УДК 633.34:631.52+631.53(477.4)

ОЦІНКА ПЛАСТИЧНОСТІ ТА СТАБІЛЬНОСТІ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ НАСІННЯ СОРТІВ СОЇ РІЗНОГО ЕКОЛОГО-ГЕОГРАФІЧНОГО ПОХОДЖЕННЯ

Т.В. Цицюра, І.В. Темченко, С.В. Барвінченко

DOI: 10.31073/kormovyrobnytstvo202192-10

Мета. Обґрунтувати основні причини деградації та опустелювання земель в Україні в умовах інтенсифікації аграрного виробництва та змін клімату. Провести порівняльну оцінку та розрахунки їх балансу. **Методи.** Моніторингові дослідження та екологічна оцінка сортів, системний та статистичний аналіз та їх синтез. **Результати.** Висвітлено результати оцінки 50 сортів сої у післяреєстраційному вивченні за показниками якості насіння щодо його хімічного складу. Визначено базові показники ранжування вихідного масиву сортів сої за вмістом у насінні протеїну, жиру, клітковини та золи з позиції пластичності та стабільності показників за п'ятирічний цикл оцінок. На підставі співвідношення критеріїв пластичності (b_i) та стабільності (S_i^2) визначено особливості формування хімічного складу насіння сої за основними компонентами з огляду на гідротермічні умови періоду вегетації та особливості ростових процесів. Виділено класифікаційні групи сортів за характером стабільного чи нестабільного типів формування показників у розрізі сортів різного еколого-географічного походження. Проведено порівняльну оцінку селекційної цінності сортів селекції Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН України за показниками формування якісного складу насіння з позиції відповідності сучасним вимогам до технологічних якостей насіння. Із загального масиву сортів виділено сорти сої із високими і стабільними показниками вмісту протеїну, жиру, клітковини та золи та окремо – генотипи, які мають комбінаторний характер поєднання базових показників якісного складу насіння. **Висновки.** Застосування механізму оцінки на екологічну пластичність і стабільність 50 сортів сої у післяреєстраційному вивченні дозволило провести їх чітке групування за базовими показниками якості насіння з виділенням селекційно цінних генотипів, які поєднують високий вміст білка та жиру. До них за результатами оцінки на пластичність та стабільність із генеральної сукупності сортів слід віднести сорти Антрацит, Артеміда, Мілленіум, КиВін, Омега Вінницька, Феміда, Тріада, Сузір'я, Кобза, Криниця, Галі, Данко.

Ключові слова: соя, сорти, післяреєстраційне вивчення сортів, хімічний склад насіння, протеїн, жир, зола, клітковина.

Цицюра Тетяна Василівна, кандидат с.-г. наук, старший науковий співробітник лабораторії селекції сої і зернобобових культур, Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН, пр-кт Юності, 16, м. Вінниця, Україна, 21100, e-mail: scyura-t@ukr.net, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5866-4104>

Темченко Інна Вікторівна, завідувач лабораторії селекції сої і зернобобових культур, Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН, пр-кт Юності, 16, м. Вінниця, Україна, 21100, e-mail: labsoy-ik@i.ua, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9201-3666>

Барвінченко Світлана Володимирівна, старший науковий співробітник лабораторії селекції сої і зернобобових культур, Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН, пр-кт Юності, 16, м. Вінниця, Україна, 21100, e-mail: barvinchenko.sv@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1560-403X>

Вступ. Сучасні ідіотипи сортів сої повинні мати як високий потенціал урожайності, так і високі якісні показники їх врожаю, враховуючи багатоцільовий вектор використання сої і продуктів її переробки [1, 2]. На основі цих вимог зростає роль селекційно-генетичної оцінки потенціалу сортів сої, які перебувають у до- та післяреєстраційному вивченні за компонентами пластичності і стабільності з огляду на кліматичні зміни та модернізацію зональних технологій вирощування

основних зернобобових культур [3]. Наголошується, що попри суттєве зростання рівня продуктивності сучасних сортів сої, його реалізації перешкоджає їх низька гомеостатичність та чутлива реакція на зміни чинників довкілля, тобто низька адаптивність, стабільність та екологічна пластичність [4-5]. Стабільність та пластичність агрономічних ознак сортозразків зумовлені здатністю генетичних механізмів рослин зводити до мінімуму наслідки негативного впливу навколишнього середовища, тобто протистояти їм [1, 3, 6-8]. Таким чином, використання високотехнологічних, добре адаптованих до екстремальних факторів зовнішнього середовища сортів є базисом досягнення високої урожайності і якості насіння сої. Враховуючи актуальність цього напрямку досліджень, у програму післяреєстраційного порівняльного вивчення сортів сої з різних селекційних установ-оригінацій в умовах лабораторії селекції сої і зернобобових культур Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН включено їх оцінку за показниками якості насіння з метою визначення адаптивного потенціалу за показниками вмісту у насінні основних компонентів – білка, жиру, клітковини та золи.

Мета та завдання дослідження – вивчення стабільності відтворення ознак вмісту білка, жиру, клітковини та золи в насінні сучасних, нових та перспективних сортів сої з метою визначення перспектив їх кормового та продовольчого напрямків використання для регіону зони досліджень.

