

**С. В. Іванюк, Т. В. Цицюра**, кандидати сільськогосподарських наук

**А. В. Семцов, І. В. Темченко, М. В. Вільгота**

*Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН*

## **АДАПТИВНІСТЬ ТА СЕЛЕКЦІЙНА ЦІННІСТЬ СОРТІВ СОЇ СЕЛЕКЦІЇ ІНСТИТУТУ КОРМІВ ТА СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА ПОДІЛЛЯ НААН**

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

**Ключові слова:** *соя, сорти, урожайність, протеїн, жир, екологічна пластичність, екологічна стабільність.*

Сучасні сорти мають бути не лише високоврожайними, але і стійкими до несприятливих умов довкілля, тобто адаптованими та пластичними [1, 2]. Неодноразово підкреслювалось, що створені сорти сої частіше не користуються попитом у сільськогосподарському виробництві не через зниження рівня потенціалу продуктивності, а через недостатню їх екологічну стабільність і адаптивність [3], яка набуває ще більш важливого значення з огляду на кліматичні зміни: підвищення посушливості вегетаційного періоду, різкі коливання температур, зміщення строків фенології культури тощо [4, 5].

Виходячи з вказаних тверджень, метою наших досліджень була оцінка генотипів сої власної селекції з позиції потенціалу онтогенетичної адаптації з урахуванням комплексу їх господарсько-цінних ознак і властивостей.

**Матеріал і методика досліджень.** Дослідження включали період після реєстраційного вивчення 15 сортів сої протягом 2011–2015 рр. на полях лабораторії селекції сої і зернобобових культур Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН. Ґрунти дослідного поля сірі лісові з вмістом гумусу в орному шарі 3,4 – 3,6 %, нейтральною реакцією ґрунтового розчину (рН 6,4 – 6,6), середньою забезпеченістю легкогідролізованим азотом (71 мг/кг за Корнфілдом), підвищеною фосфором (187 мг/кг за Чіріковим) та калієм (148 мг/кг за Чіріковим).

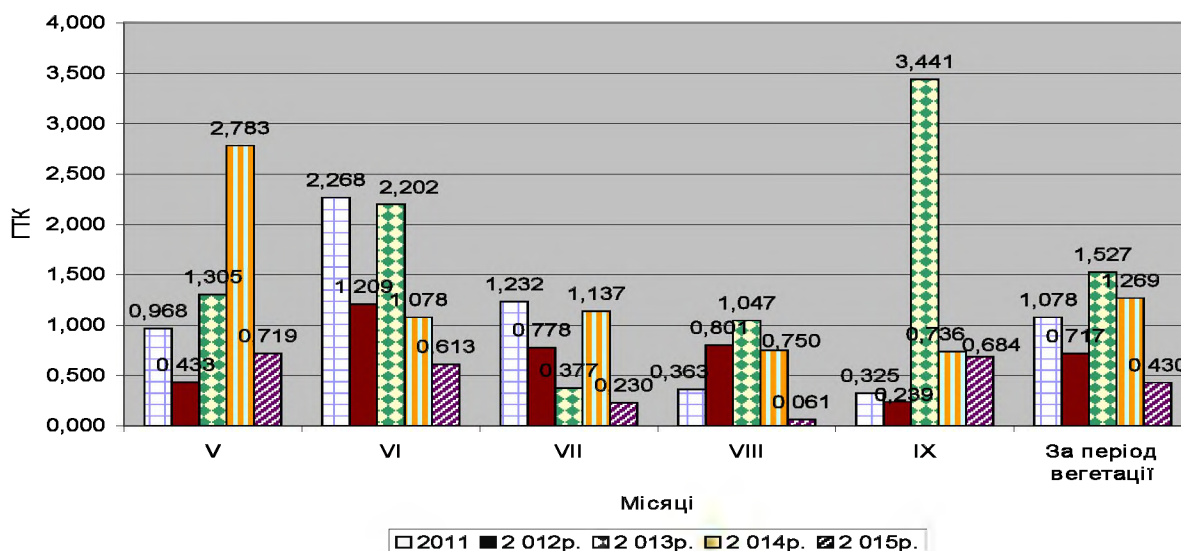
Еколого-адаптивну оцінку сортів проводили відповідно до Методики держсортотипування [6], та загальноприйнятих рекомендацій [7].

