

ЗАДОРОЖНА О. А.<sup>✉</sup>, БЕЗУГЛА О. М., ВУС Н. О., СУПРУН О. Г., ШИЯНОВА Т. П.

Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН,

Україна, 61060, м. Харків, Московський пр., 142, e-mail: yuriev1908@gmail.com

<sup>✉</sup> olzador@ukr.net, (097) 689-01-12

## АНАЛІЗ ГЕНОФОНДУ СОЇ ЗА ЗДАТНІСТЮ ДО ЗБЕРІГАННЯ НАСІННЯ

**Мета.** Аналіз довговічності насіння генофонду сої (*Glycine max* (L.) Merr.) з різним біохімічним складом для подальшої оптимізації його зберігання в активних колекціях і за довгострокового зберігання **Методи.** Проаналізовано вміст білка, олії, складу жирних кислот (пальминової, пальмит-олеїнової, стеаринової, олеїнової, лінолевої, ліноленової, ейкозенової, бегенової) у дослідному насінні зразків генофонду сої. Здійснено моделювання процесу старіння і зберігання насіння за температури 20°C за вихідної вологості насіння та після додаткового сушіння. Оцінено лабораторні і польові показники схожості насіння, мофологічний стан проростків, елементи структури врожаю. **Результати.** Визначено довговічність насіння сої зразків генофонду з різним біохімічним складом, різного ступеня висушування. Встановлена статистична залежність між вмістом жирних кислот та схожістю насіння сої в дослідних і контрольних варіантах. **Висновки.** Подовженню довговічності насіння сої з різним біохімічним складом сприяє додаткове висушування до 4 %. Додаткове висушування слід застосовувати в спеціальних режимах навіть для насіння з вологістю 7 %.

**Ключові слова:** генофонд, соя, зберігання, довговічність, вологість.

Генофонд сої, зібраний у генбанку України, нараховує більше 2300 зразків із більш ніж 20 країн світу. Україна має один із найбільших у Європі генофонд і сортовий асортимент сої [1]. У зв'язку з поширенням вирощування сої як цінної культури для отримання харчового і кормового білка виникає потреба залучення світового генофонду для ефективної селекції. Довговічність насіння, зокрема сої, визначається декількома чинниками. На деякі з них можна впливати, що сприятиме покращенню цієї характеристики насіння. Згідно з класифікацією Ерварта [2], за біологічною довговічністю насіння сої належить до мезобіотиків, тобто групи, що в звичайних умовах зберігає схожість від 3 до 15

років. Серед насіння з високим вмістом олії соя втрачає довговічність найшвидше [3]. Вважається, що це пов'язано як з пероксидним окисненням ліпідів [4], часткою ненасичених жирних кислот в олії 70 % [5], так і високою мірою проникності оболонки насінини [6]. Відомо, що під час зберігання насіння може відбуватися зміна складу жирних кислот [7, 8]. Існують дані, згідно з якими насіння сої за вологості 14 % і температури 20°C допускається зберігати не більше 90 діб. За вологості, вищої, ніж 14 %, навіть за температури нижчої від 10°C не рекомендується довгострокове його зберігання [9].

Згідно ДСТУ 4964:2008 насіння сої повинно мати вологість не вище у 12 % [10]. Для оптимізації зберігання насіння сої, особливо колекційних зразків генофонду, створюються спеціальні регульовані умови температури і вологості [11], але не знайдено інформації про довговічність і довгострокове зберігання насіння сої з різним вмістом білка, олії, вуглеводів, складом жирних кислот, що дає можливість дати рекомендації щодо особливостей зберігання такого насіння. За виявлення довговічності насіння соняшнику з різним вмістом олеїнової кислоти встановлено, що насіння з більшою часткою лінолевої кислоти зберігається гірше. Вважається, що зниження довговічності відбувалося внаслідок швидших процесів окиснення в насінні з вмістом лінолевої кислоти в порівнянні з насінням із підвищеним вмістом олеїнової кислоти [12]. Отримання результатів довговічності в модельних умовах насіння генофонду сої з різним вмістом білка, олії, вуглеводів, складу жирних кислот за різної вологості насіння дозволить створити методичні рекомендації щодо зберігання насіння генофонду сої в активній колекції, особливостей довгострокового зберігання зразків генофонду з різним біохімічним складом. Це дасть можливість оптимізувати зберігання насіння колекційних зразків сої та передбачити відповідні рекомендації для промислового зберігання насіння сої відповідної якості.

