

**Кириченко В. В., Посилаєва О. О.,  
Кобизєва Л. Н., Гопцій Т. І., Рябуха С. С.**

# **СЕЛЕКЦІЯ СОЇ НА СТІЙКІСТЬ ДО СПЕКИ ТА ПОСУХИ**

**Навчальний посібник**





НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ РОСЛИННИЦТВА ім. В. Я. Юр'єва  
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ім. В. В. Докучаєва

**Кириченко В. В., Поси́лаєва О. О., Кобизєва Л. Н.,  
Гопцій Т. І., Рябуха С. С.**

# **СЕЛЕКЦІЯ СОЇ НА СТІЙКІСТЬ ДО СПЕКИ ТА ПОСУХИ**

**Навчальний посібник**

За редакцією доктора с.-г. наук, професора, академіка НААН

В. В. Кириченка

Харків 2016

УДК 635.655:631.527

ББК

Кириченко В. В., Посилаєва О. О., Кобизєва Л. Н., Гопцій Т. І., Рябуха С. С. Селекція сої на стійкість до спеки та посухи. Навчальний посібник. – Харків. – 2016. – 96 с.

Навчальний посібник «Селекція сої на стійкість до спеки та посухи» побудований на матеріалах наукових досліджень багатьох вчених світу. Соя важлива сільськогосподарська культура, яка має неоціненне значення в створенні матеріальних ресурсів АПК багатьох держав. Завдяки високому вмісту в насінні якісного білка та олії, вона стрімко розширює ареал розповсюдження. Проте агроекологічні особливості цієї культури не завжди дозволяють висівати її в зонах з дефіцитом вологи та підвищеними температурами. В той же час соя має багатоцільове генетичне різноманіття, яке зосереджене в її геномі. Культура сої пройшла тривалий шлях селекції, має величезне сортове різноманіття, який забезпечує високу урожайність в оптимальних умовах. Однак, несприятливі фактори довкілля, в тому числі посуха та спека, не дозволяють повною мірою реалізувати потенціал продуктивності. Саме тому, робота селекціонерів усього світу спрямована на підвищення адаптивних можливостей цієї культури.

Авторський колектив навчального посібника, маючи досвід в генетиці та селекції, надали в стислому вигляді методичні підходи та окремі методики в напрямку підвищення стійкості сої до спеки та посухи.

Навчальний посібник є корисним для студентів, магістрів, аспірантів, викладачів середніх і вищих учбових закладів біологічного та сільськогосподарського профілів.

Рекомендовано до друку ученою радою Інституту Рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН. Протокол № \_\_\_\_\_ від \_\_\_\_\_ 2016 р.;

ученою радою Харківського Національного аграрного університету ім. В. В. Докучаєва. Протокол № \_\_\_\_\_ від \_\_\_\_\_ 2016 р.

Рецензенти:

Леонов О. Ю., доктор с.-г. наук, зав. лабораторією селекції озимої пшениці ІР ім. В. Я. Юр'єва НААН;

Козубенко Л. В., доктор с.-г. наук, професор, головний науковий співробітник лабораторії селекції кукурудзи ІР ім. В. Я. Юр'єва НААН;

Бобро М. А., доктор с.-г. наук, професор, член-кор. НААН, зав. кафедрою рослинництва ХНАУ ім. В. В. Докучаєва

ISBN \_\_\_\_\_

© Кириченко В. В., Посилаєва О. О. та ін., 2016

## ВСТУП

Зміни в кліматі істотно впливають на ефективність ведення сільського господарства в цілому та диктують нові тенденції розвитку аграрної галузі України зі збільшенням частки продукції зернового господарства та, зокрема, білково-олійного підкомплексу країни у світовому виробництві продовольства [1].

Відомо, що основою піраміди рослинного білка та олії у світі є соя культурна (*Glycine max* (L.) Merrill.) [2, 3]. Економічна сутність великого попиту на неї полягає у тому, що з 1 га посіву отримують понад 1,2 тонни білка, собівартість якого в 12-16 разів нижча, ніж у хлібних злаків, дріжджів та рибного борошна [4], а також 380 кг олії, при реалізації якої, відбувається окупність майже всіх витрат на вирощування культури [2]. Рослина сої здатна на 60-85 % забезпечувати власні потреби в азоті, значну частину його залишати у ґрунті, завдяки чому є одним із кращих попередників у сівозміні [5, 6]. Цю культуру можна вирощувати в основних весняних, післяукісних і післяжнивних посівах та як страхову культуру при пересіві озимих [7]. Однак, існує наукова думка, що високі врожаї цієї культури можливі лише в межах «соевого поясу», де її виробництво не є ризикованим [8], та, при урахуванні негативних і позитивних ефектів викликаних кліматичними змінами і пошуку стратегії адаптації культури, ареал вирощування сої може бути набагато більшим [1, 9, 10].

Ефективне вирощування сортів сої можливе лише на визначеній географічній широті, просунення культури на один градус (приблизно 100-160 км) потребує впровадження нового сорту [11, 12], бо при перенесенні зразків, створених в певній зоні, в інший регіон, змінюється висота рослин, тривалість періоду вегетації, кількість бобів на рослині, врожайність, тощо, і, частіше за все, це робить їх непридатними для товарного виробництва [13]. Ось чому постійне імпортування насіння сортів з інших країн, не пристосованих до місцевих умов, може призвести в майбутньому до крупних невдач [14].

На території нашої країни, досить часто спостерігаються ґрунтові та атмосферні посухи [15, 16, 17], які є стресовими факторами для рослин сої, а недостатня адаптивна пластичність генотипів, які використовуються в селекції як вихідний матеріал, негативно позначається на насінневій продуктивності [18, 19]. Саме тому створення власних сортів сої, адаптованих до конкретних умов вирощування, і розширення під ними посівних площ є досить нагальною та актуальною задачею для селекції та виробництва [20, 21].

# 1. ПОХОДЖЕННЯ, КЛАСИФІКАЦІЯ ТА ПОШИРЕННЯ СОЇ КУЛЬТУРНОЇ

Сою культурну або щетинисту (*G. max* (L.) Merr.) відносять до родини *Leguminosae* Juss. (*Fabaceae* Lindl.), підродини *Papilionaceae*, роду *Glycine* L. Родову назву сої (*Glycine* L.) уперше застосував шведський натураліст Карл Лінней у 1737 р., у 1954 р. вона була закріплена Міжнародним кодексом ботанічної номенклатури (МКБН) [22]. Проте, в науковій літературі набула поширення й інша назва цього роду, запропонована вітчизняним ботаніком М. А. Максимовичем – *Glycine hispida* Max. Ця назва досить змістовна, оскільки в перекладі з грецької мови “глікос” – солодка, “гіспіда” – щетинкувата [23]. Цей рід налічує 17 видів з двох підродів: *Glycine* Wild та *Soja* (Moench) F. Y. Herm. K. До підроду *Glycine* Wild відносять 15 дикорослих багаторічних видів походженням здебільше з Австралії. Найбільшого розповсюдження мають види підроду *Soja* (Moench) F.Y. Herm: культіген *G. max* (L.) Merr. та дикоростуча уссурійська соя *G. soja* Sieb. et. Zuse, яка поширена у Маньчжурії, на Амурі, Уссурі, а також, у північному Китаї, Кореї і на японських островах Ніппон і Сікоку [24, 25].

Доведено, що уссурійська соя – це один з родоначальників культурної сої. А вид *G. tomentosa* Benth. доволі близький до культурної сої та може бути другим її прабатьком. На островах Ліу-Кіу, що на півдні Японії, зустрічається рідкісна дикоросла повстяна соя. Таким чином існує 3 гіпотези походження культурної сої: 1 – пряме походження культурної рослини від дикорослої уссурійської сої; 2 – соя походить від помісі між уссурійською дикорослою соєю та повстяною соєю північного Китаю і Південної Маньчжурії; 3 – культурна соя походить від зниклих дикорослих предків за участю уссурійської сої [26].

В межах культурної сої *G. max* (L.) Merr. В. Б. Енкеним було виділено шість підвидів: напівкультурний, індійський, китайський, корейський, маньчжурський, слов'янський. Н. И. Корсаков об'єднав індійський та китайський підвиди в один – індокитайсь-

кий, а маньчжурський та слов'янський відніс до одного і того ж підвиду – маньчжурського [24, 25].

За сучасною класифікацією сорти сої поширені у виробництві представлені видом *G. max* (L.) Merr., в межах якого виділено кілька підвидів: *subsp. gracilis* (Skvortsov) Teplyak.; *subsp. Max* C. O. Lehm.; *subsp. manshurica* (Enken) Teplyak.; *subsp. liguata* (Skvortsov) Teplyak [22].

Ретельне вивчення численних зразків та експедиції по Далекому Сходу, країнах Азії, Східної та Західної Африки, Австралії, США показали, що усе світове різноманіття сої походить з трьох центрів: Південно-Східної Азії, Австралії та Східної Африки [24].

Культурна соя – типова автохтонна рослина китайського осередку. Ареал сої, в основному, лежить в домені культурно-етнічної групи північних монголоїдів. За умов активізації рільницької діяльності та введення в культуру нових рослин ареал сої значно поширився – від країн помірною поясу до деяких областей сухих субтропіків і теплих сухих областей північніше субтропіків [27].

Нині сою вирощують близько 90 країн на всіх континентах у помірному, субтропічному і тропічному поясах. Найбільша площа посівів сої зосереджена у країнах з великою кількістю населення – США, Бразилії, Аргентині, Китаї, Індії, на них припадає понад 90 % валового збору насіння цієї культури [28, 29, 30]. Історія промислового виробництва сої в Україні відносно молода. Пройшовши певний період становлення й адаптації до місцевих умов, з кінця 90-х років її вирощування в Україні почало набирати оберти, і в останні роки спостерігається чітка тенденція збільшення врожайності та площ під нею. Порівнюючи галузь виробництва сої України й інших країн, можна відзначити, що на сьогоднішній день вона перебуває в стадії активного розвитку [31, 32, 33] і в рейтингу основних виробників сої посідає перше місце в Європі та восьме – у світі [34, 35], потіснивши при цьому країни Європейського Союзу (табл. 1).

Таблиця 1. Топ-10 країн-виробників сої протягом 2012–2014 рр.

Країна	Виробництво, тис. т			Рейтинг		
	2012 р.	2014 р.	2014 р. / 2012 р.	2012 р.	2014 р.	2014 р. / 2012 р.
США	82055	108014	131,6	1	1	↔
Бразилія	65849	94500	143,5	2	2	↔
Аргентина	40100	56000	139,7	3	3	↔
Індія	14666	10500	71,6	4	5	↓
Парагвай	4345	8500	195,6	5	6	↓
Китай	13050	12350	94,6	6	4	↑
Канада	5086	6050	118,9	7	7	↔
Уругвай	3000	3400	113,3	8	9	↓
Болівія	2061	2700	131,0	9	10	↓
Україна	2410	3900	161,8	10	8	↑

Джерело: [35]

Збільшення виробництва сої сприяє підвищенню активності світової торгівлі і відповідає проекту Міністерства аграрної політики та продовольства України «Стратегія розвитку сільського господарства та сільських територій на 2015-2020 роки», метою якого є підвищення конкурентоздатності сільського господарства і сприяння розвитку сільських територій на сталій основі відповідно до стандартів ЄС і міжнародних стандартів [36].

### Контрольні запитання

1. В чому полягає економічна ефективність культури сої?
2. Який ареал розповсюдження сої?
3. Які проблеми в селекції сої залишаються не вирішеними до сих пір?
4. До якої родини відноситься соя?
5. Які існують підвиди сої культурної за класифікацією В. Б. Енкена?
6. Назвіть країни-лідери у виробництві сої.
7. Який валовий збір сої в Україні?

## 2. ПОСУХА ТА ЇЇ ВПЛИВ НА КУЛЬТУРУ СОЇ

В останньому десятиріччі темп приросту річної температури повітря в середньому по території України став у 1,5 рази швидшим ніж у глобальному масштабі. Різниця початкового та кінцевого значення температури за трендом у період 1901-2005 рр. зростає від 0,5 °С до 1,2 °С [37]. Внаслідок зменшення опадів, з 1970-х років кількість дуже посушливих регіонів на земній кулі збільшилася більше ніж вдвічі [38], а через глобальне потепління, яке зберігатиметься й у найближчому майбутньому [39], існують дуже великі ризики того, що кількість інтенсивних посух може збільшитися.

До посушливих районів відносять ті, в яких річна кількість опадів складає 200-400 мм і рослини відчувають нестачу вологи в той чи інший період вегетації. Але і регіони, в цілому забезпечені достатньою кількістю опадів, через їх нерівномірний розподіл також можуть страждати від посухи. Для північних районів посушливі роки особливо небезпечні, оскільки більша частина посівних площ зайнята не посухостійкими сортами [40, 41].

Відомо багато визначень поняття «посуха» и опису її типів. В агрономії це не просто дефіцит вологи в ґрунті, а кліматичне явище зі складною комбінацією дефіциту вологи, температурного стресу, суховіїв та інших абіотичних і біотичних факторів [42]. Посуху розрізняють за часом настання і тривалістю, вона може бути короткою (на початку, в середині чи в кінці вегетації) і довгостроковою (протягом всього вегетаційного періоду) та характеризуватися різним ступенем інтенсивності [43, 44]. Вона буває атмосферною та ґрунтовою.

Атмосферна посуха характеризується високою температурою й низькою вологістю повітря (10-20 %). Внаслідок чого відбувається підсилення транспірації та порушується співвідношення між надходженням і витратою води рослиною, що спричиняє її в'янення. Згубна дія підсилюється, коли атмосферна посуха супроводжується раптовими суховіями, які викликають висихання й відмирання значної частини листя, суцвіть, плодів та зерна, що формується. Внаслідок тривалої відсутності опадів та атмосферної посухи ґрунт пе-

ресихає і настає ґрунтова посуха [45], викликаючи водночас зневоднення та перегрів рослини [46, 47].

В. В. Альтергот вказує на те, що підвищена температура і нестача вологи в комплексі «посуха» діють в природі разом, зумовлюючи одна одну, в результаті утруднюється дослідження факторів у «чистому вигляді». Але можливі ситуації, коли пересихання ґрунту відбувається на фоні субоптимальних або оптимальних температур, або супероптимальна – супермаксимальна температури діють на фоні повного забезпечення рослин вологою (поле на зрошенні) [48, 49, 50]. Взаємодія ґрунтової і атмосферної посух суттєво знижують врожай, проте при їх роздільній дії вища шкодочинність від ґрунтової посухи [51, 52].

Дефіцит води та високі температури порушують в рослині практично всі процеси метаболізму і гормональний баланс, викликають зміну субклітинних структур. Ступінь порушень значною мірою залежить від стійкості рослин до спеки та посухи, а також тривалості та інтенсивності гідротермічного стресу [53].

Поняття стійкість до спеки включає в себе здатність рослин переносити дію високих температур середовища і геліостійкості, тобто стійкості до прямої сонячної радіації, якій рослина протиставляє свою адаптивну здатність, що виникла в філогенезі і проявляється у вигляді адаптації та ряду пристосувань в онтогенезі (розташування листя в просторі, зменшення їх площі, тощо) [46].

В загальне поняття посухостійкості вкладають здатність рослин витримувати сухість повітря та ґрунту [45]. Проте деякі вчені вважають посухостійкими ті рослини, які при перенесенні того чи іншого ступеню посухи дають хоча б мінімальний врожай насіння [54], а іншим, з агрономічної точки зору, такого підходу замало, і під стійкістю до посухи розуміють здатність рослин давати високий і стабільний врожай при адекватному компенсуванні затрат на вирощування [55]. Це визначення співпадає з думками Е. Ф. Вотчала [56], який ще у 1928 р. показав, що оцінка селекційного матеріалу повинна проводитися не на посухостійкість, а на посуховрожайність. Однак, В. А. Крупнов відмічає, що «...на дефіцит вологи негативно реагують будь-які сорти (в тому числі «посухостійкі»), і у

кожного з них нестача води обмежує продуктивність, тобто у всіх випадках ведеться мова про пом'якшення негативного впливу дефіциту води на врожай. Тому більш коректно говорити про «витривалість до посухи» (або «толерантність до посухи»), а не «стійкість до посухи», але в нашій країні широко використовується останній термін або ще більш невизначений «посуховрожайність»...» [42, С. 12]. Саратовський селекціонер Л. Г. Ільїна [57] використовує термін «посухостійкість», розуміючи під ним врожайність повноцінного зерна в посушливих умовах, і наголошує, що це поняття більш складне, ніж просто уява про фізіологічну стійкість. А. Б. Дьяков [58] доповнив дане визначення і підкреслив, що такий агрономічний критерій посухостійкості проявляється лише в оцінках урожайності з одиниці площі посіву і визначається він ступенем ефективності використання води на одиницю урожаю з корисної площі.

Н. А. Максимов ще в 1926 р. відмічав, що селекціонер повинен намагатися підбирати рослини з такими особливостями організації, які нададуть їм можливість з найменшою шкідливістю для себе переносити глибоку ґрунтову та атмосферну посуху. Лише ці форми будуть дійсно посухостійкими, і лише їх анатомічні та фізіологічні особливості вправі розглядатись як націлені на боротьбу з посухою [59]. Дане визначення на нашу думку найвлучніше, оскільки поєднує у собі все вищезазначене.

Думки вчених щодо посухостійкості сої досить різняться. Деякі науковці вважають її дуже посухостійкою, завдяки опушенню та гарно розвиненій кореневій системі [60, 61, 22], інші відносять її до середньопосухостійких культур, бо вона легше, порівняно з іншими, переносить тимчасову ґрунтову посуху [63, 64]. В. Б. Енкен, на підставі багаторічних досліджень, погоджується з цим, проте виділяє критичний до вологи період – формування насіння [65]. Є і такі, хто називає сою доволі вологолюбною культурою [66, 67, 68, 69, 70, 71].

Наразі, більшість авторів відмічають, що соя – це культура з диференційованою потребою у воді, вона має підвищені вимоги до забезпечення вологою, але в різній кількості протягом свого онтогенезу. Для набрякання насіння потрібна висока вологість ґрунту, тому що воно поглинає 150 % води до маси сухого насіння. Від сходів

до цвітіння дана культура відносно посухостійка, а починаючи з цвітіння потреба у волозі різко збільшується, бо відбувається формування листостеблової маси. Найбільш інтенсивне водоспоживання відзначається в генеративні фази: цвітіння-формування бобів і налив насіння. За цей період соя споживає 60-70 сумарного використання води за вегетацію. На формування врожаю соя використовує значно більше води, ніж зернові колосові культури. Коефіцієнт транспірації коливається від 400 до 1000. Оптимальна вологість ґрунту в період вегетації повинна бути не нижче 70-80, а на момент дозрівання – 60 % від найменшої вологоємності [72, 73, 74].

По відношенню до тепла соя доволі теплолюбна культура. Оптимальна температура під час вегетаційного росту 18-22 °С, комфортна температура для формування репродуктивних органів – 22-24 °С, цвітіння – 25-27 °С, формування бобів – 20-22 °С і дозрівання – 18-20 °С [75]. Проте, підвищення середньодобової температури на початку вегетації до 24-25 °С призводить до деякого зниження ростових процесів, а температура 35-37 °С негативно впливає на ріст і розвиток рослини в цілому та утворення азотфіксуючих бульбочок. [76]. Особливо соя потерпає від повітряних посух в період цвітіння і утворення бобів. При дуже низькій вологості в цей період на рослинах не утворюються нові боби та відбувається скидання сформованих, що дуже негативно відбивається на їх продуктивності [52, 73, 77].

### **Контрольні запитання**

1. Яка існує основна загроза для розвитку сільського господарства у світі?
2. Який критерій визнання посушливої зони?
3. Що означає поняття «посуха»?
4. Назвіть види посухи.
5. До чого призводить дефіцит вологи при вирощуванні сої?
6. Дайте пояснення поняттю «стійкість рослин до спеки».
7. Як визначається критерій посухостійкості?
8. В який період онтогенезу рослини сої найбільш чутливі до дефіциту вологи в ґрунті та повітрі?
9. Яка температура навколишнього середовища більш сприятлива для сої?

### 3. ФІЗІОЛОГІЧНІ РЕАКЦІЇ РОСЛИН НА ВОДНИЙ ДЕФІЦИТ ТА ВИСОКІ ТЕМПЕРАТУРИ

На дефіцит води рослини реагують на рівні клітин, організму і популяції. Водний дефіцит на клітинному рівні призводить до зменшення вмісту вільної води і перерозподілу форм зв'язаної води, що впливає на функціонування білків-ферментів, збільшує проникність плазмалеми [78]. Тривале в'янення пригнічує синтетичні процеси і активує гідролітичні. В результаті в клітинах накопичуються низькомолекулярні білки, розчинні вуглеводи, тобто осмотичні активні речовини, що призводить до підвищення їх концентрації в клітинному соку. Через пригнічення синтезу, активації рибонуклеази і розпаду полірибосом зменшується вміст РНК і білка, а в умовах дуже тривалої посухи можливе зниження кількості ДНК [46, 79].

При глибокому зневодненні відбувається закриття продихів і припинення доступу  $\text{CO}_2$ , порушення синтезу хлорофілів, відокремлення транспорту електронів і фотофосфорелювання, пригнічення фотохімічних реакцій та реакцій відновлення  $\text{CO}_2$ , порушення структури хлоропластів, відтоку асимілянтів з листя, внаслідок цього знижується інтенсивність фотосинтезу. Знижується і енергетична ефективність дихання, хоча його інтенсивність може підвищуватися: не утворюються макроенергетичні зв'язки АТФ, які дають енергію для процесів синтезу. При водному дефіциті швидко гальмується клітинний поділ, а особливо розтягнення клітин, тому відбувається затримка росту всієї рослини [80, 81].

Реакція рослин на високу температуру тісно пов'язана з водним режимом, вона також включає багато обмінних процесів в тому числі активність ізоферментів, енергетичний обмін і т. д. Висока температура викликає зміну структури клітинних мембран, розпад білково-ліпідного комплексу [82]. Зазнає деструкції хроматин ядра [83], денатурують і розпадаються нуклеїнові кислоти [84]. У нестійких форм гідроліз білків, наприклад, може дійти до аміаку, який викликає отруєння і загибель рослини [46, 50].

Тобто, вищезазначені незворотні процеси призводять до загибелі рослин через пригнічення процесів синтезу, отруєння токсичними продуктами обміну: перекисами, альдегідами, аміаком та іншими продуктами саморозпаду [85, 86, 87].

В. Ф. Альтерготт відмічав, що формування жаростійких рослин відбувається при чергуванні процесів порушення обміну та деструкції під впливом екстремальних температур і відновлення цих порушень, яке призводить до підвищення стійкості. Відбувається своєрідна «адаптація» до високих температур. Здатність рослинного організму протистояти, чинити опір і певною мірою відновлювати фізіологічні функції при дії високих температур називається термо-резистентністю. Проте, ця зворотність спостерігається лише при мінімальних порушеннях структур і пов'язана в основному з запасними речовинами клітини, а не з цитоплазматичними мембранами. Більш глибокі порушення не викликають справжньої репарації [88].

Захисно-приспосувальні механізми, надають рослинам можливість протистояти зневодненню або переносити водний дефіцит і високі температури, можуть діяти на всіх рівнях їх організації. Механізми стійкості до водного стресу зазвичай поділяють на механізми уникнення стресу, які забезпечують нормальну оводненість рослинних тканин, і механізми толерантності, які дозволяють переносити стрес [82].

