

**С. В. Іванюк**, кандидат сільськогосподарських наук

**С. В. Барвінченко**

**А. О. Бабич**, академік НААН

**Т. В. Цицюра**, кандидат сільськогосподарських наук

**М. В. Вільгота**

*Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН*

## **ЕКОЛОГІЧНО-АДАПТИВНА ОЦІНКА СОРТОЗРАЗКІВ БОБІВ КОРМОВИХ ЗА ПОКАЗНИКАМИ ЯКОСТІ НАСІННЯ**

*Проведено оцінку сортів бобів кормових Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН за показниками якості насіння. Встановлено ступінь варіювання показників, їх екологічну пластичність та стабільність.*

**Ключові слова:** боби кормові, сорти, показники якості насіння, протеїн, екологічна пластичність, екологічна стабільність.

Боби, завдяки своїм поживним властивостям, є цінною кормовою і продовольчою культурою. У насінні бобів кормових нагромаджується 25 – 35 % добре збалансованого за амінокислотним складом протеїну, 50 – 55 % крохмалю, перетравність зерна становить 98 %, зеленої маси – 72 %, а кількість антипоживних речовин: лектинів та інгібіторів протеаз менше, ніж у сої і квасолі. За даними П. П. Вавілова, у бобів кормових серед зернобобових високий показник збору білка з гектара [1]. Вони формують 1,0 – 1,5 т/га сирого протеїну у насінні і до 1,0 т/га – у зеленій масі.

У світовому масштабі в 2013 році боби кормові займали 29,05 мільйона гектарів, що складало 2,52 % від загальної площі орних земель [2]. Розподіл площ у світі за континентами вкрай нерівномірний: в Азії сконцентровано 49 % світових площ посівів цієї культури, 26 % в Африці, 24 % в Америці і тільки 1 % в Європі. За таких посівних площ світове виробництво в 2013 році складало 22,8 млн тонн зерна бобів кормових з них частка України складала 15,1 тис га за валового збору 36,2 тис. т при середній урожайності 2,4 т/га.

Таким чином, кормові боби можна вважати сільськогосподарською культурою яка займає чинне місце у плані виробництва рослинного білка та вирішення загальносвітової проблеми продовольства.

Саме тому, у селекції цієї культури важливу роль відводиться саме поліпшенню поживної цінності насіння [3], перш за все підвищенню вмісту і якості білка та зменшенню шкідливих сполук. Генетичне

поліпшення сортів полягає у поєднанні високої продуктивності з високою якістю основної продукції.

Питання екологічної адаптивності та пластичності сортів займає також важливе місце у розвитку сучасної селекційної науки. Завданням адаптивної селекції є створення макросистем культурних рослин, які максимально орієнтовані в своєму розвитку на конкретний біокліматичний потенціал і біотичні фактори місця вирощування. Наявність значного розриву між потенційною продуктивністю і реальним врожаєм зерна у сільськогосподарському виробництві викликає потребу подальшого розвитку теорії і практики селекції на адаптивність [4].

У той же час відомо, що зі збільшенням загального урожаю нерідко знижується вміст білка, жиру, цукрів, вітамінів, смаку та інших показників, що мають, як і величина урожаю, визначену споживчу вартість [5].

Вміст протеїну в насінні визначається в основному генотипом. Ця ознака має полігенну основу. У дослідженнях світового генофонду бобів кормових вміст протеїну в насінні варіює від 20 до 41 %, у культурних сортів – від 26 до 37 % [6], що відкриває доступ селекціонерам до збільшення загальної білковості зерна кормових бобів з врахуванням адаптивної складової формування цього показника, а також супутніх важливих показників якості: вміст протеїну, жиру, золи, клітковини. Це досить важливий селекційний чинник, оскільки на думку більшості дослідників, які так чи інакше вивчали цю проблематику, виявлений достовірний вплив на вміст протеїну не тільки генетичних, але і чинників зовнішнього середовища [7].

Виходячи з вищенаведених тверджень, метою наших досліджень було проведення оцінки параметрів екологічної адаптивності зразків бобів кормових за показниками якості насіння.

**Матеріал і методика проведення досліджень.** Дослідження проводили протягом 2012 – 2014 рр. на полях лабораторії селекції сої і зернобобових культур Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН. Блок польових досліджень та оцінок проводили відповідно загальноприйнятих методик [8, 9].