© ЗАДОРОЖНА О. А., БЕЗУГЛА О. М., ВУС Н. О., СУПРУН О. Г., ШИЯНОВА Т. П.

Метою нашого проекту є аналіз довговічності насіння генофонду сої з різним біохімічним складом для подальшої оптимізації його зберігання в умовах активних колекцій і за довгострокового зберігання.

### Матеріали і методи

Матеріалом для досліджень були такі зразки сої: Одеська 150, Горлиця, Л 5-14, Романтика, Київська 45, Л 822(7)12, Вереснева (Україна); Волгоградка 1 (Російська Федерація); Harosoy-e3e4, UM 55-2 (Канада); Даниела 97, Srebrina (Болгарія), 915 (Китай). Насіння вирощувалось у 2016 р. на території дослідного господарства «Елітне», Харківська область, східний лісостеп України. Після збору врожаю до початку досліджень зберігалось 15 місяців у лабораторних умовах у паперових пакетах.

Насіння мало різний біохімічний склад: вміст олії від 17,9 % до 21,6 %, вміст білка – від 28,7 % до 36,7 % (табл. 1).

Дослідне насіння за вихідної вологості приблизно 7 % перед закладанням в умови модельного зберігання насіння спочатку висушували потоком повітря за температури не вищої від 25°C та відносної вологості 25 % за допомогою осушувача фірми Munters (Швеція) до вологості 3–4 %. Після цього насіння поміщали в герметичну тару. Для визначення схожості насіння на момент закладки та у контролі під час зберігання застосовували відповідні методи-

ки [13, 14], які передбачають пророщування між аркушами фільтрувального паперу за змінної температури 20–30 °С. Дослідне насіння піддавалося прискореному старінню за температури 37°C протягом 35 діб [15]. Дослідне та контрольне насіння піддавалося проморожуванню протягом 14 діб за температури –20°C. Після проморожування насіння знаходилося майже тиждень у лабораторних умовах, після чого висівалося на ділянках дослідного господарства «Елітне» на території Харківської області (східний лісостеп України) наприкінці квітня 2019 р. згідно агротехнічних вимог.

Контрольне і дослідне насіння зразків сої висівали широкорядним способом (ширина міжрядь 30 – 45 см, відстань між насінинами 10 см) або дворядковим стрічковим (відстань між стрічками 60 см, між рядками – 20 см, між насінинами – 10 см) на глибину 4–6 см у загальноприйнятій для окресленої зони оптимальній строці [16]. Догляд за колекційними посівами полягав у підтримці міжрядь і доріжок у розпушеному і чистому від бур'янів стані. Збирання проводилося ручним способом у період повного дозрівання насіння конкретного зразка (75 % від загальної кількості рослин із ділянки). Обмолот проводився механічною сноповою молотаркою. Для статистичної обробки застосовувалися методи варіаційної статистики [17].

Таблиця 1. Біохімічний склад насіння зразків сої

Назва	Країна	Вміст білка, %	Вміст олії, %	Група стиглості		Вегетаційний період, діб
				назва	бал	
Л 822(7)12	UKR	36,19	20,75	ультраскоростиглий	2	99
Романтика	UKR	30,55	19,99	скоростиглий	3	107
Harosoy-e3e4	CAN	35,02	18,68	скоростиглий	3	110
UM 55-2	CAN	35,71	21,59	скоростиглий	3	110
UD0202701	CHN	36,65	19,83	скоростиглий	4	119
Вереснева	UKR	36,58	20,1	скоростиглий	4	119
Київська 45	UKR	29,68	20,7	середньостиглий	5	121
Горлиця	UKR	35,33	18,96	середньостиглий	5	122
Волгоградка 1	RUS	34,72	18,14	середньостиглий	5	124
Одеська 150	UKR	35,55	17,93	середньостиглий	5	128
5-14	UKR	35,88	18,2	середньостиглий	6	137
Даниела 97	BGR	28,75	21,21	пізньостиглий	8	155
Srebrina	BGR	30,59	20,13	пізньостиглий	8	155