Матеріали і методи. Дослідження включали післяреєстраційне вивчення 50 сортів сої протягом 2014-2018 рр. на полях лабораторії селекції сої і зернобобових культур Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН. Ґрунти дослідного поля сірі лісові – типові для даного агроґрунтового району, з такими агрохімічними показниками: вміст гумусу в орному шарі складає 3,4-3,6%; реакція ґрунтового розчину нейтральна (рН 6,4-6,6); забезпеченість доступними рослинам формами азоту середня (71 мг/кг за Корнфілдом), фосфору – підвищена (187 мг/кг за Чіріковим), калію – підвищена (148 мг/кг за Чіріковим).

Закладання ділянок для проведення еколого-адаптивної оцінки сортів та супутні спостереження проводили відповідно до Методики держсортотипування [9] та загальноприйнятих рекомендацій [10].

Вміст сирого протеїну в насінні сої визначали за методом К'ельдаля, вміст жиру – за кількістю знежиреного залишку за методом С.В. Рушковського, при якому екстрагування здійснювали органічним розчинником гексаном. Визначення вмісту клітковини проводили за Геннебергом-Штоманом (у модифікації ЦІНАО), зольність – відповідно до стандартних умов визначення [11].

Параметри екологічної пластичності сортів розраховували за методиками S. A. Eberhart, W. A. Russel і G. C. Tai [12, 13], В. З. Пакудіного і Л. М. Лопатіної [14] з визначенням таких показників, як пластичність (b_i) і стабільність (S_i^2) та застосуванням таких групувальних рангів: 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.

Статистично-математичну обробку дослідних даних проводили відповідно до ряду загальноприйнятих рекомендацій [15]. Можливість застосування повного аналізу масиву сортів, що вивчалися, за показниками екологічної мінливості підтверджено оцінкою гетерогенності гідротермічного режиму вегетації з можливістю калькуляції індексу річних умов за період екологічного сортовивчення (рис. 1). З огляду на представлені дані, роки періоду оцінок за характером співвідношення суми опадів та суми активних температур у виразі гідротермічного коефіцієнту (ГТК) Г.Т. Селянінова, зростання стресовості можна розмістити у такому порядку: 2015 > 2016 > 2017 > 2014 > 2018 (у значенні від сильно посушливих до надмірно зволжених). Такий характер диференціації дозволив отримати істотність компонент аналізу на пластичність і стабільність за показниками якісного складу насіння сої.

Рис. 1. Гідротермічний режим періоду вегетації сортів сої за показником ГТК Селянінова Г.Т., 2014-2018 рр.

Результати досліджень та обговорення. Під час багаторічного циклу оцінки сортів сої різного еколого-географічного походження встановлено певну гетерогенність формування показників якості насіння у розрізі генотипів сої, що вивчалися (табл. 1). Уміст протеїну за середнім значенням знаходився в інтервалі від 35,59% у сорту Сіверка до 39,53% у сорту Черемош із середнім показником для всієї сукупності на рівні 37,41%.

Відомо [4], що вміст протеїну негативно корелює із вмістом жиру у насінні, що впливає на добір генотипів із поєднанням одночасно високого вмісту обох показників. Це ж підтверджено і результатами наших оцінок, де за співставленням значень вмісту протеїну та вмісту жиру коефіцієнт парної кореляції для нашої сукупності сортів склав -0,434. Середня градація кореляційної залежності вказує на певну ймовірність та можливість селекції генотипів сої з комбінованим високим значенням обох параметрів. Такий характер формування відзначено у сортів КиВін (37,85% і 20,78%), Феміда (37,75% і 20,81%), Мілленіум (37,28% і 21,94%), Антрацит (38,12% і 21,0%).

Таблиця 1

Показники якості насіння сортів сої в АСР (2014-2018 рр.)