Параметри екологічної пластичності сортів розраховували за методиками S. A. Eberhart, W. A. Russel і G. C. Tai [8, 9], В. З. Пакудіного і Л. М. Лопатіної [10].

Визначення гомеостатичності (рівні  $Ном$ ,  $Ном_1$  та  $Ном_2$ ) та коефіцієнта агрономічної стабільності ( $As$ ) розраховували за методикою В. В. Хангильдіна та Н. А. Литвиненко [11, 12]. Оцінку варіабельності показників та ефект генотипу за методикою Ю. В. Гудзя [13]. Індекс (коефіцієнт) посухостійкості за методикою Л. К. Мамонова [14].

Кількість протеїну та жиру в насінні сортів сої визначали за загальноприйнятими методами [15]. Дисперсійний аналіз даних проводили за Б. А. Доспеховим [16].

**Результати досліджень.** Достовірна оцінка сорту за адаптивністю і пластичністю передбачає вивчення особливостей формування його продуктивності за зміни абіотичних чинників періоду вегетації [3]. У нашому випадку ця суттєва вимога витримана повністю – роки досліджень різнилися за гідротермічними умовами (рис. 1).



**Рис. 1.** Гідротермічний режим періоду вегетації сортів сої за 2011–2015 рр.

У цілому за період спостережень та обліків найбільшою посушливістю та нерівномірністю розподілу опадів відмічено 2015 рік з ГТК від 0,061 до 0,719 у розрізі місяців періоду вегетації рослин (з середнім значенням за період вегетації 0,430), а найбільш зволеним був 2013 р. – від 0,377 до 3,441 та 1,527 відповідно.

За параметром ГТК роки досліджень можна охарактеризувати таким чином: 2011 р. – наближений до середньо багаторічно типового, 2012 та 2015 рр. – посушливі (2015 р. – екстремально посушливий), 2013 та 2014 рр. – достатньо зволені.

Результати даного гідротермічного режиму знайшли своє відображення у формуванні індексу умов року та реалізації взаємодії генотип – середовище у виразі формуванні продуктивності сортів сої (табл. 1). Зокрема істотність (за критерієм Фішера) взаємодії генотипу сортів і умов року та умов року в окремій варіансі дисперсійної обробки результатів обліку урожайності.

Вищевказані чинники дають змогу нам провести оцінку сортозразків сої, застосувавши різні підходи та методи оцінки їх екологічної пластичності (табл. 1).

### 1. Параметри стабільності, стійкості і потенціалу урожайності сортів сої (2011—2015 рр.)

Сорт	Урожайність за роками, т/га					Середня для сорту	Коефіцієнти зв'язку урожаю з індексами умов року		Варіанса стабільності ознаки ( $S_i^2$ )	
	2011	2012	2013	2014	2015		$r_i$	$b_i$		
Золотиста	2,53	2,10	2,11	2,18	1,77	2,14	0,960*	0,68	0,77	
Артеміда	2,81	2,29	2,49	2,37	1,85	2,36	0,982*	0,89	0,59	
Хуторяночка	2,85	2,65	2,78	2,65	1,79	2,54	0,896*	1,00	4,87	
Оріана	2,77	2,49	2,60	2,41	1,75	2,40	0,918*	0,93	3,20	
КиВін	2,92	2,12	2,37	2,25	1,60	2,25	0,978*	1,21	1,33	
Княжна	2,85	2,20	2,27	2,56	1,73	2,32	0,970*	1,06	1,40	
Омега вінницька	2,96	2,05	2,40	2,45	1,85	2,34	0,967*	1,07	1,56	
Монада	3,08	2,19	2,59	2,40	1,67	2,39	0,984*	1,33	1,15	
Феміда	2,65	2,15	2,26	2,45	1,81	2,26	0,980*	0,81	0,52	
Вежа	2,69	1,89	2,20	2,13	1,73	2,13	0,947*	0,90	1,85	
Вінні	2,75	1,91	2,53	2,45	1,44	2,22	0,978*	1,35	1,64	
Подільська 416	2,88	2,24	2,49	2,67	1,77	2,41	0,988*	1,10	0,60	
Оксана	2,69	1,91	2,20	2,37	1,80	2,19	0,948*	0,88	1,73	
Анатоліївка	2,60	1,87	2,15	2,52	1,72	2,17	0,915*	0,92	3,26	
Смолянка	2,53	2,15	2,77	2,62	1,78	2,37	0,841*	0,88	6,29	
Середня за рік по сортах	2,77	2,15	2,41	2,43	1,74	2,30	Параметри		$F\phi$	$Fm$
							Умови року		4000,2	2,46
							Сорт		125,48	1,82
							Сорт x рік		39,17	1,48
Індекс умов	4,70	- 1,53	1,14	1,32	- 5,63	Примітка. * – істотний на 1 % рівневі значимості.				