### Результати та обговорення

Визначалися вихідна лабораторна схожість насіння, лабораторна схожість насіння після відповідних впливів: проморожування, прискороного старіння, прискороного старіння та сушіння. Вихідна схожість насіння була дещо нижчою від рекомендованої ДСТУ 2240-93 для посіву, але на цьому рівні і за пониженої схожості краще видно диференціацію після різних впливів та можливість відстежити довговічність у досліді. У дослідних варіантах спостерігалось варіювання лабораторної схожості. У більшості випадків спостерігали суттєве зниження лабораторної схожості після прискороного старіння. Зокрема, у сортів UM 55-2 та Київська 45 відповідно на 52 % та 47 %, у зразка Л 5-14 – на 53 % (табл. 2).

Проморожування насіння або суттєво не вплинуло на схожість насіння, або призвело до її зниження.

Лабораторна схожість насіння сої після додаткового сушіння варіювала, але у більшості випадків після додаткового сушіння перед прискореним старінням схожість була вищою, ніж у варіантах із прискореним старінням без додаткового сушіння (табл. 3).

Визначено вміст жирних кислот у дослідних і контрольних варіантах насіння: пальмітинової (16:0), пальмит-олеїнової (16:0), стеаринової (18:0), олеїнової (18:1), лінолевої (18:2), ліноленової (18:3), ейкозенової (20:1), бегенової

(22:0) (табл. 4). Встановлено суттєву додатну кореляцію між вмістом пальмітинової (0,78), стеаринової (0,95), лінолевої (0,78), ліноленової (0,79) та від'ємну кореляцію між олеїновою кислотою (-0,85) та вихідною схожістю насіння. Рівень вмісту жирних кислот суттєво не змінився внаслідок проморожування (табл. 4). Статистичної залежності схожості насіння після проморожування від вмісту жирних кислот не встановлено ( $r < 0,75$ ). Спостерігали лише збільшення на 3 % вмісту олеїнової кислоти та зменшення на 3 % ліноленової кислоти для сорту Горлиця та аналогічне варіювання в межах 1 % у сої сорту Одеська 150.

Після прискороного старіння прослідковується статистична залежність, аналогічна залежності між вихідною схожістю і вмістом жирних кислот, між вмістом жирних кислот і схожістю насіння після прискороного старіння, зокрема додатна кореляція з вмістом стеаринової (0,95), лінолевої (0,89), ліноленової (0,91) жирних кислот та від'ємна кореляція – з вмістом олеїнової кислоти (-0,90).

Після модельних умов зберігання спостерігали варіювання жирних кислот у межах 2–4 %. В окремих випадках спостерігали менший вміст жирних кислот після прискороного старіння у порівнянні з варіантами, де прискороному старінню передувало додаткове висушування.

Таблиця 2. Лабораторна схожість насіння сої в умовах модельного досліді, %

Назва зразка	Вихідна лабораторна схожість насіння	Лабораторна схожість насіння після прискороного старіння	Лабораторна схожість насіння після поморожування
Л 822(7)12	46	34*	63,3*
Романтика	88	56,7*	84
Harosoy-e3e4	94	44*	56,7*
UM 55-2	94	42,2*	46,7*
UD0202701	86	66,7	60
Вереснева	62	78	60
Київська 45	84	36,7*	36,7*
Горлиця	68	35,6*	60*
Волгоградка 1	82	40*	80
Одеська 150	98	76*	60*
Л 5-14	86	33*	40*
Даниела 97	98*	70*	56,7*
Srebrina	94	94	76,6*

Примітка. \* – Суттєва різниця з вихідним та дослідним варіантом.

