-8433-19-2



Формат 30x42/4. Тираж 300 пр. Ум. друк. арк. 10,7

Видавець та виготовлювач:

Інститут сільського господарства Карпатського регіону

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи

до державного реєстру видавців, виготовлювачів і розповсюджувачів видавничої продукції

ДК № 7457 від 28.09.2021 р.