

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

**І. В. Темченко, А. В. Семцов**

*Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН*

## **СТАТИСТИЧНА ОЦІНКА СОРТОВОГО ПОТЕНЦІАЛУ СОЇ ЗА ПОКАЗНИКАМИ ЯКІСНОГО ХІМІЧНОГО СКЛАДУ НАСІННЯ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ПРАВОБЕРЕЖНОГО**

*Проведено оцінку сортів сої вітчизняної та зарубіжної селекції за показниками якісного хімічного складу насіння. Встановлено ступінь варіювання показників у сортів, визначено носіїв господарсько-цінних ознак для практичного їх використання у селекційному процесі.*

**Ключові слова:** соя, сорти, якісний хімічний склад насіння, протеїн, жир, зола, клітковина.

За твердженням А. О. Бабича [1], Л. Г. Білявської [2, 3] та інших вчених соя – цінна олійна і зернова культура світового землеробства. В її насінні міститься 38—42 % білка, 18—23 жиру, 25—30 % вуглеводів, зокрема розчинних цукрів – 9—12 % маси насіння, крохмалю – 3—9, клітковини – 3—7, близько 2 фосфатидів, 4—7 % неорганічних речовин, мікроелементів, ферментів та вітамінів [3].

За твердженнями С. В. Іванока [4], широкомасштабне використання насіння сої на харчові, кормові та технічні цілі потребує специфічних селекційних підходів для виведення сортів із покращеними показниками якості, а саме – підвищений вміст білка, жиру та низький вміст інгібіторів трипсину і низька уреазна активність. Основна маса сої йде на одержання харчової олії та проту. Як сировину тут використовують насіння сої з підвищеним вмістом олії (21—22 %) та білка (37—39 %). Тоді як для виготовлення таких соєвих продуктів харчування як молоко, концентрати, ізоляти необхідна високобілкова сировина, де вміст білка становить 42—45 %. Для одержання такого насіння вирощують спеціально створені сорти харчового типу. За цих умов важливим аспектом селекційно-насінницької роботи з соєю є оцінка вихідного матеріалу та сортових ресурсів за показниками якості насіння. Отже, всебічна багаторічна оцінка сортів сої різного селекційного та еколого-географічного походження у системі до- і після ресстраційного їх вивчення є нагальною науковою проблемою, що потребує подальшого узагальнення.

**Матеріал і методика досліджень.** Дослідження включали після ресстраційне вивчення 50 сортів сої протягом 2013—2017 рр. на полях лабораторії селекції сої і зернобобових культур Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН. Ґрунти дослідного поля сирі лісові –

типові для даного агрогрунтового району з 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 держсортвипробування [5] та загальноприйнятих рекомендацій [6—9].

Вміст загального азоту та 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) [10].

Дисперсійний аналіз даних проводили за Б. А. Доспеховим [11]. Статистично-математичну обробку дослідних даних проводили відповідно до ряду загальноприйнятих рекомендацій [12—14]. Істотність річної варіанти в оцінці мінливості хімічного складу насіння сортів сої відмічена на основі різниці в гідротермічному режимі років екологічного сортовивчення (рис. 1).

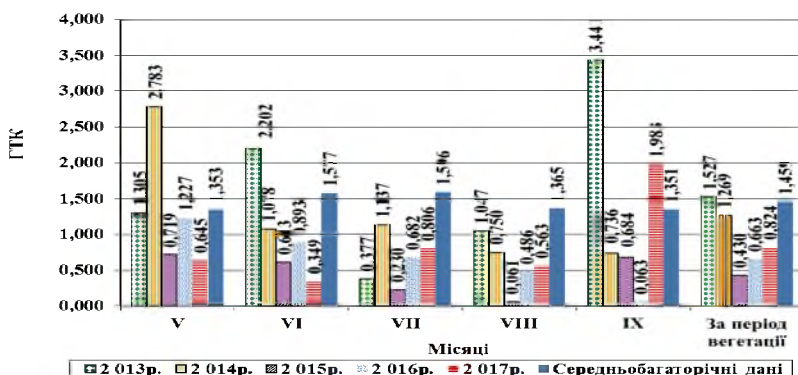


Рис. 1. Гідротермічний режим періоду вегетації сортів сої за 2013—2017 рр.

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 вегетації сортів сої (з середнім значенням за період вегетації 0,430), а найбільш зволеним був 2013 р. – від 0,377 до 3,441 та 1,527, відповідно.