Таблиця 3. Лабораторна схожість насіння сої після додаткового сушіння, %

Назва	Вихідна лабораторна схожість насіння	Лабораторна схожість насіння після прискореного старіння	Після додаткового сушіння та прискореного старіння
Романтика	88±4,3	56,7±9,1	93,3±6,4
UD0202701	86±4,9	66,7±8,6	80±8,9
Київська 45	84±5,2	36,7±8,8	12,5±5,2
Горлиця	68±6,6	35,6±7,1	50±9,1
Волгоградка 1	82±5,4	40±6,9	40±8,9
Одеська 150	98±2,0	76±6,0	43,3±9,1
Даниела 97	98±2,0	70±8,4	46,7±9,1

Таблиця 4. Вміст жирних кислот у насінні сої після проморожування, %

Назва сорту	Варіант дослідження	Вміст жирних кислот у різних варіантах дослідження					
		пальмитинової	пальмітоолеїнової	стеаринової	олеїнової	лінолевої	ліноленової
		16:0	16:0	18:0	18:1	18:2	18:3
Одеська 150	вихідна	7,89	0,11	5,79	25,15	59,83	0,28
	після проморож.	7,43	0,12	6,0	26,15	58,95	0,265
Горлиця	вихідна	7,26	0,13	4,78	35,8	50,95	0,27
	після проморож.	6,83	0,06	5,2	38,9	47,85	0,26
Волгоградка 1	вихідний	7,45	0,06	5,54	33,77	51,9	0,28
	після проморож.	7,62	0,09	5,82	33,7	51,55	0,26
Harosoy-e3e4	вихідна	7,83	0,08	5,08	33,68	51,65	0,27
	після проморож.	8,48	0,13	4,57	33,34	52,22	0,26

Польова схожість насіння оцінювалася через два тижні після посіву (рис. 1). В умовах модельного дослідження польова схожість насіння знизилася на 8–38 % (у середньому на 19,7 %) у варіанті насіння з вмістом вологи 7 %. Для насіння з вмістом вологи 3–4 % спостерігали зміни польової схожості насіння – від збільшення на 25 % до зменшення на 28 % (у середньому зменшення на 4,26 %). Відомі факти збільшення схожості після невеликого терміну прискореного старіння і в інших культур. Таке явище пояснюється тимчасовою активізацією метаболізму, після чого спостерігається зниження схожості через деякий термін [18].

Отримані результати свідчать про суттєвий пригнічуючий вплив прискореного старіння у зразків насіння сої з різним біохімічним складом. Насіння, яке перед прискореним старінням піддавалося додатковому висушуванню, мало вищі показники польової схожості у переважній більшості випадків на 5–28 % (рис.), тобто ви-

сушування насіння сої з 7 % схожості до 4 % сприяє його довговічності, але методичні підходи потребують додаткових досліджень.

Встановлена від'ємна кореляція між вмістом олеїнової кислоти і польовою схожістю насіння (–0,85) у дослідному варіанті після додаткового сушіння, що передувало прискореному старінню, та за кореляції (–0,67) в аналогічному варіанті без додаткового сушіння.

Дослідні зразки оцінено за основними елементами структури врожаю. Встановлена відсутність впливу прискореного старіння насіння протягом 35 діб за температури 37°C та додаткового сушіння на масу 1000 насінин.

### Висновки

Проведені дослідження свідчать, що подовженню довговічності насіння сої з різним біохімічним складом сприяє додаткове висушування до вологості 4 %. У модельних умовах доведено, що додаткове висушування слід за-

стосовувати в спеціальних режимах з використанням потоку повітря за температури не вище 25°C та відносної вологості 25 % навіть для насіння з вологістю 7 %.

Встановлено статистичну залежність між вмістом олеїнової, стеаринової, лінолевої, ліноленової кислот і схожістю насіння сої в дослідних і контрольних умовах.