За результатами співставлення кореляційної залежності між урожайністю сортів та індексом умов року, яка знаходиться в інтервалі істотного тісного зв'язку 0,841—0,988 – дані сорти чутливі до змін гідротермічного режиму вегетації, оскільки саме ці відмінності є визначальними у формуванні індексної різниці фізіологічних ростових процесів сорту, враховуючи однотиповість їх технології у процесі вивчення. Це ж підтверджується спряженою системою показників регресійним коефіцієнтом  $b_i$  та варіансою стабільності ознаки  $S_i^2$ . Відомо [8, 9], що за результатами розрахунків параметрів пластичності ( $b_i$ ) і стабільності ( $S_i^2$ ) для сортів виділяють наступні групуючі 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) показники  $b_i > 1$ ,  $S_i^2 = 0$  – мають кращі результати в сприятливих умовах, стабільний; 6) показники  $b_i > 1$ ,  $S_i^2 > 0$  – мають кращі результати в сприятливих умовах.

Відповідно до вказаного групування, до першого рангу належать сорти Золотиста, Артеміда, Оріана, Феміда, Вежа, Оксана, Анатоліївка, Смолянка; до четвертого – сорт Хуторяночка, решта сортів – до шостого рангу. Не слід забувати, що в інтерпретації Еберхарда-Рассела [8], генотипи з коефіцієнтом  $b_i > 1$  відносять до високопластичних (відносно середньої групової), а при  $1 > b_i = 0$  – до відносно низькопластичних. На підставі такої оцінки до високопластичних, але з низькою стабільністю, слід віднести сорти Монада, КиВін, Вінні.

Таким чином, вивчений сортовий склад характеризується досить широким спектром пластичності та досить вузьким спектром стабільності. Це ж підтверджується і оцінкою сортів за показником екологічного варіювання ( $V$ , %): екологічний коефіцієнт варіації характеризує ступінь мінливості середньої арифметичної (до 10 % – низька, 11 – 20 % – середня і  $> 21$  % – висока).

На підставі чого, більшість досліджуваних сортів сої мають середню мінливість урожайності в межах від 12,66 до 21 %, за виключенням сортів КиВін (21,09 %), Монада (21,72 %) та Вінні (24,9 %). Індекс посухостійкості сорту характеризує так звану “миттєву” фенотипічну реакцію сорту на різку зміну гідротермічного режиму. За цим показником розподіл сортів мав відмінний характер, він був максимальним у сорту Смолянка 70,36 %, а мінімальним – у сорту Вінні – 52,36 % (табл. 2).

Коефіцієнт стабільності з агрономічної точки зору ( $As$ ) характеризує господарську цінність сорту: за ним найбільш цінними для виробництва є сорти, у яких коефіцієнт стабільності перевищує 70 %. Вся генеральна сукупність сортів за цим критерієм належить до стабільних сортів, що підтверджується аналогічною послідовністю розподілу сортів за гомеостатичністю першого ( $Hom_1$ ) та другого ( $Hom_2$ ) типів.