№ п/п	Сорти*	Вміст протеїну, %		Вміст жиру, %		Вміст клітковини, %		Вміст золи, %	
		$\bar{x}$	σ	$\bar{x}$	σ	$\bar{x}$	σ	$\bar{x}$	σ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Золотиста	38,17	1,50	19,08	3,42	11,24	1,62	5,54	0,20
2	Артеміда	37,45	1,38	21,17	2,94	10,70	1,24	5,48	0,15
3	Оріана	37,15	1,10	20,60	3,16	10,77	1,38	5,49	0,13
4	Хуторяночка	36,49	1,58	20,90	3,10	10,88	1,69	5,57	0,14
5	КиВін	37,85	1,33	20,78	3,54	11,57	1,52	5,57	0,18
6	Омега Вінницька	38,64	1,38	18,30	3,38	11,33	1,33	5,52	0,17
7	Княжна	37,45	1,76	20,44	3,54	11,28	1,22	5,58	0,14
8	Монада	37,45	1,68	20,44	3,31	11,12	1,36	5,56	0,13
9	Феміда	37,55	1,56	20,81	3,23	11,21	1,44	5,55	0,20
10	Тріада	37,86	2,19	20,75	3,42	10,85	1,56	5,53	0,20
11	Подільська 416	37,47	1,11	20,46	3,00	11,09	1,50	5,55	0,19
12	Вежа	37,90	2,05	20,45	3,41	11,43	1,85	5,55	0,16
13	Вінні	37,91	1,29	20,50	3,72	11,26	1,52	5,54	0,19
14	Смолянка	37,06	1,68	20,60	3,10	11,10	1,31	5,54	0,21
15	Анатоліївка	37,69	1,38	20,59	3,07	11,02	1,47	5,54	0,15
16	Оксана	37,41	1,61	20,39	2,89	10,87	1,39	5,53	0,17
17	Мілленіум	37,28	1,39	21,94	3,52	11,10	1,50	5,54	0,15
18	Діадема Поділля	37,62	2,49	19,54	4,69	11,24	1,89	5,59	0,16
19	Сузір'я	37,72	2,31	20,91	2,73	11,34	1,31	5,52	0,21
20	Сіверка	35,59	4,15	20,63	3,05	10,88	1,55	5,54	0,21
21	Мальвіна	36,14	2,20	20,34	3,19	10,69	1,55	5,59	0,22
22	Кобза	37,55	1,50	21,12	3,09	10,83	1,37	5,52	0,18
23	Георгіна	36,60	1,99	20,35	2,82	10,64	1,57	5,56	0,13
24	Ксеня	37,07	1,71	20,53	3,21	10,96	1,04	5,55	0,14
25	Іванка	37,48	1,42	20,16	3,57	11,35	1,24	5,57	0,17
26	Ювілейна	37,09	2,30	20,44	3,35	10,43	1,40	5,51	0,19
27	Золушка	37,19	2,21	20,31	3,15	10,83	1,25	5,52	0,17
28	Ромашка	35,80	2,45	20,28	3,72	10,59	1,65	5,60	0,17
29	Медєя	36,56	2,07	20,61	3,37	10,29	1,07	5,56	0,20
30	Ізумрудна	37,47	2,17	20,58	3,49	10,88	1,52	5,52	0,20
31	Шарм	37,52	1,51	20,55	3,47	11,00	1,38	5,54	0,17
32	Дені	36,94	1,66	20,28	3,51	10,99	1,08	5,59	0,17
33	Криниця	37,29	1,97	20,90	3,24	10,50	1,43	5,51	0,19
34	Галі	37,50	1,90	20,55	3,30	11,09	1,17	5,55	0,20

Продовження табл. 1									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
35	Данко	37,27	2,60	20,72	3,61	10,76	1,63	5,55	0,17
36	Фарватер	36,99	2,44	20,50	3,37	10,25	1,31	5,50	0,21
37	Симфонія	37,77	2,31	20,51	3,33	10,69	1,64	5,50	0,20
38	Діона	37,54	1,40	20,87	3,43	10,80	1,12	5,52	0,19
39	Алмаз	37,97	1,66	20,58	3,11	10,95	1,28	5,54	0,17
40	Аметист	37,08	1,84	20,74	3,26	10,66	1,26	5,56	0,20
41	Антрацит	38,12	1,83	21,00	3,32	11,62	1,44	5,55	0,21
42	Анастасія	37,64	1,88	20,48	3,24	10,75	1,03	5,53	0,17
43	Антошка	37,18	1,48	20,13	2,91	11,56	2,25	5,55	0,19
44	Аннушка	38,05	1,78	20,50	3,12	11,29	1,75	5,53	0,21
45	Черемош	39,53	3,09	18,25	3,56	11,23	1,37	5,52	0,20
46	Либідь	38,07	2,76	20,81	2,90	11,06	1,95	5,55	0,15
47	Кубань	38,26	2,15	18,91	3,30	10,87	1,27	5,47	0,24
48	Хорол	37,79	2,33	20,62	3,20	11,18	1,52	5,53	0,17
49	Хвиля	36,91	2,28	20,37	3,26	11,16	1,06	5,57	0,16
50	Подяка	36,81	1,70	20,61	3,55	10,40	1,30	5,54	0,15

*Сорти сої селекції Інституту кормів та сільського господарства Поділля за порядковими номерами з 1 по 18. Власні групування авторів

Для сортів селекції Інституту кормів та сільського господарства Поділля середнє значення вмісту жиру в насінні склало 20,61%, що на 0,17% вище, ніж у цілому для всієї сукупності сортів.

За вмістом клітковини сорти сої мали більш широкий інтервал значень, ніж за показником вмісту жиру, і за середнього по сукупності значення показника на рівні 10,97% для сортів селекції Інституту кормів цей показник склав 10,40%. З огляду на цінність генотипів, які поєднують високий вміст протеїну, жиру та низький вміст клітковини, сорти селекції Інституту кормів та СГП мають високий потенціал продовольчого та кормового рівнів для промислової переробки сої. Цікавим є те, що за зольністю насіння вказані сорти продемонстрували найбільш вузький інтервал розмаху значень – від 5,47% у сорту Кубань до 5,60% у сорту Ромашка. Для сортів селекції Інституту кормів та СГП рівень зольності насіння склав 5,54% при загальному значенні показника для всієї сукупності на рівні 5,57%. Слід також зауважити, що за значенням показника стандартного відхилення (σ) за всіма показниками якості насіння вивчені генотипи демонстрували різні варіативні ряди їх формування з огляду на типи індексів умов року за відхиленнями від середнього за період оцінки. Такі висновки повністю підтверджено результатами оцінки сортів сої за згадуваними показниками пластичності та стабільності (табл. 2).