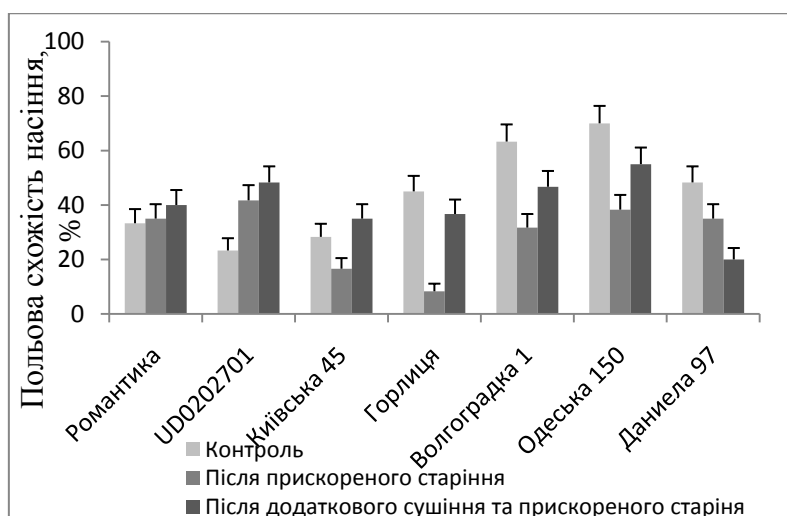


Рис. Польова схожість насіння в умовах модельного дослідження.

## References

1. Vozhehova R.A., Naidenova V.A., Melnik M.A. Intensive technologies of soybean cultivation under the south of Ukraine: conditions. Monograph. Kherson: FLP Hryn D.S., 2015. 176 p. [in Ukrainian] / Вожегова Р.А., Найденова В.А., Мельник М.А. Интенсивные технологии выращивания сои в условиях юга Украины: монография. Херсон: ФЛП Гринь Д.С., 2015. 176 с.
2. Khoroshailov N.G., Zhukova N.V. Long-term storage of collection accession seeds. *Trudy po prikladnoi botanike, genetike i selektsii*. 1973. 49 (3). S. 269–279. [in Russian] / Хорошайлов Н.Г., Жукова Н.В. Длительное хранение коллекционных образцов семян. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 1973. Т. 49, Вып. 3. С. 269–279.
3. Sharma S., Kaur A., Bansal A., Gill B.S. Positional effects on soybean seed composition during storage. *Journal of Food Science and Technology*. 2013. 50, 2, (353). P. 353–359.
4. Shelar V.R., Shaikh R.S., Nikam A.S. Soybean seed quality during storage: a review. *Agric. Rev.* 2008. 29 (2). P. 125–131.
5. Kucherenko L.A. Biochemical characterization of soybean seeds for their use in the production of foodstuffs with functional properties. Moscow, 2009. 196 с. [in Russian] / Кучеренко Л.А. Биохимическая характеристика семян сои с целью их использования при производстве пищевых продуктов с функциональными свойствами. М., 2009. 196 с.
6. Heatherly L.G., Kenty M.M., Kilen T.C. Effects of storage environment and duration on impermeable seed coat in soybean. *Field Crops Research*. 1995. 40 (1). P. 57–62.
7. Braccini A.L., Reis M.S., Braccini M.C.L., Scapim C.A., Motta I.S. Germinação e sanidade de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) colhidas em diferentes épocas. *Acta Scientiarum Agronomy*. 2000. Vol. 22, No. 4. P. 1017–1022.
8. Carvalho C.F., Uarrota V.G., Souza C.A., Medeiros C.M. Physiological Quality of Soybean Seed Cultivars (*Glycine max* (L.) Merr) with Different Maturity Groups. *Res. J. Seed Sci.* 2017. № 10 (2). P. 59–72.
9. Razorenova E., Goncharova L., Pliasukhina O., Kaminskaia H., Kopysheva H., Surkova N. Modes and terms of soybean grain storage. *Khleboprodukty*. 1992. № 2. P. 25–29. [in Russian] / Разоренова Е., Гончарова Л., Плясухина О., Каминская Г., Копишева Г., Суркова Н. Режимы и сроки хранения зерна сои. *Хлебopодукты*. 1992. № 2. С. 25–29.
10. DSTU 4138-2002. Soybean. Technical specifications. [in Ukrainian] / ДСТУ 4964:2008 Соя. Технічні умови.: URL: [http://ktd.ck.ua/wp-content/uploads/2017/02/dstu4964-2008\\_soya.pdf](http://ktd.ck.ua/wp-content/uploads/2017/02/dstu4964-2008_soya.pdf) (дата звертання: 17.02.2020).
11. Zadorozhna O.A., Herasimov M.V., Shyianova T.P., Kobyzeva L.N., Bezugla O.M. Seed storage of soybean accessions and their longevity. *Genetichni Resursy Roslyn*. 2017. № 21. С. 104–115. [in Ukrainian] / Задорожна О.А., Герасимов М.В., Шиянова Т.П., Кобизева Л.М., Безугла О.М. Зберігання насіння зразків сої та його довговічність *Генетичні ресурси рослин*. 2017. № 21. С. 104–115.
12. Makliak K.M., Zadorozhna O.A., Syvenko V.I. Features of sunflower seed storage with different oleic acid content. *Visnyk SNAU*. 2004. 1 (8). P. 57–60. [in Ukrainian] / Макляк К.М., Задорожна О.А., Сивенко В.І. Особливості збереження насіння соняшнику з різним вмістом олеїнової кислоти. *Вісник CHAU*. 2004. 1 (8). С. 57–60.
13. DSTU 4138-2002. Crop seeds. Methods of quality determination. K.: Derzhpozhyvstandart Ukrainy. 2003: 173 p. [in Ukrainian] / ДСТУ 4138-2002. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості. К.: Держпозживстандарт України, 2003. 173 с.
14. International rules for seed testing. M.: Kolos, 1984. 311 p. [in Russian] / Международные правила анализа семян. М.: Колос, 1984. 311 с.