Параметри екологічної пластичності найбільш часто розраховують за методиками S. A. Eberhart, W. A. Russel і G. C. Tai [10, 11]. У них екологічна пластичність розглядається як реакція генотипу на зовнішні умови і стабільність його ознак у визначеному діапазоні середовищних ситуацій. У наших дослідженнях для оцінки екологічної пластичності і стабільності використано дисперсійний та регресійний аналіз за В. З. Пакудіним і Л. М. Лопатиною [12], який ґрунтується на вищевказаних методиках. Математичний аналіз урожайних даних проводили дисперсійним методом за Б. А. Доспеховим [13].

Кількість загального азоту та сирого протеїну в насінні бобів кормових визначали за методом К'ельдаля, кількість сирого жиру – за кількістю

обезжиреного залишку за методом С. В. Рупковського з екстрагування гексаном. Визначення сирової клітковини проводили за Геннебергом-Штоманом (у модифікації ЦНАО) [14]. Об'єктом дослідження були сортозразки бобів кормових Візир, Білун, Оріон і Переможець (внесені до Реєстру сортів придатних для поширення в Україні на 2015 рік), сорт Віват (проходить Державне сортовипробування), два селекційних номери розсадника конкурсного сортовипробування.

**Результати досліджень.** У результаті біохімічного аналізу встановлено, що сортозразки бобів кормових містять сирого протеїну – від 31,90 до 34,07 %, жиру – 0,49 – 0,82, клітковини – 6,02 – 8,09, БЕР – 53,34 – 55,66, золи – 3,68 – 4,05 % у перерахунку на абсолютну суху речовину (табл. 1). Формування такого рівня якісних показників визначалось не лише генотипними особливостями сортів, але й умовами року, тобто комплексом абіотичних чинників, що склались у період вегетації рослин.

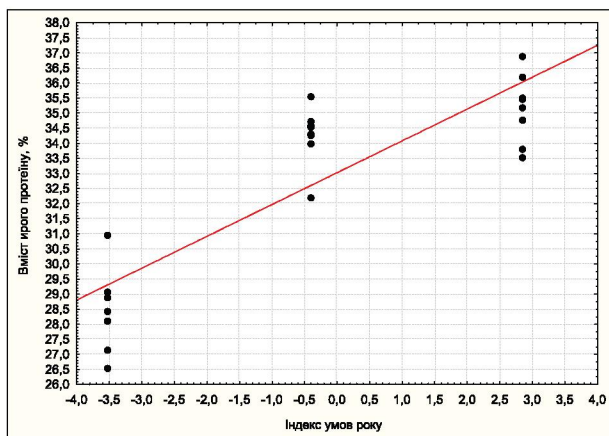
### 1. Показники якості насіння бобів кормових АСР, % (дані за 2012 – 2014 рр.)

№ п/п	Назва зразка	Протеїн	Жир	Клітковина	БЕР	Зола
1	Візир	32,99	0,58	6,25	55,31	3,71
2	Віват	32,49	0,80	7,36	54,29	3,91
3	Білун	31,99	0,49	8,09	54,24	4,00
4	Оріон	31,90	0,61	7,06	55,62	3,68
5	Переможець	32,71	0,62	6,02	55,66	3,82
6	Харчові боби / Skladia	34,07	0,82	6,57	53,34	4,05
7	Оріон / Пікуловські1	32,25	0,56	7,00	55,28	3,83
Коефіцієнт варіювання, %		2,3	19,2	10,2	1,6	3,6
Довірчий інтервал $\bar{x} \pm \sigma$		32,63 $\pm$ 0,55	0,64 $\pm$ 0,09	6,91 $\pm$ 0,52	54,82 $\pm$ 0,65	3,86 $\pm$ 0,10
Індекс умов року (I <sub>j</sub> )	2012	-0,42	-0,28	1,15	-2,58	0,04
	2013	-3,54	-0,42	1,48	3,28	0,34
	2014	2,83	0,47	-2,37	0,69	-0,48
Критерій Фішера (F <sub>факт</sub> ) для умов року		5,48	4,69	5,05	5,57	4,82

\*Примітка F<sub>05</sub> 3,88

На це вказує система підсумкових оцінок (критерій Фішера) результатів дисперсійного аналізу за чинником “умови року” для всіх без виключення показників ( $F_{\text{факт}} > F_{(\text{теор.})05}$ ) на фоні зміни показника індекс умов року, який змінювався в діапазоні від -3,54 до 3,28 (майже повна варіабельна амплітуда) для різних облікових значень якості зерна.

