

СЕЛЕКЦІЯ, НАСІННИЦТВО

УДК 631.529:631.527:631.526.32

DOI <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.16.14>

ГЕНЕТИЧНІ РЕСУРСИ РОСЛИН – ВАЖЛИВЕ ПІДҐРУНТЯ ДЛЯ СЕЛЕКЦІЇ НОВИХ СОРТІВ

ВОЖЕГОВА Р.А. – доктор сільськогосподарських наук, професор,
академік Національної академії аграрних наук України
orcid.org/0000-0002-3895-5633

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України

БОРОВИК В.О. – кандидат сільськогосподарських наук,
старший науковий співробітник
orcid.org/0000-0003-0705-2105

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України

БОЯРКІНА Л.В. – доктор сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0002-6605-8411

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. Очікується, що зміна клімату в поєднанні зі збільшенням населення на земній кулі призведе до глобального дефіциту продовольства, особливо продуктів, багатих білком. Щоб прогодувати зростаючу кількість – понад 9 мільярдів людей до 2050 року, нинішній рівень продуктивності сільського господарства потрібно збільшити вдвічі [1, 2, 3]. Таким чином, вирощування культур з більшою врожайністю стало актуальним завданням для науковців. Культивована соя *Glycine max* (L.) Merr., яка багата як білком [4], так і олією, є однією з найважливіших культур у світі [5, 6], забезпечуючи близько 50% світового виробництва олійних культур.

Однак культивована соя (*Glycine max*) зазнала кількох генетичних проблем, включаючи одомашнення, інтродукцію місцевих сортів в інші регіони світу та, останнім часом – селективне розведення, що призвело до низького генетичного різноманіття та є основною перешкодою для покращення сортів сої [7].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Генетичне різноманіття відіграє важливу роль у вдосконаленні культурних рослин, є наріжним каменем селекційного процесу.

Відносно високий рівень генетичної різноманітності спостерігається у диких родичів сої, особливо багаторічної (*Glycine* підрід *Glycine*), які можуть служити потенційними генофондами для покращення сучасних сортів. Дика соя є філогенетично диверсифікованою та адаптованою до різних середовищ існування, виявляючи стійкість до різноманітних біотичних та абіотичних стресів. Досягнення в секвенуванні геному та транскриптомів дозволяють виявити в дикій сої алелі, пов'язані з бажаними ознаками, які були втрачені під час її одомашнення. Збір і збереження диких родичів та аналіз їх геномних особливостей прискорить селекцію сої і сприятиме сталому розвитку сільського господарства та виробництву продуктів харчування [6-8].

Ряд науковців [9-12] стверджують, що окремі дикі види сої володіють генами, які забезпечують стійкість до комах, що висмоктують сік, до кореневої гнилі *Phytophthora* [13], борошнистої роси [14], іржі [15], гнилі стебла *Sclerotinia* та синдрому раптової гибелі [16].

Посуха знижує врожайність сої до 40% [17]. *G. Soja* частіше зустрічається в місцях існування з високим рівнем доступності води, і тому, як правило, не вважається ідеальним матеріалом для створення посухостійких сортів. Тим не менш, втрата врожаю внаслідок перенесеного рослинами стресу від посухи була нижчою в трансгенних лініях *G. max*, що гетерологічно експресують *GsWRKY20* з *G. soja*, ніж у відповідних нетрансгенних контрольних рослинах [18]. Навпаки, представники підроду *Glycine* добре пристосовані до умов посухи [19].

Профілювання транскриптомів і порівняння між цими видами допоможе нам ідентифікувати гени, що реагують на стрес, викликаний посухою, з потенційним використанням у розведенні посухостійкої сої.

Засолення ґрунту є глобальною проблемою, яка безпосередньо впливає на орні землі та спричиняє втрати врожаю. Засолені ґрунти наразі складають 8% загальної площі суші. Соеві боби класифікуються як культури помірно чутливі до солі [20].

Проте є повідомлення науковці про зародкові плазми з різними рівнями стійкості до солі [21] урожайність чутливих сортів сої різко знижувалася під впливом солі [22, 23].

Хоча зворотні генетичні підходи виявили багато генів сої, які функціонують у реакції на сольовий стрес, лише один основний QTL, розташований на хромосомі 3, неодноразово ідентифікувався в різних популяціях. Ген *imGmSALT3* лежить в основі цього клонованого QTL [24]. Аналіз транскриптомів різних сортів сої в умовах сольового стресу показав, що механізм стійкості до солі залежить від генотипу [25].

Таким чином збагачення генетичного різноманіття колекції рослин новими зразками, вивчення їх в умовах зрошення, добір цінних генотипів за господарськими ознаками в результаті багаторічних досліджень та використання їх при створенні нових сортів – є актуальним та важливим.

Мета статті – висвітлити питання з дослідження нових колекційних зразків сої культурної в умовах зрошення, отриманих з Одеського селекційно-генетичного інституту, для подальшого використання їх в селекційному процесі при створенні нових сортів.

Матеріали і методика досліджень. Основна задача в проведенні досліджень – є одержання достовірних порівняльних оцінок зразків за основними господарсько-цінними ознаками і біологічними властивостями, передбаченими критеріями в колекційних розсадниках.

Оцінка зразків проводилась за методикою Державної комісії по сортовипробуванню сільськогосподарських культур [26], Методики польового досліду [27, 28]. Обліки і спостереження за розвитком рослин виконувалися згідно методичних рекомендацій НЦГРПУ – Широкий уніфікований класифікатор роду *Glycine max.* (L.)» [29] та літературних джерел – «Методичні рекомендації з вивчення генетичних ресурсів зернобобових культур» [30] і «Хвороби та шкідники сої» [31]. Статистична обробка отриманих даних проводилась згідно методики за ред. Вожегової Р.А. [27].

Колекційні розсадники розташовувались на полях селекційної сівозміни Інституту.