Особливе значення у забезпеченні високого водного потенціалу має осмотична регуляція, яку багато вчених відносять до механізмів толерантності. Як осморегулятори, які накопичуються за рахунок асиміляції виступають цукри і амінокислоти. Велике значення вільного проліну, вміст якого дуже зростає за посухи. Він перешкоджає розвитку осмотичного шоку, так як підтримує високий ступінь гідратації біополімерів. Накопичення вільного проліну, низькомолекулярних гідрофільних білків і моноцукрів забезпечує водозатримуючу здатність цитоплазми клітин [89, 90]. Завдяки осмотичній регуляції у рослин в умовах посухи зберігається тургор, а відповідно, і можливість нормального росту, діяльність прорихів, висока інтенсивність фотосинтетичних та інших процесів. Рівень ос-

морегуляції при стресових діях видо- і сортоспецифічний. При жорстких посухах значення осморегуляції для формування стійкості знижується [82].

Механізми толерантності забезпечують рослинам виживання і ріст при низькому водозабезпеченні. Вони набувають особливого значення в аридних зонах при екстремально виражених несприятливих факторах, коли в ґрунті немає доступних запасів вологи, а водоутримуюча здатність тканин не може захистити рослину від зневоднення [46, 91].

В ряді наукових робіт відмічено, що в процесі адаптації відбувається зміна структури мембран і підвищення їх міцності [92, 93, 94, 95]. Це сприяє більш інтенсивному обміну і обумовлює неспецифічну реакцію (стимуляційний ефект). Деякі зі змінених якостей призводять до специфічного підвищення здатності рослини переносити зневоднення (більша стабільність мембран і більша еластичність цитоплазми), інші неспецифічні умови, наприклад, підвищений обмін, ведуть до збільшення метаболічної води і дихання в період посухи. Підвищена в'язкість цитоплазми не відіграє значної ролі в перенесенні зневоднення, але є важливим фактором підвищення жаростійкості [96, 97]. Збільшення в'язкості цитоплазми за допомогою двохвалентних катіонів сприяє підвищенню жаростійкості, а під впливом солей органічних кислот призводить до її падіння [46, 98].

До неспецифічних реакцій формування стійкості рослин до несприятливих абіотичних чинників відносять фітогормони [97, 99, 100, 101]. Однотипний характер змін ендогенних АБК (абсцизова кислота) і ауксинів в початковий період дії різних стрес-факторів дозволяє припускати їх активну участь у ранньому етапі процесу адаптації. АБК здатна впливати на експресію генетичних програм в клітинах і пригнічувати синтез мРНК та відповідних білків, характерних для нормальних умов, і одночасно з цим індукувати роботу генів, що контролюють синтез білків і мають значення у формуванні підвищеної стійкості [97, 102, 103].

Доказом цього є синтез великого набору білків з нез'ясованою доки функцією при нестачі води. При нормальному водопостачанні вони відсутні в листі, але нестача води викликає накопичення в листі АБК, яка індукує синтез білків зневоднення (тому їх називають білками відповіді на АБК). Ці білки і їх гени пильно вивчають, щоб зрозуміти механізм стійкості клітин до зневоднення [104].

Зміна балансу фітогормонів у бік зниження рівня стимуляторів і накопичення інгібіторів (АБК) в пізніші періоди адаптації також має важливе значення, оскільки призводить до гальмування ростових процесів, в результаті чого енергетичні і пластичні ресурси не витрачаються на зростання, а спрямовуються на підтримку структур клітини в нових, несприятливих для життєдіяльності рослин умовах [97, 102].

Механізми захисту рослин від дії високих температур поділяють на дві групи: інтенсивна транспірація та кутикулярний восковий наліт, який обумовлює відбивання променів світла в інфрачервоній частині спектра [53]. Крім цього, перенесенню високих температур сприяє висока термостабільність білків та ферментів. Наразі відомо, що зміна складу електрофоретичних спектрів ферментів в насінні сої залежно від погодних умов вирощування є показником міри стресової дії і характеризує високу адаптивність сої до умов вирощування, а зміна кількісного складу форм ферментів свідчить про якісну стратегію біохімічної адаптації рослин [105, 106, 107]. Рослинна система захисту від окислювальної деструкції, представлена ферментами-детоксикаторами (каталаза, пероксидаза, супероксиддисмутаза) і низькомолекулярними антиоксидантами, такими як  $\alpha$ -токоферол, аскорбінова кислота, каротиноїди, флавоноїди та ін. [108, 109].

Т. П. Хайруліна [106] відмічає, що перезволоження ґрунту призводить до зниження кількості низькомолекулярних антиоксидантів в листі і насінні сої, а короткочасна дія високих плюсових температур (впродовж 2 годин) на рослини сприяє зростанню їх активності, тривала ж дія теплового шоку (+ 45 °С 12 годин) призводить до інактивації ферментів. Найбільша чутливість сої до дії теп-

лового шоку у фазі цвітіння. Вона встановила, що накопичення аскорбінової кислоти і каротину в листі сої залежить від тривалості дії високих плюсових температур, фази розвитку рослини і генотипу. Максимальна кількість низькомолекулярних антиоксидантів відмічена у *G. soja* у фазі формування бобів, у *G. max* – у фазі цвітіння.

В останні роки у формуванні терморезистентності встановлена особлива роль так званих білків теплового шоку (БТШ), які синтезуються в результаті підвищення активності певних генів у відповідь на дію високої температури з одночасним послабленням синтезу звичайних білків. [110, 111, 112]. Синтез цих специфічних білків у цитоплазмі виявляється вже через 10-15 хв. після початку нагріву, що свідчить про швидку зміну синтезу РНК, а саме про створення специфічної мРНК, яка здатна транслювати кілька поліпептидів [113]. Синтезовані протеїни відносяться до п'яти основних класів: hsp 110, hsp 90 (80-95 kD), hsp 70 (63-68 kD), hsp 60 (53-62 kD) і низькомолекулярні hsp (14-30 kD) [104]. Включення генів БТШ при високій температурі визначається регуляторними елементами генів БТШ (РЕ БТШ), тобто специфічними нуклеотидними послідовностями ДНК в промоторній (регуляторній) зоні цих генів. РЕ схожі у генів різних представників БТШ і мають високу гомологію в усіх еукаріот [104]. Синтез БТШ при температурі 37-45 °С здійснюється за принципом пороговості і часовий діапазон знаходиться в залежності від інтенсивності прогріву. Максимальний вміст БТШ у клітині корелює з підвищенням теплостійкості ростових процесів і плазмалеми клітин [46, 114]. Мабуть, БТШ складають основу індукованої теплостійкості і виконують, таким чином, важливі захисні функції, і крім того, мають в клітинах не лише регуляторне значення, а й структурне.

Синтез стресових білків співпадає із зміною інших фізіологічних функцій рослинної клітини. При переході із толерантної зони клітина починає функціонувати як єдина система і цей перехід на новий рівень життєдіяльності здійснюється кооперативно. Коли дія стресора виходить за межі толерантної зони, то для збереження гомеостазу необхідно підключення багатьох механізмів. [115, 116].

Таким чином, захисні реакції рослин на негативну дію посухи індукуються за участю багатьох систем клітини. Первинну реакцію на дефіцит води формують сигнальні системи, які передають інформацію від кореня до пагона та водночас перемикають усі системи у напрямку зменшення втрат води, захисту компартментів від надлишку окиснених сполук, підтримання тургорного та водного потенціалів, зниження витрат енергії, функціонування рослинного організму в нових умовах. Реакція рослин на підвищену температуру викликає зворотні пошкодження в період її дії та післядії в різних режимах на окремий вегетативний орган, цілком на рослину або її частину. У захисній відповіді рослин на посуху задіяні еволюційно сформовані системи та механізми, які забезпечують адаптацію, стабілізацію та виживання рослин за дефіциту води у середовищі [103, 117, 118].

### **Контрольні запитання**

1. До чого призводить водний дефіцит на клітинному рівні?
2. Поясніть реакцію рослин сої на високу температуру навколишнього середовища.
3. Поясніть поняття «механізм стійкості до водного стресу» та «механізм толерантності».
4. Що таке осмотична регуляція?
5. Які зміни відбуваються на клітинному рівні рослин в процесі їх адаптації до спеки та посухи?
6. До чого призводить підвищення в'язкості цитоплазми?
7. Яка роль і значення білків у механізмі стійкості клітин до зневоднення?

#### **4. ПОЛЬОВІ ТА ВЕГЕТАЦІЙНІ МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ СТІЙКОСТІ ЗРАЗКІВ СОЇ ДО СПЕКИ ТА ПОСУХИ**

Проблема оцінки та виділення стійких до спеки та посухи форм рослин на теренах нашої країни була піднята наприкінці 20-х на початку 30-х років минулого століття. На базі досліджень з фундаментальних питань жаро- і посухостійкості виникла можливість розробки прямих і непрямих методів їх діагностування в практиці народного господарства для агротехнічних і селекційних цілей [79].

До прямих методів визначення посухостійкості рослин відносять метод в'янення И. И. Туманова [119] – рослини вирощують у вегетаційних горщиках, у певні фази розвитку полив припиняють, а після початку відмирання листя знов відновлюють і продовжують до кінця вегетації. Посухостійкість визначають порівнянням врожаю контрольних та дослідних рослин. Недолік використання даного методу – нівелювання ролі кореневої системи, глибини її залягання та розгалуженості.

З розвитком інженерних технологій та потреб наукових досліджень, були спроектовані суховійні камери, які надають змогу створювати умови природного суховію та випробовувати рослини на стійкість. За допомогою цього методу висвітлено багато питань в галузі фізіології, генетики та селекції, зокрема у вивченні стресових факторів і їх дії на рослини [91]. Нажаль, на сьогодні, з різних причин, майже не залишилось таких функціонуючих установок.

Як і багато років тому, найбільш надійним методом оцінки посухостійкості залишається польовий метод випробовування рослин безпосередньо в природних умовах. За допомогою нього И. А. Стефановський [120, 121, 122] дав характеристику посухостійкості близько ста сортів пшениці і зробив важливі висновки щодо посухостійкості, які мають загальне значення, Н. Л. Удольська [123] виділила два біотиби стійкості до посух у ярої пшениці, а Е. И. Нестерова [124] підтвердила даний факт. Однак застосування цього методу потребує багаторічних спостережень і може бути здійснено лише в умовах посухи, яка буває не кожного року.

Тому більш доцільним і досить ефективним вважають метод «посушника», запропонований Л. С. Литвиновим [125], коли оцінювання зразків на посухостійкість проводять за допомогою споруджених «посушників». Для цього обкопують невелику ділянку канавою та роблять дерев'яний або металевий каркас, на якому закріплюють брезент або плівку. У суху погоду покриття знімають, перед дощем знову закріплюють на каркасі. У «посушнику» поступово виникає ґрунтова посуха і рослини перебувають в умовах природної посухи. Цей метод через велику трудомісткість, громіздкість і невисоку пропускну здатність не набув широкого використання в свій час, але, наразі, в нових модифікаціях він відіграє важливу роль в селекційних програмах [126, 127, 128]. Зокрема, одна з модифікацій цього методу була використана у наших дослідженнях з визначення ступеню посухостійкості сучасного сортименту сої до спеки та посухи [129-133].

#### **4.1 Закономірності формування продуктивності вихідного матеріалу сої в умовах природного та штучного фонів**

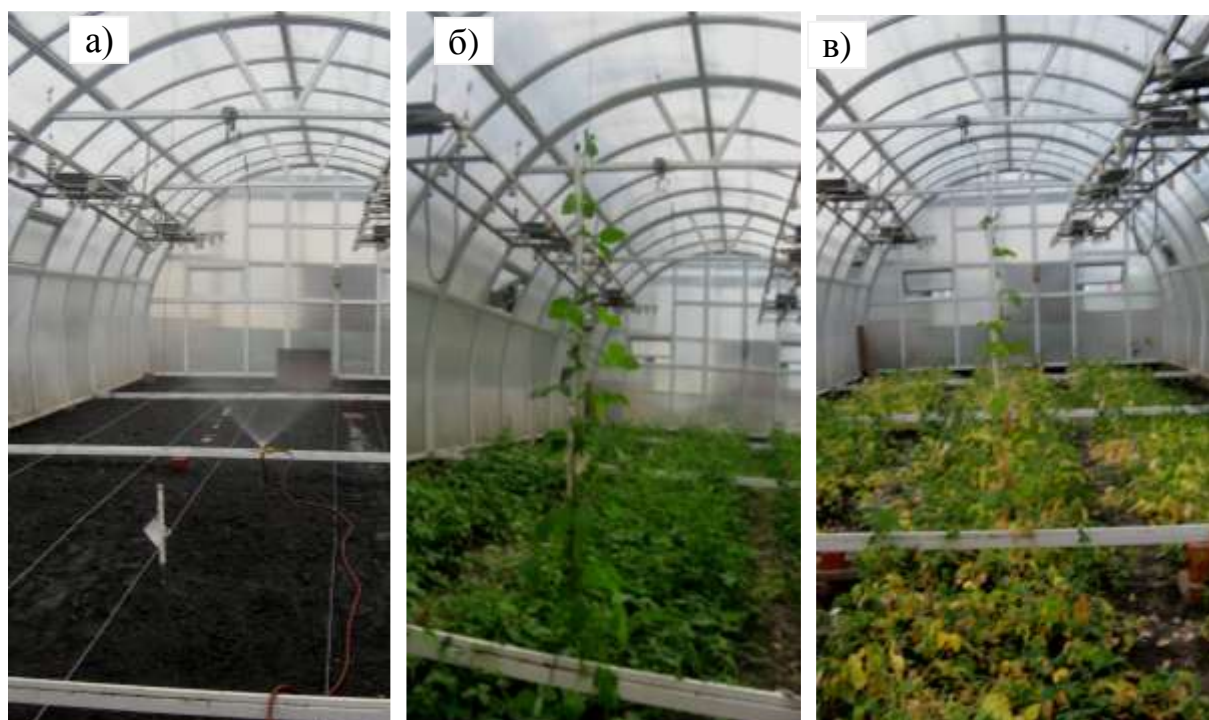
Загально відомо, що ефективність селекції визначається цінністю вихідного матеріалу, проте, не слід забувати, що односторонній відбір на високу врожайність в комфортних умовах нерідко призводить до зниження екологічної стійкості [134, 135], а при селекції на стійкість до абіотичних стресів знижується як середня врожайність, так і продуктивність у кращих умовах [136]. Тому, виділення цінних форм ми проводили за показниками продуктивності, які були отримані на різних екологічних фонах.

Різні умови вирощування моделювали шляхом висіву дослідних зразків у природних польових умовах та штучно створеному посушнику без доступу вологи та підвищеною температурою повітря (рис. 1.).

Контролем слугували польові дослідження які проводили в умовах східної частини Лісостепу України в селекційній сівозміні Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН згідно з загальноп-

рийнятою методикою польового експерименту [137] та урахуванням зональних особливостей вирощування сої.

Розміри ділянки в польовому досліді – 1 м<sup>2</sup>, в посушнику – 1 рядок (10 рослин). Посів здійснювали ручною сівалкою рядковим способом. Повторність триразова. Збирання врожаю проводили при повній стиглості зерна вручну.



**Рис. 1. Проведення вегетаційно-польового досліді у посушнику**  
(Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН)

Примітка. а) вологозарядий полив; б) фаза формування-наливу бобів; в) початок фази дозрівання бобів.

Стійкість до спеки та посухи визначали за співвідношенням середньої продуктивності сорту за роки досліджень до стандарту (St), отриманої в умовах посушника: < 75 % – дуже низька; 76-95 % – низька; 96 – 115 % – середня; 116-135 % – висока; > 135 % – дуже висока [138].

Матеріалом експерименту були 83 зразки сої української та зарубіжної селекції з різною генетичною плазмою, трьох груп стиглості: ультраскоростиглі (до 90 діб) – 13 шт; ранньостиглі (91-110 діб) – 58 шт; середньостиглі (111-130 діб) – 12 шт.

За результатами фенологічних спостережень та структурного аналізу висіяних зразків з'ясовано, що під дією підвищених температур і нестачі вологи рослини швидше проходять всі фенологічні фази розвитку, внаслідок чого відбувається скорочення вегетаційного періоду зразків, порівняно з контролем, від 2 до 35 днів. В стресових умовах зростає абортівність бобів та відповідно зменшується кількість продуктивних бобів (з 22 шт. до 5 шт.) і насіння в бобах та в цілому з рослини (з 45 шт. до 5 шт.), що безпосередньо позначається на формуванні продуктивності рослин сої.

За допомогою отриманих даних продуктивності зразків на провокаційному фоні «посушник» серед досліджуваного матеріалу ультраскоростиглої групи було виділено високостійкий до спеки і посухи сорт Галі з величиною продуктивності 136% до St, та стійкий сорт Соер 345, з продуктивністю 120% до St (табл. 2).

**Таблиця 2. Вихідний матеріал для селекційних програм при підвищенні стійкості до спеки та посухи сортів сої**  
(Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН)

Зразок	Продуктивність, г/рослину								Коефіцієнт посухостійкості, %
	дослід				контроль				
	2012 р.	2013 р.	$\bar{x}$	$\pm$ до St	2012 р.	2013 р.	$\bar{x}$	$\pm$ до St	
<b>Ультраскоростиглі сорти</b>									
Аннушка St	1,33	0,76	1,04	–	5,59	3,85	4,72	–	–
Галі <sup>.***</sup>	1,61	1,24	1,42	+ 0,38	7,02	6,31	6,67	+ 1,95	136
Соер 345 <sup>*</sup>	0,93	1,57	1,25	+ 0,21	5,07	5,63	5,35	+ 0,63	120
НІР <sub>0,05</sub>	0,10	0,10	–	–	0,52	0,27	–	–	–
<b>Ранньостиглі сорти</b>									
Устя St	1,13	1,29	1,21	–	6,49	6,44	6,47	–	–
Сонячна <sup>*</sup>	1,64	1,36	1,50	+ 0,28	7,58	5,81	6,70	+ 0,23	124
Припять <sup>*</sup>	0,92	1,90	1,41	+ 0,20	5,58	5,63	5,61	- 0,86	116
Донская	1,78	0,98	1,38	+ 0,17	7,78	8,00	7,89	+ 1,43	114
Спрінт	1,52	1,22	1,37	+ 0,16	7,36	6,19	6,78	+ 0,31	113
НІР <sub>0,05</sub>	0,13	0,12	–	–	0,55	0,48	–	–	–
<b>Середньостиглі сорти</b>									
Аркадія одеська St	1,43	1,05	1,24	–	8,01	5,83	6,92	–	–
УІР 021752	1,40	1,21	1,31	+ 0,07	8,55	5,97	7,26	+ 0,34	105
НІР <sub>0,05</sub>	0,13	0,13	–	–	0,46	0,52	–	–	–

Примітка. \* – стійкий до спеки та посухи, \*\* – високостійкий до спеки та посухи

Встановлено, що два зразки характеризуються середнім ступенем прояву досліджуваної ознаки ознаки (F 50 R/W, Янкан); 5 – низьким і 3 – дуже низьким.

У групі ранньостиглих виділили два стійких сорти: Сонячна, з величиною продуктивності 124 % відносно стандарту та Припять – 116 % відповідно, 18 зразків – середньостійких (Донская, Спрінт, Л 52-13, Ларіса, Л 101, Білосніжка, Gaillard, Спритна, Emerson, Антрацит, Аліса, Танаїс, Самер 2, Байка, Labrador, Гера, Merlin, Karikachi); 20 – з низькою стійкістю до спеки та посухи, а решта (17) мали дуже низький ступінь прояву досліджуваної ознаки.

Серед зразків приналежних до середньої групи стиглості не вдалося виявити жодного зразка з дуже високим чи високим ступенем вираження досліджуваної ознаки, проте слід відзначити УІР 021752 (СНН), який за два роки вирощування мав надбавку середньої продуктивності до стандарту як у посушнику, так і в полі (див. табл. 2).

Встановлено, що не всі сорти, які переважали стандарт у посушнику, мали такі ж показники і в природних умовах. Наприклад, Припять, Самер 2, Emerson, в польових умовах характеризуються меншою середньою продуктивністю за два роки, але вона відрізняється стабільністю по роках, що узгоджується з даними авторів сорту Припять [139].

Встановлено, що деякі сорти (Соер 345, Припять, Gaillard, Рента) в жорстких умовах посушника характеризувалися більшою врожайністю у 2013 р. Це дозволяє припустити, що вони більш посухостійкі, але погано переносять різкі зміни високих температур, які були наявні у 2012 р. в період цвітіння-формування бобів та негативно впливали на формування і налив бобів. У 2013 р. завдяки відсутності різких коливань, рослини пройшли відповідне загартування і реалізували свій потенціал у складніших температурних умовах.

Отже, при застосуванні метода «посушника», нам вдалося установити ступінь стійкості до спеки та посухи у поєднанні з цінними господарськими ознаками 83 зразків сої з 15 країн світу. На підставі чого сформовано та зареєстровано в Національному центрі генетичних ресурсів рослин України (НЦГРРУ) робочу колекцію за стійкістю до посухи та спеки [140] за 10 ознаками і 96 рівнями їх

прояву. Отримані дані поповнили інформаційну базу колекції генетичного банку сої, що становить національне надбання України.

Разом з цим виділили сім цінних форм сої за продуктивністю (див. табл. 2), які рекомендуємо до залучення у селекційні програми при створенні нових високопродуктивних, стійких до спеки та посухи сортів сої, чотири з яких (найбільш посухостійких: Галі, Соер 345, Припять, Сонячна) зареєстровано в НЦГРРУ [141-144]. Виділені зразки мають різну тривалість вегетаційного періоду, та відносяться до трьох груп стиглості: ультраскоростиглої (Галі, Соер 345); ранньостиглої (Сонячна, Припять, Донская, Спрінт) та середньостиглої (УИР 021752), що сприяє подовженню періоду цвітіння вихідного матеріалу та кращому підбору батьківських пар при класичних методах гібридизації.

Однак, на відміну від попередніх дослідників [125, 126, 127, 128], ми з'ясували, що метод «посушника» надає можливість проведення розподілу зразків не лише за величиною їх продуктивності та морфологічною структурою, а й за типом формування цінних господарських ознак насінневої продуктивності та накопиченням білка та олії в насінні сої залежно від умов вирощування.

#### **4.2 Формування цінних господарських ознак насінневої продуктивності сої залежно від умов вирощування**

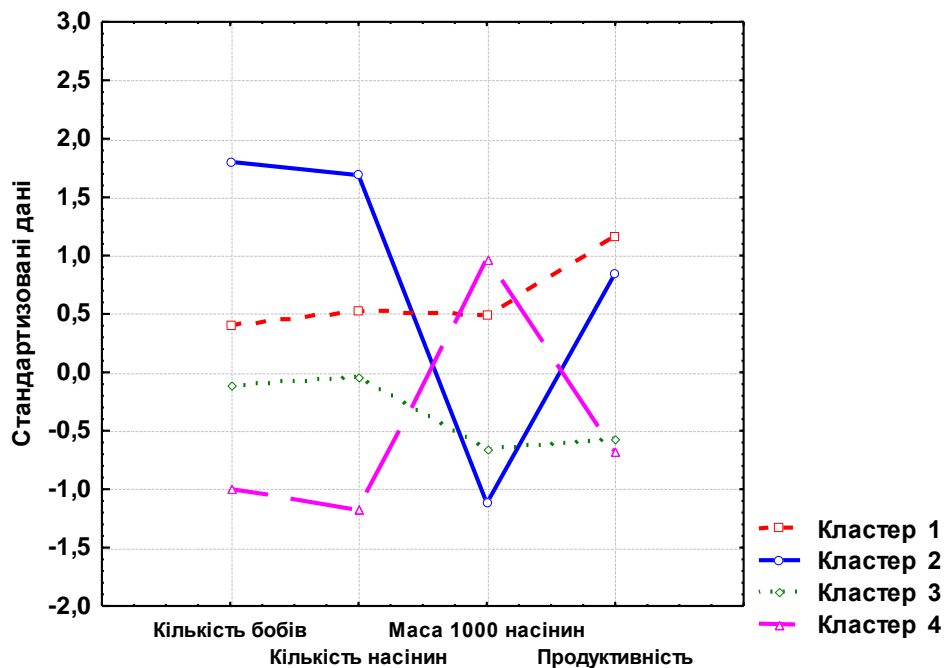
Порівняльний аналіз продуктивності одного і того ж набору сортів у контрастних умовах вирощування показав, що вона варіює в залежності від року дослідження та умов онтогенетичного розвитку рослин.