15. Likhachev B.S., Mosorina L.I. Use of extreme conditions of seed storage in modeling of aging processes. *Bulleten VIR*. 1978. 77. S. 57–62. [in Russian] / Лихачев Б.С., Мусорина Л.И. Использование экстремальных условий хранения семян в моделировании процессов их старения. *Бюллетень ВИР*. 1978. Вып. 77. P. 57–62.
16. Guidelines for legumes genetic resources investigations. Kharkiv, 2016. 84 p. [in Ukrainian] / Методичні рекомендації з вивчення генетичних ресурсів зернобобових культур. Харків, 2016. 84 с.
17. Volf V.G. Statistical processing of experimental data. M: Kolos, 1966. 255 p. [in Russian] / Вольф В.Г. Статистическая обработка опытных данных. М: Колос, 1966. 255 с.
18. Zadorozhna O.A., Shyianova T.P., Herasimov M.V. Features of long-term storage of seeds of the rye gene pool accessions. *Genetichni Resursy Roslyn*. 2014. 14. P. 105–114. [in Ukrainian] / Задорожна О.А. Шиянова Т.П., Герасимов Н.В. Особливості довготривалого зберігання насіння зразків генофонду жита. *Генетичні ресурси рослин*. 2014. № 14. С. 105–114.

**ZADOROZHNA O.A., BEZUGLA O.M., VUS N.O., SUPRUN O.G., SHYIANOVA T.P.**

*Plant Production Institute nd. a. V.Ya. Yuriev of NAAS,*

*Ukraine, 61060, Kharkiv, Moskovskiy ave., 142, e-mail: olzador@ukr.net*

#### **ANALYSIS OF SOYBEAN GERMPLASM BY SEED LONGEVITY**

**Aim.** Analysis of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) germplasm seed longevity with different biochemical composition for further storage optimization in active collections and during long-term storage. **Methods.** The content of protein, oil, fatty acid composition (palmitic, palmitic-oleic, stearic, oleic, linoleic, linolenic, eicosenic, behenic) in experimental soybean seed samples was analyzed. The process of accelerated storage aging, storage at  $-20^{\circ}\text{C}$  were carried out at original seed moisture content and after additional drying. Laboratory and field indexes of seed germinability, morpho-physiological state of seedlings, elements of crop structure were evaluated. **Results.** The longevity of soybean seed germplasm with different biochemical composition, different degree of drying was determined. The statistical relationship between fatty acid content and germination of soybean seeds in experimental and control variants was established. **Conclusions.** Drying to 4% seed moisture content extends the longevity of soybean seeds with different biochemical composition. Extra drying should be applied in special modes even for seeds with 7% moisture content.

**Keywords:** germplasm, soybean, storage, longevity, moisture content.