Наочну інформацію за реакцією сортотразків бобів кормових на умови зовнішнього середовища дають, для прикладу, лінії регресії вмісту сирого протеїну на зміну умови вирощування (рис. 1).



**Рис. 1. Регресія показника "вміст сирого протеїну" при зміні умов середовища у сортотразків бобів кормових, 2012 – 2014 рр.**

З усіх об'єктів дослідження лінії регресії мають гострий кут нахилу, отже, сорти бобів кормових чутливі на зміну умов вирощування. Коефіцієнт регресії ( $b_i$ ) за характером лінійного тренда у довірчому інтервалі показують зростання вмісту сирого протеїну у зерні при покращанні умов року з вкрай несприятливих ( $I_j = -5,0 - -3,0$ ) до сприятливих -  $I_j = 2,5 - 3,0$  (табл. 1).

Вищевказані чинники дали змогу нам провести оцінку сортотразків бобів кормових за методикою Еберхарта-Рассела, відповідно якої сума квадратів взаємодії кожного сорту з умовами середовища ділиться на дві частини: лінійний компонент регресії ( $b_i$ ) та нелінійну частину, яка визначається середнім квадратичним відхиленням від лінії регресії ( $S_i^2$ ). Варіанса стабільності ознаки ( $S_i^2$ ) показує, наскільки надійно сортотразок відповідає тій пластичності за оцінкою за коефіцієнтом регресії  $b_i$ . Використовуючи вказану систему було проаналізовано послідовно вказані якісні показники насіння за критеріями екологічної пластичності та стабільності (табл. 2).

Проведені дослідження показали, що реалізація потенціалу якості зерна бобів кормових за ознаками, що вивчаються, була обумовлена як сортовими особливостями, так і умовами вегетації рослин при формуванні зерна.

**2. Вміст сирого протеїну в зерні бобів кормових і параметри екологічної пластичності та стабільності (у середньому за 2012 – 2014 рр.)**

№ сорто-зразка	Вміст, %	Коефіцієнт регресії, $b_1$	Варіанса стабільності, $S_i^2$	Ранг*	Коефіцієнт річної варіації, $V$ (%)	Індекс стабільності $St^2$
<b>Сирий протеїн</b>						
1	31,99	1,13	19,76	6	12,18	0,985
2	32,49	1,04	6,86	6	9,53	0,991
3	32,99	1,04	3,82	6	8,85	0,992
4	31,90	0,84	7,00	1	8,35	0,993
5	32,71	1,42	6,62	6	12,14	0,985
6	34,07	0,93	0,14	1	7,15	0,995
7	32,25	1,00	0,00	3	8,06	0,993
<b>Жир</b>						
1	0,49	1,02	0,01	6	82,26	0,323
2	0,80	0,12	0,26	1	37,41	0,860
3	0,58	0,82	0,00	2	54,59	0,702
4	0,61	0,97	0,00	2	62,65	0,607
5	0,62	0,77	0,08	1	54,74	0,700
6	0,82	0,77	0,05	1	39,67	0,843
7	0,56	1,00	0,00	3	69,36	0,519
<b>Клітковина</b>						
1	8,09	0,25	0,00	2	5,33	0,997
2	7,36	0,47	1,02	1	13,73	0,981
3	6,25	0,87	0,00	2	24,33	0,941
4	7,06	0,63	0,86	1	17,41	0,970
5	6,02	1,01	0,07	6	29,39	0,914
6	6,57	1,02	0,57	6	27,75	0,923
7	7,00	1,00	0,00	3	24,90	0,938
<b>Зола</b>						
1	4,00	0,78	0,00	2	6,60	0,996
2	3,91	0,63	0,02	1	5,85	0,997
3	3,71	0,64	0,03	1	6,41	0,996
4	3,68	0,95	0,02	1	9,09	0,992
5	3,82	0,33	0,00	2	2,92	0,999
6	4,05	0,48	0,09	1	5,86	0,997
7	3,83	1,00	0,00	3	8,85	0,992
<b>Рангів</b>			<b>1 типу</b>	<b>2 типу</b>	<b>3 типу</b>	<b>6 типу</b>
1	Візір			2		2
2	Віват		3			1
3	Білун		1	2		1
4	Оріон		3	1		
5	Переможець		1	1		2
6	Харчові боби / Skladia		3			1
7	Оріон / Пікуловські1				4	

\*Примітка – ранг за співставленням  $b_1$  і  $S_i^2$ .