Для визначення типу формування продуктивності зразків ми провели їх кластеризацію методом k-середніх з використанням програмного забезпечення «Статистика 6.0», яка дозволила розподілити випробувані зразки на чотири кластери в залежності від рівня прояву продуктивності. Криві графіків показують залежність величини продуктивності сорту від величин її складових: кількості бобів, кількості насінин та маси 1000 насінин (рис. 2-4).

Як і очікувалося, формування продуктивності кожного кластеру в посушнику були дуже схожі, що пояснюється контролем мі-

кроклімату в обидва роки експерименту. В польових умовах типи формування продуктивності залежно від рівня прояву ознаки різнилися як від результатів, які були отримані в умовах посушника, так і між собою.

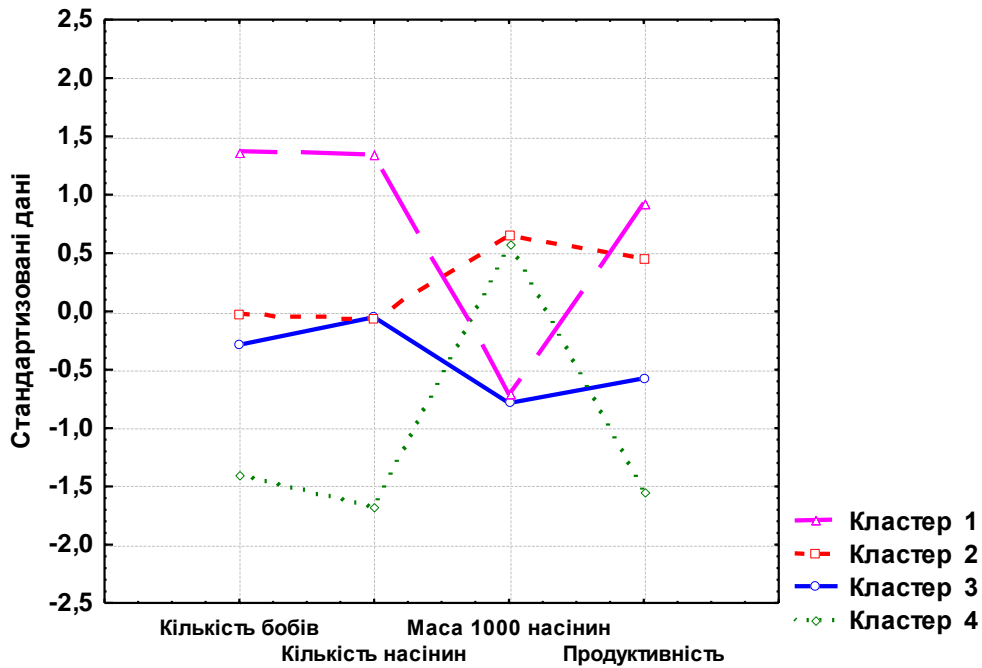
В польових умовах 2012 р. висока продуктивність (перший кластер) була зчеплена з високою масою 1000 насінин на фоні середніх показників кількості бобів і насіння в них (рис. 2).



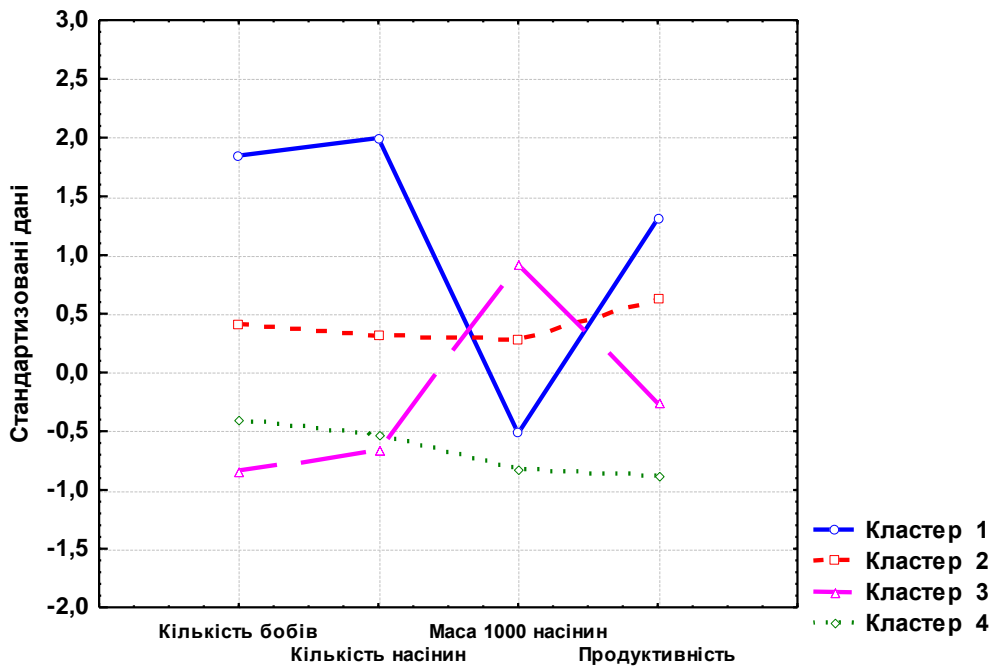
**Рис. 2 Насіннєва продуктивність зразків сої та її елементи в польових умовах, 2012 р.**

Проте у 2013 р. крива, що відображає формування продуктивності у першого кластера в польовому досліді (рис. 3), була ідентична лінії першого кластера на графіку з даними по посушнику (рис. 4), де висока продуктивність формувалася завдяки кількості бобів і насіння на фоні невисоких показників маси 1000 насінин.

Продуктивність сортів сої віднесених до другого кластера в умовах посушника була сформована завдяки середнім показникам усіх складових, а в природних умовах в 2012 р. – збільшеній кількості насіння та бобів при низькій масі 1000 насінин, у 2013 р. – високій масі 1000 насінин та середній кількості бобів і насіння з рослини.



**Рис. 3 Насіннєва продуктивність зразків сої та її елементи в польових умовах, 2013 р.**



**Рис. 4 Насіннєва продуктивність зразків сої та її елементи в посушнику, середнє 2012-2013 рр.**

Сортам з продуктивністю третього кластеру в посушнику, була властива висока маса 1000 насінин та зменшення кількості бобів водночас, а в польових умовах, в обидва роки дослідження, зразки виріз-

нялися невисокою масою 1000 насінин і середніми величинами показників кількості бобів і насіння.

В четвертий кластер увійшли сорти з найнижчою продуктивністю. У посушнику цей кластер формувався завдяки найменшій кількості бобів і насіння серед зразків досліджуваної вибірки та невисокій масі 1000 насінин, в польових умовах навпаки показник маси 1000 насінин був високим, проте – найнижчі значення кількості бобів і насіння.

Аналізуючи отримані результати можна констатувати, що під впливом стресових факторів таких як посуха, або навпаки частих зливових опадів у період цвітіння-формування бобів, які спостерігали у польових умовах 2013 р., найвища продуктивність формується завдяки великій кількості бобів і насіння на фоні невисоких показників маси 1000 насінин. Тоді як в польових умовах 2012 р. найвища продуктивність була поєднана з високою масою 1000 насінин на фоні середніх показників кількості бобів і насіння в них, проте другий високопродуктивний кластер має тотожну криву з першим кластером посушника та 2013 р. На основі чого можна зробити висновок, що як вихідний матеріал в селекційних програмах на підвищення продуктивності, зокрема в умовах посухи, слід підбирати сорти сої, які формують велику кількість бобів і вирізняються високою виповненістю. Маса 1000 насінин, має важливе значення у формуванні продуктивності культури сої, але в умовах посухи не є вирішальним фактором.

Порівнюючи наповнення кластерів, можна виділити стабільні сорти: Сонячна та Спрінт (UKR), які не змінювали тип формування продуктивності і в обидва роки досліджень в посушнику і в природних польових умовах 2013 р. входили в перший, найбільш продуктивний кластер, а у польових умовах 2012 р. відповідно до високопродуктивного другого кластеру та лабільні: Галі, F 50 R/W, Labrador, Донская, Байка, Фея, Спритна, Аркадія Одеська, УИР 21752, які змінюють тип формування продуктивності залежно від умов вирощування, однак залишаються при цьому високопродуктивними [130, 145, 146].

Отримані результати можуть бути використані при вирішенні теоретичних проблем прояву, формування та контролю такої складної комплексної ознаки як продуктивність, а також у прикладних

селекційних програмах при створенні високопродуктивних посухостійких сортів сої.

### **4.3 Формування біохімічних показників якості насіння сої залежно від умов вирощування**

Цінність культури сої, насамперед, полягає у хімічному складі насіння. У ньому міститься: 35-45 % високоякісного за амінокислотним складом, розчинністю та засвоюваністю білка; 17-25 % повноцінної рослинної олії, придатної для використання на харчові, кормові та технічні потреби; 20-30 % вуглеводних сполук, у тому числі 10-12 % розчинного цукру, 5-6 % зольних мінеральних макро- і мікроелементів, 12 основних вітамінів і вітаміноподібних сполук [147].

Білок і олія сої незамінні і придатні для використання в харчовій і кормовій промисловостях. Соевий протеїн складається з 85-90 % водорозчинних фракцій альбумінів і глобулінів, що полегшує його засвоєння. За амінокислотним складом він схожий з білками тваринного походження [148]. В ньому містяться всі незамінні амінокислоти, особливо він багатий на лейцин (7,1 %), лізин (5,9 %), валін та ізолейцин (по 4,5 %), фенілаланін (4,1), треонін (3,4 %). Високоякісна за жирнокислотним складом олія засвоюється організмом на 98 %. В ній міститься незначна (11-15 %) кількість насичених (пальмітинової і стеаринової) жирних кислот; висока (50-55 %) – найціннішої ненасиченої кислоти – лінолевої; помірна (20-30 %) – легкозасвоюваної – олеїнової і низька (6-12 %) – ліноленової кислоти [149].

Від клімату та умов вирощування багато в чому залежить утворення і накопичення біохімічних речовин [9, 19]. Загальновідомо, що існує зворотна кореляція між ознаками продуктивності і високого вмісту білка. Дані дослідників показують, що максимальний прояв складних зв'язків між ознаками високого накопичення олії, вмісту білка та іншими характеристиками рослин можливе лише у вологі роки, сприятливі для росту і розвитку сої, та індивідуальний для кожного генотипу [150, 151]. При цьому модифікаційна мінливість ознаки дуже велика. Вміст білка і олії в насінні сої

корелює від  $r = -0,25$  до  $r = -0,93$  [152], а вплив факторів середовища часто перекриває міжсортіві відмінності [151].

#### 4.3.1 Залежність накопичення білка в насінні сої від факторів навколишнього середовища

Вміст білка в насінні сої визначали хімічним методом К'ельдаля [153] та за результатами аналізу зразки, вирощені як у природних так і у стресових умовах, щорічно диференціювали на 4 класи: 1) з низьким вмістом –  $< 35,0$ ; 2) середнім –  $35,1-40,0$  %; 3) високим –  $40,1-45,0$  %; 4) дуже високим –  $> 45,1$  %.

За роки досліджень коефіцієнт варіації вмісту білка в насінні коливався від 11 до 20 %, що вказує на велику модифікаційну мінливість цієї ознаки та підтверджує інформацію з літературних джерел [151, 152]. Проте, наші результати дещо різняться з даними дослідників, які вказують, що максимальний прояв складних зв'язків між ознаками високого вмісту білка та іншими характеристиками рослини можливе лише у вологі роки.

Середні показники вмісту білка у польових умовах 2012 р. сягали позначки 38,0 %, тоді як у 2013 – лише 32,9 %, причому, в розрізі груп стиглості ми спостерігали кардинально різні типи накопичення білку в залежності від умов середовища (табл. 3): в 2012 р. – поступове, величина ознаки була прямо пропорційною тривалості вегетаційного періоду (ультраскоростиглі форми в середньому

Таблиця 3. Накопичення білка в насінні сої залежно від групи стиглості (Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН)

Група стиглості	Умови вирощування											
	природні (польові)						штучні (посушник)					
	2012 р.			2013 р.			2012 р.			2013 р.		
	min	max	$\bar{x}$	min	max	$\bar{x}$	min	max	$\bar{x}$	min	max	$\bar{x}$
Ультраскоростиглі	34,4	40,9	37,6	30,86	40,57	34,9	37,6	48,8	40,9	36,3	45,6	39,6
Ранньостиглі	32,4	42,9	38,0	27,5	38,9	32,9	34,6	44,7	39,2	30,9	46,4	39,4
Середньостиглі	34,7	41,0	38,3	28,4	33,8	31,0	35,2	42,3	39,1	33,5	45,9	39,9

Примітка. min – мінімальне значення, %; max – максимальне значення, %;  $\bar{x}$  - середнє значення, %.

мали 37,6 %, ранньостиглі – 38,0 %, а середньостиглі – 38,3 % білка), та зворотну тенденцію в нестабільних погодних умовах 2013 р. – найвищим вмістом білка (34,9 %) характеризувалися ультраскоростиглі сорти, а середньостиглі – найнижчим (31,0 %). Зниження показників білковості у 2013 р. можна пояснити різкими коливаннями температури під час формування та наливу бобів ранньостиглої і середньостиглої груп.

Тим самим простежується закономірність, що краще накопичення білка відбувається в умовах стабільного теплозабезпечення в фазі наливу та дозрівання бобів (2012 р.), при чому, температурний режим має більший вплив на цей процес, аніж вологозабезпечення.

Таку залежність спостерігали і в умовах посушника, де за умов дефіциту вологи та підвищених температур мала місце тенденція підвищення вмісту білка в насінні сої. Разом з тим, у межах кожної групи стиглості розмах цього показника, залежно від року та умов вирощування, варіював від 5,4 до 15,5.

У польових умовах наповненість класів у 2012 р. було у співвідношенні 7:65:11:0, а в нестабільних погодних умовах 2013 р. спостерігали збільшення першого низькобілкового класу за рахунок зменшення другого і третього (66:16:1:0). В роки експерименту серед зразків вирощених у польових умовах не було жодного сорту з дуже високим вмістом білка (четвертого класу).

Проте на провокаційному фоні сорти мали високоякісний врожай. У 2012 р. майже всі дослідні зразки розподілилися між двома класами: другим (46 шт.) та третім (34 шт.), лише два сорти мали низький вміст білка (Л 52-13 та Монада), та один сорт (Dong pong 36) – дуже високий (48,8). В 2013 р. за рахунок переходу сортів з одного класу в інший, відбулося поповнення кількісного складу першого та четвертого класів і сформовано розподіл вибірки у співвідношенні: 4:43:31:5.

Зміни спостерігали не тільки в кількісному, але і в якісному складі класів. Виявлені три сорти з найбільшою мінливістю досліджуваної ознаки, які в роки вивчення змінювали свій клас від низького до дуже високого: ранньостиглі Спритна (UKR) та Белор (RUS), і

середньостиглий Norpro (USA). Майже половина вибірки – 42 (35 шт) змінювала класність від низького до високого. У 29 сортів (35 % вибірки), формування білковості змінювалось в межах однієї градації – від низької до середньої та у 14 (16 %) – від середнього до високого, а у двох китайських сортів, генетичний потенціал яких, незалежно від умов вирощування, реалізується в межах 40,6-48,8 % та 38,1-46,1 % білка відповідно (табл. 4), класність змінювалася від середнього (Ke shiang) та високого (Dong pong 36) до дуже високого. Ці дані свідчать про специфічну реакцію сортів сої на дію стресових факторів оточуючого середовища в момент формування, наливу та дозрівання бобів.

Таблиця 4. Джерела високого вмісту білка  
(Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН)

Сорт	Група стиглості	Вміст білка, %					
		польові умови			посушник		
		2012 р.	2013 р.	$\bar{x}$	2012 р.	2013р.	$\bar{x}$
Dong pong 36	1	40,86	40,57	40,59	48,84	44,61	46,73
Ke shuang	2	38,06	38,93	38,50	44,66	46,11	45,39
Optimus	2	41,31	38,63	39,97	43,08	44,60	43,84
Дина	1	37,25	39,66	38,46	40,81	41,97	41,39
М 140	1	38,55	35,29	36,92	42,48	42,07	42,28
АС Proteina	2	42,88	32,86	37,87	41,87	43,02	42,45
Norpro	3	40,76	32,63	36,70	40,36	45,97	43,17

В результаті такого підходу виділено джерела високого вмісту білка (див. табл. 4), які рекомендовано для подальшого використання в селекційних програмах на підвищення жаро- та посухостійкості сортів сої з якісним складом насіння [131].

#### 4. 3.2 Накопичення олії в насінні сучасних сортів сої під впливом дефіциту вологи і підвищених температур

Вміст жиру в насінні сої визначали гравіметричним методом С. В. Рушковського [153]. Досліджувані зразки за шкалою широкого уніфікованого класифікатора роду Glycine max [154] щорічно диференціювали на три класи: 1) з низьким вмістом олії в насінні –

14,1-18,0 %; 2) середнім – 18,1-22,0 %; 3) високим – 22,1-26,0 %. За роки досліджень коефіцієнт варіації вмісту олії в насінні коливався від 12 до 23 %, що вказує на велику модифікаційну мінливість цієї ознаки.

В посушливих польових умовах 2012 р. середній вміст олії у насінні сої був на рівні 20,6 %, в той час як у 2013 р. більш рівномірне вологозабезпечення сприяло підвищенню цього показника до 22,6 %. Аналогічна тенденція простежується і в посушнику: при більшій вологості ґрунту в 2012 р. сформована вища олійність насіння (22,1 %), зменшення доступної вологи в 2013 р. супроводжується зниженням вмісту олії (20,5 %). Проте, така залежність не завжди має місце, оскільки деякі сорти формують стабільний вміст олії в насінні, незалежно від року та умов вирощування. В польових умовах 2012 р., незалежно від групи стиглості та генетичної плазми, зразки досліджуваної вибірки здебільшого (94) сформували насіння з середнім рівнем вмісту олії. Лише п'ять сортів (6 %) мали високий рівень прояву цієї ознаки: NM 4961 (CZE), Алмаз, Юг 30, Аннушка, Білявка (UKR). У 2013 р. спостерігали переміщення частини сортів з другого класу до високоолійного третього, вибірку розподілено між трьома класами у співвідношенні 3:25:55. Схожа тенденція у формуванні олійності простежувалась і на провокаційному фоні в 2012р.: 1:31:51., а в 2013 р. ми отримали проміжне співвідношення (відносно вищезазначених) при розподілі сортів: 7:63:13.

Аналіз співвідношень розподілу вибірки дозволив виявити зміни не тільки в кількісному, але і в якісному складі класів. На підставі опрацювання даних сортової мінливості з накопичення олії в залежності від умов вирощування протягом періоду експерименту в межах класів вирізнено чотири підкласи: 1. НС – від низького до середнього; 2. С – стабільно середній; 3. СВ – від середнього до високого; 4. В – стабільно високий, та диференційовано з поміж них досліджувані зразки (табл. 5).

Перший підклас (НС) сформували сім лабільних сортів – чотири з ультраскоростиглої групи та три з ранньостиглої. Другий підклас (С) поєднав дев'ять стабільних сортів з середнім рівнем вмісту

олії, його наповнення відбувалося також за рахунок ультраскоростиглої та ранньостиглої груп.

Таблиця 5. Диференціація досліджуваної вибірки сортів сої за вмістом олії в насінні, 2012-2013 рр.

Група стиглості	Підкласи			
	НС	С	СВ	В
Ультраскоростиглі	4	1	7	1
Ранньостиглі	3	6	46	1
Середньостиглі	0	0	12	0
Загалом	7	9	65	2

Найбільш наповненим був третій підклас (СВ), в його склад увійшли 65 (78 % досліджуваної вибірки) зразків сої з мінливістю від середнього до високого рівня: 7 ультраскоростиглих, 46 ранньостиглих та 12 середньостиглих (100 % наявних у досліді). Четвертий підклас з високим проявом вмісту олії виявився не надто чисельним – лише два сорти (Аннушка та Алмаз), проте їх генетичний потенціал, незалежно від умов вирощування, реалізується в межах 22,2-24,2 % (табл. 6).

Таблиця 6. Джерела високого вмісту олії  
(Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН)

Сорт	Підклас	Група стиглості	Вміст олії, %					
			природні умови			посушник		
			2012 р.	2013 р.	$\bar{x}$	2012 р.	2013 р.	$\bar{x}$
Алмаз	В	2	22,45	23,36	22,91	23,59	22,26	22,93
Аннушка	В	1	22,72	22,51	22,62	24,20	22,85	23,53
N 0300	СВ	3	21,16	24,71	22,94	23,28	22,15	22,72
Верас	СВ	2	21,16	24,5	22,83	22,99	22,17	22,58
Десна	СВ	3	21,03	25,44	23,24	23,31	22,18	22,75
Оріана	СВ	2	20,97	23,74	22,36	23,27	22,20	22,74
Emerson	СВ	2	20,79	25,14	22,97	23,56	22,36	22,96
АС Oxword	СВ	2	21,73	24,25	22,99	24,57	22,52	23,55
Антрацит	СВ	2	21,55	23,98	22,77	24,52	22,68	23,60
Walsh	СВ	3	20,88	25,5	23,19	24,04	22,91	23,46
Гера	СВ	2	21,26	23,13	22,20	22,37	23,11	22,74
Labrador	СВ	2	20,94	24,09	22,52	22,47	23,33	22,90

З досліджуваної вибірки виділено 12 джерел високого вмісту олії (див. табл. 6), які ми рекомендуємо використовувати у селекційних програмах при створенні високоолійних посухостійких та стійких до спеки сортів сої для умов східної частини Лісостепу України.

Отже, за допомогою метода «посушника» встановлено, що краще накопичення білка спостерігається в умовах стабільного теплозабезпечення в фазі наливу та дозрівання бобів, при чому, температурний режим має більший вплив на цей процес, аніж вологозабезпечення, а на формування вищого вмісту олії в насінні навпаки температурний режим має менший вплив, ніж наявність ґрунтової вологи.

Проте, деякі сорти сої формують стабільний вміст білка та олії в насінні, незалежно від року та умов вирощування. Виділено джерела високого вмісту білка та олії для подальшого використання в селекційних програмах на підвищення жаро- та посухостійкості сортів сої з якісним складом насіння.

### **Контрольні запитання**

1. Які існують методи визначення жаро- та посухостійкості рослин у селекції?
2. В чому сутність методу І. І. Туманова?
3. Назвіть найбільш надійний метод визначення посухостійкості.
4. В чому полягає ідея «посушника»?
5. При яких умовах відбувається прискорення проходження фенологічних фаз розвитку у сої?
6. Назвіть оригінатора сорту Галі.
7. Що таке  $HP_{0,05}$ ?
8. Які додаткові можливості посушника застосовують у наукових дослідженнях?
9. Назвіть основні складові насінневої продуктивності сої.
10. Яке значення в продуктивності рослин сої мають кількість бобів та маса 1000 насінин?
11. Які фактори мають вагомий вплив на рівень формування вмісту білка та олії?