При використанні усередненого параметру показника ми отримуємо значення гомеостазу сорту першого типу, а за використання співвідношення між оптимальним і лімітованим його середнім значенням – гомеостатичність сорту другого типу та як похідну цих розрахунків – селекційну цінність сорту ( $Sc$ ). Саме тому розподіл вивчених сортів за агрономічною цінністю та двома типами гомеостатичності мав аналогічний характер, а розподіл за селекційною цінністю генотипу мав інший характер. За селекційною цінністю сорти розмістились відповідно до модульного значення показника у порядку: Хуторяночка, Артеміда, Феміда, Смолянка, Оріана.

Повний аналіз оцінки екологічної пластичності і стабільності генотипів сої за В. З. Пакудіним та Л. М. Лопатиною [14], у графічному виразі (рис. 2) засвідчив, що сорти першої (I) зони відносяться до генотипів з високим відкликом на зміну умов вирощування. Тобто, такі сорти слід рекомендувати для вирощування в умовах високої культури землеробства.

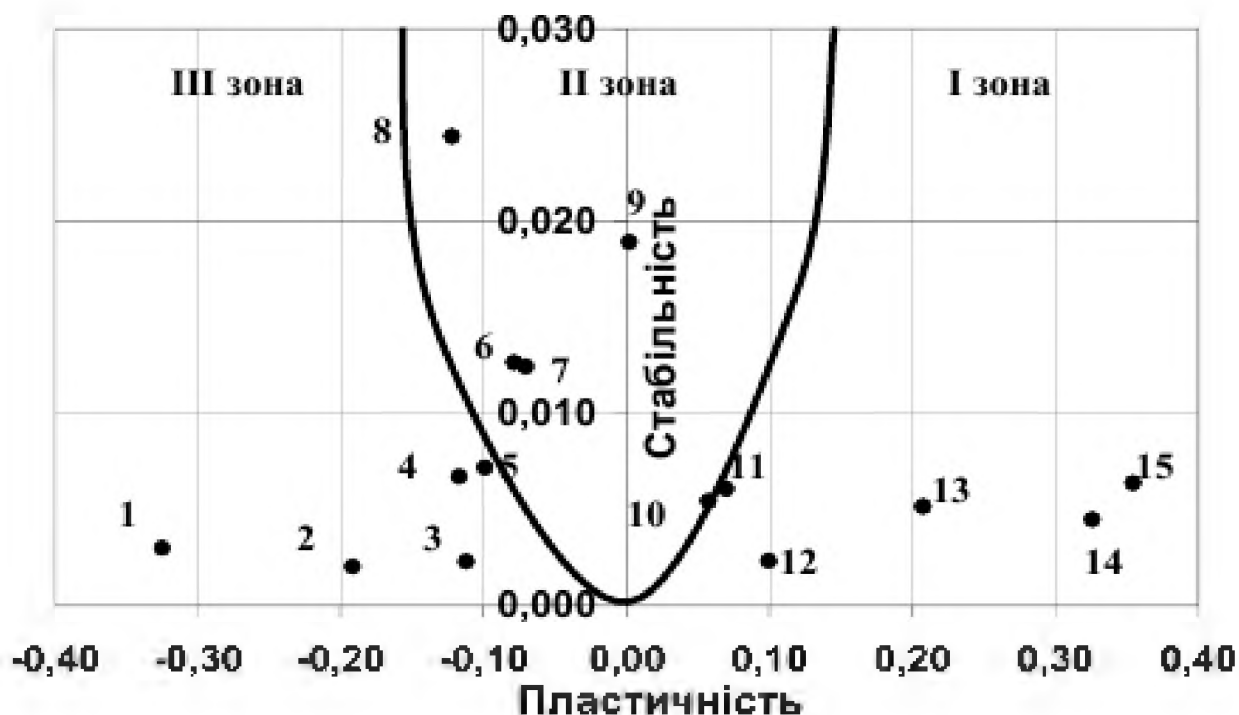
## 2. Показники адаптивності сортів сої (2011—2015 рр.)