Ґрунт дослідної ділянки темно-каштановий середньосуглинковий, в орному шарі якого містилось 2,0–2,2% загального гумусу, нітратного азоту – 1,8 мг/кг, рухомих сполук фосфору – 32,3 мг/кг і калію – 251,0 мг/кг Ґрунту. Лімітуючим фактором технологічного забезпечення є недостатня кількість опадів у період вегетації. Специфічність зони полягає і в достатньо жорстких діях повітряної посухи під час суховійних днів. Тому вирощування колекційних зразків в зоні Південного Степу України можливе тільки за умов зрошення.

Агротехнічні умови проведення досліджень загальноприйняті для південного регіону України. Попередник – овочеві культури. Зяблевий обробіток Ґрунту проводився на глибину 27 см. Удобрення (N_{30}) вноситься під передпосівний обробіток Ґрунту. Сівбу проводили ручним способом 01-05 травня. Масові сходи колекційних зразків спостерігали на 8-10 добу після сівби, бавовнику – на 15–20 добу.

З бур'янами боролись наступним чином. Відразу після сівби до сходів сої ручним оприскувачем внесено Ґрунтовий гербіцид Фронт'єр оптіма, 1,2 л/га. У фазі 2-х трійчастих листочків посіви сої були оброблені страховим гербіцидом Корум, 3 л/га, проти однодольних та дводольних бур'янів.

Площа однорядкової ділянки в колекційних розсадниках – 2,1 м², сівбу проводили рядковим способом. Використовували стандартний сорт сої Даная селекції Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН, розташовували його через 9 номерів. Відмічалася дата з'явлення сходів, проводились фенологічні спостереження: визначалися фази розвитку

рослин. Обліки висоти рослин, прикріплення нижніх бобів, стійкість до вилягання, посухи та ураження найбільш поширеними в південній зоні України хворобами проводилось в період цвітіння – формування насіння. Стійкість до розтріскування бобів сої визначали в фазу повної стиглості зерна.

Результати досліджень. Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН співпрацює з Національним центром генетичних рослин України за дослідженням наступних культур: соя культурна, бавовник середньо волокнистий, багаторічні бобові та злакові трави, гуар, що всього складає 1336 зразків (табл. 1).

У середньому за рік впродовж 2020–2021 рр. до гібридизації залучалось 673 зразки сої, в тому числі 257 з кастрацією квіток і 403 – без. Зав'язування складало 140 за кастрації квітки та 104 – без.

Впродовж 2020 – 2022 рр. у відділі селекції Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН вивчались нові зразки сої культурної, отримані з Одеського селекційно-генетичного інституту, це – UKR00600870 Еввідіка, UKR00600871 Аврора, UKR00600872 Південна зоря, UKR00600873 Орфей.

За терміном дозрівання досліджувані зразки характеризувались короткою тривалістю періоду вегетації, у. т. ч.: UKR006:00870 Еввідіка, UKR006:00873 Орфей, UKR006:00871 Аврора, UKR006:00872 Південна зоря, який знаходився у межах 104–109 діб (табл. 2).

За типом росту всі зразки відносились до проміжного, окрім Південної зорі, у якої спостерігали детермінантний тип росту.

Згідно «Широкого уніфікованого класифікатора роду *Glycine max*(L.) Merr» [7] середню (6 балів) висоту рослин, що знаходилась у межах 80,5–91,8 см, мали всі нові досліджувані зразки: UKR00600872 Південна зоря (80,5 см), UKR00600873 Орфей (83,6 см), UKR00600870 Еввідіка (86,0 см), UKR00600871 Аврора (91,8 см).

Серед проаналізованих номерів сої середньою висотою (5 балів) прикріплення нижнього бобу, що складала 12,8 см, володів лише зразок UKR00600872 Південна зоря, решта мали висоту прикріплення нижнього бобу, яка знаходилась у межах 8,2–11,8 см, що відповідає градації «мала». Перевищення цього показника у стандартного сорту над досліджуваними складало 0,9 (UKR00600872 Південна зоря) – 5,5 (UKR00600870 Еввідіка) см.

Менш стійким до вилягання (7 балів) виявився зразок UKR00600872 Південна зоря. Кількість рослин, що вилягли на ділянці впродовж періоду вегетації, склала 15%. Решта номерів проявили дуже високу стійкість за цією ознакою і відповідала 9 балам.

Аналіз отриманого врожаю показав, що всі номери сформували меншу врожайність на 2–9 г/м², ніж стандартний сорт UD0201975 Даная (354 г/м²).

При визначенні продуктивності рослин сої, яка зумовлена взаємодією цілого комплексу ознак, з яких найбільше значення мають такі елементи структури врожаю, як кількість продуктивних вузлів, бобів, насінин та маси насіння на рослині та ін.

Установлено, що всі зразки характеризувались «малим» гілкуванням на рослину – 1,9–2,1 штук та

Таблиця 1

Дані по генетичних ресурсах Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН на 01.11.2022 р.

№ п/п	Показники	Культура						Всього
		соя	бавовник	люцерна	стололоз безостий	грястиця збірна	гуар	
1	Кількість зразків у колекції установи всього, шт.	529	284	180	190	146	7	1336
2	з них українського походження, всього, шт.	215	107	131	92	29	-	574
3	у т.ч. селекційні сорти, разом	420	136	131	76	99	7	869
4	з них України	184	23	107	22	16	-	352
5	сорти та форми народної селекції, разом	15	59	-	62	27	-	163
6	з них України	13	36	-	22	13	-	84
7	селекційні лінії, разом	94	80	24	30	-	-	228
8	з них України	18	37	20	30	-	-	105
9	генетичні лінії, разом	-	-	-	-	-	-	-
10	з них України	-	-	-	-	-	-	-
11	синтетичні популяції, разом	-	9	11	-	-	-	20
12	з них України	-	11	7	-	-	-	18
13	гібриди (лише для вегетативно розмножуваних культур), разом	-	-	-	18	-	-	18
14	з них України	-	-	-	18	-	-	18
15	дикорослі форми, разом	-	-	10	4	20	-	34
16	з них України	-	-	3	-	-	-	3
17	статус зразка не визначений			4	-	-	-	4
18	Передано паспортів зразків в Центральну базу, всього, шт.	526	84	78	90	146	-	1324
19	Передано зразків насіння до Національного сховища, всього, шт.	527	284	176	169	145	-	1301
20	Використано зразків при створенні нових сортів у середньому за рік	673	-	10	-	-	22	705

Таблиця 2

Характеристика зразків сої за основними морфобіологічними та господарськими ознаками (середнє за 2020–2022 рр.)