Враховуючи середні значення визначених параметрів пластичності (b_i) і стабільності (S_i^2) сортів сої за вмістом протеїну у насінні для всієї сукупності на рівні 0,91 та 1,01, можна стверджувати, що вивчені генотипи належать до нестабільного типу з формуванням вищої білковості насіння у несприятливих умовах. Такий характер формування відповідає загальній теорії формування стресових білків [2], відмічених у період 2015 та 2016 років оцінок та мало виражених у 2017-2018 роках.

Таблиця 2

Показники пластичності (b_i) і стабільності (S_i^2) сортів сої за якісними показниками насіння (за період 2014-2018 рр.)

№ п/п	Сорти	Вміст протеїну, %		Вміст жиру, %		Вміст клітковини, %		Вміст золи, %	
		b_i	S_i^2	b_i	S_i^2	b_i	S_i^2	b_i	S_i^2
1	Золотиста	0,85	0,52	1,20	0,09	1,06	0,07	1,18	0,00
2	Артеміда	0,67	0,96	0,83	0,40	0,89	0,55	0,79	0,01
3	Оріана	0,52	0,66	0,91	0,53	0,97	0,28	0,74	0,00
4	Хуторяночка	0,69	1,68	1,11	0,87	0,94	0,54	0,74	0,00
5	КиВін	0,79	0,18	1,10	0,17	1,09	0,06	1,02	0,00
6	Омега Вінницька	0,79	0,35	0,98	0,04	1,04	0,04	1,00	0,00
7	Княжна	0,97	0,86	0,89	0,08	1,09	0,12	0,80	0,00
8	Монада	0,98	0,43	1,00	0,05	1,01	0,37	0,78	0,00
9	Феміда	0,95	0,14	1,06	0,09	0,99	0,31	1,19	0,00
10	Тріада	1,28	0,75	1,12	0,24	1,05	0,32	1,17	0,00
11	Подільська 416	0,62	0,29	1,11	0,02	0,92	0,21	1,12	0,00
12	Вежа	0,95	2,47	1,29	0,57	1,04	0,45	0,89	0,00
13	Вінні	0,68	0,61	1,09	0,23	1,14	0,47	1,04	0,01
14	Смолянка	0,99	0,31	0,95	0,12	0,91	1,34	1,20	0,00
15	Анатолівка	0,78	0,45	1,03	0,31	0,94	0,33	0,88	0,00
16	Оксана	0,80	1,21	1,01	0,14	0,88	0,26	0,97	0,00
17	Мілленіум	0,49	1,75	1,10	0,07	0,77	8,17	0,77	0,01
18	Діадема Поділля	1,49	0,59	1,35	0,40	1,20	9,37	0,91	0,00
19	Сузір'я	1,27	1,54	0,96	0,08	0,84	0,02	1,15	0,01
20	Сіверка	0,92	0,32	0,51	2,56	0,94	0,11	1,21	0,00
21	Мальвіна	1,14	1,93	1,01	0,75	0,96	0,72	1,18	0,01
22	Кобза	0,93	0,02	0,94	0,38	0,93	0,60	1,03	0,00
23	Георгіна	1,12	0,89	1,06	0,59	0,86	0,17	0,79	0,00
24	Ксеня	0,80	1,67	0,76	0,06	0,99	0,08	0,70	0,01
25	Іванка	0,83	0,29	0,89	0,15	1,10	0,26	1,01	0,00
26	Ювілейна	1,39	0,34	0,97	0,34	1,03	0,15	1,09	0,00
27	Золушка	1,35	0,19	0,88	0,23	0,97	0,08	0,99	0,00
28	Ромашка	0,77	5,94	1,20	0,18	1,13	0,71	0,66	0,02
29	Медея	1,11	1,43	0,76	0,15	1,02	0,62	1,15	0,00
30	Ізумрудна	1,31	0,32	1,12	0,06	1,07	0,18	1,12	0,00
31	Шарм	0,87	0,37	1,00	0,13	1,07	0,15	0,95	0,00
32	Дені	0,99	0,27	0,80	0,02	1,08	0,10	0,96	0,00
33	Криниця	1,16	0,50	1,04	0,13	1,00	0,17	1,13	0,00
34	Галі	1,10	0,64	0,87	0,04	1,02	0,07	1,15	0,00
35	Данко	1,27	3,37	1,14	0,40	1,10	0,60	0,81	0,02
36	Фарватер	1,44	0,71	0,95	0,10	1,03	0,31	1,21	0,00
37	Симфонія	1,34	0,88	1,07	0,83	1,03	0,08	1,17	0,00
38	Діона	0,83	0,21	0,77	0,23	1,06	0,02	1,14	0,00
39	Алмаз	0,96	0,45	0,91	0,21	0,96	0,01	0,96	0,00
40	Аметист	1,03	0,81	0,93	0,04	1,01	0,06	1,14	0,00
41	Антрацит	1,07	0,47	1,05	0,14	1,03	0,06	1,19	0,00
42	Анастасія	1,06	0,80	0,75	0,06	1,00	0,13	0,91	0,01
43	Антошка	0,48	2,12	1,54	1,07	0,88	0,39	1,04	0,01
44	Аннушка	1,04	0,43	1,26	0,29	0,96	0,08	1,26	0,00
45	Черемош	1,10	8,55	0,77	1,09	1,08	0,79	1,16	0,00
46	Либідь	1,66	0,53	1,36	0,65	0,88	0,39	0,75	0,01
47	Кубань	1,30	0,30	0,87	0,32	1,02	0,04	1,25	0,01
48	Хорол	1,38	0,61	1,13	0,03	0,98	0,19	0,98	0,00
49	Хвиля	0,97	3,66	0,61	0,62	0,98	0,88	0,74	0,01
50	Подяка	0,72	2,08	0,96	0,06	1,05	1,51	0,84	0,00