## 5. ОЦІНКА АДАПТИВНОГО ПОТЕНЦІАЛУ СОРТІВ СОЇ ДО СПЕКИ ТА ПОСУХИ ЛАБОРАТОРНИМИ МЕТОДАМИ

### 5. 1. Непрямі лабораторні методи

Результативність польових та вегетаційних методів діагностування жаро і посухостійкості рослин очевидна, проте їх трудомісткість та негативні сторони спонукали вчених до розробки більш простих непрямих методів, які базуються на кореляції між морфоанатомічними ознаками і фізіологічними властивостями.

Першими в цьому напрямі були роботи В. В. Колкунова [155, 156, 157], який вважав, що посухостійкі сорти в порівнянні з непосухостійкими відрізняються дрібноклітинністю і більш сильним розвитком сітки прожилок листя при зменшенні його площі (згодом досліди Н. А. Максимова та В. Я. Александрова [158, 159] спростували такі погляди). В. П. Ногтев [160, 161] стверджував, що дрібноклітинність сприяє перенесенню клітиною зневоднення. Разом з тим R. G. Cormak [162] оцінював посухостійкість за товщиною листка.

Як критерій посухостійкості висували такі непрямі ознаки як інтенсивність транспірації і асиміляції [163], здатність рослини переносити перегрів [164], вміст води в листку [165], зміну виходу електролітів з листя [166], здатність насіння набрякати в розчинах з підвищеним осмотичним тиском [167] та ін. На сьогоднішній день, такі методи вважаються недостатньо надійними, бо для досягнення поставленої мети потрібно встановлювати не кореляційні, а причинні залежності [168].

Більш перспективними є інші методи. Наприклад, метод Бухінгера, (видозмінений Т. В. Олейниковой, К. Н. Кожушко [169, 170]), суть якого полягає в пророщуванні насіння в розчинах сахарози високої концентрації. Метод в значній мірі теж не прямий, але базується на кореляції двох фізіологічних властивостей: співвідношенні між високими силами всмоктування у проростаючого насіння і посухостійкістю. На думку авторів, висока всмоктувальна сила насіння зумовлює не лише краще його проростання при недоліку вологи, а й формування більш сильної первинної кореневої систе-

ми, яка має дуже важливе значення в подальшій життєдіяльності рослини, особливо за посухи. Власне забезпечення життєздатності проростка, в більшій мірі, впливає на формування посухостійкості у дорослої рослини. На основі цього методу розроблені методики оцінки посухостійкості для пшениці, ячменю, кукурудзи та зернобобових культур [53, 171] які з успіхом використовують для швидкого та масового визначення відносної посухостійкості сортів та ліній у лабораторних умовах і для первинної оцінки стійкості великого набору дослідного матеріалу в селекційній практиці та в наших дослідах зокрема [172, 173].

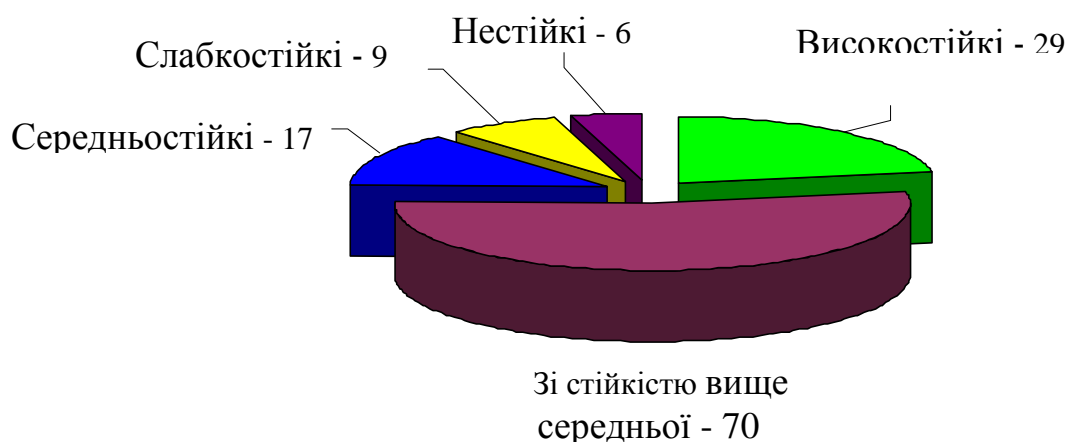
Загально відомо, що для набрякання насіння сої потрібна висока вологість ґрунту (воно поглинає 150 % води до маси сухого насіння). Через це проростання насіння цієї культури в польових умовах часто супроводжується дефіцитом вологи. Тому, здатність рослин сої на початкових етапах онтогенезу використовувати доступну вологу в умовах недостатнього зволоження та підвищеної концентрації ґрунтових розчинів – дуже важлива біологічна та корисна господарська ознака [174].

В ході нашого експерименту досліджувані зразки мали різну схожість та інтенсивність росту в розчині осмотика (8,1 %), що свідчить про неоднакову спроможність проростання насіння сортів сої у гіпертонічному розчині сахарози та здатність використання вологи в посушливих умовах.

Проаналізований матеріал (131 зразок) був розподілений на п'ять груп стійкості до нестачі вологи на ранніх етапах онтогенезу (рис. 5). До першої групи стійкості увійшло 29 сортів сої з яких 12 – української селекції, 6 – російської, по 2 з США, Канади, Китаю та по одному сорту походженням з Франції; Казахстану; Японії; Чехії та Австрії. Сорти цієї групи в повному обсязі відібрано та залучено у подальше детальне дослідження щодо їх стійкості до посухи та спеки в умовах східної частини Лісостепу України.

До меж другої групи, з посухостійкістю вище середньої, потрапило 70 зразків сої з широким спектром різноманіття за ступенем проростання (від 49,5 до 15,8 мг). Ця група представлена найбільш повно

не лише кількісно, але й географічно – Україна (25 шт.), Росія (18 шт.), Білорусія (5 з 6 сортів), Канада (7 з 9).



**Рис. 5. Кількісний розподіл досліджуваної вибірки за групами стійкості**

Така тенденція пояснюється дедалі частішими посухами на території зазначених країн, що наштовхує на цілеспрямований добір адаптованих та посухостійких форм при створенні нового сортименту сої в селекційних установах.

Третю – середньостійку групу – сформували 17 зразків дослідної вибірки, які в основному представляють сорти, що походять з північних регіонів Росії та країн помірнього клімату: Швеції, Франції, Польщі, Німеччини, Китаю. З поміж інших зразків виділився сорт Dong pong 36, який мав найвищий показник середньої маси проростка (40,7 мг), що вказує на високу спроможність рослин до проростання при дефіциті вологи. Решта 15 зразків були розподілені між четвертою та п'ятою групами стійкості у співвідношенні 9:6 відповідно.

В результаті статистичної обробки отриманих даних ми виявили сімнадцять кращих сортів за кількістю схожих насінин у розчині сахарози відносно контролю (табл. 7), які походять з семи країн світу, зокрема, дев'ять з них (53 %) з України, по 2 з Росії та Китаю, по одному з США, Казахстану, Канади та Австрії.

Також виділено сорти Антрацит (64,2 мг), N 0300 (62,6 мг), Танаїс (60,0 мг) з найвищим показником величини середньої маси проростка ( $НІР_{0,05} = 4,3$ ), яка вказує на їх високу всисну силу та відповідно швидку фізіологічну реакцію, що прискорює проростання насіння та впливає на подальшу інтенсивність росту рослини. Тому такі сорти бажано включати у гібридні схеми

**Таблиця 7. Кращі зразки за кількістю схожих насінин у розчині сахарози, 2011 р. (Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН)**

№ реєстрації Інституту рослинництва (ІР)	Сорт, зразок	Країна походження	Схожість насіння, % до контролю	Група стійкості
02369	Аліса	UKR	98	1
02394	Антрацит	UKR	98	1
02384	Алмаз	UKR	98	1
02523	PVS 00.1	USA	98	1
02099	Merlin	AUT	98	1
02410	Білявка	UKR	96	1
02341	ВИР 0136611	CHN	96	1
02343	Гибрид АСС 21	KAZ	96	1
02460	Галі	UKR	96	1
02032	Діона	UKR	96	1
02476	Сіверка	UKR	96	1
01203	Донская (молочная)	RUS	96	1
01869	УИР 021752	CHN	94	1
01870	АС Proteina	CAN	94	1
02274	Соер 345	RUS	94	1
02458	Спритна	UKR	94	1
00578	Байка	UKR	94	1
	$НІР_{0,05}$	—	6,1	—

при плануванні селекційних програм, направлених на підвищення посухостійкості та інших цінних господарських ознак. За комплексним показником (кількістю схожих насінин у розчині осмотика відносно контролю і середньою масою проростка) достовірно кращим був сорт Антрацит – 98 % ( $НІР_{05} = 6,1$ ) та 64,2 мг відповідно,

тобто з усіх досліджених зразків він є найбільш посухостійким на початкових етапах онтогенезу.

Також для ідентифікації витривалих до посухи генотипів розроблені біотехнологічні методи. З метою імітації *in vitro* стресового ефекту посухи застосовують поживні середовища з осмотично-активними компонентами. Наприклад, для культури сої використовують тестування калусних ліній на ріст у присутності ПЕГ (поліетиленгліколь). В результаті аналізу росту калусних тканин на середовищах з 0; 15; 20 % ПЕГ 8000 було встановлено кореляційну залежність між посухостійкістю рослин сої і толерантністю культивованих клітин до ПЕГ. Що підтверджує можливість пошуку в культурі *in vitro* стійких генотипів серед існуючого в природі генетичного різноманіття [175].

Отже, непрямі лабораторні методи визначення посухостійкості надають можливість визначення та індивідуального добору посухостійких рослин на певних етапах їх органогенезу. Ці результати необхідні при складанні гібридизаційних карт з метою отримання нового селекційного матеріалу з високою посухостійкістю впродовж всього вегетаційного періоду культури.

## **5.2 Прямі лабораторні методи**

Окрім фізіологічних методів, в плані діагностики чільне місце посідають прямі лабораторні методи визначення ступеню жаро та посухостійкості рослин до яких відносять: метод Левітта [J. Levit, 176] по ушкодженню проростків від дії посухи; методи, запропоновані групою науковців на чолі з П. А. Генкелем [46] спрямовані на визначення властивості рослини переносити зневоднення (ексикаторний метод), визначення еластичності протоплазми, визначення синтетичної здатності рослин (метод крохмальної проби), метод коагуляції білків протоплазми [177], а також метод термотесту, розроблений на кафедрі генетики і цитології ХДУ (нині ХНУ ім. В. Н. Каразіна) професором В. Г. Шахбазховим та співробітниками кафедри [178] і методики на його основі [53, 171], за допомогою яких діагностують стійкість до спеки по збереженню відсотка

схожості і енергії проростання насіння після його прогрівання. Під час виконання нашої роботи ми використовували модифіковану нами методику на базі вищезазначеного методу термотесту [179], яка розширює розподільчу здатність способу термотестування зразків сої, оскільки попередній підбір критичної температури  $Lt_{50}$  (напівлетальної) при відпрацюванні методики лабораторного дослідження для термотестування сучасного сортименту сортів сої, показав, що рекомендована температура 44–46 °С та експозиція 20 хвилин [171] недостатня для достовірної термодиференціації зразків сої, які вирощені в умовах східної частини Лісостепу України, а в окремих випадках призводить до стимуляції ростових процесів (табл. 8).

**Таблиця 8. Вплив температури та її експозиційної дії на термостійкість та ростові процеси у рослин сої (Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН)**

Сорт	Термостійкість, % (P)	Ступінь депресії	
		довжини проростка в досліді, % (P <sub>1</sub> )	маси проростка в досліді, % (P <sub>2</sub> )
Температура +46 °С, експозиція 20 хвилин.			
Байка	96	111	114
Спритна	97	100	98
Температура +60 °С, експозиція 40 хвилин.			
Байка	90	94	98
Спритна	25	49	63

Примітка. P – термостійкість, %;

P<sub>1</sub> – ступінь депресії довжини проростка в досліді, %;

P<sub>2</sub> – ступінь депресії вегетаційної маси в досліді, %.

Випробовування трьох температурних режимів: +46 °С, +55 °С та +60 °С, з експозицією температурної дії від 10 до 40 хвилин, з покроковим збільшенням експозиції на п'ять хвилин, довело, що найбільша розподільча здатність була у варіанті дослідження з температурою води +60 °С при експозиції 40 хвилин. Такий температурний режим призводить до істотного зниження схожості насіння, довжини проростка та його ваги. В результаті чого, для сортів дос-

ліджуваної вибірки було встановлено напівлетальну температуру + 60 °С, з експозицією температурної дії 40 хвилин.

В результаті проведеного експерименту нами встановлена мінливість термостійкості досліджуваних зразків залежно від року вирощування та групи стиглості. У найбільш посушливих і спекотливих умовах (2012 р.) ми спостерігали більш високі показники термостійкості. При репродукуванні насіння, в роки з меншою сумою температур і кращим водним забезпеченням під час критичних періодів (фази цвітіння, формування і наливу бобів), частка термостійких зразків була нижчою. Через значну мінливість термостійкості зразків за роками, встановлено недоцільність використання фіксованої шкали для оцінки зразків. Для більш коректного обрахунку результатів дослідження, ми застосовували метод довірчих інтервалів Неймана [180], за допомогою якого межі класів термостійкості зразків сої визначалися щорічно. Градація груп термостійкості досить різнилася в залежності від року отримання експериментального матеріалу (табл. 9). Така гнучка шкала дозволяє більш точно опрацьовувати вихідний матеріал та співставляти отримані дані в роки досліджень.

**Таблиця 9. Градація груп термостійкості за роками**  
(Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН)

Рік отримання репродукції	Межі класів термостійкості		
	стійкі, %	середньостійкі, %	нестійкі, %
2011	73-43	42-10	9-0
2012	95-74	73-25	24-0
2013	87-57	56-8	7-0

Керуючись вище зазначеними розрахунками ми провели диференціацію досліджуваних зразків за індексом термостійкості на три класи: стійкі (перший), середньостійкі (другий) і нестійкі (третій) в межах кожного року та в цілому за три експериментальні періоди.

В розрізі дослідного матеріалу за роками це мало такий вигляд: у 2011 р. зразки розподілилися у співвідношенні 15 стійких: 48 середньостійких: 20 нестійких, у 2012 р. збереглася близька тенденція – 16:49:18, а у 2013 р. відмічене розширення класу нестійких сортів за рахунок зменшення середньостійких – 13:35:35.

У сортовому складі класів також встановлені зміни в залежності від року репродукції насіння, що свідчить про специфічну реакцію сортів сої на дію стресових факторів навколишнього середовища. Так, п'ять сортів в усі роки досліджень мали приналежність до різних груп (наприклад, сорт Gaillard в 2011 р. віднесений до другого класу, в 2012 р. – до першого, в 2013 р. – до третього). Це свідчить про низьку пластичність цього сортового матеріалу в екологічному градієнті. 51 зразок змінювали свій клас на одну шкалу градації (переходили з першого в другий або з другого в третій клас і, навпаки). Водночас 20 досліджуваних сортів стабільно три роки поспіль демонстрували стійкість властиву для одного з класів, що, на наш погляд, характеризує такі зразки як пластичні та здатні повною мірою реалізувати свій генетичний потенціал не залежно від метеоумов вирощування (табл. 10).

**Таблиця 10. Сорти з низькою пластичністю**  
(Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН)

Сорт	ГС	2011 р.		2012 р.		2013 р.	
		P, %	кластер	P, %	кластер	P, %	кластер
Aldana	2	55	1	53	2	0	3
Сіверка	2	72	1	61	2	7	3
Gaillard	2	18	2	74	1	0	3
Спритна	2	6	3	89	1	13	2
Грація	2	4	3	82	1	27	2

Примітка. ГС – група стиглості, P – термостійкість сорту.

У першому класі виділений лише один стабільний сорт Ксеня (UKR), у другому – 13 сортів: Романтика, Монада, Л 34-13, Л 50-13, Л 55-13 (UKR), Донська (молочна), Соер 107, Хабаровська 8, Самер 2 (RUS), Ствіга (BLR), N 0300, AC Proteina (CAN), Gong ning (CHN). Як стабільно нестійкі характеризувалися 6 сортів – Антрацит, Устя (UKR), Merlin (AUT), Karikachi (JPN), Гера та М 57 (RUS).

За середніми рангами термостійкості за три роки досліджень 14 з вивчених сортів були віднесені до числа стійких, 56 – середньостійких, 13 – нестійких. При цьому серед ультраскоростиглих виділили лише один сорт з високими показниками термостійкості –

Аннушка, який можна рекомендувати як джерело досліджуваної ознаки при створенні сортів з коротким вегетаційним періодом. Вісім зразків були охарактеризовані як середньостійкі, чотири – нестійкі. Серед зразків ранньої групи стиглості – 7 стійких: 42 середньостійких: 9 нестійких. У групі середньостиглих сортів зразки розділилися порівну (по шість) між двома класами з високою і середньою стійкістю.

Найбільше біологічне різноманіття констатовано серед сортів ранньостиглої та середньостиглої груп, які можна використовувати як джерела не лише терmostійкості, а й інших цінних господарських ознак (оптимальна висота рослини і прикріплення нижнього бобу, оптимальна тривалість періоду вегетації в східній частині Лісостепової зони України, підвищена продуктивність і ін.). Середній коефіцієнт варіації терmostійкості вибірки склав 52,5 % (табл. 11).

**Таблиця 11. Розмах і варіація класів терmostійкості сучасних сортів сої в розрізі груп стиглості (Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН)**

Клас	Індекс терmostійкості, %			Коефіцієнт варіації
	min	max	$\bar{x}$	
Ультраскоростиглі				
Стійкі	49,2	49,2	49,2	52,2
Середньостійкі	16,7	44,1	26,1	
Нестійкі	12,2	15,1	13,4	
Ранньостиглі				
Стійкі	52,0	62,3	56,2	36,4
Середньостійкі	15,5	48,2	32,1	
Нестійкі	0,0	14,5	6,1	
Середньостиглі				
Стійкі	51,2	71,4	60,0	23,2
Середньостійкі	17,9	29,6	25,0	
Нестійкі	–	–	–	

При поділі за групами стиглості відзначено його зменшення серед ранньостиглих і середньостиглих сортів, порівняно з усією вибіркою, що свідчить про більш стабільні характеристики цієї ознаки в рамках груп стиглості.

З літературних джерел [171] відомо, що у зразків, які мають вищу стійкість до спеки (термостійкі) гальмування ростових процесів спостерігається у меншому ступеню. Результати наших дослідів частково підтвердили таке твердження.

Найбільший ступінь депресії довжини і маси проростків сої ми спостерігали в експерименті зі зразками репродукції 2013 року ( $\bar{x}$ :  $P_1 = 25$ ;  $P_2 = 20$ ), найменший – 2012 р. ( $\bar{x}$ :  $P_1 = 72$ ;  $P_2 = 84$ ), а в досліді з насінням урожаю 2011 р. величина цих показників була проміжною ( $\bar{x}$ :  $P_1 = 51$ ;  $P_2 = 60$ ).

Кореляція показників середньої термостійкості зразків і депресії ростових процесів за роки досліджень склала:  $PP_1 r = 0,59$  і  $PP_2 r = 0,49$ . Це, на наш погляд, свідчить про те, що у більш термостійких (жаростійких) зразків ростові процеси не завжди гальмуються у меншій мірі. Наприклад, навіть у нетермостійких зразків після обробки насіння високими температурами виділені проростки, які за довжиною і масою переважали контрольні. Скоріш за все, таке явище обумовлено гетерогенністю сортового матеріалу, що дозволяє проводити селекційні добори окремих термостійких рослин у всіх трьох класах.

За результатами проведених досліджень нами виділено 14 термостійких зразків сої (табл. 12), які доцільно залучати як вихідний матеріал при проведенні селекційних програм на підвищення стійкості до спеки.

Для коректного проведення термодіагностики і правильного розподілу зразків у межах груп стійкості в дослід бажано включати сорти-еталони [171]. Однак інформація відносно таких по дослідній культурі сої відсутня. Саме тому, спираючись на отримані дані в ході проведеного експерименту, ми виділили стабільні сорти в кожному класі термостійкості та рекомендуємо їх до використання як сорти-еталони в подальших дослідях: термостійкий – український сорт Ксеня, середньостійкий – сорт канадської селекції N 0300, нестійкий – японський сорт Karikachi.

Отже, за допомогою методу термотесту нами підтверджено вплив стресових факторів оточуючого середовища в критичні періоди онтогенезу сої на реалізацію генетичного потенціалу термос-

тійкості сортів, кількісний і якісний склад класів, а також ступінь депресії довжини і маси проростків (при репродукції насіння в більш посушливих і спекотливих умовах, відмічено вищі показники термостійкості, ніж у насіння, яке було отримане в кращих метео-умовах), проведена диференціація 83 дослідних зразків на три класи за середніми рангами термостійкості. Виділено 14 термостійких сортів та 3 сорта-еталона для коректного проведення термодіагностики і правильного розподілу зразків у межах груп стійкості [181].

Таблиця 12. **Характеристика термостійких зразків сої**  
(Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН)

Сорт, зразок	2011 р.				2012 р.				2013 р.				2011-2013 рр.			
	P	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	K	P	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	K	P	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	K	P	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	V
<b>Ультраскоростиглі</b>																
Аннушка	60	64	62	1	81	34	42	1	7	24	38	3	49	41	47	78
<b>Ранньостиглі</b>																
Labrador	53	81	60	1	87	111	121	1	47	38	41	2	62	77	74	35
NM 4961	54	53	68	1	71	43	52	2	60	44	51	1	62	47	57	14
Сонячна	43	79	88	1	65	70	67	2	67	28	50	1	58	59	68	22
Верас	48	57	63	1	85	98	109	1	40	53	60	2	58	69	77	42
Гибрид АСС 21	44	65	92	1	85	87	90	1	40	18	28	2	56	57	70	44
Emerson	28	50	43	2	63	88	82	2	67	61	87	1	53	66	71	40
Байка	30	48	64	2	93	98	104	1	33	52	48	2	52	66	72	69
<b>Середньостиглі</b>																
Ксеня	60	39	50	1	81	87	88	1	73	50	47	1	71	59	62	15
Версія	50	83	111	1	58	85	79	2	87	80	92	1	65	83	94	30
УИР 21752	27	73	81	2	76	98	93	1	87	63	67	1	63	78	80	50
Аркадія одеська	16	55	73	2	95	86	98	1	60	23	35	1	57	55	69	70
Фея	33	20	32	2	50	56	59	2	73	45	57	1	52	40	49	39
Валентина	33	78	87	2	48	92	93	2	73	66	59	1	51	79	80	40

Примітка. P – термостійкість сорту, %, P<sub>1</sub> – ступінь депресії довжини проростка в досліді, P<sub>2</sub> – ступінь депресії маси проростку в досліді, %, K – клас термостійкості, V – коефіцієнт варіації термостійкості.

Проте, L. T. Evans [182] стверджував, що методи оцінки стійкості рослин до стресів на клітинному рівні, не можуть замінити оцінок природної стійкості, яка реалізується на рівні організму та

агроценозу. Саме тому селекціонери рекомендують використовувати комплекс лабораторно-польових методів, за допомогою якого можлива всебічна об'єктивна оцінка селекційного матеріалу на стійкість до спеки та дефіциту вологи на різних етапах органогенезу [183-185].