Номер Національного каталогу		UD0201975	UKR00600870	UKR00600873	UKR00600871	UKR00600872
Назва зразка		Даная, ст.	Еврідика	Орфей	Аврора	Південна зоря
Тривалість періоду вегетації, днів		128	104	106	105	109
Рослина: тип росту		проміжний	проміжний	проміжний	проміжний	детер-мінантний
Висота, см	рослини	105,8	86,0	83,6	91,8	80,5
	прикріплення нижнього бобу	13,7	8,2	11,8	9,7	12,8
Стикість, бал	проти вилягання	9	9	9	9	7
	до розтріскування бобів	9	9	9	9	9
	до бактеріального опіку	9	7	7	7	8
	до пероноспорозу	9	8	7	8	7
	до вірусної мозаїки	9	9	9	9	9
Маса 1000 насінин, г		127,7	114,4	113,2	113,0	118,1
Урожайність, г/м ²		354	345	347	352	349
+ - до стандарту, г/м ²			-9	-7	-2	-5

були близькими за значенням до стандартного сорту UD0201975 Даная, 2,1 шт. гілок (табл. 3).

За кількістю бобів зразки сформували від 48,9 (UKR00600873 Орфей) до 53,9 (UKR00600871 Аврора) штук бобів/рослину. Проте показники ні одного зразку не перевищували за цією ознакою стандартний сорт UD0201975 Даная, у якого нараховувалось 56,0 бобів на рослині. Близькими до стандарту були UKR00600870 Еврідіка – 53,7 бобів/рослину та UKR00600871 Аврора – 53,9 бобів/рослину. «Малу» кількість бобів, яка відповідала градації 3 бали і складала 86 – 95% до стандарту, мали UKR00600873 Орфей (88,0% до стандарту), UKR00600872 Південна зоря (92,0% до стандарту). «Середніми» показниками цієї ознаки володіли UKR00600870 Еврідіка (96,0% до стандарту) та UKR00600871 Аврора (97,0% до стандарту), що за градацією складає 5 балів.

Більший рівень прояву ознаки «кількість насінин на рослині» по відношенню до стандарту, що відповідала 99,0%, сформував UKR00600871 Аврора, найменший, 93,6% – UKR00600870 Еврідіка. Хоча, в цілому, всі зразки мали «середню кількість насінин» по відношенню до стандарту, що відповідає градації 5 балів.

Результати вивчення врожаю сої показали, що кращі зразки генофонду за масою насіння на одну рослину характеризувались «виключно високою продуктивністю» – більше 33 г, у т. ч.: UKR00:600871 Аврора

34,8 г, інші – були «дуже високопродуктивними». Вони сформували масу насіння на рослині більшу ніж 22 г, це: UKR00600873 Орфей 29,1 г, UKR00600872 Південна зоря 30,8 г, UKR00600870 Еврідіка 31,8 г [5].

Встановлено, що між продуктивністю генотипів та іншими кількісними ознаками рослин сої існують тісні та стійкі зв'язки, у тому числі і з кількістю бобів та насінин на одній рослині [9, 32].

У досліджуваних зразків вклад окремої кількісної ознаки у формування продуктивності дещо різнився – від слабкої до істотної. Пряму залежність спостерігали між масою насіння та висотою рослини. Менш слабким зв'язком, у порівнянні з іншими зразками, спостерігався у зразку UKR00600872 Південна зоря – $r=0,10$ (табл. 4).

У «виключно високо продуктивного» зразку UKR00600871 Аврора зафіксовано тісний зв'язок між масою насіння з рослини і кількістю вузлів $r=0,90$.

Більш тісні зв'язки з масою насіння з рослини мали діаметр першого міжвузля, коефіцієнт кореляції яких знаходився у межах 0,60 (UKR00600870 Еврідіка) – 0,70 (UKR00600871 Аврора та кількість бобів на головному стеблі $r=0,62-0,70$. Дещо меншим цей зв'язок виявився у UKR00600872 Південна зоря – $r=0,62$, найтіснішим – у UKR00600871 Аврора $r=0,70$.

Особливу увагу привертає дуже тісний зв'язок між масою та кількістю насіння з рослини. Серед зразків

Таблиця 3

Характеристика основних елементів структури врожаю у нових зразків сої за 2020–2022 рр.

Назва зразка, номер реєстрації	Бічних гілок, шт./рослину	Бобів на гілках, шт./рослину		Насінин, шт./рослину	Маса насіння, г/рослину	+- до стандарту, г
		головн.	бічних			
UD0201975 Даная, стандарт	2,1	54,6	1,4	157	35,8	-
UKR00600873 Орфей	2,1	47,6	1,3	149	29,1	-6
UKR00600870 Еврідіка	1,9	51,9	1,8	147	31,8	-4
UKR00600871 Аврора	2,0	52,2	1,7	155	34,8	-1
UKR00600872 Південна зоря	2,1	49,9	1,6	148	30,8	-5

Таблиця 4

Залежність маси насіння з рослини від елементів продуктивності у досліджуваних зразків генофонду сої

Номер Національного каталогу, назва сорту	Кореляція між масою насіння з рослини та								
	висотою рослини	кількістю		діаметром 1-го міжвузля	кількістю				всього насіння з рослини
		вузлів	бічних гілок		бобів на головному стеблі	бобів на бічних стеблах	насіння на головному стеблі	насіння на бічних стеблах	
UD0201975 Даная, стандарт	0,37	0,78	0,44	0,62	0,79	0,64	0,63	0,38	0,92
UKR00600873 Орфей	0,40	0,58	0,38	0,61	0,70	0,52	0,51	0,29	0,88
UKR00600870 Еврідіка	0,30	0,87	0,29	0,60	0,67	0,44	0,51	0,16	0,77
UKR00600871 Аврора	0,32	0,90	0,33	0,79	0,82	0,62	0,71	0,40	0,93
UKR00600872 Південна зоря	0,10	0,57	0,42	0,70	0,62	0,56	0,52	0,36	0,80

Джерела цінних господарських ознак, виділені за 2020–2022 рр.