Загалом за параметром ГТК роки досліджень можна охарактеризувати таким чином: 2013, 2014 рр. – наближені до середнього багаторічно типового року, 2015—2017 рр. – посушливі (2015 р. – екстремально посушливий).

**Результати досліджень.** Дослідження, проведені у рамках екологічного після реєстраційного вивчення 50 сортів сої за повний п'ятирічний цикл у системній

матриці, дозволили визначити і окреслити певні особливості формування якісних показників насіння в умовах Лісостепу правобережного.

Статистично основні показники якості насіння мали різну величину варіювання та середню значимість (табл. 1).

### 1. Статистична оцінка показників якості насіння сортів сої (на абсолютно-суху речовину) за період 2014—2017 рр. (для n = 50)

Рік	Середнє значення, %	Мінімальне значення, %	Максимальне значення, %	Стандартне відхилення ( $\pm$ )	Коефіцієнт річного варіювання, %
<b>Сирий протеїн</b>					
2013	37,60	32,30	44,10	1,65	4,38
2014	38,29	36,61	39,97	0,70	1,82
2015	39,04	28,63	41,24	1,97	5,04
2016	37,21	34,77	38,63	0,76	2,05
2017	34,91	33,24	36,77	0,84	2,42
Для сортів у групі співставлення ( $F_f > F_t$ (2,08 > 1,48)) Для років у групі порівняння ( $F_f > F_t$ (73,43 > 2,46)). Загальногрупове $НІР_{0,5} = 1,56$					
<b>Жир</b>					
2013	16,58	14,86	17,60	0,55	3,33
2014	19,29	18,37	20,66	0,51	2,64
2015	23,35	21,77	24,20	0,48	2,07
2016	19,47	13,61	25,37	1,39	7,13
2017	24,49	23,37	26,16	0,48	1,98
Для сортів у групі співставлення ( $F_f > F_t$ (1,80 > 1,48)) Для років у групі порівняння ( $F_f > F_t$ (790,48 > 2,46)). Загальногрупове $НІР_{0,5} = 1,00$					
<b>Клітковина</b>					
2013	12,36	11,06	14,95	0,68	5,46
2014	8,96	8,29	9,46	0,30	3,34
2015	11,92	9,18	13,14	0,72	6,02
2016	11,17	9,87	12,30	0,55	4,95
2017	10,45	9,17	11,87	0,64	6,17
Для сортів у групі співставлення ( $F_f > F_t$ (1,66 > 1,48)) Для років у групі порівняння ( $F_f > F_t$ (285,56 > 2,46)). Загальногрупове $НІР_{0,5} = 0,70$					
<b>Зола</b>					
2013	5,46	5,31	5,74	0,09	1,60
2014	5,47	5,20	5,58	0,06	1,18
2015	5,35	5,23	5,50	0,07	1,27
2016	5,75	5,60	5,82	0,05	0,84
2017	5,69	5,52	5,77	0,03	0,61
Для сортів у групі співставлення ( $F_f > F_t$ (1,71 > 1,48)) Для років у групі порівняння ( $F_f > F_t$ (202,09 > 2,46)). Загальногрупове $НІР_{0,5} = 0,11$					
<b>БЕР</b>					
2013	28,00	21,89	35,11	2,30	8,21
2014	27,99	25,53	30,21	1,12	4,00
2015	20,34	16,27	34,09	2,71	13,31
2016	26,41	20,03	31,36	1,60	6,04
2017	24,47	20,44	27,58	1,58	6,46
Для сортів у групі співставлення ( $F_f > F_t$ (1,75 > 1,48)) Для років у групі порівняння ( $F_f > F_t$ (140,81 > 2,46)). Загальногрупове $НІР_{0,5} = 2,33$					

Представлені результати оцінки засвідчують найвищу варіативність (за значенням коефіцієнту варіації) показника вмісту БЕР 7,60 % та вмісту клітковини 5,19 %. Найвища стабільність відмічена для показника вмісту золи – 1,10 %. Для вмісту протеїну та жиру варіювання було близьким – 3,14 та 3,43 %, відповідно.