За результатами розрахунків параметрів пластичності ( $b_1$ ) і стабільності ( $S_i^2$ ) сорти характеризуються таким чином (виділяють наступні гру-

пуючі ранги): 1) показники  $b_i < 1$ ,  $S_i^2 > 0$  – мають кращі результати в несприятливих умовах, нестабільний; 2) показники  $b_i < 1$ ,  $S_i^2 = 0$  – мають кращі результати в несприятливих умовах, стабільний; 3) показники  $b_i = 1$ ,  $S_i^2 = 0$  – добре відгукується на поліпшення умов, стабільний; 4) показники  $b_i = 1$ ,  $S_i^2 > 0$  – добре відгукується на поліпшення умов, нестабільний; 5) показників  $b_i > 1$ ,  $S_i^2 = 0$  – мають кращі результати в сприятливих умовах, стабільний; 6) показників  $b_i > 1$ ,  $S_i^2 > 0$  – мають кращі результати в сприятливих умовах.

Більше значення коефіцієнта регресії вказує на більшу норму реакції сортозразка при зміні основних факторів зовнішнього середовища, а наближення  $b_i$  до нуля свідчить про незначний вплив коливання метеорологічних чинників на даний показник.

За результатами представленої рангової оцінки слід відмітити сорт Оріон, який нараховує три рангові оціни першого та одну другого типу, який має кращі результати в несприятливих умовах, проте характеризується високою варіативністю за значенням вмісту жиру та золи.

До цієї ж категорії сортів слід віднести і сорт Білун та сортозразок Харчові боби / Skladia (останній показав найвищий вміст сирого протеїну за період вивчення – 34,07 %).

Саме ці сортозразки в подальшому можна рекомендувати використовувати як вихідний матеріал для створення нових високопротеїнових, цінних сортів.

Слід відмітити сортозразок Оріон/Пікуловські 1, який мав постійний 3 ранг за всіма показниками якості зерна, тобто віднесений до групи стабільних і абіотичноємкісних сортів, продуктивність яких можна успішно регулювати контролем гідротермічного режиму вегетації (що в свою чергу досягається зміною строків сівби, використанням відповідних технологічних параметрів сівби тощо).

Інші сорти можна віднести до гетероформативних за показниками якості зерна, особливо сорт Візир та Віват (які продемонстрували відмінну середню за період протеїнову цінність – вміст сирого протеїну 32,99 – 32,49 %), формування протеїнової цінності яких краще протікає за оптимізації абіотичних чинників вегетації.

Слід зауважити, що відповідно до значень коефіцієнта річної варіації (V) варіювання якісних показників зерна бобів кормових є різним. Найвищі його значення встановлено для вмісту жиру – 37,41 – 82,26 %, а найнижчі для вмісту золи – 2,92 – 9,09 %. Вміст сирого протеїну можна віднести до ознаки з нижче середнього рівнем варіювання – 7,15 – 12,18 %. Ці ж висновки підтверджуються за показником індексу стабільності  $St^2$ . Значення його на рівні 0,990 – 0,999 підтверджує генетичну обумовленість показників якості насіння – їх мінливість знаною мірою обмежена нормою реакції сорту на умови довкілля особливо в період етапів органогенезу, що відповідають мікростадіям формування та наливу зерна.

Не слід забувати й інший важливий чинник, формування якісних показників зерна у зернобобових культур має певні аспекти кореляційно-регресійної спряженості [14]. У системі наших досліджень ця спряженість має значення представлене в табл. 3.

### 3. Парні коефіцієнти кореляції між показниками хімічного складу насіння сортів бобів кормових (у середньому за 2012 – 2014 рр.)