Ознака	Джерела цінних ознак
«короткий» період сходи-повна стиглість (101-120 діб)	UKR006:00870 Еврідіка, UKR006:00873 Орфей, UKR006:00871 Аврора, UKR006:00872 Південна зоря
«велика» висота прикріплення нижнього бобу над рівнем ґрунту (12,1-16,0 см)	UKR00:600872 Південна зоря
«виключно високопродуктивні» (більше 33,0 г)	UKR00:600871 Аврора
За комплексом ознак	
короткий період вегетації сходи-повна стиглість, «велика» висота прикріплення нижнього бобу над рівнем ґрунту	UKR006:00872 Південна зоря
«короткий» періоду вегетації сходи-повна стиглість, «виключно високопродуктивний»	UKR00:600871 Аврора

генофонду що вивчались, найтісніший зв'язок спостерігався у UKR00600871 Аврора – $r=0,71$. Майже на одному рівні $r=0,51-0,52$ знаходились подібні показники у зразків UKR00600873 Орфей, UKR00600870 Еврідіка, UKR00600872 Південна зоря.

Серед досліджуваних ознак найбільш тісніші зв'язки, на рівні 0,77 – 0,93 спостерігались між масою насіння та загальною кількістю насінин з рослини. Причому найсильнішим цей зв'язок виявився у «виключно високо продуктивного» зразку сої UKR00600871 Аврора, коефіцієнт кореляції якого знаходився на рівні 0,93. Дещо слабший зв'язок, у порівнянні з UKR00600871 Аврора, спостерігався у UKR00600872 Південна зоря та UKR00600873 Орфей $r=0,80-0,88$ і ще декілька менший – у UKR00600870 Еврідіка $r=0,77$.

Результати аналізу свідчать, що зразок сої UKR00600871 Аврора володів найтіснішими зв'язками між масою насіння з рослини з елементами продуктивності, майже на рівні стандартного сорту UD0201975 Даная, у т. ч.: з «кількістю вузлів на рослині» – $r=0,90$, «діаметром 1-го міжвузля» $r=0,79$, «кількістю бобів та насіння на головному стеблі» $r=0,82-0,71$, «всього насіння з рослини» $r=0,93$.

Загальним для всіх зразків був найбільш тісний зв'язок між масою та кількістю насіння з рослини, який знаходився в межах $r=0,77-0,93$.

Отже, встановлені зв'язки між масою насіння з рослини у досліджуваних зразків генофонду сої та основними ознаками: висотою рослини, кількістю бічних гілок і продуктивних вузлів, бобів і насінин на рослині буде використовуватись в подальшій селекції при розробці моделі нового сорту.

Урожайність знаходиться в прямій залежності від кількості продуктивних вузлів на рослині, бобів, та маси насіння з рослини.

В результаті вивчення зразків сої впродовж 2020–2022 рр. виділені джерела цінних господарських ознак (табл. 5).

Таким чином, за результатами досліджень виділені джерела цінних ознак. Зразки UKR006:00870 Еврідіка, UKR006:00873 Орфей, UKR006:00871 Аврора, UKR006:00872 Південна зоря характеризувались «коротким» періодом сходи-повна стиглість (104 – 109 діб); UKR00:600872 Південна зоря – «великою» висотою прикріплення нижнього бобу над рівнем ґрунту (12,8 см);

UKR00:600871 Аврора – «виключно високо продуктивністю» (34,8 г). Комплексом господарсько-цінних ознак володіли UKR006:00872 Південна зоря – коротким періодом вегетації сходи-повна стиглість і «великою» висотою прикріплення нижнього бобу над рівнем ґрунту та UKR00:600871 Аврора – «коротким» періодом вегетації сходи-повна стиглість і «виключно високо продуктивністю»

Вище вказані зразки рекомендуються до залучення в селекційний процес для створення на їх генетичній основі нових сортів сої адаптованих до зрошуваних умов Південного Степу України.

Висновки. Впродовж 2020–2022 років в колекційному розсаднику в умовах зрошення Південного Степу України вивчались чотири нових зразки сої культурної – UKR00600870 Еврідіка, UKR00600871 Аврора, UKR00600872 Південна зоря, UKR00600873 Орфей. За результатами досліджень виділені джерела цінних ознак. Зразки UKR006:00870 Еврідіка, UKR006:00873 Орфей, UKR006:00871 Аврора, UKR006:00872 Південна зоря характеризувались «коротким» періодом сходи-повна стиглість (104 – 109 діб); UKR00:600872 Південна зоря – «великою» висотою прикріплення нижнього бобу над рівнем ґрунту (12,8 см); UKR00:600871 Аврора – «виключно високо продуктивністю» (34,8 г). Комплексом господарсько-цінних ознак володіли UKR006:00872 Південна зоря – коротким періодом вегетації сходи-повна стиглість і «великою» висотою прикріплення нижнього бобу над рівнем ґрунту та UKR00:600871 Аврора – «коротким» періодом вегетації сходи-повна стиглість і «виключно високо продуктивністю».

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Tilman D., Balzer C., Hill J., Befort B. L. Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. *Proc Natl Acad Sci USA*. 2011. 108:20260–20264. DOI: 10.1073/pnas.1116437108.
2. Ray D. K., Mueller N. D., West P. C., Foley J. A. Yield trends are insufficient to double global crop production by 2050. *LoS One*. 2013. 8(6). e66428. 10.1371/journal.pone.0066428.
3. Vozhehova R., Borovik V., Kokovikhin S., Kokovikhina O., Boiarkina L., Shkoda O.. Evaluation of cotton gene pool samples in different years of heat supply in the conditions of the southern steppe of Ukraine. *Scientific*