Істотність варіанти умов року підтверджена за результатами дисперсійного аналізу, у моделі якого в якості повторень було взято значення річної оцінки показників якісного складу насіння сої відповідного року врожаю. Так, фактичне значення критерію Фішера було істотно вищим його теоретичного значення на величину порядкової розрядності числа. З іншого боку, генотипові варіанти були менш мінливими, оскільки за результатами співставлення дисперсій вони на 12,2 (для вмісту клітковини) – 40,5 % (для вмісту протеїну) були вищими у співставленні фактичного і теоретичного критерію Фішера на 5 % рівневі значимості. Таким чином, генотипова база оцінки якісного складу насіння сої дає змогу підібрати потенційних донорів ознак бажаного хімічного складу насіння, а наявність істотної річної варіанси – виявити у ході оцінки результатів можливі чинники адитивного регулювання вказаних показників.

Незначні параметри варіювання показників вмісту як протеїну, так і жиру вказують на генетичну складову їх контролю, яка на фоні високої річної варіанси є чутливою до гідротермічних умов норми реакції сортів сої, що, в свою чергу, зумовлює необхідність у тривалому контролі якісних показників насіння сої у процесі досягнення запрограмованого ідіотипу її сортів.

Диференційована оцінка досліджуваних сортів за вмістом протеїну та жиру представлена на рис. 2.

У середньому за період досліджень високий вміст протеїну у насінні відмічено у сортів Черемош (39,53 %), Омега вінницька (38,64), Кубань (38,26), Золотиста (38,17), Антрацит (38,12), Либідь (38,07), Аннушка (38,05), Алмаз (37,97), Вінні (37,91), Вежа (37,90), КиВін (37,85), Хорол (37,79), Сузір'я (37,72), Анатолівка (37,69), Діадема Поділля (37,62), Феміда (37,55 %).

Високий вміст жиру у насінні відмічено у сортів Мілленіум (21,94 %), Омега вінницька (21,30), Черемош (21,25), Артеміда (21,17), Кобза (21,12), Золотиста (21,08), Антрацит (21,00), Кубань (20,91), Сузір'я (20,91), Хуторяночка (20,9), Криниця (20,9), Діона (20,87), Феміда (20,81), Либідь (20,81), КиВін (20,78), Тріада (20,75), Аметист (20,74), Данко (20,72), Анатолівка (20,59), Алмаз (20,58 %).

Таким чином, ефективне поєднання за результатами співставних оцінок високого вмісту протеїну та жиру відмічено у таких сортів сої: Омега вінницька, Черемош, Кубань, Золотиста, Антрацит, КиВін, Анатолівка, Алмаз, Сузір'я, Феміда. Саме виділені в процесі оцінки сорти сої доцільно використовувати в подальшій селекційній практиці з метою поєднання

урожайності та високого якісного біохімічного складу насіння сої в одному генотипі.