### **Контрольні запитання**

1. На скільки точний метод пророщування насіння сої в розчинах осмотиків?
2. Яка водопоглинаюча здатність насіння сої?
3. Назвіть оригінатора сорту сої Байка.
4. В чому переваги методу термотесту професора В.Г. Шахбазова?
5. Що значить напівлетальна (сублетальна) температура?
6. Обґрунтуйте чи потрібний підбір температури води та експозиційної дії для сортів вирощених у різних зонах вирощування (країнах)?
7. Назвіть оригінатора сорту сої Аннушка.
8. Навіщо потрібно залучати сорти-еталони у досліді по визначенню стійкості рослин до спеки?
9. Чому селекціонери рекомендують використовувати комплекс лабораторно-польових методів?

## **6. НАПРЯМКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ СЕЛЕКЦІЇ СОЇ НА СТІЙКІСТЬ ДО СПЕКИ ТА ПОСУХИ**

В результаті аналізу великої кількості агроекологічних сорто-випробувань Дж. Ацци [186] зробив висновок, що урожай – це результат компромісу між продуктивністю і стійкістю до негативних факторів середовища. Доведено, що генотипові відмінності за продуктивністю рослин у селекційній популяції досягають 20 %, у той час як коефіцієнт модифікаційної мінливості – 50-60 % [187, 188]. Саме тому, Н. И. Вавилов відмічав, що необхідно більш планомірно вивчати вплив навколишнього середовища, бо такі зміни не передаються спадково, проте, у вирішенні питання урожайності сорту і його якості, ця мінливість має вирішальне значення [189-191]. Наприклад, тривалість вегетаційного і міжфазного періодів залежить в основному від біологічних особливостей популяції, проте, неабияку роль відіграють зовнішні умови – температура, вологість ґрунту і повітря, світловий режим [192-196]. Оскільки ми не маємо змоги впливати на метеорологічні фактори, то найкращу перспективу мають високопластичні сорти, які будуть вирізнятися підвищеною урожайністю за широкого спектра умов довкілля [14]. А. А. Кильчевский та Л. В. Хотылева наголошують, що характер взаємодії генотипу з умовами оточуючого середовища знаходиться під чітким генетичним контролем [197]. Проте ця задача значно ускладнюється від'ємною генетичною кореляцією або навіть значною несумісністю між високим потенціалом врожайності та толерантністю до стресових умов у багатьох видів культурних рослин і, зокрема, в сої [136, 198]. Через це одностороння селекція на високу врожайність з випробовуванням генотипів лише у комфортних умовах нерідко призводить до зниження екологічної стійкості [134, 199], а при відборах на стійкість до стресу знижується як середня врожайність, так і продуктивність у нестресових умовах [200, 201]. В той же час потенціал продуктивності культивованих рослин і їх екологічна стійкість контролюються різними генетичними системами і вони відносно незалежні [134, 197], що створює принципову можливість поєднання цих якостей в одному сорті в процесі селек-

ції [199]. В наслідок складного генетичного контролю кожної з цих ознак при такій селекції потрібно маніпулювати значною кількістю генів, ніж при односторонній селекції на врожайність чи адаптивність, відповідно менша ймовірність виникнення та виявлення унікального генотипу з високими значеннями обох ознак [200]. Тому для створення сортів, які б змогли забезпечувати стабільно високу врожайність в непередбачуваних нестабільних умовах, необхідна розробка та використання способів оцінки як потенціалу продуктивності генотипів, так і їх стійкості до несприятливих умов середовища [202].

В середині ХХ століття великий обсяг наукових робіт присвяченим питанням підвищення стійкості до спеки та посухи, був направлений на різноманітне передпосівне термічне загартування матеріалу високою температурою. В результаті чого розроблено багато методів передпосівного загартування насінневого матеріалу різних сільськогосподарських культур [47, 93, 121, 201]. Експерименти з передпосівною обробкою насінневого матеріалу з метою підвищення стійкості сої до посухи та мінімізації втрати врожаю через дефіцит води, проводяться і сьогодні, але при цьому застосовують інші підходи та методи.

Так, наприклад, сучасні науковці рекомендують проводити передпосівну обробку насіння сої низькою дозою  $\gamma$ -променів (20 Гр) [203]. В результаті чого відбувається збільшення активації ферментів та насінневого зародка, що призводить до стимулювання швидкості поділу клітин і впливає не тільки на схожість, але і вегетативний ріст і цвітіння рослини [204, 205] та обумовлює підвищення продуктивності рослин та їх стресостійкість [206-208] завдяки збільшенню концентрації розчинних цукрів, білків, вмісту проліну та підвищенню діяльності пероксидази і супероксиддисмутази сої за умов посухи, які захищають клітину в стані стресу, врівноважуючи осмотичний тиск, та мають важливе значення для функціонування і зростання рослини [208].

А. Al-Nakimi, в свою чергу, встановив, що передпосівне замочування насіння сої протягом 6 годин в 0,6 мМ розчині саліцилової

кислоти сприяє підвищенню посухостійкості сої, внаслідок активації захисних механізмів рослин при нестачі вологи. Зокрема, безпосереднім впливом на іонний баланс клітини [209]. Саліцилова кислота виступає ендogenousним регулятором в багатьох фізіологічних процесах рослини [210, 211, 212].

На нашу думку, доцільніше вищезазначені розробки використовувати як додаткові засоби підвищення толерантності до посухи та спеки вже існуючих сортів, а селекцію на підвищення стійкості до посухи та спеки сільськогосподарських культур, вести методом рекомбінаційної селекції шляхом підбору батьківських форм з обумовленою генетичною стійкістю до абіотичних факторів середовища та подальшими методами індивідуального і масового добору кращих форм.

Селекційна робота завжди починається з формування і всебічного вивчення вихідного матеріалу, яким частіше за все виступають місцеві сорти, проте вони не можуть бути його єдиним джерелом, необхідне залучення матеріалу з інших країн та континентів світу [213, 214]. При підборі пар для схрещування рекомендується використовувати принцип мінімальної екологічної кореляції (або максимальної неподібності адаптивних властивостей) [75]. Адже, завдяки такому підходу селекціонер може очікувати в розщепленій популяції збільшення мінливості по ознаках адаптивності та збільшення виходу бажаних селекційних ліній, причому має підвищитися й імовірність появи генотипу, який володіє порівняно високою стійкістю до всіх лімітуючих екофакторів у поєднанні з підвищеною потенційною продуктивністю у сприятливих умовах середовища [215].

У селекційній науці має застосовуватися системний підхід з позицій сучасних досліджень – це орієнтація на функціональну організацію, на генетичні механізми, які забезпечують диференціацію та інтеграцію макросистем на всіх етапах їх росту і розвитку [216, 217]. Методи системного аналізу дають можливість кількісної реєстрації стану генетичної організації мікропроцесів вихідних і селекційних форм, що дозволяє робити оцінку селекційної цінності,

дають можливість прогнозувати і вирішувати завдання підбору для схрещування на принципово новій основі [218, 219].

У зоні східної частини Лісостепу України посухи частіше за все спостерігаються в другій половині липня та серпні, саме під час масового наливу бобів сої. При рішенні даної проблеми використовують два підходи «стратегії пасивної посухостійкості»:

1) Впровадження ультра та ранньостиглих сортів, які уникають посухи, завдяки короткому вегетаційному періоду (до 110 діб), але не встигають накопичувати великої кількості сухої речовини і через це мають доволі низьку врожайність [220].

2) Альтернативний шлях – зміщення цвітіння на більш ранні строки, що сприяє ефективнішому використанню рослинами накопичених в осінньо-весняний період ґрунтових вод, та подовження періоду цвітіння, завдяки чому є ймовірність потрапляння рослин у фазах формування бобів та наливу насіння під нерівномірно випадаючі опади [221, 222].

Відомо, що ефективне вирощування сортів сої можливе лише на визначеній географічній широті. Вважається, що просунення по меридіану на кожні 100-160 км (приблизно один градус широти) потребує впровадження нового сорту [223-225]. Тому досить інтенсивно вивчається генетичний контроль фотоперіодичної реакції у сої. Вже ідентифіковано не менше, ніж 8 локусів генів E, котрі детермінують тривалість періоду вегетації та реакцію на фотоперіод у цієї культури, та описаний фенотиповий прояв ефектів цих генів за різної тривалості фотоперіоду [226].

З'ясовано, що ген  $E_1$  подовжує тривалість фази сходи-цвітіння на 19-23 доби за 16-годинного і більш тривалого дня, але не впливає на тривалість фази цвітіння-дозрівання. Тому сорти з генотипом  $E_1e_3e_4$  хоча й пізно зацвітають, проте не подовжують періоду вегетації по мірі просування в північні широти і можуть адаптуватися до більшого діапазону географічних широт, порівняно з іншими сортами [227]. Однак канадськими селекціонерами встановлено, що створення детермінантних, високорослих сортів зі стабільно пізнім цвітінням не дає бажаних результатів, оскільки вони програють за

врожайністю індетермінантним сортам з раннім цвітінням [228]. Гени  $E_2$  і  $E_5$  подовжують тривалість фази сходи-цвітіння на 6-13 та 3-7 діб, а фази цвітіння-дозрівання на 5-6 і 15-16 діб відповідно [223, 229]. Гени  $E_3$  і  $E_4$  обумовлюють затримку переходу до цвітіння, котра сягає 30 діб при 20 годинному фотоперіоді, але в умовах 16 годинного і більш коротшого дня цей ефект не проявляється. Відомо, що ген  $E_3$  зчеплений з геном  $Dt_1$ , який контролює індетермінантний тип росту [223]. Ген  $E_7$  подовжує період від сходів до цвітіння в умовах 17-20 годинного дня на 6-8 діб та затягує цвітіння на чотири доби, але його наявність суттєво підвищує продуктивність. Він тісно зчеплений з геном  $E_1$  і геном  $t$ , який відповідає за світле опущення рослини, яке, в свою чергу, перешкоджає перегріву рослин в спекотливому кліматі. Тому його залучення в селекційний матеріал в наших широтах дуже перспективне [221]. Рецесивні алелі вищезгаданих генів обумовлюють слабку реакцію на зміну тривалості дня або взагалі її відсутність [230]. У генотипів, які мають ген  $E_6$ ,  $J$  гормональні процеси індукції цвітіння починаються на 11-13 добу після сходів, проте локус  $e_6$ ,  $j$  викликає затримку ювенільної фази (нечутливість до запуску механізмів цвітіння) до 30 діб. Носії таких генів навіть поблизу екваторів зацвітають на 55-60 добу [221]. Нещодавно виявлено новий локус фотоперіодизму сої, яких експресується на фазі дозрівання, він подовжує дозрівання не впливаючи на початок цвітіння і забезпечує при цьому збільшення урожаю насіння, тому його залучення в селекційну програму досить доцільне [231]. Встановлено, що ступінь прояву реакції на тривалість фотоперіоду корелює з продуктивністю сортів. Середня врожайність сортів чутливих до тривалості дня вища, ніж у нейтральних [225].

Отже, подальше вивчення генетичної системи контролю фотоперіодичної реакції у сої дуже важливе для адаптивної селекції сої.

Співставлення строків переходу рослин до цвітіння та ярусним розміщенням бобів на стеблі вказує на можливий зв'язок між цими ознаками. А. В. Кочегура та М. В. Мирошніченко вважають, що збільшення кількості бобів в нижній частині рослини цінна ада-

птаційна якість сорту. Оскільки нижні боби формуються першими, то налив насіння в них відбувається за більш сприятливих умов, коли в ґрунті ще достатньо вологи, а врожай з середнього та верхнього ярусів залежить від опадів в період їх формування. Відповідно, боби нижнього ярусу складають основу врожаю, а з середньої та верхньої частини – це додаткова або страхова частина [222].

Одним із факторів підвищення посухостійкості сої є міцна коренева система та глибоке її залягання, що дозволяє використовувати вологу з нижніх шарів ґрунту [76, 232]. За даними А. С. Лучинського довжина центрального кореня позитивно корелює з висотою рослини і в середньому складає 2,4. Звідси випливає, що високорослі сорти здатні формувати більш глибоку кореневу систему. Якщо це твердження справедливе, то такі генотипи можуть використовувати запаси вологи з більш глибоких шарів ґрунту і переносити посушливі періоди з меншими втратами продуктивності [232]. Хоча високорослість сої часто пов'язана з пізньостиглістю [233].

Висоту рослин, як ознаку адаптації, висуває і П. П. Литун разом зі співробітниками [234]. Встановлено, що на дефіцит вологи в період росту стебла соя реагує значним зниженням висоти рослин [235-237], яка знижується пропорційно кількості води [238].

Взаємозв'язок морфотипу і стабільності врожайності сої найбільш широко вивчали в США і Канаді. Вважається, що індетермінантний тип (активний ріст стебла не припиняється після цвітіння) рослин пов'язаний зі стабільністю в стресових умовах, а детермінантний характер росту (ріст стебла припиняється в період цвітіння і на верхівці утворюється добре розвинена квіткова китиця) дуже реагує на посуху і щільність стеблостою, тому рекомендується переважно для вирощування в сприятливих умовах та агроєкосистемах з високими дозами добрив і поливом [236, 239].

Проте, В. Е. Розенцвейг із співавторами відмічають, що розріджений посів збільшує ймовірність відбору генотипів з формуванням великої кількості вузлів на головному стеблі, сприяючи виділенню високопродуктивних форм. При цьому у деяких сортів спостерігається продукування насіння на додаткових китицях (розвиваються лате-

рально від центрального суцвіття вузлах головного стебла), це пристосування може бути використаним в селекції як спосіб уникнення абіотичних стресів, які викликають абортацію квіток. За умови короточасної посухи потенціал продуктивності у таких генотипів може бути відновлений завдяки ресурсу другої хвилі цвітіння [240].

Як показник адаптивності рослин до умов вологозабезпечення використовують індекс площі листя [241]. Листя – це орган не лише фотосинтезу, але і транспірації, тому спостерігається прямопропорційна залежність площі листя і швидкості використання доступних ґрунтових вод [242]. А. К. Лещенко зі співавторами [75, 76] відмічають, що посухостійкі сорти сої вирізняються невеликими щільними загостреними листочками і короткими черешками, які відходять від стебла та гілок під невеликим кутом. Надмірна площа листя сої ( $12-13 \text{ м}^2$  на  $1 \text{ м}^2$ ) не бажана в умовах дефіциту вологи протягом всього періоду вегетації [243]. Оптимальною площею листя вважають  $3 \text{ м}^2/\text{м}^2$  [244]. Для адаптації посіву до посухи дуже важливі помірні прирости площі (ППП) листя з початку вегетації, щоб зберегти воду для наступних стадій розвитку [245]. Величина ППП – показник екологічної адаптивності посіву. Вона зростає при збільшеній освітленості листя [246] або при дефіциті вологи [237, 238], що сприяє підвищеній ефективності використання води [247].

В останні роки все більшу увагу дослідників привертає ознака повільного старіння листя (*delayed leaf senescence, stay green cultivars*). Адже забезпечення найбільш повної реутилізації азоту з відмираючих вегетативних органів сприяє підвищенню потенціалу продуктивності, а максимально тривале функціонування фотосинтетичного апарату особливо важливе при спеці та посузі [248-250]. При цьому збільшення тривалості життя листя пов'язують з уповільненою реутилізацією азоту або з кращою азот фіксуючою здатністю [251]. Завдяки цій ознаці спостерігається до 10 % приросту врожаю та надбавка збирального індексу. Канадські селекціонери відмічають, що нові сорти (1990 р.) мають більш високу врожайність та уповільнене старіння листя відносно сортів селекції 1930 р. Разом з цим нові сорти перевищують старі по загальному врожаю сухої біо-

маси, що інтерпретується авторами публікації як наслідок більш довгого періоду наливу насіння і активності листкової поверхні [252]. Як джерела ознаки уповільненого старіння листа рекомендують сорти сої Alamo і Tachinagaha [221].

Серед науковців поширена думка, що в ХХІ столітті традиційну рекомбінаційну селекцію замінить молекулярна (molecular plant breeding) [253]. Насправді сучасна рекомбінаційна селекція залишається фундаментом для використання різноманітних молекулярних і нанотехнологій у створенні нових сортів та гібридів сільськогосподарських культур. Впровадження сучасних біохімічних методів дослідження для вивчення геному сої дозволяє швидко аналізувати і відбирати селекційний матеріал, стійкий до несприятливих умов. Активність каталази, пероксидази, рибонуклеази, кислої фосфатази, естерази і амілази може слугувати показником адаптивних можливостей сої. Встановлена важлива закономірність для ферментів антиоксидантного комплексу: збільшення каталазної активності неодмінно спричиняє зниження пероксидазної активності насіння сої [105, 106]. Саме тому, при відборі сортів сої, на поліпшення якості насіння харчового напрямлення і збереження високого адаптивного потенціалу рослин до умов вирощування, рекомендують добір сортів з низькою активністю пероксидаз та високою активністю і множинними формами каталаз і рибонуклеаз у насінні. Л. Е. Іваченко пропонує використовувати питому активність і множинні форми ферментів насіння в якості маркерів адаптації сортів сої до різних умов вирощування і створення паспортів сортів сої, з їх подальшим використанням в селекційній практиці для удосконалення методів створення адаптивних сортів сої [105].

Сучасна селекція рослин – це засіб біологічного контролю над адаптивними реакціями рослин, мета якого – безперервне збільшення їх продуктивності, якості та ареальних можливостей [254]. Відставання у сфері створення посухостійких зернобобових культур пояснюється слабкою вивченістю генетики спадковості ознак посухостійкості, недостатньо повною оцінкою світової колекції і відсутністю донорів тих або інших ознак стійкості [255]. Для досягнення та-

кої мети класичної селекції вже замало, адже в порівнянні з генною інженерією, вона має багато обмежень, які не дозволяють ефективно використовувати всю різноманітність існуючих у природі генетичних детермінантів [256]. В рішенні цієї проблеми великі надії сьогодні покладаються на молекулярні маркери, виявлення, ідентифікацію, локалізацію і картування QTLs, з якими асоціюється стійкість до спеки та посухи [257]. Встановлено два типи (або класи) локусів: конституційні QTLs (constitutive QTLs), які присутні за будь-яких умов середовища, та специфічні або адаптивні (adaptive QTLs), які виявляються при певних умовах і експресуються в залежності від ступеня впливу факторів навколишнього середовища [258].

При дефіциті води наявність одного і того ж локусу толерантності до посухи може по-різному впливати на розвиток рослини в різні фази розвитку. В залежності від сценарію посухи ефект локусу може коливатися від корисного до шкідливого [258-262]. Тому для використання QTLs, в селекції більш ефективно і з найменшими витратами необхідно, по-перше, точно знати, які морфологічні й фізіологічні ознаки відіграють вирішальну роль в детермінації врожаю чи якості продукції в тих умовах, для яких створюється сорт, по-друге, надійно ідентифікувати QTLs, з якими тісно пов'язана ознака, яку покращують в конкретному селекційному матеріалі, так як ефект QTL може залежати від генотипу сорту та оточуючого середовища [258].

Відмічено, що рівень експресії локусу толерантності до посухи, який було замарковано на одному специфічному генофоні, може змінюватися або зовсім не проявлятися на іншому матеріалі. Тому результат використання молекулярних маркерів залишається не завжди передбачуваним, адже у підсумку головною є врожайність, як і при традиційній селекції [258, 263].

За допомогою новітніх методів можливо маніпулювати біологічними молекулами, досліджувати і змінювати їхню структуру. За рахунок змін в основних біологічних молекулах ДНК є можливість створювати варіанти живих систем, які виникли в результаті природної еволюції [256, 264]. Тому проблема посухостійкості рослин

в наш час частково вирішується за допомогою генної модифікації рослин сої, спрямованої на підвищення посухостійкості. При їх створенні використовують два підходи: 1) експресія генів посухи і транскрипційних факторів модельної рослини з подальшою оцінкою трансгенів за толерантністю до посухи; 2) клонування і надекспресія або пригнічення генів сої, які базуються на транскрипції білків і метаболітів профільного вивчення [265].

У зв'язку з вузькою екологічною пристосованістю сортів сої гостро стоїть питання розробки адаптивних та посухостійких сортів, придатних для вирощування у різних географічних регіонах України. Створення такого сорту традиційними селекційними методами займає декілька років і цей процес є досить трудомістким.

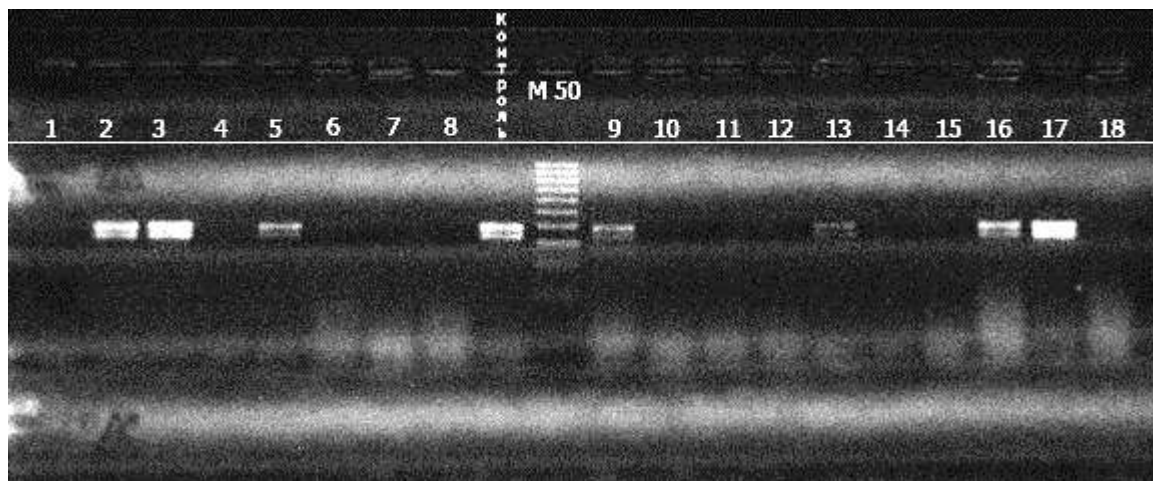
Багато вчених вбачають у генній інженерії спосіб розв'язання глобальної продовольчої проблеми, особливо в країнах, що розвиваються. За допомогою нових біотехнологій можливе збільшення стійкості видів до різних шкідників, хвороб та до кліматичних змін середовища, підвищення врожайності і скорочення затрат на вирощування продукції рослинництва [266]. Використання методів генної модифікації геному сої прискорюють строки створення нових посухостійких сортів, але разом з цим потребують спеціального обладнання, довготривалої кропіткої роботи та суттєвих фінансових затрат. Разом з тим, відповідно до вимог чинного законодавства України в нашій державі вирощування генномодифікованих сортів сільськогосподарських культур заборонено. Продукція, вироблена із генномодифікованих рослин, підлягає обов'язковій державній реєстрації та маркуванню [267, 268]. Наразі, продовольчі ринки вимагають нетрансгенної продукції рослинництва [266, 269-272]. Тому для контролю насінневого матеріалу, товарного зерна та продуктів його переробки на базі лабораторій Державної інспекції сільськогосподарства спільно з Державним центром сертифікації і експертизи сільськогосподарської продукції створено мережу випробувальних лабораторій із визначення кількісно-якісного вмісту генетично модифікованих організмів [271].

На нашу думку такі тенденції розвитку аграрного ринку диктують необхідність перевірки не лише існуючих сортів, а й вихідного матеріалу у селекційних програмах. Тому початком нашої роботи був аналіз теоретично ймовірного вихідного матеріалу сої за допомогою базового методу полімеразної ланцюгової реакції (ПЛР або PCR) на наявність генномодифікованих конструкцій [273].