- Papers. *Series A. Agronomy*. 2022. Vol. LXV, No. 2. P. 313-318. <https://agronomyjournal.usamv.ro/index.php/scientific-papers/current?id=1504>.
4. Guo B., Sun L., Siqi Jiang S., Ren H., Sun R., Wei Z., Hong H., Luan X., Wang J., Wang X., Xu D., L W., Guo C., Qiu Li J. Soybean genetic resources contributing to sustainable protein production. *Theoretical and Applied Genetics*. 2022. 135:4095–4121. <https://doi.org/10.1007/s00122-022-04222-9>.
 5. Jia J., Li H., Zhang X., Li Z., Qiu L. Genomics-based plant germplasm research (GPGR). *The Crop Journal*. 2017. Vol. 5(2). P. 166-174. <https://doi.org/10.1016/j.cj.2016.10.006>.
 6. Vozhehova R., Borovyk V., Biliaieva I., Lykhovyd P., Rubtsov D. The effect of plants density nitrogen fertilization on the economic efficiency of soybean seed production in the irrigated conditions of the South of Ukraine. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*. 2019. Vol. 19(3). P. 649-657. https://managementjournal.usamv.ro/pdf/vol.19_3/volume_19_3_2019.pdf.
 7. Zhuang Y., Li X., Hu J., Xu R., Zhang D. Expanding the gene pool for soybean improvement with its wild relatives. *aBIOTECH*. 2022. 3:115–125. <https://doi.org/10.1007/s42994-022-00072-7>.
 8. Swarup S. E. J., Crosby K., Flage L., Kniskern J., Glenn K. C. Genetic diversity is indispensable for plant breeding to improve crops. *Crop Science*. 2020. Vol. 61(2). P. 839-852. <https://doi.org/10.1002/csc2.20377>.
 9. Zhang H. F., Yasmin F., Song B. H. Neglected treasures in the wild—legume wild relatives in food security and human health. *Curr Opin Plant Biol*. 2019. 49:17–26. doi: 10.1016/j.pbi.2019.04.004.
 10. Kingsley O., Lili Y., Bo-hong S., Ming-ming Z., Zhang-Xiong L., Hua-wei G., Sobhi F., Lamlom and Qiu Li-juan. Genetic Improvement of Minor Crop Legumes: Prospects of De Novo Domestication. In book: Genetic Improvement of Minor Crop Legumes: Prospects of De Novo Domestication. Publisher: IntechOpen. 2022. P.26. DOI: 10.5772/intechopen.102719.
 11. Zhang S., Zhang Z., Wen Z., Gu C., An Y. C., Bales C., DiFonzo C., Song Q., Wang D. Fine mapping of the soybean aphid-resistance genes Rag6 and Rag3c from Glycine soja 85-32. *Theor Appl Genet*. 2017 Dec; 130(12):2601-2615. doi: 10.1007/s00122-017-2979-0. Epub 2017 Sep 8. PMID: 28887657.
 12. Lee J. S., Yoo M. H., Jung J. K., Bilyeu K. D., Lee J. D., Kang S. Detection of novel QTLs for foxglove aphid resistance in soybean. *Theor Appl Genet*. 2015 Aug;128(8):1481-8. doi: 10.1007/s00122-015-2519-8. Epub 2015 Apr 23. PMID: 25904004.
 13. Kenworthy W. J., Brown A., Thibou G. A. Variation in flowering response to photoperiod in perennial glycine species. *Crop Science*. 1989. Vol. 29(3). P. 678-682. <https://doi.org/10.2135/cropsci1989.0011183X002900030028x>.
 14. Mignucci J. S., Chamberlain D. W. Interactions of *Microsphaera diffusa* with soybeans and other legumes. *Phytopathology*. 1987. 68:169–117. DOI:10.1007/978-3-642-14387-8.
 15. Herman T. K., Han J., Singh R. J., Domier L. L., Hartman G. L. Evaluation of wild perennial *Glycine* species for resistance to soybean cyst nematode and soybean rust. *Plant Breeding*. 2020. Vol. 139(5). P. 923-931. <https://doi.org/10.1111/pbr.12834>.
 16. Hartman G. L., Gardner M. E., Hymowitz T., Naidoo G. C. Evaluation of perennial Glycine species for resistance to soybean fungal pathogens that cause Sclerotinia stem rot and sudden death syndrome. *Theor Appl Genet*. 2022. 135 (11): 4095–4121. doi: 10.1007/s00122-022-04222-9.
 17. Le D. T., Nishiyama R., Watanabe Y., Tanaka M., Seki M., Ham L. H., Yamaguchi-Shinozaki K., Shinozaki K., Tran L. S. P. Differential gene expression in soybean leaf tissues at late developmental stages under drought stress revealed by genome-wide transcriptome analysis. *PLoS One*. 2012. 7(11):e49522. DOI: 10.1371/journal.pone.0049522.
 18. Ning W. F., Zhai H., Liang Yu. J. Q. S., Yang X., Xing X. Y., Huo J. L., Pang T., Yang Y. L., Bai X. Overexpression of Glycine soja WRKY20 enhances drought tolerance and improves plant yields under drought stress in transgenic soybean. *Mol Breeding*. 2017. 37:19. ISSN: 1380-3743. doi:10.1007/s11032-016-0614-4.
 19. Song B., Oehrle N. W., Liu S., Krishnan H. B. Characterization of Seed Storage Proteins of Several Perennial Glycine Species. *Agric Food Chem*. 2016. Nov 16; 64(45):8499-8508. doi: 10.1021/acs.jafc.6b03677.
 20. Munns R., Tester M. Mechanisms of salinity tolerance. *Annu Rev Plant Biol*. 2008; 59:651-81. doi: 10.1146/annurev.arplant.59.032607.092911.
 21. Phang T. H., Shao G. H., Lam H. M. Salt tolerance in soybean. *Integr Plant Biol*. 2008. 50:1196–1212. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7909.2008.00760.x>.
 22. Lee J. D., Shannon J. G., Vuong T. D., Nguyen H. T. Inheritance of salt tolerance in wild soybean (*Glycine soja* Sieb. and Zucc.) accession PI483463. *Hered*. 2009. 100:798–801. DOI: 10.1093/jhered/esp027.
 23. Katerji N., Hoorn J. W., Hamdy A., Mastrorilli M. Salinity effect on crop development and yield, analysis of salt tolerance according to several classification methods. *Agricultural Water Management*. 2003. Vol. 62, 1 (19). 2003, P. 37-66. [https://doi.org/10.1016/S0378-3774\(03\)00005-2](https://doi.org/10.1016/S0378-3774(03)00005-2).
 24. Guan R. X., Chen J. G., Jiang J. H., Liu G. Y., Liu Y., Tian L., Yu L. L., Chang R. Z., Qiu L. J. Mapping and validation of a dominant salt tolerance gene in the cultivated soybean (*Glycine max*) variety Tiefeng 8. *Crop J*. 2014. 2:358–365.
 25. Phang T. H., Shao G. H., Lam H. M. Salt tolerance in soybean. *Integr Plant Biol*. 2008. 50:1196–1212. <https://dx.doi.org/10.1016/j.cj.2014.09.001>.
 26. Волкодав В. В. Методика державного сортопробування сільськогосподарських культур. Випуск третій (олійні, технічні, прядильні та кормові культури). Київ: Алефа, 2001. 76 с.
 27. Методика польових і лабораторних досліджень на зрошуваних землях. За ред. Р. А. Вожегової. Херсон: Грінь Д.С., 2014. 286 с.
 28. Ушкаренко В. О., Вожегова Р. А., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Методика польового дослідження (Зрошуване землеробство). Херсон: Грінь Д.С., 2014. 448 с.
 29. Кобизева Л. Н., Рябчун В. К., Безугла О. М., Дрепін Т. О., Дрепін І. М., Потьомкіна Л. М., Сокол Т. В., Божко Т. М., Садовой О. О., Білявська Л. Г. Широкий уніфікований класифікатор роду *Glycine max* (L.) Merr. Харків, 2004. 38 с.