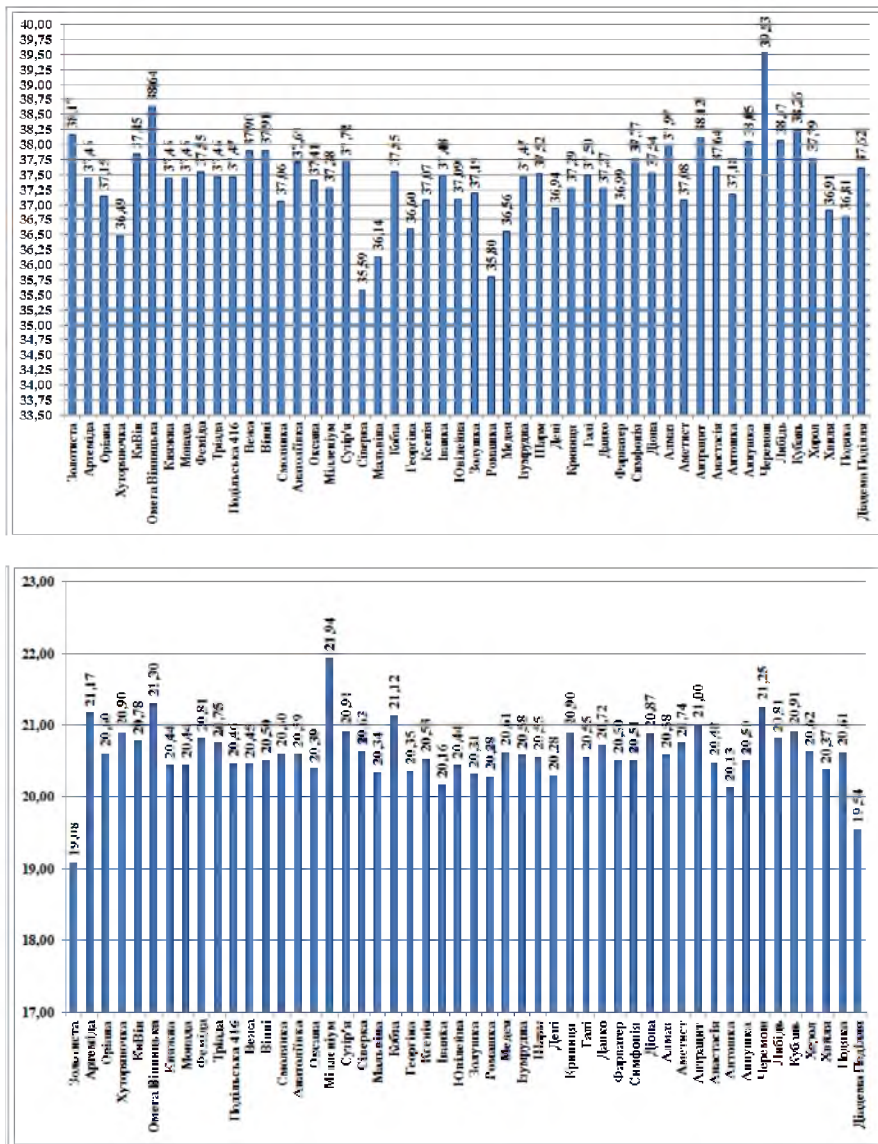


Рис. 2. Результати усередненого вмісту сирого протеїну (верхня позиція) та жиру (нижня позиція), % (у середньому за період 2013—2017 рр.).

Слід відмітити, що застосування кореляційного аналізу за системою парних кореляцій за результатами тривалої оцінки біохімічного складу насіння сої дало змогу виявити також ряд цікавих залежностей (табл. 2).

## 2. Система парних кореляцій між показниками біохімічного складу насіння сортів сої (у середньому за 2013—2017 рр. при n = 50)

Показники	Протеїн	Жир	Клітковина	Зола	БЕР
Протеїн	1,000	-0,440	0,517	-0,382	-0,920
Жир		1,000	-0,190	0,053	0,304
Клітковина			1,000	0,244	-0,669
Зола				1,000	0,294
БЕР					1,000

Примітка. При  $r = 0,280 \dots 0,364$  істотно на рівні значимості 0,05; при  $r = 0,365 \dots 0,454$  істотно на рівні значимості 0,01; при  $r = 0,455$  і > істотно на рівні значимості 0,001.

Так, обернений середньої тісноти зв'язок між вмістом сирого протеїну та жиру ( $r = -0,440$ ) вказує на складність одночасної селекції на поєднання високого вмісту протеїну та жиру в одному генотипі, проте за значення коефіцієнту детермінації, що відповідає тісноті зв'язку у 19,4 % вірогідність такого поєднання є, хоча і за нижніх значень одного з показників у порівнянні до основного результуючого. Підтвердженням цьому є сорти Золотиста, Алмаз, Анатолійка. З іншого боку, накопичення як протеїну, так і жиру у насінні сої має певну тісноту зв'язку з гідротермічними параметрами їх вегетації (табл. 3).

## 3. Система парних кореляцій між показниками біохімічного складу насіння сортів сої і гідротермічним режимом періоду їх вегетації (у середньому за 2013—2017 рр. при n = 50)

Показники	Середньодобова температура, °C	Сума опадів, мм	ГТК
Протеїн	0,424	-0,036	-0,030
Жир	0,725	-0,743	-0,748
Клітковина	0,273	-0,141	-0,135
Зола	-0,142	-0,154	-0,158
БЕР	-0,948	0,835	0,835

Примітка. При  $r = 0,280 \dots 0,364$  істотно на рівні значимості 0,05; при  $r = 0,365 \dots 0,454$  істотно на рівні значимості 0,01; при  $r = 0,455$  і > істотно на рівні значимості 0,001.

Так, встановлений позитивний тісний зв'язок вмісту жиру у насінні із середньодобовою температурою ( $r = 0,725$ ) за оберненого тісного зв'язку з сумою опадів та ГТК ( $r -0,743$  та  $-0,748$ , відповідно). Середня ж пряма залежність між вмістом протеїну та середньодобовою температурою ( $r = 0,424$ ) вказує на користь підвищення білковості насіння за рахунок додаткового синтезу так званих стресових білків, а з іншого на більш виражену стабільність норми реакції генотипів щодо накопичення протеїну.