Сорт	Варіювання урожайності, $V$ , %	Індекс посухостійкості, %	Агрономічна стабільність, $A_s$ , %	Гомеостатичність, $Hom$		Селекційна цінність генотипу, $S_c$	Компоненти				КР*
				$Hom_1$	$Hom_2$		$S'$	$S''$	$a_i$	$\lambda_i$	
Золотиста	12,66	69,96	87,34	8,8	1,2	15,0	-4,80	2,14	-0,32	0,003	4
Артеміда	14,73	65,84	85,27	7,6	0,8	15,6	-1,66	0,63	-0,11	0,002	7
Хуторяночка	16,91	62,81	83,09	6,6	0,6	16,0	0,03	3,65	0,002	0,019	2
Оріана	16,21	63,18	83,79	6,9	0,7	15,2	-1,04	2,47	-0,07	0,012	3
КиВін	21,09	54,79	78,91	5,3	0,4	12,3	3,07	1,63	0,21	0,005	13
Княжна	18,06	60,70	81,94	6,2	0,6	14,1	0,85	1,10	0,06	0,005	12
Омега вінницька	18,17	62,50	81,83	6,2	0,6	14,6	1,03	1,25	0,07	0,006	9
Монада	21,72	54,22	78,28	5,1	0,4	12,9	4,82	2,43	0,33	0,004	11
Феміда	14,02	68,30	85,98	8,0	0,9	15,5	-2,83	0,93	-0,19	0,002	6
Вежа	17,20	64,31	82,80	6,5	0,7	13,7	-1,46	1,54	-0,10	0,007	8
Вінні	24,03	52,36	75,97	4,7	0,4	11,6	5,24	3,09	0,35	0,006	11
Подільська 416	17,77	61,46	82,23	6,3	0,6	14,8	1,47	0,60	0,10	0,002	10
Оксана	16,32	66,91	83,68	6,9	0,8	14,7	-1,74	1,50	-0,12	0,007	5
Анатоліївка	17,84	66,15	82,16	6,3	0,7	14,4	-1,16	2,54	-0,08	0,013	6
Смолянка	16,94	70,36	83,06	6,6	0,7	15,2	-1,81	4,94	-0,12	0,024	1

Примітки. Ординатні значення для  $a_i$  та  $\lambda_i$   $a_n = \pm (0,000; 0,0418; 0,0836; 0,1253; 0,1671; 0,2089; 0,2507; 0,2925$  для розмірності з кроком  $0,005$ ); \* – КР – комплексний ранг за Дж. У. Снедекором [17].

Проте, на низькому агрофоні їх врожайність різко знижується. На противагу їм, сорти, координати яких розміщені в другій (II) зоні, є більш консервативними за реакцією на зміну умов середовища. Екологічна пластичність сортів, розміщених координатно у третій (III) зоні, знаходиться на рівні середньої пластичності, характерної для цього набору сортів сої. Позиція сортів Оксана, Вежа, Княжна та Омега вінницька відповідають так званій маргінальній зоні розміщення, відповідно на стикові III і II та II і I зон, що є певним виразом внутрішнього резерву пластичності та стабільності генотипу та необхідності щодо його подальшого вивчення. Це ж підтверджується комплексним рангом (КР) сортів (табл. 2).

Сучасний сорт сої має бути не лише високими показниками урожайних властивостей, але й високою якістю урожаю [5]. Для сої якісні показники вкладаються в два головних параметри: вміст сирого протеїну та вміст жиру. Сорти, що вивчали, характеризуються високими параметрами якості зерна: вміст протеїну в інтервалі 38,4—39,44 %, жиру – 20,28—21,19 %, що відносить вказані сорти до високотехнологічних у плані подальшої переробки та вторинного використання (табл. 3).



**Рис. 2.** Розподіл 15 сортів сої на класи за пластичністю ( $a_i$ ) та стабільністю ( $\lambda_i$ ) на 5 % рівні значимості, 2011—2015 рр.

(Сорти сої: 1–Золотиста; 2–Феміда; 3–Артеміда; 4–Оксана; 5–Вежа; 6–Анатоліївка; 7–Оріана; 8–Смолянка; 9–Хуторяночка; 10–Княжна; 11–Омега вінницька; 12–Аподільська 416; 13–КиВін; 14–Монада; 15–Вінні)

Проведений спрощений аналіз стабільності сортів за цими параметрами показує, що як вміст протеїну, так і вміст жиру залежав від умов вирощування, на що вказують значення коефіцієнту кореляції ( $r$ ) залежності від індексу умов року та його ГТК.