Власні групування авторів

У підсумку, вищий вміст протеїну з високими рівнями зольності насіння було встановлено саме у роки з низьким значенням ГТК у період інтенсивного формування плодоеlementів сої, що якраз було властиво для умов 2015 та 2016 років. Проте істотні відмінності у межах конкретних генотипів за показниками b_i і S_i^2 свідчать про різні рівні адаптивних реакцій зміни показника залежно від зміни гідротермічних умов періоду вегетації сої. Враховуючи класифікаційну градацію співвідношення b_i і S_i^2 , такі сорти, як Сузір'я, Мальвіна, Медея, Черемош, Данко формують вищий вміст протеїну у насінні в сприятливих умовах вегетаційного періоду за індексом року у співставленні до середнього за період оцінок. Тобто для таких сортів процес фізіологічного наливу насіння корелює з загальною оптимізацією ростових процесів як у період до формування і наливу насіння, так і в період його формування. Такі сорти, як Мілленіум, Оріана, Подільська 416, Антошка демонструють високий рівень реакції на зміну гідротермічних умов, формуючи високі показники білковості в екстремальних умовах, знижуючи їх значення для умов помірних ГТК, демонструючи певний негативний зв'язок між оптимізацією ростових процесів і фізіологічними процесами формування і наливу насіння. Для таких сортів із низьким значенням пластичності (b_i) та високими значеннями стабільності (S_i^2) важливим є оптимальне поєднання власне ростових процесів і процесу наливу насіння з оптимізацією першого періоду та відповідною стресовістю другого, якщо брати до уваги лише якість урожаю, а не його кількісні параметри. Більшість інших сортів належать до маргінальної групи співвідношення за показниками стабільності і пластичності, формуючи відповідно нижчий рівень урожаю, але із істотно вищими рівнями вмісту протеїну в стресових умовах за показником ГТК і, навпаки, – вищі рівні урожайності за істотно нижчих значень вмісту протеїну за оптимальних умов ГТК у період формування і наливу насіння. У варіанті маргінального інтервалу цінними для селекційної практики з позиції вмісту протеїну є сорти сої із співвідношенням наближення показника пластичності (b_i) до 1, за мінімального значення показника стабільності (S_i^2). До таких сортів у вивченій сукупності слід віднести Монаду, Омегу Вінницьку, Феміду, Смолянку, Анатоліївку, Кобзу, Іванку, Шарм, Дені, Діону, Алмаз, Аннушку.

За параметром вмісту жиру в насінні загальна сукупність сортів сої мала показники пластичності (b_i) на рівні 0,99, а стабільності (S_i^2) – 0,34. Тобто за показником формування вмісту жиру в насінні вивчені генотипи були більш стабільними і залежними від сприятливих умов у період формування і наливу насіння, демонструючи при цьому більш високу стабільність у розрізі років оцінки, ніж у випадку вмісту протеїну. Це якісно розмежовує процеси накопичення білка та жиру в насінні сої та підтверджує встановлену негативну кореляцію між їх вмістом, яка властива у цілому генотипам зернобобових культур [5]. У цьому плані особливо слід відзначити цінність таких сортів, як Золотиста, Омега Вінницька, Княжна, Тріада, Феміда, Мілленіум, Сузір'я, Антрацит, Подяка та інші з динамікою максимального наближення показника пластичності до 1 на фоні прагнення показника стабільності до значення 0. На фоні вивчених сортів, сорти селекції Інституту кормів та СГП, що мають саме такі співвідношення між b_i та S_i^2 , якісно

виділяються та можуть бути рекомендовані як вихідні форми для гібридизації у загальній схемі селекційного процесу сої.

За показником умісту клейковини характер формування показника відповідав нестабільному типу із зростанням за поліпшення умов вегетації у період формування і наливу насіння за переважанням нестабільного формату формування із значенням b_i та S_i^2 на рівні 0,98 і 0,62 відповідно. На противагу загальній сукупності, значна частина сортів селекції Інституту кормів та СГП демонстрували стабільний тип формування із зростанням за оптимізації гідротермічних умов періоду формування насіння. Це, зокрема, такі сорти, як Золотиста, КиВін, Омега Вінницька, Монада, Феміда, Оксана. Серед сортів інших оригінаторів з позиції стабільності формування величини показника слід виділити такі сорти, як Ксеня, Золушка, Діона, Дені, Алмаз, Галі та ін.

Формування показника зольності насіння відповідало середньому для масиву сортів у значенні $b_i = 1$, $S_i^2 = 0$ (із наявністю у структурі 28% сортів, де це співвідношення становило $b_i > 1$, $S_i^2 = 0$), що вказує на виражену реакцію більшості генотипів до стабільного формування показника з пропорційним його збільшенням за оптимізації умов вегетації. Серед сортів у цьому плані слід відзначити такі: Золотиста, КиВін, Омега Вінницька, Тріада, Іванка, Золушка, Медея та інші.