30. Кобизєва Л. Н., Безугла О. М., Силєнко С. І., Колотилова В. В., Сокол Т. В., Докукіна К. І., Василенко А. О., Безуглий І. М., Вус Н. О. Методичні рекомендації з вивчення генетичних ресурсів зернобобових культур. НААН, Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва. Харків, 2016. 84 с.
31. Петренко В. П., Черняєва І. М., Маркова Т. Ю., Сокол Т. В. Хвороби та шкідники сої. Харків, 2005. 40 с.
32. Вожегова Р. А., Боровик В. О., Клубук В. В., Бояркіна Л. В., Біднина І. О. Особливості нових зразків сої *Glycine max*. (L.) в умовах зрошення Півдня України. *Вісник аграрної науки*. Київ: Аграрна наука, 2022. Т. 100. № 3. С. 82-87 DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202203-10>.
- REFERENCES:**
- Tilman, D., Balzer, C., Hill, J. ., & Befort, B.L. (2011). Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. *Proc Natl Acad Sci USA* 108:20260–20264. DOI: 10.1073/pnas.1116437108
 - Ray, D.K., Mueller, N.D., West, P.C. & Foley, J.A. (2013). Yield trends are insufficient to double global crop production by 2050. *LoS One*. 8(6): e66428.10.1371/journal.pone.0066428
 - Vozhehova, R., Borovik, V., Kokovikhin, S., Kokovikhina, O., Boliarkina, L. & Shkoda, O. (2022). Evaluation of cotton gene pool samples in different years of heat supply in the conditions of the southern steppe of Ukraine. *Agronomy*. Vol. LXV, No. 2. P. 313-318. <https://agronomyjournal.usamv.ro/index.php/scientific-papers/current?id=1504>
 - Guo, B., Sun, L., Siqi, Jiang S., Ren, H., Sun, R., Wei, Z., Hong, H., Luan, X., Wang, J., Wang, X., Xu, D.L.W., Guo, C. & Qiu, Li J. (2022). Soybean genetic resources contributing to sustainable protein production. *Theoretical and Applied Genetics*. 135:4095–4121 <https://doi.org/10.1007/s00122-022-04222-9>
 - JiaJ, J., Li, H., Zhang, X., Li, Z. & Qiu, L. (2017). Genomics-based plant germplasm research (GPGR). *The Crop Journal*. V. 5(2). P. 166-174. <https://doi.org/10.1016/j.cj.2016.10.006>
 - Vozhehova, R., Borovyk, V., Biliaieva, I., Lykhovyd, P. & Rubtsov, D. (2019). The effect of plants density nitrogen fertilization on the economic efficiency of soybean seed production in the irrigated conditions of the South of Ukraine. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*. 2019. Vol. 19(3). P. 649-657. https://managementjournal.usamv.ro/pdf/vol.19_3/volume_19_3_2019.pdf.
 - Zhuang, Y., Li X., Hu, J., Xu, R. & Zhang, D. (2022). Expanding the gene pool for soybean improvement with its wild relatives. *aBIOTECH*. 3:115–125. <https://doi.org/10.1007/s42994-022-00072-7>
 - Swarup, S.E.J., Crosby, K., Flage, L., Kniskern, J. & Glenn, K.C. (2020). Genetic diversity is indispensable for plant breeding to improve crops. *Crop Science*. Vol. 61(2). P. 839-852. <https://doi.org/10.1002/csc2.20377>
 - Zhang, H.F., Yasmin, F. & Song, B.H. (2019) Neglected treasures in the wild—legume wild relatives in food security and human health. *Curr Opin Plant Biol*. 49:17–26. doi: 10.1016/j.pbi.2019.04.004
 - Kingsley, O., Lili, Y., Bo-hong, S., Ming-ming, Z., Zhang-Xiong, L., Hua-wei, G., Sobhi, F., Lamloom, & Qiu, Li-juan. (2022). Genetic Improvement of Minor Crop Legumes: Prospects of De Novo Domestication. DOI: 10.5772/intechopen.102719
 - Zhang, S., Zhang, Z., Wen, Z., Gu, C., An, Y.C., Bales, C., DiFonzo, C., Song, Q. & Wang, D. (2017). Fine mapping of the soybean aphid-resistance genes Rag6 and Rag3c from *Glycine soja* 85-32. *Theor Appl Genet*. Dec;130(12):2601-2615. doi: 10.1007/s00122-017-2979-0. Epub 2017 Sep 8. PMID: 28887657
 - Lee, J.S., Yoo, M.H., Jung, J.K., Bilyeu, K.D., Lee, J.D. & Kang, S. (2015). Detection of novel QTLs for foxglove aphid resistance in soybean. *Theor Appl Genet*. 128(8):1481-8. doi: 10.1007/s00122-015-2519-8. Epub 2015 Apr 23. PMID: 25904004
 - Kenworthy, W.J., Brown, A. & Thibou, G.A. (1989), Variation in flowering response to photoperiod in perennial glycine species. *Crop Science*. V. 29, Issue 3. P. 678-682. <https://doi.org/10.2135/cropsci1989.0011183X002900030028x>
 - Mignucci, J.S. & Chamberlain, D.W. (1978). Interactions of *Microsphaera diffusa* with soybeans and other legumes. *Phytopathology* 68:169–117. Doi:10.1007/978-3-642-14387-8
 - Herman, T.K., Han, J., Singh, R.J., Domier, L.L. & Hartman, G.L. (2020). Evaluation of wild perennial *Glycine* species for resistance to soybean cyst nematode and soybean rust. *Plant Breeding*. Vol. 139(5). P. 923-931. <https://doi.org/10.1111/pbr.12834>
 - Hartman, G.L., Gardner, M.E., Hymowitz, T. & Naidoo, G.C. (2000). Evaluation of perennial *Glycine* species for resistance to soybean fungal pathogens that cause Sclerotinia stem rot and sudden death syndrome. *Theor Appl Genet*. 135 (11): 4095–4121. doi: 10.1007/s00122-022-04222-9
 - Le, D.T., Nishiyama, R., Watanabe, Y., Tanaka, M., Seki, M., Ham, L.H., Yamaguchi-Shinozaki, K., Shinozaki, K. & Tran, L.S.P. (2012). Differential gene expression in soybean leaf tissues at late developmental stages under drought stress revealed by genome-wide transcriptome analysis. *PLoS One*. 7(11):e49522. DOI: 10.1371/journal.pone.0049522
 - Ning, W.F., Zhai, H., Liang, Yu. J.Q.S., Yang, X., Xing, X.Y., Huo, J.L., Pang, T., Yang, Y.L. & Bai, X. (2017). Overexpression of *Glycine soja* WRKY20 enhances drought tolerance and improves plant yields under drought stress in transgenic soybean. *Mol Breeding*. 37:19. doi: 10.1007/s11032-016-0614-4
 - Song, B., Oehrle, N.W., Liu, S. & Krishnan, H.B. (2016). Characterization of Seed Storage Proteins of Several Perennial *Glycine* Species. *Agric Food Chem*. Nov 16;64(45):8499-8508. doi: 10.1021/acs.jafc.6b03677
 - Munns, R. & Tester, M. (2008). Mechanisms of salinity tolerance. *Annu Rev Plant Biol*. 59:651-81. doi: 10.1146/annurev.arplant.59.032607.092911
 - Phang, T.H., Shao, G.H. & Lam, H.M. (2008). Salt tolerance in soybean. *Integr Plant Biol*. 50:1196–1212. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7909.2008.00760.x>
 - Lee, J.D., Shannon, J.G., Vuong, T.D. & Nguyen, H.T. (2009). Inheritance of salt tolerance in wild soybean (*Glycine soja* Sieb. and Zucc.) accession PI483463. *J Hered*. 100:798–801. DOI: 10.1093/jhered/esp027
 - Katerji, N., Hoorn, J.W., Hamdy, A. & Mastrorilli, M. (2003). Salinity effect on crop development and yield, analysis of salt tolerance according to several classification methods. *Agricultural Water*