На підставі чого прослідковується така закономірність: у роки більш посушливі, особливо у період наливу насіння, на фоні генотипово визначеної високої білковості сорту істотно зростає ймовірність підвищення вмісту жиру за зменшення зольності та вмісту БЕР і певного зростання вмісту клітковини.

**Висновки.** На підставі проведеного статистично-кореляційного аналізу формування біохімічного складу насіння сортів сої можна зробити наступні узагальнюючі висновки:

1. Сучасний сортовий склад сої володіє досить високим генотиповим потенціалом щодо формування якісних показників насіння з вмістом протеїну на рівні 37—44 % та вмістом жиру на рівні 20—26 %. Встановлені парні кореляційні залежності вказують на можливість ведення селекції одночасно на високий вміст як протеїну, так і жиру з огляду на вищий рівень вибраної домінантної ознаки (вміст протеїну, чи вміст жиру) з урахуванням взаємної оберненої залежності показників. Селекційно доцільна норма реакції генотипів сої за цих умов зростатиме в умовах підвищення загальної посушливості періоду вегетації та зростання середньодобових температур.

2. Сорти сої Омега вінницька, Черемош, Кубань, Золотиста, Антрацит, КиВін, Анатолійка, Алмаз, Сузір'я, Феміда, що мають високі значення в групі за комплексним рангом поєднання вмісту протеїну та жиру, з успіхом можна використовувати у подальшому як вихідний матеріал для створення нових урожайних високопротеїнових, з підвищеним вмістом жиру, сортів сої.

### Бібліографічний список

1. *Бабич А. О.* Кормові і білкові ресурси світу / А. О. Бабич. – К. : Аграрна наука, 1996. – 822 с.
2. *Білявська Л. Г.* Особливості насінництва сортів сої селекції ПДАА / Л. Г. Білявська, О. В. Пилипенко, А. О. Діянова // Конкурентоспроможне насіння – стабільний урожай: тези міжнар. наук.-практ. конф., (30—31 січня 2013 р.). – Полтава : ПДАА. – 2013. – С. 55—56.
3. *Білявська Л. Г.* Високоадаптивні сорти сої Полтавської селекції / Л. Г. Білявська, О. В. Пилипенко, А. О. Діянова // Посібник Українського хлібороба. – Мін. АПК. – Інститут рослинництва ім. Юр'єва. – 2013. – Т. 2. – С. 150—151.
4. *Іванюк С. В.* Сучасна селекція сої // Агробізнес сьогодні. – 2014. – № 17 (288). – Електронний ресурс – режим доступу: <http://agrobusiness.com.ua/agronomiiia-siogodni/2387-suchasna-seleksiia-soii.html>.
5. *Методика* Державного сортовипробування сільськогосподарських культур. Зернові, круп'яні та зернобобові. – К.: Алефа. 2001. – 68 с.
6. *Методика* проведення дослідів по кормовиробництву / За ред. А. О. Бабича. – Вінниця, 1994. – 88 с.
7. *Доспехов Б. А.* Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

8. *Методические указания по селекции и семеноводству сои.* – М., ВАСХНИЛ, 1981. – 18 с.
9. *Международный классификатор СЭВ рода Glycine Willd.* – Л., 1990. – 39 с.
10. *Петухова Е. А., Бессарабова Р. Ф., Халенева Л. Д., Антонова О. А.* Зоотехнический анализ кормов. – М.: Агропромиздат, 1989. – С. 26—50.
11. *Доспехов Б. А.* Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов – М.: Колос, 1985. – 336 с.
12. *Снедекор Дж. У.* Статистические методы в применении к исследованиям в сельском хозяйстве и биологии / Дж. У. Снедекор; пер. с англ.: В. Н. Перегудов. – М.: Сельхозгиз, 1961. – 503 с.
13. *Дисперсійний і кореляційний аналіз у землеробстві та рослинництві:* навч. посіб. для студ. вищих навч. закл. III-IV рівнів акредитації, аспірантів і наук. співробітників УААН / В. О. Ушкаренко, В. Л. Нікішенко, С. П. Голобородько, С. В. Коковіхін. – Херсон : Айлант, 2008. – 272 с.
14. *Макарова Н. В.* Статистика в Excel: учеб. пособие / Н. В. Макарова, В. Я. Трофимец. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 368 с.

*Надійшла до редколегії 04. 02. 2019 року*  
*Рецензенти М. І. Кондратенко, кандидат сільськогосподарських наук*