Висновки. Додаткова оцінка сортів сої у післяреєстраційному вивченні за показниками пластичності і стабільності дозволяє ефективно оцінити їх за якісними показниками насіння та провести класифікувальну градацію їх особливостей з позиції господарської та селекційної цінності.

Сорти селекції Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН України Омега Вінницька, Золотиста, Вінні, Мілленіум, КиВін, Феміда, Мілленіум, Тріада, Смолянка, Анатоліївка за потенціалом якісного складу насіння відповідають сучасним моделям високоінтенсивних сортів сої, мають високу екологічну пластичність та забезпечують малу амплітуду фенотипової мінливості якісних показників насіння, забезпечуючи високі рівні реалізації генетичного потенціалу продуктивності за збором білка, жиру та вмістом зольних елементів.

Список бібліографічних посилань

1. Білявська Л.Г., Рибальченко А.М. Мінливість господарсько-цінних ознак сої в умовах Лівобережного Лісостепу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2019. № 1. С. 65-72. <https://doi.org/10.31210/visnyk2019.01.08>.
2. Мельник А.В., Романько Ю.О., Романько А.Ю., Дудка А.А. Вплив погодно-кліматичних параметрів на врожайність зерна сучасних сортів сої в умовах північно-східного Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 109(1). С. 76-83. <https://doi.org/10.32851/2226-0099>.
3. Рябуха С.С., Чернишенко П.В., Серікова Л.Г., Святченко С.І. Особливості формування біохімічного складу насіння сучасних сортів сої. *Селекція і насінництво*. 2018. Вип. 114. С. 71-78. doi.org/10.30835/2413-7510.2018.152139.
4. Рябуха С.С., Чернишенко П.В., Святченко С.І., Садовой О.О. Скринінг селекційного матеріалу сої за показниками урожайності і якості насіння. *Вісник центру наукового*

забезпечення АПВ Харківської області. 2019. Вип. 26. С. 106-114.

5. Рябуха С.С., Чернишенко П.В., Святченко С.І., Садовой О.О., Тесля Т.О. Вплив гідротермічних чинників довкілля на врожайність та біохімічний склад насіння сої. *Селекція і насінництво*. 2019. Вип. 115. С. 93-102. <https://doi.org/10.30835/2413-7510.2019.172785>.

6. Рибальченко А.М. Пластичність та стабільність господарських ознак колекційних зразків сої. *Зрошуване землеробство*. 2021. № 76. С. 69-74. <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2021.76.13>.

7. Кренців Я.І. Мінливість елементів продуктивності у рослин сої гібридів F₁, F₂. *Вісник аграрної науки*. 2019. № 3(792). С. 82-88. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201903-13>.

8. Мельник А.В., Романько Ю.О., Романько А.Ю. Адаптивний потенціал та стресостійкість сучасних сортів сої. *Таврійський науковий вісник*. 2020. № 113(4). С. 85-91. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.113.12>.

9. Методика Державного сортопробування сільськогосподарських культур. Зернові, круп'яні та зернобобові. К.: Алефа. 2001. 68 с.

10. Методика проведення дослідів по кормовиробництву / За ред. А. О. Бабица. Вінниця, 1994. 88 с.

11. Петухова Е.А., Бессарабова Р.Ф., Халенева Л.Д., Антонова О.А. Зоотехнический анализ кормов. М.: Агропромиздат. 1989. С. 26-50.

12. Eberhart S.A., Russel W.A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*. 1966. Vol. 6. № 1. P. 34-40. <https://doi.org/10.2135/CROPSCI1966.0011183X000600010011X>.

13. Tai G.C. Genotypic stability analysis and its application to potato regional trial. *Crop Science*. 1971. Vol. 11. № 2. P. 184-190. <https://doi.org/10.2135/cropsci1971.0011183X001100020006x>.

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

15. Снедекор Дж.У. Статистические методы в применении к исследованиям в сельском хозяйстве и биологии. М.: Сельхозгиз, 1961. 503 с.

References

1. Biliavska L.H., Rybalchenko A.M. Minlyvist hospodarsko-tsinnykh oznak soi v umovakh Livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [Variability of economically valuable traits of soybeans in the conditions of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine.]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii* [Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy], 2019, no. 1, pp. 65-72. Available at: <https://doi.org/10.31210/visnyk2019.01.08> [in Ukrainian].

2. Melnyk A.V., Romanko Yu.O., Romanko A.Iu., Dudka A.A. Vplyv pohodno-klimatychnykh parametriv na vrozhaunist zerna suchasnykh sortiv soi v umovakh pivnichno-skhidnoho Lisostepu Ukrainy [Influence of weather and climatic parameters on grain yield of modern soybean varieties in conditions of the north-eastern Forest-Steppe of Ukraine]. *Tavriyskyi naukovyi visnyk* [Taurian Scientific Bulletin], 2019, no. 109(1) pp. 76-83. Available at: <https://doi.org/10.32851/2226-0099> [in Ukrainian].

3. Riabukha S.S., Chernyshenko P.V., Sierikova L.H., Sviatchenko S.I. Osoblyvosti formuvannia biokhimichnoho skladu nasinnia suchasnykh sortiv soi [Features of formation of biochemical composition of seeds of modern soybean varieties.]. *Selektsiia i nasinnnytstvo* [Breeding and seed production], 2018, issue 114, pp. 71-78. Available at: <https://doi.org/10.30835/2413-7510.2018.152139> [in Ukrainian].