Генетично модифіковані організми отримують методом трансформації за допомогою одного зі способів: агробактеріальний перенос, балістична трансформація, електропорація або вірусна трансформація. Переважна кількість комерціалізованих трансгенних рослин отримані за допомогою агробактеріального переносу або балістичною трансформацією. Зазвичай, для переносу використовують плазмиду, що містить ген, робота якого надає організму задані якості, промотор, що регулює включення цього гена, термінатор транскрипції, а також касету, що містить селективний ген стійкості. При створенні трансгенних сортів сої найбільш поширені генетичні конструкції за наявністю промотора-термінатора 35 S та/або NOS. Тому, в дослід ми залучили тест набори саме з цими регуляторними ділянками.

За результатами аналізу візуалізації продуктів ампліфікації (рис. 6) встановлено, що основна частина колекції представлена сортами, які створені методами класичної селекції без залучення генномодифікованих донорів, разом з тим ідентифіковано 17 сортів (3,5 від загальної вибірки) з наявністю 35 S промотора та/або NOS термінатора, що вказує на їх генно-інженерне походження, або залучення в родовід трансгенних зразків [274, 275], бо при гібридизації звичайних та генетично модифікованих сортів відбувається менделевське наслідування трансгена з розщепленням 3:1 у другому поколінні і стабільна передача його потомству.

Перенос пилку комахами від трансгенних рослин сої до звичайних мало ймовірний (вчені відводять 2 %), тому факт перезаплення вірогідний лише завдяки штучній гібридизації.



**Рис. 6. Електрофореграма 18 зразків сої на наявність трансгенних локусів**

Примітка: 1; 4; 6; 7; 8; 10; 11; 12; 14; 15; 18 – нетрансгенні сорти;  
2; 3; 5; 9; 13; 16; 17 – трансгенні локуси сортів; контроль – контрольний трансгенний зразок; М 50 – маркер молекулярної ваги.

В селекції завжди існувала велика надія на появу нових революційних методів створення сортів, розроблених поза селекційною практикою. Такі надії, мабуть, виправдані, проте досі не реалізовані [276]. Досягнення молекулярної біології розширили арсенал селекціонерів, надавши в їх розпорядження кілька нових ознак, які знаходяться під простим генетичним контролем, однак вони поки ще не призвели до революційних змін технологій селекції на підвищення потенціалу врожайності та адаптивності [200]. P.S. Vaenziger зі співавторами [277] стверджуючи про відкриття безмежних можливостей у створенні спадкової мінливості за допомогою генетичної трансформації, визнає той факт, що поки таку мінливість створюють селекціонери методом внутрішньовидової гібридизації. Не дивлячись на розвиток нового інструментарію, добір вихідного матеріалу для селекції на будь-яку ознаку, зокрема на стійкість до спеки та посухи сої, залишається досить складною частиною селекційного процесу, а питання оптимізації селекційного процесу наразі як, наприклад, і на початку ХХ століття, залишаються дуже важливими і актуальними, та є вирішальними в результативності практичної селекції.

## **Контрольні запитання**

1. В чому полягає компроміс між продуктивністю і стійкістю сої до абіотичних чинників?
2. В чому причини зниження екологічної пластичності?
3. Методи підвищення активізації ферментів – в чому вони полягають?
4. З чого починається селекція на сої на підвищення стійкості до спеки та посухи?
5. Які існують «стратегії пасивної посухостійкості»?
6. Які гени подовжують фенофази сходи-цвітіння та контролюють індетермінантний тип росту рослини сої?
7. В якій частині рослини сої найбільш продуктивні боби?
8. Яка різниця між індетермінантним і детермінантним типом росту у сортів сої?
9. Як впливає розріджений посів сої на формування кількості вузлів на головному стеблі рослини?
10. Як розмір листя рослини сої впливає на посухостійкість?
11. Що таке уповільнене старіння листя у рослин сої?
12. Назвіть ферменти активність яких може слугувати показниками адаптивних можливостей сої.
13. В чому полягає застосування генної інженерії в сучасній селекції сої?
14. Чим відрізняються сорти сої без ГМО від тих, у яких наявні генетично модифіковані конструкції?
15. Чи відбувається успадкування трансгена при гібридизації звичайних та генетично модифікованих сортів?

## 7. ХАРАКТЕРИСТИКА СОРТІВ СОЇ ХАРКІВСЬКОЇ СЕЛЕКЦІЇ

Завдяки плідній роботі селекціонерів Україна має найбільший в Європі генофонд і сортовий склад сої. На 2016 р. до Державного реєстру сортів рослин придатних до поширення в Україні занесено 185 сортів сої, з яких більшість вітчизняної селекції. Українські сорти сої створено класичними методами селекції, вони не містять генетичних модифікацій, за урожайністю (3,0–4,9 т/га) і вмістом білка (39–43 %) не поступаються іноземним, адаптовані до місцевих умов і можуть повністю задовільнити вимоги сільгоспвиробників. Проте реалізація генетичного потенціалу сучасних сортів у виробництві складає лише 50 % і менше [3]. Для підвищення ефективності вирощування сої необхідно суворе дотримання та своєчасне виконання усіх елементів технології вирощування.

До Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні занесено 12 сортів сої зернового напрямку використання селекції Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН: Романтика (рік реєстрації 1998), Мрія (1999), Фея (2004), Скеля (2006), Версія (2007), та новітні (табл. 13)

**Таблиця 13. Господарсько-біологічна характеристика нових сортів сої селекції Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН**

Сорт	Тривалість вегетації, діб	Урожайність, т/га					Вміст в насінні, %	
		в КСВ		середня по зонах			білка	олії
		середня	± до стандарту	Полісся	Лісо-степ	Степ		
Мальвіна	105–110	2,50	+0,70	2,03	2,18	2,25	38,5	21,5
Подяка	115–117	2,70	+0,90	1,84	2,07	2,16	38,5	21,5
Спритна	90–95	1,65	+0,35	1,92	2,21	1,96	37,5	20,5
Естафета	92–97	1,53	+0,23	1,85	2,16	1,95	37,5	20,5
Байка	95-99	1,65	+0,45	1,86	2,22	2,05	38,9	23,0
Кобза	94-98	1,71	+0,39	2,17	2,24	1,97	38,4	21,6
Перлина	95-100	1,43	+0,20	2,30	2,90	2,10	38,0	21,0
НІР <sub>0,05</sub>	–	0,17	–	–	–	–	–	–

– Мальвіна, Подяка (2012), Спритна, Естафета (2013), Байка (2014), Кобза (2015), Перлина (2016), які здатні повністю задовільнити вимоги сучасного високоінтенсивного сільськогосподарського виробництва, мають потенціал урожайності до 5,0 т/га, відзначаються стійкістю до вилягання рослин та обсіпання насіння, придатні до прямого комбайнування, більш адаптовані, порівняно із іноземними сортами, до регіональних ґрунтово-кліматичних умов України. Вони створені методами міжсортової гібридизації (Фея, Мальвіна, Спритна, Естафета, Байка, Кобза, Перлина), хімічного мутагенезу (Романтика, Скеля, Подяка) та добору (Мрія, Версія).

Сорт сої **Мальвіна** рекомендований до вирощування по зонах Полісся і Степу. Сорт середньостиглий з тривалістю періоду вегетації 110-115 діб, має високий рівень стійкості до фузаріозу. У конкурсному сортовипробуванні (2006-2008 рр.) сорт сформував урожайність на рівні 2,5 т/га. При держсортівипробуванні (2009-2011 рр.) у Степовій зоні найвища врожайність становила 2,25 т/га. Найбільший показник збору насіння у 2009 р. був на рівні 3,23 т/га (Кілійська ДСС Одеської області), у 2010 – 3,74 т/га (Кілійська ДСС Одеської області), у 2011 р. – 3,63 т/га (Кельменецька ДСС Чернівецької області). Потенційна урожайність 3,8-4,0 т/га, вміст білка в насінні – 38-39 %, олії – 21-22 %.

Сорт сої **Подяка** придатний до поширення у Степовій зоні. Сорт середньостиглий з тривалістю періоду вегетації 115-118 діб, стійкий до фузаріозу. У конкурсному сортовипробуванні (2006-2008 рр.) урожайність сорту становила 2,3 т/га. При вивченні сорту у мережі держсортівипробування (2009-2011 рр.) найбільша урожайність була у Степу – 2,16 т/га. Максимальна урожайність сорту у 2009 р. становила 2,93 т/га, у 2010 р. – 3,11 т/га (Кілійська ДСС Одеської області), у 2011 р. – 3,67 т/га (Кельменецька ДСС Чернівецької області). Потенційна урожайність 3,7-4,0 т/га. Вміст білка в насінні 38-39 %, олії 21-22 %.

Сорт сої **Спритна** рекомендований для вирощування у зоні Степу. Сорт ранньостиглий з періодом вегетації 90-95 діб, може використовуватися як попередник для озимої пшениці. В конкурсному

сортівипробуванні (2007-2009 рр.) урожайність сорту була на рівні 1,65 т/га, у держсортівипробуванні (2010-2012 рр.). сорт сформував найвищу урожайність – 2,21 т/га у Лісостеповій зоні. Найвища урожайність сорту у 2010 р. становила 3,32 т/га (Кілійська ДСС Одеської області), у 2011 р. – 3,50 т/га (Вінницький ДЦЕСР). У 2012 р. в Херсонській області (Інститут зрошуваного землеробства) урожайність на зрошенні склала 3,05 т/га, в Сумській області (Інститут сільського господарства Північного Сходу) – 2,28 т/га. На полігоні BASF в Белгородській області РФ сорт забезпечив урожайність 3,15 т/га. Потенційна урожайність 3,7-3,9 т/га, вміст білка в насінні 37-38 %, олії 20-21 %.

Сорт сої **Естафета** рекомендований до вирощування у Степовій зоні. Сорт відноситься до ранньостиглої групи (тривалість періоду вегетації 95-97 діб), має підвищену посухостійкість. В конкурсному сортівипробуванні (2007-2009 рр.) урожайність сорту сягала 1,85 т/га. У держсортівипробуванні (2010-2012 рр.) найбільшу врожайність сорту було сформовано у Лісостепу – 2,16 т/га. Найвища урожайність у 2010 р. складала 2,82 т/га (Кілійська ДСС Одеської області), у 2011 р. – 5,07 т/га (Кельменецька ДСС). У 2012 р. в Сумській області (Інститут сільського господарства Північного Сходу) одержано урожайність на рівні 2,20 т/га. Потенційна урожайність до 5,0 т/га, вміст білка в насінні 37-38 %, олії 21-22 %.

Сорт сої **Байка** рекомендований до вирощування по Степовій зоні. Сорт ранньостиглий (тривалість періоду вегетації 95–99 діб), має високу посухостійкість. В конкурсному сортівипробуванні (2008–2010 гг.) урожайність сорту становила 1,65 т/га, у держсортівипробуванні найбільший рівень урожайності сорту зафіксований у Лісостепу – 2,22 т/га. Максимальна урожайність сорту у 2011 р. була на рівні 4,40 т/га (Кельменецька ДСС). Потенційна урожайність до 5,0 т/га, вміст білка в насінні 38–39 %, олії 22–23 %.

Сорт сої **Кобза** рекомендований до вирощування по Поліській і Степовій зонах України, а також занесений до Державного реєстру селекційних досягнень РФ по Центрально–Чорноземному регіону. Сорт відноситься до ранньостиглої групи (тривалість періоду вегета-

ції 94–98 діб). В конкурсному сортовипробуванні (2009–2011 рр.) урожайність сорту була на рівні 1,71 т/га. У мережі держсортівипробування сорт Кобза максимальну врожайність формував у Лісостеповій зоні – 2,24 т/га. Найбільша урожайність сорту у 2014 р. сягала 3,45 т/га (Кельменецька ДСС). На полігоні BASF в Белгородській області РФ у 2011 р. сорт забезпечив урожайність 3,30 т/га. Потенційна урожайність до 4,0 т/га, вміст білка в насінні 38–39 %, олії 21–22 %.

Сорт сої **Перлина** рекомендований до вирощування по Поліській зоні. Сорт ранньостиглий (тривалість періоду вегетації 95–100 діб), має високу посухостійкість. В конкурсному сортовипробуванні (2011–2013 гг.) урожайність сорту становила 1,43 т/га, у держсортівипробуванні найбільший рівень урожайності сорту зафіксований у Лісостепу – 3,2 т/га (Кельменецька ДСС). Потенційна урожайність до 5,0 т/га, вміст білка в насінні 38 %, олії 21 %.

Сортові посіви сої підлягають обов'язковому польовому інспектуванню (апробації) під час якого встановлюється приналежність рослин до того чи іншого сорту. Різновидності сої визначають за сукупністю якісних та кількісних ознак вегетуючих та зрілих рослин.

До основних якісних сортовирізняльних ознак відносять: колір опушення, колір віночка квітки, колір насіння, забарвлення насінневого рубчика. Основними кількісними ознаками є висота рослин та маса 1000 насінин.

Новітні сорти харківської селекції відносяться до різновидностей: *ukrainika* (Мальвіна), *flavida* (Подяка), *glauka* (Спритна), *argillo-sperma* (Естафета), *makrocarpa* (Байка, Кобза, Перлина). Висота рослин варіює від 75 до 130 см, маса 1000 насінин – від 120 г до 190 г.

Наприклад: у сорту Мальвіна жовто–коричневе опушення стебла, фіолетовий колір квітки, жовте насіння, темно – коричневе забарвлення насінневого рубчика. За сукупністю цих ознак сорт відноситься до різновидності *ukrainika* (табл. 14).

Окрім цього, наразі проходять державне сортовипробування в Україні ще сім сортів сої харківської селекції: **Вікторина**, **Писанка** (з 2013 р.), **Райдуга**, **Симфонія** (з 2014 р.), **Вишиванка**, **Красуня** (з 2015 р.), **Вереснева** (з 2016 р.).

**Таблиця 14. Основні сортовирізняльні ознаки новітніх сортів сої харківської селекції.**

Сорт	Різновидність	Колір				Висота рослин, см	Маса 1000 насінин, г
		опушення	віночка квітки	насіння	насінневого рубчика		
Мальвіна	ukrainika	жовто-коричневий	фіолетовий	жовтий	темно-коричневий з вічком	90-100	150-160
Подяка	flavida	жовто-коричневий	фіолетовий	жовтий	жовтий	110-130	120-130
Спритна	glauka	світло-сірий	білий	жовтий	жовтий	75-85	140-150
Естафета	argillosperma	жовто-коричневий	фіолетовий	жовтий	жовтий	75-85	140-150
Байка	makrosarpa	жовто-коричневий	фіолетовий	жовтий	темно-коричневий	80-90	180-190
Кобза	makrosarpa	жовто-коричневий	фіолетовий	жовтий	світло-коричневий	80-100	140-150
Перлина	makrosarpa	світло-сірий	фіолетовий	жовтий	світло-коричневий	80-100	140-160

Впровадження нових сортів дозволить підвищити урожайність культури, збільшити ефективність використання матеріально-технічних ресурсів, покращити якість товарної і насінневої продукції.

### **Контрольні запитання**

1. Охарактеризуйте сортовий потенціал сої в Україні.
2. Які особливості харківських сортів сої?
3. Назвіть сортовирізняльні ознаки сої.
4. Які сорти харківської селекції занесені до реєстру?
5. Які сорти харківської селекції проходять державне сортопробування?

## ВИСНОВКИ

В навчальному посібнику представлено теоретичне узагальнення і нове практичне вирішення важливого наукового завдання з визначення адаптивних властивостей сучасних сортів сої за стійкістю до спеки та посухи, проаналізовані праці науковців з селекції сої. За результатами дослідження сформульовано наступні висновки:

1. Високий вміст у насінні сої високоякісного білка й олії, та їх низька собівартість, обумовлює економічну ефективність вирощування цієї культури. Галузь виробництва сої України перебуває в стадії активного розвитку, проте, через глобальне потепління та вузьку екологічну пристосованість сортів сої, пріоритетним завданням сьогодення є створення власних сортів сої, адаптованих до конкретних умов вирощування і розширення їх посівних площ.

2. З'ясовано, що дефіцит води та високі температури порушують в рослині практично всі процеси метаболізму і гормональний баланс, викликають зміну субклітинних структур, що призводить до суттєвого зниження врожаю. Ступінь порушень в значній мірі залежить від жаро- та посухостійкості рослин, а також тривалості та інтенсивності посухи.

3. За умов штучно створеного провокаційного фону «посушник» виділені сорти, які характеризуються високою стійкістю до спеки та посухи за ознакою продуктивності: Соер 345 (120 % до St), Сонячна (123 % до St) і Припять (116 % до St) та дуже високою – сорт Галі (136 % до St).

4. Виявлено відмінності формування насінневої продуктивності між зразками сої, вирощених в природних умовах та штучно створеному посушнику, яка варіює залежно від умов року та тривалості періоду вегетації. Відібрано за продуктивністю в контрастних умовах вирощування 7 сортів сої: Галі, Соер 345, Сонячна, Припять, Донская (молочная), Спрінт, УИР 021752. Установлено, що в умовах штучно створеної посухи, формування високої продуктив-

ності зразків відбувається за рахунок збільшення кількості бобів і насінин на рослині.

5. Установлено, що більш високе накопичення білка (до 48,8 %) було за умов стабільного теплозабезпечення у фазах наливу та дозрівання бобів, при цьому температурний режим має більший вплив на даний процес, аніж вологозабезпечення. Виділено за умов посухи сім джерел високого вмісту білка в насінні сої: Dong pong 36 – 46,7 %, Ke shuang (CHN) – 45,4 %; Optimus – 43,8 %, Norpro (USA) – 43,2 %; AC Proteina (CAN) – 42,5 %; Дина – 41, %, М 140 (RUS) – 42,3 %.

6. Заслужовує на увагу взаємозв'язок накопичення олії в насінні сої з вологозабезпеченням, при ГТК =  $2,1 \bar{x} = 22,6 \%$ , в умовах жорсткої посухи  $\bar{x} = 20,5 \%$ . Виявлено два сорти зі стабільно високим вмістом олії (Аннушка, Алмаз) – 22,2 % і 24,2 % відповідно, та дев'ять сортів з стабільно середнім рівнем вмісту олії (Медея, Спритна, Соєр 345, Білосніжка, Хабаровская 8, Романтика, Л 34-13, Optimus, Танаїс) – 18,3-21,9 %. Виділено 12 джерел високого вмісту олії в насінні сортів сої: Аннушка, Алмаз, Оріана, Антрацит (UKR); Emerson, N 0300, AC Oxword (CAN); Верас (BLR); Десна (SCG); Walsh (USA); Гера (RUS); Labrador (FRA), які характеризуються високим рівнем прояву інших цінних господарських ознак.

7. На сучасних зразках сої показана доцільність використання методу пророщування насіння в розчині осмотиків. Виділено 17 кращих сортів за схожістю насіння в межах 94-98 %, що свідчить про високу здатність використання ними вологи за посушливих умов (Аліса, Антрацит, Алмаз, PVS 00.1, Merlin, Білявка, ВІР 0136611, Гибрид АСС 21, Галі, Діона, Сіверка, Донская, УІР 021752, AC Proteina, Соєр 345, Спритна та Байка), три сорти за величиною показника середньої маси проростка 60,0-64,2 мг (Антрацит, N 0300, Танаїс) та сорт Антрацит з поєднанням високої схожості насіння (98 %) та величини маси проростка (64,2 мг).

8. Удосконалено метод термотесту: експериментальним шляхом встановлено напівлетальну температуру + 60 °С, з експозицією температурної дії 40 хвилин для сортів сої, вирощених в умовах

східної частини Лісостепу України. Розглянута мінливість термостійкості насіння зразків сої трьох груп стиглості за роками вирощування. За середніми рангами термостійкості виділено 14 стійких сортів: Ксеня, Версія, Сонячна, Аркадія одеська, Байка, Фея, Валентина, Аннушка (UKR); УИР 21752 (CHN); Labrador (FRA); Гибрид АСС 21 (KAZ); Верас (BLR); NM 4961 (CZE), Emerson (CAN). Описано 54 середньостійких і 15 нестійких сортів сої, які не мають селекційної цінності.

9. Підтверджено вплив стресових факторів оточуючого середовища (нестачі вологи та підвищених температур) в момент критичних періодів вегетації сої на реалізацію генетичного потенціалу термостійкості сортів, кількісний і якісний склад класів, а також на ступінь депресії довжини і маси проростків. Встановлено, що при вирощуванні насіння зразків в більш посушливих і спекотливих умовах відмічено вищі показники термостійкості, ніж у зразків, насіння яких було отримано в оптимальному за погодними умовами середовищі.

10. Доведено, що у більш термостійких зразків сої ростові процеси не завжди інтенсивніші порівняно з менш термостійкими, що виражається у мінливості довжини проростків та їх маси ( $PP_1 r = 0,59$  і  $PP_2 r = 0,49$ ). У нетермостійких зразків після обробки насіння високими температурами виділені проростки, які за довжиною і масою переважали у 1,5-2,5 рази контрольні, що дозволяє проводити селекційні добори окремих термостійких рослин у всіх групах стійкості.

11. При веденні селекційної роботи на підвищення стійкості сортів до спеки та дефіциту вологи доцільно використовувати комплекс лабораторно-польових методів, за допомогою якого можлива об'єктивна оцінка селекційного матеріалу на різних етапах органогенезу.

12. Надано характеристику нових сортів сої Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН, які занесені до Державного реєстру сортів рослин придатних до поширення в Україні.

## РЕКОМЕНДАЦІЇ НАУКОВО-ДОСЛІДНИМ УСТАНОВАМ ТА НАВЧАЛЬНИМ ЗАКЛАДАМ

### *Науково-дослідним установам:*

✓ використовувати для розширення розподільчої здатності способу термотестування зразків сої температурний режим +60°C за експозиційної дії 40 хвилин (Патент на корисну модель № 93263 «Спосіб визначення термостійкості зразків сої»).

✓ залучати у експеримент для коректного диференціювання досліджуваного матеріалу на групи термостійкості виділені нами сорти-еталони: стійкий сорт Ксеня (UKR), середньостійкий – N 0300 (CAN), нестійкий – Karikachi (JPN);

✓ використовувати у селекційних програмах як вихідний матеріал на підвищення стійкості до спеки та посухи наступні сорти: Галі, Сонячна, Спрінт, Ларіса, Білосніжка, Спритна, Л 52-13, Байка (UKR); Припять (BLR); Донская (молочная), Соер 345, Самер 2 (RUS), УИР 021752 (CHN); Gaillard, N 0300, Emerson (CAN);

- як джерела високого вмісту білка Dong pong 36 – 46,7 %, Ke shuang (CHN) – 45,4 %; Optimus – 43,8 %, Norpro (USA) – 43,2 %; AC Proteina (CAN) – 42,5 %; Дина – 41,4 %, М 140 (RUS) – 42,3 %.

- як джерела високого вмісту олії Аннушка, Алмаз, Оріана, Антрацит (UKR); Emerson, N 0300, AC Oxword (CAN); Верас (BLR); Десна (SCG); Walsh (USA); Гера (RUS); Labrador (FRA).

✓ в умовах східної частини Лісостепу України з метою підвищення посухостійкості вести добір зразків сої, які формують підвищену кількість бобів і насінин у них.

✓ проводити перевірки вихідного матеріалу сої на наявність трансгенних конструкцій.

### *Навчальним закладам:*

✓ звернути увагу на літературні джерела, використані при написанні навчального посібника, застосовувати їх у роботі націленої на рішення проблеми посухостійкості сільськогосподарських

культур, а також при написанні звітів, рефератів, курсових, дипломних робіт, тощо.