	Протеїн	Жир	Клітковина	БЕР	Зола
Протеїн	1				
Жир	0,667**	1			
Клітковина	-0,563**	-0,247	1		
БЕР	-0,561**	-0,569**	-0,359	1	
Зола	0,438*	0,393	0,383	-0,906**	1

Примітки: \* – достовірно на 5 % рівні значущості; \*\* – достовірно на 1 % рівні значущості.

Аналіз кореляційних зв'язків між показниками якості насіння виявив середній позитивний зв'язок між вмістом протеїну та вмістом жиру у цієї культури ( $r = 0,667$ ), що вказує на можливість ведення селекційного процесу на одночасне поліпшення цих показників. Це з успіхом підтверджується показниками для сортозразка Харчові боби/Skladia. Встановлено також сильний негативний кореляційний зв'язок між вмістом золи та вмістом безазотистих екстрактивних речовин на рівні  $r = -0,906$  та середній негативний зв'язок між вмістом протеїну та клітковини  $r = -0,563$  за роками. Вказані чинники слід враховувати у селекційному процесі бобів кормових, особливо за системи багатоступеневих схрещувань.

**Висновки.** Визначення параметрів екологічної адаптивності та стабільності за важливими показниками якості зерна методами дисперсійного і регресійного аналізів дає змогу диференціювати сортозразки кормових бобів за здатністю реагувати на зміну умов навколишнього середовища та адаптивним потенціалом.

За результатами біохімічного аналізу зерна бобів кормових за 2012—2014 рр., виділені сортозразки: Візир, Віват, Харчові боби/Skladia – у зерні яких міститься від 32,5 – 34,1 % протеїну, які з огляду на їх встановлену екологічну пластичність та стабільність з успіхом можна використовувати у подальшому як вихідний матеріал для створення нових високопротеїнових сортів з підвищеним вмістом жиру з огляду на встановлений у дослідженнях тісний позитивний зв'язок між вмістом протеїну та вмістом жиру у цієї культури.

### Бібліографічний список

1. Вавилов П. П. Бобовые культуры и проблема растительного белка /
  2. П. П. Вавилов, Г. С. Посыпанов. – М.: Россельхозгиз, 1983. – 256 с.
- Електронний ресурс // <http://faostat3.fao.org>

3. Дроздов А. Роль симбиотического азота в решении белковой проблемы / А. Дроздов // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2000. – № 2. – С. 58–59.
4. Літун П. П. Проблеми адаптивної селекції рослин в зв'язку зі зміною клімату / П. П. Літун, В. П. Коломацька // Селекція і насінництво. – 2006. – Вип. 93. – С. 67–91
5. Жученко А. А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы) / А. А. Жученко – М., 2001. – Т. 1. – 617 с.
6. *Зернобобові культури* / За ред. Бабича А. О. – Київ.: Урожай, 1984. – 160 с.
7. *Molecular biology and crop improvement. A case study of wheat, oilseed rape and faba beans.* Cambrige – 1986. – 114 p.
8. *Методика проведення дослідів по кормовиробництву* / За ред. А. О. Бабича. – Вінниця, 1994. – 88 с.
9. *Методика Державного сорто випробування сільськогосподарських культур. Зернові, круп'яні та зернобобові.* – К.: Алефа. 2001. – 68 с.
10. Eberhart S. A. Stability parameters for comparing varieties / S. A. Eberhart, W. A. Russel // Crop Sci. – 1966. – V. 6, № 1. – P. 34–40.
11. Tai G. C. Genotypic stability analysis and its application to potato regional trials / G. C. Tai // Crop Sci. – 1971. – V. 11, № 2. – P. 184–190.
12. Пакудин В. З. Оценка экологической пластичности и стабильности сортов сельскохозяйственных культур / В. З. Пакудин, Л. М. Лопатина // Сельскохозяйственная биология. – 1984. – № 4. – С. 109–112.
13. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов – М.: Колос, 1985. – 336 с.
14. *Зоотехнический анализ кормов* / Е. А. Петухова, Р. Ф. Бессарабова, Л. Д. Халенева, О. А. Антонова. – М.: Колос, 1981. – 256 с.
15. Бабич А. О. Характеристика вихідного матеріалу кормових бобів за показниками якості насіння / А. О. Бабич, О. В. Барвінченко // Корми і кормовиробництво. – К.: Аграрна наука, 2002. – Вип. 48. – С. 160–163.

*Надійшла до редколегії 16. 06. 2015 року*