4. Riabukha S.S., Chernyshenko P.V., Sviatchenko S.I., Sadovoi O.O. Skryninh selektsiinoho materialu soi za pokaznykamy urozhaunisti i yakosti nasinnia [Screening of soybean breeding material according to seed yield and quality indicators]. *Visnyk tsentru naukovooho zabezpechennia APV Kharkivskoi oblasti* [Bulletin of the Center for Scientific Support of the APV of Kharkiv region], 2019, issue 26, pp. 106-114 [in Ukrainian].

5. Riabukha S.S., Chernyshenko P.V., Sviatchenko S.I., Sadovoi O.O., Teslia T.O. Vplyv hidrotermichnykh chynnykiv dovkillia na vrozhaunist ta biokhimichni sklad nasinnia soi [Influence of hydrothermal environmental factors on yield and biochemical composition of soybean seeds]. *Selektsiia i*

nasinnytstvo [Breeding and seed production], 2019, issue 115, pp. 93-102. Available at: <https://doi.org/10.30835/2413-7510.2019.172785> [in Ukrainian].

6. Rybalchenko A.M. Plastychnist ta stabilnist hospodarskykh oznak kolektsiinykh zrazkiv soi [Plasticity and stability of economic characteristics of soybean collection samples]. Zroshuvane zemlerobstvo [Irrigated agriculture], 2021, no. 76, pp. 69-74. Available at: <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2021.76.13> [in Ukrainian].

7. Krentsiv Ya.I. Minlyvist elementiv produktyvnosti u roslyn soi hibrydiv F1, F2. [Variability of productivity elements in soybean plants of the F1, F2 hybrids]. Visnyk ahrarnoi nauky [Bulletin of Agricultural Science], 2019, no. 3(792), pp. 82-88. Available at: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201903-13> [in Ukrainian].

8. Melnyk A.V., Romanko Yu.O., Romanko A.Iu. Adaptivnyi potentsial ta stresostiikist suchasnykh sortiv soi [Adaptive potential and stress resistance of modern soybean varieties]. Tavriiskyi naukovi visnyk [Taurian Scientific Bulletin], 2020, no. 113(4), pp. 85-91. Available at: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.113.12> [in Ukrainian].

9. Metodyka Derzhavnoho sortovyprobuvannia silskohospodarskykh kultur. Zernovi, krupiani ta zernobobovi [Methods of State variety testing of crops. Grain crops, cereals and legumes]. Kyiv, Alefa, 2001, 68 p. [in Ukrainian].

10. Babych A.O. (1994). Metodyka provedennia doslidiv po kormovyrobnytstvu [Methods of conducting experiments on feed production]. Vinnytsia, 88 p. [in Ukrainian].

11. Petukhova E.A., Bessarabova R.F., Khaleneva L.D., Antonova O.A. (1989). Zootehnicheskii analiz kormov [Zootechnical feed analysis]. Moscow, Agropromizdat, pp. 26-50 [in Russian].

16. Eberhart S.A., Russel W.A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*, 1966, vol. 6, no. 1, pp. 34-40. Available at: <https://doi.org/10.2135/CROPSCI1966.0011183X000600010011X>.

17. Tai G.C. Genotypic stability analysis and its application to potato regional trial. *Crop Science*. 1971. Vol. 11. № 2. P. 184-190. Available at: <https://doi.org/10.2135/cropsci1971.0011183X001100020006x>

14. Pakudin V.Z., Lopatina L.M. Otsenka ekologicheskoi plastichnosti i stabilnosti sortov selskokhoziaistvennykh kultur [Assessment of ecological plasticity and stability of crop varieties]. Selskokhoziaistvennaia biologiya [Agricultural biology], 1984, no. 4, pp. 109-112 [in Russian].

15. Snedekor Dzh.U. (1961). Statisticheskiye metody v primenenii k issledovaniyam v selskom khoziaistve i biologii [Statistical methods applied to agricultural and biological research]. Moscow, Selkhozgiz, 503 p. [in Russian].

Tsytsyura T.V., Temchenko I.B., Barvinchenko S.V. Assessment of plasticity and stability of seed quality indicators of soybean varieties of different ecological and geographical origin

Purpose. To substantiate the main causes of land degradation and desertification in Ukraine in the conditions of intensification of agricultural production and climate change. Carry out a comparative assessment and calculations of their balance. **Methods.** Monitoring research and ecological evaluation of varieties, system and statistical analysis and their synthesis. **Results.** The results of evaluation of 50 soybean varieties in the post-registration study on the quality of seeds in terms of its chemical composition are highlighted. The basic indicators of ranking the initial mass of soybean varieties by the content of protein, fat, fiber and ash in the seeds from the standpoint of plasticity and stability of indicators for a five-year evaluation cycle were determined. On the basis of the ratio of the criteria of plasticity (b_i) and stability (S_i^2) features of formation of the chemical composition of soybean seeds by the main components taking into account the hydrothermal conditions of the growing season and the peculiarities of growth processes are determined. Classifying groups of varieties by the nature of stable or unstable types of formation of indicators in the context of varieties of different ecological and geographical origin are distinguished. A comparative assessment of the selection value of the varieties bred at the Institute of Feed Research and Agriculture of Podillya of NAAS of Ukraine by the indicators of formation of qualitative composition of seeds from the standpoint of compliance with modern requirements for technological qualities of seeds was carried out. Soybean varieties with high and stable indicators of protein, fat, fiber and ash content and genotypes that have combination of the basic indicators of seed quality were determined from the general array of varieties. **Conclusions.** Application of the evaluation mechanism for ecological plasticity and stability of 50 soybean varieties in the post-registration study allowed grouping them according to the basic indicators of seed quality and selection of breeding valuable genotypes