✓ використовувати вдосконалений метод термотестування зразків сої з температурним режимом  $+60^{\circ}\text{C}$  та експозиційної дії 40 хвилин (Патент на корисну модель № 93263 «Спосіб визначення термостійкості зразків сої») для визначення посухостійкості дослідних зразків

✓ Використовувати у своїх наукових програмах виділені та зареєстровані в НЦГРРУ посухостійкі сорти: Галі, Соер 345, Припять, Сонячна та сучасні сорти сої селекції Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва: Мальвіна, Подяка, Спритна, Естафета, Байка, Кобза, Перлина.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Петриченко В. Ф. Наукові основи виробництва та використання сої у тваринництві / В. Ф. Петриченко // Корми і кормовиробництво : міжвід. темат. наук. зб. – К. : Урожай, 2012. – Вип. 71. – С. 3–11.
2. Програма «Розвиток виробництва олійних культур в Україні в 2012-2015 рр. (по зонах)» // Наук.-практ. щорічник «Посібник українського хлібороба». - Т. 2 «Селекція і насінництво польових культур» – 2012. – С. 239–263.
3. Лукомец В.М. Потенциал производства масличных культур в Российской Федерации / В.М. Лукомец, Н.И. Бочкарев // Масложи-ровой комплекс России: новые аспекты развития – материалы 4-й Междунар. конф. МПА. – М., 2006. – С. 38–42.
4. Мойсієнко В. В. Агроекономічне обґрунтування ролі сої у вирішенні проблеми рослинного білка в Україні / В. В. Мойсієнко В. Г. Дідора // Вісник ЖНАЕУ. – 2010. – № 1 (26). – С. 1-14. – (Сер. : «Загальна екологія та агроекологія»).
5. Бабич А. О. Віддалена гібридизація сої / А. О. Бабич. – К. : Аграрна наука, 2009. – 244 с.
6. Соя в кормопроизводстве : научно-производственное издание / [Баранов В. Ф., Кочегура А. В., Кононенко С. И., Ригер А. И.] ; под. ред. В. М. Лукомца, Л. Г. Горковенко. – Краснодар, 2010. – 368 с.
7. Бабич А. О. Світові та вітчизняні тенденції розміщення виробництва і використання сої для розв'язання проблеми білка / А. О. Бабич, А. А. Бабич-Побережна // Корми і кормо виробництво : міжвід. темат. наук. зб. – К. : Урожай, 2012. – Вип. 71. – С. 12–26.
8. Бабич А.О. Селекція, виробництво, торгівля і використання сої у світі / А.О. Бабич, А.А. Бабич-Побережна. – К.: Аграрна наука, 2011. 548 с.
9. Гаврилюк М. М. Олійні культури в Україні / М. М. Гаврилюк, В. Н. Салатенко, А. В.Чехов. – К. : Основа, 2007. – 415 с.
10. Іванюк С. В. Формування сортових ресурсів сої відповідно до біокліматичного потенціалу регіону вирощування / С. В. Іванюк //

Корми і кормовиробництво: міжвід. темат. наук. зб. – К. : Урожай, 2012. – № 71. – С. 33–42.

11. Bernand R. L. Two genes for time of flowering and maturity in soybean / R. L. Bernand // Crop Sci. – 1971. – Vol. 11. – P. 242–244.

12. Сальников В. К. Возделывание сои в США и Канаде / В. К. Сальников. – М., 1972. – 49 с.

13. Бабич А. О. Селекція і зональне розміщення сої в Україні / А. О. Бабич, А. А. Бабич-Побережна // Збірник наукових праць СГІ / НЦНС. – Одеса, 2010. – Вип. 15 (55). – С. 25–38.

14. Оптимізація основних елементів технології вирощування сої / В. В. Кириченко, П. В. Чернишенко, С. С. Рябуха, Р. Д. Магомедов : навчальний посібник ; за ред. В. В. Кириченка / НААН, Ін-т рослинництва ім. В. Я. Юр'єва. – Х., 2013. – 81 с.

15. Адаменко Т. І. Зміна агрокліматичних умов та їхній вплив на зернове господарство України / Т. І. Адаменко. [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://www.ioi.org.ua/ukr/Showart.php> (дата звернення: 3.01.2014).

16. Латиш Л. Г. Зміни режиму вологовмісту ґрунту в Україні у 2011-2015 роках / Л. Г. Латиш, В.М. Хохлов // Фізична географія та геоморфологія. – К. : ВГЛ «Обрії», 2009. – Вип. 57. – С.43–49.

17. Шувар І. Успіх у балансі тепла та води / І. Шувар // Агробізнес сьогодні. 2012. № 9 (232). [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://www.agro-business.com.ua/agronomiia-siogodni/1043-uspikh-u-balansi-tepla-ta-vody.html> (дата звернення: 12.12.2013).

18. Лялько І. В. Дослідження проблем посушливості на території України з використанням наземної та супутникової інформації / І. В. Лялько, Л. О. Єлістратова, О. А. Апостолов // Український журнал дистанційного зондування Землі. 2014. № 2. С. 18–28.

19. Бабич А. О. Селекція і виробництво сої в Україні / А. О. Бабич, А. А. Бабич-Побережна. – Вінниця, 2008. – С. 14–16.

20. Січкач В. І. Шляхи підвищення урожаю сої в зоні степу / В. І. Січкач // Збірник наукових праць СГІ / НЦНС. – Одеса, 2010. – Вип. 15 (55). – С. 14–24.

21. Посилаєва О. О. Адаптивні властивості зразків сої за стійкістю до спеки і посухи і виділення джерел для селекції : автореф. дис. ...на здоб. вч. ступ. к. с. н. / О. О. Посилаєва. – Харків, 2015. 21 с.
22. Спеціальна селекція і насінництво польових культур : навчальний посібник ; за ред. В. В. Кириченка / НААН, Ін-т рослинництва ім. В. Я. Юр'єва. – Х., 2010. – С. 346–362.
23. Петренко Н. І. Культура сої: історія походження і поширення [Електронний ресурс] / Н. І. Петренко. – Режим доступу : <http://base.dnsgb.com.ua/INB/2007-3/07pniipp.pdf> (дата звернення: 5.02.2014)
24. Корсаков Н. И. Соя (систематика и основы селекции) : автореф. дис. на соискание уч. степени доктора с.-х. наук : спец. 06.01.09 «Растениеводство» / Н. И. Корсаков. – Л., 1973. – 44 с.
25. Генетика сои / А. К. Лещенко, В. Г. Михайлов, В. И. Сичкарь [и др.] // Генетика культурных растений: зернобобовые, овощные, бахчевые. – Л. : ВО «Агропромиздат», Ленинградское отд., 1990. – С. 111–134.
26. Комаров В. Л. Происхождение культурных растений / В. Л. Комаров. – 2-е изд. – М. – Л. : Сельхозгиз, 1938. – 240 с.
27. Купцов А. И. Введение в географию культурных растений / А. И. Купцов. – М. : Наука, 1975. – 294 с.
28. Бабич. А. О. Соя – стратегічна культура світового землеробства ХХІ століття / А. О. Бабич, А. Бабич-Побережна // Пропозиція. – 2006. – № 6. – С. 44–46.
29. Тимченко В. Н. Соя – культура ХХІ століття / В. Н. Тимченко, А. В. Пилипченко, В. А. Сонець // Агроперспектива. – 2006. – № 10. – С. 22-24.
30. Побережна А. А. Соя в землеробстві і економіці США / А.А. Побережна ; під ред. П. Т. Саблука. – К.: УААН, Ін-т аграрної економіки, 2000. 124 с.
31. Димов О. М. Стан і тенденції розвитку виробництва сої в ринкових умовах / О. М. Димов // Економіка АПК. – 2009. – № 1. – С. 97–102.

32. Бабич А. О. Селекція і зональне розміщення сої в Україні / А. О. Бабич, А. А. Бабич-Побережна // Збірник наукових праць СГІ / НЦНС. – Одеса, 2010. – Вип. 15 (55). – С. 25–38.

33. Тимченко В. Н. Розвиток виробництва сої в Україні і ефективне свинарство [Електронний ресурс] / В. Н. Тимченко. – Режим доступу : <http://agro.ua.net/animals/catalog/ag-4/a-0/info/aig-71/> (дата звернення: 5.05.2015).

34. Платонова А. Потенциал украинского рынка сои и соевого шрота на мировом рынке / А. Платонова // доклад 2-й междунар. конф. «Рынок сои и шротов стран СНГ и Европы» (г. Калининград, 5-7 июня 2013 г.) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.apk-inform.com/ru/exclusive/topic/1018017> (дата звернення: 2.03.2014).

35. Казакова І. В. Ефективність виробництва сої та розвиток ринку соєвих продуктів в Україні і світі / І. В. Казакова, Н. В. Кондратюк // Ефективна економіка. 2015. № 5. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=4070> (дата звернення: 27.01.2016).

36. Єдина комплексна стратегія розвитку сільського господарства та сільських територій на 2015-2020 роки [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://minagro.gov.ua/node/16015> (дата звернення: 27.01.2016).

37. Практичний напрямок досліджень зміни клімату в Україні / М. Б. Барабаш, О. Г. Татарчук, Н.П. Гребенюк, Т. В. Корж // Фізична географія та геоморфологія. – К. : ВГЛ «Обрії», 2009. – Вип. 57. – С. 28–37.

38. Dai A. A global dataset of Palmer Drought Severity Index for 1870–2002: Relationship with soil moisture and effects of surface warming / A. Dai, K. E. Trenberth, T. Qian // Journal of Hydrometeorology. – 2004. – Vol. 5. – P. 1117–1130.

39. Solomon S. Climate Change 2007: The Physical Science Basis / S. Solomon // Contribution of Working Group I to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. – Cambridge University Press, 2007. – P. 231–237.

40. Засухоустойчивость озимой пшеницы / Д. Ф. Проценко, Ф. Г. Кириченко, Н. Н. Мусяненко, П. С. Славный. – М. : Колос, 1975. – 240 с.
41. Юрьев В. Я. Избранные труды / В. Я. Юрьев. – К. : Урожай, 1971. – С. 139–148.
42. Крупнов В. А. Засуха и селекция пшеницы : системный подход / В. А. Крупнов // Сельскохозяйственная биология. – 2011. – № 1. – С. 12-23.
43. Корчагин В. А. Избранные труды / В. Я. Корчагин. – Самара, 2008. – С. 43–48.
44. Passioura J. B. The drought environment: physical, biological and agricultural perspectives / J. B. Passioura // J. Exp. Bot. – 2007. – № 58. – P. 113-117.
45. Фізіологія рослин : підручник / М. М. Макрушин, Є. М. Макрушина, Н. В. Петерсон, М. М. Мельников ; за ред. М. М. Макрушина. – Вінниця : Нова книга, 2006. – 416 с.
46. Генкель П. А. Физиология жаро- и засухоустойчивости растений / П. А. Генкель. – М. : Наука, 1982. – 280 с.
47. Генкель П. А. Устойчивость растений к засухе и пути ее повышения / П. А. Генкель // Тр. Ин-та физиологии растений им. К. А. Тимирязева АН СССР. – М., 1946. – Т. 5, Вып. 1. – 237 с.
48. Альтергот В. Ф. Действие повышенных температур на растения / В. Ф. Альтергот // Известия АН СРСР. – 1963. – № 1. – С. 57–73. – (Сер. : «Биология»).
49. Альтергот В. Ф. Становление функциональной жароустойчивости растений / В. Ф. Альтергот // Физиология приспособления растений к почвенным условиям. – Новосибирск : Наука, 1973. – С. 171–187.
50. Альтергот В. Ф. Действие повышенной температуры на растение в эксперименте и природе / В. Ф. Альтергот // Тимирязевские чтения– М. : Наука, 1981. – XL. – 56 с.
51. Лещенко А. К. Соя / А. К. Лещенко, Б. В. Касаткин, М.И. Хотулев. – М. : Сельхозгиз, 1948. – 272 с.

52. Лещенко А. К. Культура сои / А. К. Лещенко. – К.: Наук. думка. 1978. – 236 с.

53. Практикум по росту и устойчивости растений : учебн. пособие / В. В. Полевой, Т. В. Чиркова, Л. А. Лутова [и др.] ; под ред. В. В. Полевого, Т. В. Чирковой. – СПб. : Изд-во С.-Пб.ун-та, 2001. – С. 129–130.

54. Генкель П. А. Диагностика засухоустойчивости культурных растений и способы ее повышения : методические указания / П. А. Генкель– М. : Изд-во АН СССР, 1956. – 71 с.

55. Qualset C. O. Breeding for drought resistance in maize / C. O. Qualset // Proc. Of SAFGRAD, International Institute for Tropical Maize. Workshop, Ougandogu, Upper Volta. – 1979. – P. 123–127.

56. Вотчал Е. Ф. Полевая физиология (нормальная и патологическая) и физиологическое сортоизучение в селекции / Е. Ф. Вотчал // Тр. научного института селекции. – К., 1928. – Вып. 2. – С. 209–236.

57. Ильина Л. Г. Селекция на засухоустойчивость / Л.Г. Ильина // Генетика. – 1984. – Т. 20, № 11. – С. 1887–1893.

58. Дьяков А. Б. Принципы оптимизации архитектоники посевов в условиях дефицита влаги и азота / А. Б. Дьяков // Аграрная Россия. – 2002. – № 1. – С. 6–18.

59. Максимов Н. А. Физиологические основы засухоустойчивости растений / Н. А. Максимов // Труды по прикладной ботанике и селекции. – 26-е приложение. – Л., 1926. – С. 391–392.

60. Смирнова А. И. Новые технические растения в Нижнем Поволжье / А. И. Смирнова. – Саратов : Нижневолжское краевое изд-во, 1932. – С. 50–51.

61. Подоба И. Г. Соя и лаллеманция / И. Г. Подоба. – СПб, 1884. – 64 с.

62. Бордаков П. П. Соя на Украине / П. П. Бордаков. – М., 1929. – 32 с.

63. Золотницкий В. А. Соя на Дальнем Востоке / В. А. Золотницкий. – Хабаровськ : Хабаровское кн. изд-во, 1962. – 248 с.

64. Писцов П. М. Культура сои в странах Дальнего Востока и перспектива ее развития в СССР / П. М. Писцов // Труды научно-технического совета Семеноводсоюза. – М., 1929. – Вып. 1. – С. 73–79.
65. Енкен В. Б. Соя / В. Б. Енкен. – М. : Сельхозгиз, 1959. – 622 с.
66. Morse W. J. Soybeans will be irrigated this year / W. J. Morse // Soybean Digest. – 1955. – № 15. – P. 21–23.
67. Сунь-Син-Дун. Соя : пер. с китайского / Сунь-Син-Дун. – М., 1958. – 248 с.
68. Гарибов И. Соя при орошении / И. Гарибов, Д. Васильев // Земледелие. – 1976. – № 6. – С. 58–60.
69. Губанов П. Эффект орошения сои / П. Губанов // Корма. – 1975. – № 6. – С. 38–39.
70. Колосков П. И. Климатический фактор сельского хозяйства и агроклиматическое районирование / П. И. Колосков. – Л. : Гидрометеиздат, 1971. – 328 с.
71. Liu F. L. Pod set related to photosynthetic rate and endogenous ABA in soybean subject to different water regimes and exogenous ABA and BA at early reproductive stages / F. L. Liu, C. R. Jensen, M. N. Andersen // Ann. Bot. (Lond). – 2004. – № 94. – P. 405–205.
72. Лысогоров С. Д. Орошаемое земледелие / С. Д. Лысогоров, В. А. Ушкаренко. – М. : Колос, 1981. – 382 с.
73. Тереньтьева Н. И. Требования к факторам жизни. Соя / Н. И. Тереньтьева, В. Ф. Баранов, В. П. Суетов ; под ред. Ю. П. Мякушко, В. Ф. Баранова. – М. : Колос, 1984. – С. 40–56.
74. Васильева Т. А. Продуктивность ранних генотипов сои в зависимости от условий водообеспеченности / Т. А. Васильева // Вопросы прикладной физиологии и генетики масличных растений. – Краснодар, 1986. – С. 42–50.
75. Соя (генетика, селекция, семеноводство) / А. К. Лещенко, В. И. Сичкарь, В. Г. Михайлов, В. Ф. Марьюшкин. – К. : Наук. думка, 1987. – 256 с.
76. Лещенко А. К. Селекция, семеноведение и семеноводство сои / А. К. Лещенко, В. Г. Михайлов, В. И. Сичкарь. – К. : Урожай, 1985. – 120 с.

77. Заверюхин В. И. Возделывание сои на орошаемых землях / В. И. Заверюхин ; под. ред. А. А. Собко. – М. : Колос, 1981. – 158 с.
78. Генкель П. А. О состоянии и направлении работ по физиологии жаро- и засухоустойчивости растений / П. А. Генкель // Проблемы засухоустойчивости растений. – М. : Наука, 1978. – С. 5–20.
79. Алексеев А. М. Водный режим клеток растений в связи с обменом веществ и структурированностью цитоплазмы / А. М. Алексеев. – М. : Наука, 1969. – 36 с.
80. Слейчер Р. Водный режим растений / Р. Слейчер. – М. : Мир, 1970. – 362 с.
81. Кушниренко М. Д. Физиология водообмена и засухоустойчивость плодовых растений / М. Д. Кушниренко. – Кишинев : Штиинца, 1975. – 215 с.
82. Levitt J. Responses of plant to environmental stresses / J. Levitt. – New York : Acad. Press, 1980. – 497 p.
83. Таирбеков М. Г. Структурные и функциональные аспекты устойчивости растительной клетки / М. Г. Таирбеков // Успехи совр. биол. – 1973. – Т. 75, № 3. – С. 406–418.
84. Сатарова Н. А. Регуляция некоторых физиологических и метаболических процессов у растений в связи с адаптацией к засухе / Н. А. Сатарова // Проблемы засухоустойчивости растений. – М. : Наука, 1978. – С. 20–50.
85. Сухоруков К. Т. Физиология и иммунитет растений / К. Т. Сухоруков. – М. : Изд-во АН СССР, 1952. – 146 с.
86. Сухоруков К. Т. О действии ядов на плазму и физиологические процессы растения / К. Т. Сухоруков // Бюл. ГБС. – 1957. – Вып. 28. – С. 54-56.
87. Сухоруков К. Т. Поглощение кислорода убитыми растениями / К. Т. Сухоруков, А. Н. Сутулов // Журнал общ. биол. – 1962. – № 2. – С. 109–113.
88. Альтергот В. Ф. Биохимические механизмы гибели, устойчивости и приспособления растений при воздействии высоких температур в природе / В. Ф. Альтергот // Клетка и температура среды. – Л. : Наука, 1968. – С. 185.

89. Бритиков Е. А. Биологическая роль пролина / Е. А. Бритиков. – М. : Наука, 1975. – 87 с.

90. Influence of silicon on sunflower cultivars under drought stress, I: Growth, antioxidant mechanisms, and lipid peroxidation. / A. Gunes, D. J. Pilbeam, A. Inal, S. Coban // Communications in Soil Science and Plant Analysis. – New York. – 2008. – V. 39, №. 13/14. – P. 1885–1903.

91. Генкель П. А. Физиологические основы адаптации растений / П. А. Генкель // Физиология и биохимия культурных растений. – 1976. – Т. 8, № 2. – С. 132.

92. Андреева И. Н. Влияние предпосевного закаливания семян к засухе на окислительную и фосфорилирующую активность митохондрий растений кукурузы / И. Н. Андреева, Е. Б. Куркова // Биологические основы повышения качества семян сельскохозяйственных растений. – М. : Наука, 1964. – С. 236–240.

93. Андреева И. Н. О состоянии митохондрий растений в связи с репарационными процессами после перенесения высоких температур / И. Н. Андреева // Физиология засухоустойчивости растений. – М. : Наука, 1971. – С. 70–85.

94. Marinos N. G. Ultrastructural changes in wheat embryos during a presowing drought hardening treatment / N. G. Marinos, D. Fite // Protoplasma. – 1972. – Vol. 74, № 4. – P. 381.

95. Генерозова И. П. Структурно-функциональная характеристика хлоропластов в условиях засухи / И. П. Генерозова // Проблемы засухоустойчивости растений. – М. : Наука, 1978. – С. 183–205.

96. Генкель П. А. Влияние солей на вязкость протоплазмы и жароустойчивость растительных клеток / П. А. Генкель, И. В. Цветкова // Докл. АН СССР. – 1950. – Т. 74, № 6. – С. 63–68.

97. Таланова В. В. Фитогормоны как регуляторы устойчивости растений к неблагоприятным факторам среды : автореф. дис... на соик. степ. д.б.н. / В. В. Таланова. – Петрозаводск, 2009 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.dissercat.com/content/fitogormony-kak-regulatory-ustoichivosti-rastenii-k-neblagopriyatnym-faktoram-sredy#ixzz2x42jpWSc> (дата звернения: 03.03.2014).

98. Генкель П. А. Физиология устойчивости растительных организмов / П. А. Генкель // Физиология сельскохозяйственных растений. – Изд. МГУ. – 1967. – Т. 3. – С. 87.

99. Чиркова Т. В. Физиологические основы устойчивости растений / Т. В. Чиркова. – СПб. : Изд-во С.-Пб. ун-та, 2002. – 244 с.

100. Шакирова Ф. М. Неспецифическая устойчивость растений к стрессовым факторам и ее регуляция / Ф. М. Шакирова. – Уфа : Гилем, 2001. – 159 с.

101. Ершова А. Н. Метаболическая адаптация растений к гипоксии и повышенному содержанию диоксида углерода / А. Н. Ершова. – Воронеж : Изд-во Воронежского ун-та, 2007. – 264 с.

102. Семенова Е. А. Оценка воздействия водного стресса на растения сои по изменению электрофоретических спектров антиоксидантных ферментов / Е. А. Семенова // Достижения науки и техники АПК. – 2014. – № 2. – С. 24–27.

103. Мусієнко М. М. Молекулярні механізми індукції захисних реакцій рослин в умовах посухи / М. М. Мусієнко, І. В. Жук // Укр. ботан. журн. – 2009. – Т. 66, № 4. – С. 580–595.

104. Кулаева О. Н. Белки теплового шока и устойчивость растений к стрессу / О. Н. Кулаева // Соросовский образовательный журнал. – 1997. – № 2. – С. 5–13.

105. Иваченко Л. Е. Ферменты как маркеры адаптации сои к условиям выращивания / Л. Е. Иваченко : автореф. дис... на соиск. степ. д. б. н. / Л. Е. Иваченко. – М., 2012. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http:// www.dissercat.com/content/fermenty-kak-markery-adaptatsii-soi-k-usloviyam-vyrashchivaniya#ixzz2x3W4W0yM](http://www.dissercat.com/content/fermenty-kak-markery-adaptatsii-soi-k-usloviyam-vyrashchivaniya#ixzz2x3W4W0yM) (дата звернення: 30.11.2014)

106. Хайрулина Т. П. Влияние абиотических факторов на антиоксидантную систему и продуктивность сои : автореф. дис... на соиск. степ. к. б. н. / Т. П. Хайрулина. – Благовещенск, 2011 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://www.dissercat.com/ content/vliyanie-abioticheskikh-faktorov-na-antioksidantnuyu-sistemu-i-produktivnost-soi#ixzz2x3FazABC](http://www.dissercat.com/content/vliyanie-abioticheskikh-faktorov-na-antioksidantnuyu-sistemu-i-produktivnost-soi#ixzz2x3FazABC) (дата звернення: 6.06.2015).

107. Кузнецова В. А. Термостабильность пероксидаз семян сои / В. А. Кузнецова // Масличные культуры : науч.-техн. бюл. / ВНИИМК. – Краснодар, 2012. – Вып. 2 (151-152). – С. 179–183.

108. Анисимов А. А. Регуляция ферментативной активности у растений / А. А. Анисимов // Межвуз. сб. Горьков. гос. ун-т им. Н. И. Лобачевского ; редкол. : А. А. Анисимов (отв. ред.). – Горький : ГГУ, 1990. – 95 с.