Вираження залежностей для вмісту протеїну та жиру у насінні від ГТК має різномірний характер, хоч і домінуючу негативну направленість. Для жиру – залежність обернена та висока для всіх без виключення генотипів, а для вмісту протеїну також обернена, але істотна для 9 сортів. Це можна пояснити, по-перше, з теорії синтезу стресових білків при зниженні ГТК, по-друге – з позиції полідетермінації біохімічної складової формування зерна. На це безпосередньо вказують і значення величин  $b_i$  і  $S_i^2$ . Слід відмітити і 4 ранг у ранжуванні цінності за вмістом жиру у насінні в сортів Монада і Феміда, що вказує на істотний відклик вмісту жиру в їх насінні на умови вирощування.

**Висновки.** 1. Параметри екологічної адаптивності та стабільності за показниками урожайності та якості зерна дають змогу диференціювати сортозразки сої за реакцією на зміну умов навколишнього середовища.

2. Сорти сої Золотиста, Хуторяночка, Смолянка, Оріана, що мають високі значення в групі за комплексним рангом, з успіхом можна

**3. Оцінка сортів сої за якістю та продуктивністю на основі головних критеріїв екологічної пластичності та стабільності (у середньому за 2011—2015 рр.)**

№ сорто зразка	Урожайність, т/га (вміст, %)		Коефіцієнт регресії, $b_i$	Варіанса стабільності, $S_i^2$	Ранг	Коефіцієнт річної варіації, $V$ (%)	Залежність, г	
	$\bar{X}$	$\pm s_x$					Індекс умов	ГТК
<b>Протеїн, %</b>								
1	39,27	0,28	0,55	0,37	1	1,81	0,667*	-0,752*
2	38,55	0,24	0,38	0,35	1	1,57	0,543*	-0,133
3	38,60	0,77	1,39	2,99	6	4,98	0,626*	0,013
4	38,62	0,62	1,27	1,65	6	4,04	0,702*	-0,190
5	39,13	0,42	0,93	0,59	1	2,67	0,773*	-0,788*
6	38,89	0,67	1,64	1,06	6	4,30	0,846*	-0,877*
7	39,44	0,20	-0,07	0,31	1	1,24	-0,127	-0,516*
8	38,49	0,33	0,78	0,28	1	2,12	0,825*	-0,853*
9	39,13	0,54	1,54	0,07	6	3,44	0,986**	-0,721*
10	39,40	0,52	0,95	1,34	1	3,28	0,632*	-0,111
11	38,99	0,45	1,20	0,24	6	2,88	0,924**	-0,665*
12	38,34	0,42	0,87	0,74	1	2,75	0,707*	-0,479
13	38,59	0,39	0,76	0,69	1	2,53	0,676*	-0,002
14	38,55	0,54	0,74	1,88	1	3,50	0,476	-0,472
15	39,19	0,74	2,06	0,32	6	4,71	0,965**	-0,689*
<i>Параметри</i>	$F_\phi$	$F_m$	<i>Сорт</i>	$F_\phi$	$F_m$	* – істотно на 5 % рівні значимості		
<i>Умови року</i>	1231,7	3,88		260	3,98	** – істотно на 1 % рівні значимості		
<i>Сорт x рік</i>				49,96	2,27			
<b>Жир, %</b>								
1	21,06	1,17	1,03	0,05	6	13,85	0,998**	-0,945**
2	20,82	0,97	0,86	0,09	1	11,70	0,994**	-0,967**
3	20,59	1,04	0,91	0,31	1	12,62	0,982**	-0,885*
4	20,28	0,95	0,84	0,10	1	11,76	0,993**	-0,925**
5	20,80	1,21	1,07	0,29	6	14,58	0,988**	-0,903**
6	20,53	1,27	1,12	0,14	6	15,46	0,995**	-0,912**
7	21,19	1,15	1,02	0,05	6	13,58	0,998**	-0,928**
8	20,88	1,13	1,00	0,03	4	13,54	0,998**	-0,920**
9	20,71	1,14	1,00	0,28	4	13,77	0,987**	-0,980**
10	20,66	1,19	1,05	0,17	6	14,42	0,993**	-0,971**
11	20,76	1,24	1,10	0,05	6	14,91	0,998**	-0,940**
12	20,83	1,17	1,02	0,36	6	14,06	0,984**	-0,890*
13	20,82	1,03	0,90	0,28	1	12,37	0,984**	-0,919**
14	20,93	1,20	1,06	0,31	6	14,39	0,987**	-0,924**
15	20,37	1,14	1,01	0,02	6	13,96	0,999***	-0,952**
<i>Параметри</i>	$F_\phi$	$F_m$	<i>Сорт</i>	$F_\phi$	$F_m$	* – істотно на 5 % рівні значимості		
<i>Умови року</i>	2170,3	3,88		4648,8	3,98	** – істотно на 1 % рівні значимості		
<i>Сорт x рік</i>				56,92	2,27	*** – істотно на 0,1 % рівні значимості		