- Management*. Vol. 62, 1(19). P. 37-66. [https://doi.org/10.1016/S0378-3774\(03\)00005-2](https://doi.org/10.1016/S0378-3774(03)00005-2)
24. Guan, R.X., Chen, J.G., Jiang, J.H., Liu, G.Y., Liu, Y., Tian, L., Yu, L.L., Chang, R.Z. & Qiu, L.J. (2014). Mapping and validation of a dominant salt tolerance gene in the cultivated soybean (*Glycine max*) variety Tiefeng 8. *Crop J.* 2:358–365
 25. Phang, T.H., Shao, G.H. & Lam, H.M. (2008). Salt tolerance in soybean. *Integr Plant Biol.* 50:1196–1212. <https://dx.doi.org/10.1016/j.cj.2014.09.001>
 26. Volkodav, V.V. (2001). *Metodyka derzhavnoho sortovyprobuvannia silskohospodarskykh kultur. Vypusk tretii (oliini, tekhnichni, priadylni ta kormovi kultury). [Methodology of state variety testing of agricultural crops. Issue three (oil, technical, spinning and fodder crops)].* Kyiv [in Ukrainian].
 27. Vozhegova, R.A. (Eds.). (2014). *Metodyka polovoykh i laboratornykh doslidzhen na zroshuvanykh zemliakh [Methods of field and laboratory research on irrigated lands.]* Kherson: «Green D.S.» [in Ukrainian].
 28. Ushkarenko, V.O., Vozhegova, R.A., Holoborodko, S.P. & Kokovikhin, S.V. (2004). *Metodyka polovoho doslidu (Zroshuvane zemlerobstvo). [Field experiment methodology (Irrigated agriculture)].* Kherson: «Grin D.S.» [in Ukrainian].
 29. Kobyzeva, L.N., Ryabchun, V.K., Bezugla, O.M., Drepina, T.O., Drepin, I.M., Potemkina, L.M., Sokol, T.V., Bozhko, T.M., Sadovoy, O. O. & Bilyavska, L.G. (2004). *Shyrokyi unifikovanyi klasyfikator rodu [Broad unified classifier of the genus Glycine max. (L.) Merr.].* Kharkiv [in Ukrainian].
 30. Kobizeva, L.N., Bezugla, O.M., Silenko, S.I., Kolotilov, V.V., Sokol, T.V., Dokukina, K.I., Vasylenko, A.O., Bezugliy, I.M. & Vus, N. O. (2016). *Metodychni rekomendatsii z vyvchennia henetychnykh resursiv zernobobovykh kultur. [Methodical recommendations for the study of genetic resources of leguminous crops].* Kharkiv [in Ukrainian].
 31. Petrenkova, V.P., Chernyaeva, I.M., Markova, T.Yu. & Sokol, T.V. (2005). *Khvoroby ta shkidnyky soi. [Soybean diseases and pests].* Kharkiv [in Ukrainian].
 32. Vozhegova, R.A., Borovyk, V.O., Klubuk, V.V., Boyarkina, L.V. & Bidnina, I.O. (2022). Osoblyvosti novykh zrazkiv soi *Glycine max. (L.)* v umovakh zroshennia Pivdnia Ukrainy [Features of new soybean samples *Glycine max. (L.)* in the irrigation conditions of Southern Ukraine]. *Herald of Agrarian Science*. Kyiv: Agrarian Science, 2022. Vol. 100. No. 3. P. 82-87. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovistyuk202203-10> [in Ukrainian].