that combine high protein and fat content. According to the results of the assessment of plasticity and stability from the general set of varieties, Anthracite, Artemida, Millennium, KiVin, Omega Vinnytska, Femida, Triada, Sozvezdiye, Kobza, Krynytsia, Gali, Danko varieties should be distinguished.

Key words: soybean, varieties, post-registration study of varieties, chemical composition of seeds, protein, fat, ash, fiber.

Tsytsyura Tetyana, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher of the Laboratory of Soybean and Legumes Breeding, Institute of Feed Research and Agriculture of Podillya of NAAS, 16 Yunosti Ave., Vinnytsia, Ukraine, 21100, e-mail: scyura-t@ukr.net,
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5866-4104>

Temchenko Inna, Head of the Laboratory of Soybean and Legume Breeding, Institute of Feed Research and Agriculture of Podillya of NAAS, 16 Yunosti Ave., Vinnytsia, Ukraine, 21100,
e-mail: labselsoy-ik@i.ua, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9201-3666>

Barvinchenko Svitlana, Senior Researcher of the Laboratory of Soybean and Legumes Breeding, Institute of Feed Research and Agriculture of Podillya of NAAS, 16 Yunosti Ave., Vinnytsia, Ukraine, 21100, e-mail: barvinchenko.sv@gmail.com,
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1560-403X>

Цицюра Т.В., Темченко И.В., Барвинченко С.В. Оценка пластичности и стабильности показателей качества семян сортов сои разного эколого-географического происхождения.

Цель. Обосновать основные причины деградации и опустынивания земель в Украине в условиях интенсификации аграрного производства и изменения климата. Провести сравнительную оценку и расчет их баланса. **Методы.** Мониторинговые исследования и экологическая оценка сортов, системный и статистический анализ и синтез. **Результаты.** Отражены результаты оценки 50 сортов сои в после регистрационном изучении по показателям качества семян для его химического состава. Определены базовые показатели ранжирования исходного массива сортов сои по содержанию в семенах протеина, жира, клетчатки и золы с позиции пластичности и стабильности показателей пятилетнего цикла оценок. На основании соотношения критериев пластичности (b_i) и стабильности (S_i^2) определены особенности формирования химического состава семян сои по основным компонентам с учётом гидротермических условий периода вегетации и особенностей ростовых процессов. Выделены классифицирующие группы сортов по характеру стабильного или нестабильного типов формирования показателей в разрезе сортов разного эколого-географического происхождения. Проведена сравнительная оценка селекционной ценности сортов селекции Института кормов и сельского хозяйства Подолья НААН Украины по показателям формирования качественного состава семян с позиции соответствия современным требованиям к технологическим качествам семян. Из общего массива выделены сорта сои с высокими и стабильными показателями содержания протеина, жира, клетчатки и золы и отдельно генотипы, которые имеют комбинаторный характер сочетания базовых показателей качественного состава семян. **Выводы.** Применение механизма оценки экологической пластичности и стабильности 50 сортов сои в послерегистрационном изучении позволило провести их четкое группирование по базовым показателям качества семян с выделением селекционно ценных генотипов, сочетающих высокое содержание белка и жира. По результатам оценки пластичности и стабильности из генеральной совокупности сортов к ним следует отнести Антрацит, Артемида, Миллениум, КиВин, Омега Винницкая, Фемида, Триада, Созвездие, Кобза, Криница, Гали, Данко.

Ключевые слова: соя, сорта, послерегистрационное изучение сортов, химический состав семян, протеин, жир, зола, клетчатка.

Цицюра Татьяна Васильевна, кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции сои и зернобобовых культур, Институт кормов и сельского хозяйства Подолья НААН, пр-кт Юности, 16, г. Винница, Украина, 21100, e-mail: scyura-t@ukr.net,
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5866-4104>

Темченко Инна Викторовна, заведующая лабораторией селекции сои и зернобобовых культур, Институт кормов и сельского хозяйства Подолья НААН, пр-кт Юности, 16, г. Винница, Украина, 21100, e-mail: labselsoy-ik@i.ua,

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9201-3666>

Барвинченко Светлана Владимировна, старший научный сотрудник лаборатории селекции сои и зернобобовых культур, Институт кормов и сельского хозяйства Подолья НААН, пр-кт Юности, 16, г. Винница, Украина, 21100, e-mail: barvinchenko.sv@gmail.com,

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1560-403X>

Стаття надійшла до редакції:12.11.21

Фахове рецензування:19.11.21

Бібліографічний опис для цитування:

Цицюра Т.В., Темченко І.В., Барвінченко С.В. Оцінка пластичності та стабільності показників якості насіння сортів сої різного еколого-географічного походження Корми і кормовиробництво. 2021. № 92. С. 104-115. <https://doi.org/10.31073/kormovyrobnytstvo202192-10>