використовувати у подальшому як вихідний матеріал для створення нових урожайних високопротеїнових, з підвищеним вмістом жиру сортів сої.

3. Для пошуку оптимального рекомбіногенезу цінних ознак доцільно враховувати у селекційній програмі ранжовані оцінки генотипів, що вивчали.

### Бібліографічний список

1. 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.
2. Жученко А. А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы) / А. А. Жученко – М., 2001. – Т. 1. – 617 с.
3. Адаменко Т. І. Зміна агрокліматичних умов та їхній вплив на зернове господарство України // [http:// www.ioi.org.ua/ukr/Showart.php](http://www.ioi.org.ua/ukr/Showart.php).
4. Іванюк С. В. Формування сортових ресурсів сої відповідно до біокліматичного потенціалу регіону вирощування // Корми і кормовиробництво. – 2012. – Вип. 71, – С. 33 – 42.
5. Іванюк С. В. Сучасна селекція сої // Агробізнес сьогодні. – 2014. – № 17(288). – Електронний ресурс – режим доступу: <http://agrobusiness.com.ua/agronomiia-siogodni/2387-suchasna-seleksiia-soii.html>.
6. Методика Державного сортовипробування сільськогосподарських культур. Зернові, круп'яні та зернобобові. – К.: Алефа. 2001. – 68 с.
7. Методика проведення дослідів по кормовиробництву / За ред. А. О. Бабича. – Вінниця, 1994. – 88 с.
8. Eberhart S. A. Stability parameters for comparing varieties / S. A. Eberhart, W. A. Russel // Crop Sci. – 1966. – V. 6, № 1. – P. 34 – 40.
9. 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.
10. Пакудин В. З. Оценка экологической пластичности и стабильности сортов сельскохозяйственных культур / В. З. Пакудин, Л. М. Лопатина // Сельскохозяйственная биология. – 1984. – № 4. – С. 109 – 112.
11. Хангильдин В. В. Гомеостатичність и адаптивність сортів озимої пшениці / В. В. Хангильдин, Н. А. Литвиненко // Научн.-техн. бюл. ВСГИ. – Одесса, 1981. – Вып. 39. – С. 8 – 14.
12. Хангильдин В. В. О принципах моделирования сортов интенсивного типа / В. В. Хангильдин // Генетика количественных признаков сельскохозяйственных растений. – М.: Наука, 1979. – С. 111 – 116.
13. Гудзь Ю. В. Теория и практика адаптивной селекции кукурузы / Ю. В. Гудзь, Ю. А. Лавриненко. – Херсон: БОРИСФЕН-полиграфсервис, 1997. – 168 с.
14. Мамонов Л. К. К вопросу об оценке устойчивости показателей продуктивности при засухе / Л. К. Мамонов, Г. Г. Ким // Повышение продуктивности и устойчивости зерновых культур / Алма-Ата, 1986. – С. 130 – 134.
15. Зоотехнический анализ кормов / Е. А. Петухова, Р. Ф. Бессарабова, Л. Д. Халенева, О. А. Антонова. – М.: Колос, 1981. – 256 с.
16. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов – М.: Колос, 1985. – 336 с.

Надійшла до редколегії 12. 08. 2016 року  
Рецензент В. Д. Бугайов, кандидат сільськогосподарських наук