Вожегова Р.А., Боровик В.О., Бояркіна Л.В.
Генетичні ресурси рослин – важливе підґрунтя для селекції нових сортів

Мета. Мета досліджень – виділити з досліджуваних номерів цінні за господарськими властивостями зразки для подальшого використання їх в селекційному процесі при створенні нових сортів. **Методи.** Досліди проводили на полях селекційної сівозміни відділу селекції Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН впродовж 2020–2022 рр. **Методи досліджень:** польові, лабораторні, статистичні. До польових належали розбивка дослідної ділянки та польові роботи. Лабораторний метод застосовували

для аналізу рослин, оцінювання структури врожаю. Статистичним методом обчислювали результати досліджень. **Результати досліджень.** Впродовж трьох років в колекційному розсаднику вивчалися чотири нових зразки сої культурної – UKR00600870 Еврідіка, UKR00600871 Аврора, UKR00600872 Південна зоря, UKR00600873 Орфей в умовах зрошення Південного Степу України. За результатами досліджень виділені джерела цінних ознак. Зразки UKR006:00870 Еврідіка, UKR006:00873 Орфей, UKR006:00871 Аврора, UKR006:00872 Південна зоря характеризувались «коротким» періодом сходи-повна стиглість (104–109 діб); UKR00:600872 Південна зоря – «великою» висотою прикріплення нижнього бобу над рівнем ґрунту (12,8 см); UKR00:600871 Аврора – «виключно високо продуктивністю» (34,8 г). Комплексом господарсько-цінних ознак володіли UKR006:00872 Південна зоря – коротким періодом вегетації сходи-повна стиглість і «великою» висотою прикріплення нижнього бобу над рівнем ґрунту та UKR00:600871 Аврора – «коротким» періодом вегетації сходи-повна стиглість і «виключно високо продуктивністю». **Висновки.** У результаті проведених досліджень в умовах зрошення Південного Степу України виділилися зразок сої UKR00600871 Аврора, який володів найтіснішими зв'язками між елементів продуктивності з масою насіння з рослини, майже на рівні стандартного сорту UD0201975 Даная, у т. ч.: з «кількістю вузлів на рослині» – $r=0,90$, «діаметром 1-го міжвузля» $r=0,79$, «кількістю бобів та насіння на головному стеблі» $r=0,82-0,71$, «всього насіння з рослини» $r=0,93$. Загальним для всіх зразків спостерігався найбільш тісний зв'язок між масою та кількістю насіння з рослини, який знаходився в межах $r=0,77-0,93$. Комплексом господарсько-цінних ознак володіли UKR006:00872 Південна зоря – коротким періодом вегетації сходи-повна стиглість і «великою» висотою прикріплення нижнього бобу над рівнем ґрунту.

Ключові слова: генофонд сої культурної, зразки колекції, елементи продуктивності, кореляція.

Vozhegova R.A., Borovyk V.O., Boyarkina L.V.
Genetic resources of plants are an important basis for the selection of new varieties

Purpose. The purpose of the research is to select from the researched numbers valuable samples in terms of economic properties for their further use in the selection process when creating new varieties. **Methods.** Experiments were conducted in the selective crop rotation fields of the selection department of the Institute of Climate-oriented Agriculture of the National Academy of Sciences during 2020–2022. Research methods are field, laboratory, statistical. The field work included the layout of the experimental site and field work. The laboratory method was used to analyze plants and assess the structure of the crop. Research results were calculated using a statistical method. **Results.** Over the course of three years, four new samples of cultivated soybeans were studied in the collection nursery – UKR00600870 Eurydice, UKR00600871 Aurora, UKR00600872 Southern Star, UKR00600873 Orpheus under irrigation conditions of the Southern Steppe of Ukraine. Based on the results of the research, the sources of valuable features are selected. Samples UKR006:00870 Eurydice, UKR006:00873 Orpheus, UKR006:00871 Aurora, UKR006:00872 Southern Star were characterized by a "short" germination-full maturity period (104–109 days); UKR00:600872 Southern star – "large" height of attachment of the lower bean above the soil level (12.8 cm);

UKR00:600871 Aurora – "extremely high performance" (34.8 g). A complex of economic and valuable traits was possessed by UKR006:00872 Southern Star – a short vegetation period of seedlings-full maturity and a "large" height of attachment of the lower bean above the soil level and UKR00:600871 Aurora – a "short" vegetation period of seedlings-full maturity and "extremely high productivity".

Conclusions. As a result of the research carried out in the irrigation conditions of the Southern Steppe of Ukraine, the soybean sample UKR00600871 Aurora stood out, which possessed the closest relationships between the elements of productivity and the mass of seeds from the plant, almost at the level of the standard variety UD0201975 Danaya,

including: with "the number of nodes on the plant" – $r=0.90$, "the diameter of the 1st internode" $r=0.79$, "the number of beans and seeds on the main stem" $r=0.82-0.71$, "all seeds from the plant" $r=0.93$. Common for all samples, the closest relationship between the mass and the number of seeds per plant was observed, which was in the range of $r=0.77-0.93$. UKR006:00872 Southern Star possessed a complex of economic and valuable traits – a short vegetation period, seedlings-full ripeness and a "large" height of attachment of the lower bean above the soil level.

Key words: soybean gene pool, collection samples, productivity elements, correlation.