109. Делянин Н. В. Механизмы антиоксидантной защиты организма при изменении режима кислородного обеспечения / Н. В. Делянин, А. М. Герасимов // Материалы международной научной конференции. – Гродно, 1993. – С. 18–19.

110. Войников В. К. Стрессовые белки растений при действии высокой и низкой температуры / В. К. Войников // Стрессовые белки растений. – Новосибирск : Наука, 1989. – С. 5–20.

111. Гарбуз Д. Г. Исследование механизмов термоустойчивости: эволюция генетических локусов и мутагенез / Д. Г. Гарбуз // Динамика генофондов: материалы отчетной конференции памяти Ю. П. Алтухова. – М., 2007. – С. 118–121.

112. Панасенко О. О. Структура и свойства малых белков теплового шока / О. О. Панасенко, М. В. Ким, Н. Б. Гусев // Успехи биологической химии. – 2003. – Т. 43, № 1. – С. 59–98.

113. Войников В. К. Белки теплового шока растений / В. К. Войников, Г. Г. Иванова, А. В. Рудиковский // Физиология растений. – 1984. – Т. 31, № 5. – С. 970.

114. Войников В. К. Рост и устойчивость растений / В. К. Войников // Реакция генома клетки на температурный стресс. – Новосибирск, 1988. – С. 154–163.

115. Александров В. Я. Изменение во времени теплоустойчивости фототаксиса хлоропластов и движения цитоплазмы в растительных клетках после теплового шока / В. Я. Александров, Е. И. Денюко, А. Г. Ломагин // Физиология растений. – 1990. – Т. 37, № 1. – С. 133–141.

116. Евгеньев М. Б. Тепловой шок и работа генов / М. Б. Евгеньев // Химия и жизнь. – 1981. – № 6. – С. 14–18.

117. Астауров Б. Л. Наследственность и развитие / Б. Л. Астауров // Избранные труды. – М. : Наука, 1974. – С. 274–344.
118. Ляпунов А. А. Об управляющих системах живой природы / А. А. Ляпунов // О сущности жизни. – М. : Наука, 1964. – С. 66–80.
119. Туманов И. И. Завядание и засухоустойчивость / И. И. Туманов // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – Л., 1929. – Т. 22. – № 1. – С. 107.
120. Стефановский И. А. Роль корневой системы в засухоустойчивости зерновых культур / И. А. Стефановский // Семеноводство. – 1934. – № 1. – С. 23.
121. Стефановский И. А. Засухоустойчивость твердых, мягких и других видов пшениц, принадлежащих к различным агроэкологическим группам / И. А. Стефановский // Докл. ВАСХНИЛ. – 1939. – № 3. – С. 12-14.
122. Стефановский И. А. Засухоустойчивость яровых пшениц / И. А. Стефановский. – М. : Сельхозгиз, 1950. – 224 с.
123. Удольская К. Л. Засухоустойчивость сортов яровой пшеницы / К. Л. Удольская. – Омск, 1936. – 122 с.
124. Нестерова Е. И. Устойчивость к почвенной засухе нескольких сортов яровой пшеницы / Е. И. Нестерова // Тр. по прикл. ботанике, генетике и селекции : сб. работ по физиологии засухоустойчивости с.-х. растений. – Л., 1935. – Сер. III. – № 8. – С. 8.
125. Литвинов Л. С. Методы оценки засухоустойчивости / Л. С. Литвинов // Семеноводство. – 1933. – № 6. – С. 16.
126. Ионова Е. В. Устойчивость сортов и линий пшеницы, ячменя и сорго к региональному типу засухи : автореф. дис... на соиск. уч. степ. к. б. н. / Е. В. Ионова. – Краснодар, 2011. – 20 с.
127. Баталова Г. А. По принципу адаптивной направленности / Г. А. Баталова // Вестник семеноводства в СНГ. – 2000. – № 1. – С. 16-19.
128. Пат. 2080057 Российская Федерация Способ определения устойчивости растений к почвенной засухе / Н. М. Шарошкин, М. И. Рыбакова, М. Н. Афанасьев, В. В. Рудакова . – А01Н1/04 от 27.05.1997.

129. Посилаєва О. О. Адаптивність сортів сої до абіотичних чинників / О. О. Посилаєва // Підвищення стійкості рослин до хвороб і екстремальних умов середовища в зв'язку із задачами селекції : тези міжнародної науково-практичної конференції (м. Харків, 11-12 черв. 2013 р.) / НААН, Ін-т рослинництва ім. В. Я. Юр'єва. – Х., 2013. – С. 102.

130. Посилаєва О. О. Формування господарсько-цінних ознак насінневої продуктивності сої залежно від умов вирощування / О. О. Посилаєва // Інноваційні технології для конкурентоспроможного аграрного виробництва : матер. міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів (11-13 лист. 2013 р., Київ-Чабани) / НААН, ННЦ Інститут землеробства. – Чабани, 2013. – С. 5–6.

131. Посилаєва О. О. Вплив дефіциту вологи і підвищених температур на накопичення білка в насінні сучасних сортів сої / О. О. Посилаєва, В. В. Кириченко, Т. А. Шелякіна // Селекція і насінництво : міжвід. темат. наук. зб. / НААН, Ін-т рослинництва ім. В.Я. Юр'єва. – Х., 2014. – Вип. 105. – С. 149–154 .

132. Посилаєва О. О. Накопичення олії в насінні сучасних сортів сої під впливом дефіциту вологи і підвищених температур / О. О. Посилаєва, В. В. Кириченко, Н. К. Ільченко, П. В. Чернишенко // Вісник Центру наукового забезпечення АПВ Харківській області : науково-виробничий збірник / НААН, Ін-т рослинництва ім.В.Я. Юр'єва. – Х., 2014. – Вип. 16. – С. 189–196.

132. Посылаева О. А. Исходный материал сои для селекции на жаро- и засухоустойчивость / О. А. Посылаева, В. В. Кириченко // Вестник БСГА. – Горки, 2014. – № 3. – С. 94–98.

133. Посилаєва О. О. Дослідження селекційної цінності сучасного вихідного матеріалу сої за стійкістю до спеки та посухи / О. О. Посилаєва, В. В. Кириченко, С. С. Рябуха // Вісник ХНАУ ім. В. В. Докучаєва. – Х., 2014. – № 2. – С. 19–24. – (Сер. : Рослинництво, селекція і насінництво, плодоовочівництво).

134. Жученко А. А. Стратегия адаптивной интенсификации сельского хозяйства (концепция) / А. А. Жученко / ОНТИ ПНЦ РАН. – Пущино, 1994. – 148 с.

135. Кадыров М. А. Некоторые аспекты селекции сортов с широкой агроэкологической адаптацией / М. А. Кадыров, С. И. Гриб, Ф. Н. Батуро // Селекция и семеноводство. – 1984. – № 7. – С. 8–11.

136. Степанова В. М. Климат и сорт (соя) / В. М. Степанова. – Л. : Гидрометеиздат, 1985. – 183 с.

137. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): Учебное пособие / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

138. Посилаєва О. О. Адаптивні властивості зразків сої за стійкістю до спеки та посухи і виділення джерел для селекції: дис. на здоб. наук. ст. канд. с.-г. наук / Посилаєва О. О. – Харків, 2015. – 181 с.

139. Голоенко Д. В. Генетические основы и методы селекции сои для условий Беларуси : автореф. дис. на соиск. уч. ст. канд. с.-х. наук / Д. В. Голоенко. – Минск, 2007. – 23 с.

140. Свідоцтво про реєстрацію робочої колекції «За стійкістю до посухи та спеки» № 161 від 12.09.2014 р. / О. О.Посилаєва, В. В. Кириченко, Л. Н. Кобизєва, С. С. Рябуха, П. В. Чернишенко, О. В. Тертишний, запит № 000313 від 20.02.14 р.

141. Свідоцтво про реєстрацію зразка генофонду рослин в Україні № 1196 на сорт сої Галі від 12. 09. 2014р. / В. В. Кириченко, О. О. Посилаєва, С. С. Рябуха; запит № 003228 від 17.02.2014 р.

142. Свідоцтво про реєстрацію зразка генофонду рослин в Україні № 1197 на сорт сої Соер 345 від 12. 09. 2014р. / В. В. Кириченко, О. О. Посилаєва, С. С. Рябуха; запит № 003229 від 17.02.2014 р.

143. Свідоцтво про реєстрацію зразка генофонду рослин в Україні № 1198 на сорт сої Припять від 12. 09. 2014р. / В. В. Кириченко, О. О. Посилаєва, С. С. Рябуха; запит № 003230 від 17.02.2014 р.

144. Свідоцтво про реєстрацію зразка генофонду рослин в Україні № 1199 на сорт сої Сонячна від 12. 09. 2014р. / В. В. Кириченко, О. О. Посилаєва, С. С. Рябуха; запит № 003231 від 17.02.2014 р.

145. Посылаева О. А. Формирование хозяйственно-ценных признаков семенной продуктивности сои в зависимости от условий выращивания / О. А. Посылаева // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень ВНИИМК. – Краснодар, 2014. – Вып. 2 (159-160). – С. 135–139.

146. Посилаєва О. О. Скринінг світової колекції сої за стійкістю до спеки та посухи і виділення джерел для селекції / О. О. Посилаєва, В. В. Кириченко, С. С. Рябуха // Вісник Центру наукового забезпечення АПВ Харківській області : науково-виробничий збірник / НААН, Ін-т рослинництва ім. В. Я. Юр'єва. – Х., 2014. – Вип. 17. – С. 144–155.

147. Бельшкіна М. Е. Анализ и перспективы производства сои в России и мире / М. Е. Бельшкіна // Кормопроизводство. – 2013. – № 7. – С. 3–6.

148. Омелянюк Л. В. Урожайность и качество зерна сортов сои в условиях южной лесостепи западной Сибири / Л. В. Омелянюк, О. А. Юсова, Г. Я. Козлова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2013. – № 11 (109). – С. 26–29.

149. Соя в России – действительность и возможность / В. М.Лукомец, А. В. Кочегура, В. Ф. Баранов, В. Л. Махонин / Научно-производственное издание, ООО «Просвещение-Юг». – Краснодар, 2013. – 102 с.

150. Петибская В. С. Соя: Химический состав и использование / В. С. Петибская ; под ред. В. М. Лукомца. – Майкоп : ОАО «Полиграф-ЮГ, 2012. – 432 с.

151. Исходный материал для современных направлений селекции сои в коллекции ВИР / М. А. Вишнякова, М. А. Бурляева, И. В. Сеферова, М. А. Никишкина // Генетические ресурсы растениеводства Дальнего Востока. – Владивосток : Дальнаука, 2004. – С. 65–70.

152. Корсаков Н. И. Селекция сои в СССР / Н. И. Корсаков, Ю. П. Мякушко // Тр. по прикл. ботанике, генетике и селекции. – Л., 1976. – Т. 57. – С. 13–19.

153. Прохорова М. И. Методы биохимических исследований / М. И. Прохорова. – Л. : Химия, 1982. – 272 с.

154. Широкий уніфікований класифікатор роду *Glycine* max. (L.) Merr. / Л. Н. Кобизєва, В. К. Рябчун, О. М. Безугла [та ін.] / УААН, Ін-т рослинництва ім. В.Я. Юр'єва. – Х., 2004. – 37 с.

155. Колкунов В. В. К вопросу о выработке выносливых к засухе рас культурных растений / В. В. Колкунов // Изв. Киевского политехнич. ин-та. – К., 1907. – Т. 7. – Кн. 1. – С. 28–33.

156. Колкунов В. В. К вопросу о выработке выносливых к засухе рас культурных растений / В. В. Колкунов // Изв. Киевского политехнич. ин-та. К., 1907. – Т. 5. – Кн. 4. – С. 6.

157. Колкунов В. В. О транспирации и засухоустойчивости культурных растений / В. В. Колкунов // Науч.-аграрн. журнал. – 1926. – № 9. – С. 35.

158. Максимов Н. А. Продуктивность транспирации и засухоустойчивость / Н. А. Максимов, В. Г. Александров // Тр. Тифлиского бот. сада. – 1916. – № 19. – С. 10–16.

159. Александров В. Г. Водный режим листвы мезофита / В. Г. Александров // Вестн. Тифлиского бот. сада. – 1922. – Сер. II. – № 1. – С. 41–43.

160. Ногтев В. П. Новые количественно-анатомические и физиологические показатели ксероморфизма и гигроморфизма растений / В. П. Ногтев // Докл. АН СССР. – 1950. – Т. 74, № 1. – С. 38–44.

161. Ногтев В. П. Скорость осмотического поступления воды и водных растворов в осмотическую клетку и величины ее определения / В. П. Ногтев // Докл. АН СССР. – 1951. – Т. 79, № 2. – С. 12–21.

162. Cormack R. G. A study of leaf thickness in wheat / R. G. Cormack // J. Agronomy. – 1950. – Vol. 42, № 7. – P. 64–67.

163. Гладышева О. М. Физиологические особенности яровых пшениц, приобретенные в условиях пустыни Джезказган / О. М. Гладышева // Вестник АН Каз. ССР. – 1969. – № 12. – С. 12.

164. Мацков Ф. Ф. К вопросу о физиологической характеристике сортов яровой пшеницы / Ф. Ф. Мацков. – Сов. ботаника. – 1936. – № 1. – С. 98–105.

165. Литвинов Л. С. О почвенной засухе и устойчивости к ней растений / Л. С. Литвинов. – Львов, 1951. – 144 с.

166. Олейникова Т. В. Определение засухоустойчивости сортов зерновых культур (пшеницы и ячменя) по изменению выхода электролитов ячменя / Т. В. Олейникова, К. Н. Кожушко // Избр. тр. – М., 1973. – С. 11–33.

167. Физиолого-биохимические особенности семян холодоустойчивых гибридов кукурузы и засухоустойчивых сортов озимой пшеницы / Д. Ф. Проценко, П. С. Мишустина, Е. К. Белецкая, И. Г. Шматько // Биологические основы повышения качества семян сельскохозяйственных растений. – М. : Наука, 1964. – С. 198–204.

168. Мединец В. Д. Оценка засухоустойчивости сортов в связи с урожаем / В. Д. Мединец // Селекция и семеноводство. – 1950. – № 8. – С. 15–18.

169. Методические указания по определению засухоустойчивости сортообразцов пшеницы и ячменя по прорастанию семян на растворах сахарозы с высоким осмотическим давлением ; подгот. : Т. В. Олейникова, К. Н. Кожушко / ВИР. – Л., 1970. – С. 98–102.

170. Методика диагностики устойчивости растений (засухо-, жаро-, соле и морозоустойчивости) / Г. В. Удовенко, Т. В. Олейникова, Н. Н. Кожушко [и др.]. – Л., 1970. – 74 с.

171. Диагностика устойчивости растений к стрессовым факторам : методическое руководство / ВИР. – Л., 1988. – С. 10–45.

172. Посылаева О. А. Определение засухоустойчивости сортов сои методом проращивания семян в растворе сахарозы / О. А. Посылаева // Инновационные пути развития АПК на современном этапе : матер. междун. науч.-произв. конф. (г. Белгород, 14-16 мая 2012 г.). – Белгород, 2012. – С. 39.

173. Посилаєва О. О. Оцінка посухостійкості сучасних сортів сої методом пророщування насіння в розчині осмотиків /

О. О. Посилаєва, В. В. Кириченко // Вісник ХНАУ ім. В. В. Докучаєва. – 2014. – № 8. – С. 76–85. – (Сер. : Сільськогосподарські науки).

174. Ионова И. В. Физиологические методы оценки засухоустойчивости сортов и линий озимой пшеницы / И. В. Ионова, Е. И. Некрасов [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://www.zhros.ru/pum29\(5\)\\_2013/pdf/3Ion.pdf](http://www.zhros.ru/pum29(5)_2013/pdf/3Ion.pdf) (дата звернення: 24.05.2014).

175. Бунтукова В. М. Клеточная селекция / В. М. Бунтукова [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://do.gendocs.ru/docs/index209985.htmlpage=3> (дата звернення: 24.05.2014).

176. Levit J. Some problem in drought resistance / J. Levit, S. J. Sullivan, E. Krull // Res. Con. Isr. – 1960. – № 3/4. – С. 56–59.

177. Генкель П. А. Значение вязкости протоплазмы в устойчивости растений к высоким, и низким температурам / П. А. Генкель, К. А. Баданова // Физиология растений. – 1956. – Т. 3, № 5. – С. 456–462.

178. Шахбазов В. Г. Прогнозирование эффекта гетерозиса семян сельскохозяйственных растений методом термотестирования / В. Г. Шахбазов // Гетерозис сельскохозяйственных растений, его физиолого–биохимическое и биофизические основы. – М. : Колос, 1975. – С. 224–229.

179. Патент на корисну модель 93263 Спосіб визначення терmostійкості зразків сої / В. В. Кириченко, Л. Н. Кобизева, О. О. Посилаєва, С. С. Рябуха, І. В. Токарь ; Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН. – 201403807 ; заявл. : 11.04.14 ; опубл. : 25.09.14. – Бюл. № 18.

180. Neyman J. Outline of a Theory of Statistical Estimation Based on the Classical Theory of Probability / J. Neyman // Philosophical Transactions of the Royal Society of London. – 1937. – V. 236. – P. 333–380.

181. Посылаева О. А. Изменчивость термоустойчивости семян современных сортов сои в условиях восточной части Лесостепи Украины / О. А. Посылаева, В. В. Кириченко // Достижения науки и техники АПК. – 2014. – № 3. – С. 54–57

182. Evans L. T. Physiological aspects of vari-etal improvement / L. T. Evans // Gene manipulation plant improvement: 16th Stadler genetic symposium 1984. – New York – London, 1984. – P. 121–146.

183. Сердюк Н. А. Оценка новых селекционных сортов ярового ячменя на засухоустойчивость / Н. А. Сердюк, Н. М. Лукьяненко // Селекция и семеноводство : респ. межвед. темат. науч. сб. – К. : Урожай, 1980. – Вып. 44. – С. 58–63.

184. Сердюк Н. А. Пути решения проблемы засухоустойчивости зерновых культур в северо-восточной лесостепи Украины / Н. А. Сердюк // Селекция и семеноводство : респ. межвед. темат. науч. сб. – К. : Урожай, 1984. – Вып. 56. – С. 62–67.

185. Гончарова Э. А. Стратегия диагностики и прогноза устойчивости сельскохозяйственных растений к погодно-климатическим аномалиям / Э. А. Гончарова // Сельскохозяйственная биология. – 2011. – № 1. – С. 24–31.

186. Ацци Дж. Сельскохозяйственная экология / Дж. Ацци. – М. Сельхозгиз, 1959. – 479 с.

187. Литун П. П. Идентификация генотипов в селекционном процессе / П. П. Литун // Селекция и семеноводство : респ. межвед. темат. науч. сб. – К.: Урожай, 1980. – Вып. 46. – С. 27–34.

188. Коваль С. Ф. Комплексный отбор ценных генотипов на провокационном фоне у самоопыляющихся культур / С. Ф. Коваль // С.-х. биология. – 1985. – № 3. – С. 3–13.

189. Вавилов Н. И. Ботанико-географические основы селекции / Н. И. Вавилов. – М. – Л. : Изд. АН СССР, 1935. – 60 с.

190. Вавилов Н. И. Мировые ресурсы зерновых культур и льна / Н. И. Вавилов. – М. – Л. : Изд. АН СССР, 1957. – 123 с.

191. Вавилов Н. И. Избранные труды / Н. И. Вавилов. – М. – Л. : Наука, 1965. – Т. 5. – 786 с.

192. Білоус А. Г. Соя в умовах зрошення / А. Г. Білоус, В. І. Заверюхин, О. А. Коробко. – Одеса : Маяк, 1969. – 62 с.

193. Адамень Ф. Ф. Досягнення генетики і селекції олійних культур / Ф. Ф. Адамень, В. І. Січкарь // Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть. – К. : Логос, 2001. – Т. 3. – С. 159–179.

194. Алпатьев В. Н. Методика определения экологически стабильных признаков растений (на примере сои) / В. Н. Алпатьев // Науч.-тех. бюл. ВИР. – Л., 1989. – № 193. – С. 10–13.

195. Бабич А. О. Перспективи селекції на скоростиглість і продуктивність в умовах центрального Лісостепу України / А. О. Бабич, Т. О. Болоховська, С. В. Іванюк // Сучасні проблеми виробництва і використання кормового зерна і сої : матер. першої всеукр. міжнар. конф. / Інститут кормів. – Вінниця, 1993. – С. 12–13.

196. Гуляев Г. В. Селекция растений в 21 веке / Г. В. Гуляев // Аграрная наука. – 2000. – № 1. – С. 23–24.

197. Кильчевский А. А. Экологическая селекция растений / А. А. Кильчевский, Л. В. Хотылева. – Мн. : Тэхналогія, 1997. – 372 с.

198. Genotype x environment interactions in simultaneous selection for high yield and stability in soybeans (*Glycine max* (L.) Merr.) / K. E. Dashiell, O. J. Ariyo, L. Bello, K. Ojo // *Annals of applied Biology*. – 1994. – Vol. 124, № 1. – Pp. 133–139.

199. Жученко А. А. Экологическая генетика культурных растений: теория и практика / А. А. Жученко // *Сельскохозяйственная биология*. – 1995. – № 3. – С. 4–31. – (Сер. : «Биология растений»).

200. Дьяков А. Б. Тенденции развития научных основ селекции растений / А. Б. Дьяков // *Масличные культуры : науч.-техн. бюл. ВНИИМК*. – Краснодар, 2011. – Вып. 2 (148-149). – С. 4–21.

201. Яценко В. Г. К физиологической характеристике засухоустойчивости у пшеницы / В. Г. Яценко // *Зап. Воронеж. с.-х. ин-та*. – 1940. – Т. 14. – Вып. 3. – С. 75–79.

202. Дьяков А. Б. Оценка потенциалов урожайности и засухоустойчивости сортов сои / А. Б. Дьяков, М. В. Трунова, Т. А. Васильева // *Масличные культуры : науч.-техн. бюл. / ВНИИМК*. – Краснодар, 2009. – Вып. 2 (141). – С. 78–86.

203. Moussa H. R. Low dose of gamma irradiation enhanced drought tolerance in soybean / H. R. Moussa // *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. – 2011. – № 1 (17). – P. 63–72.

204. Sjodin J. Some Observations in X1 and X2 of *Vicia faba* L. after Treatment with Different Mutagenes / J. Sjodin // *Hereditas*. – 1962. – Vol. 48. – P. 565–573.

205. Radiation effects on growth and seed germination of *Arabidopsis* / Y. Watanabe, M. Yukawa, H. S. Kim, Y. Nishimura // *Annual report 1999–2000 / National Institute of Radiological Sciences*. – Anagawa, Chiba-shi, Japan, 2000. – P. 78–89.

206. Chakravarty B. Enhancement of regeneration potential and variability by ( $\gamma$ -irradiation in cultured cells of *Scilla indica* / B. Chakravarty, S. Sen // *Biologia Plantarum*. – 2001. – № 44. – P. 189–193.

207. Korystov Y. N. Low Doses of Ionizing Radiation and Hydrogen Peroxidase Stimulate Plant Growth / Y. N. Korystov, A. A. Narimanov // *Biologia (Bratislava)*. – 1997. – № 52. – P. 121–124.

208. Reddy A. R. Drought induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants / A. R. Reddy, K. V. Chaitanya, M. Vivekanandan // *J. Plant Physiol*. – 2004. – № 161. – P. 1189–1202.

209. Al-Hakimi A. M. A. Counteraction of Drought Stress on Soybean Plants by Seed Soaking in Salicylic Acid / A. M. A. Al-Hakimi // *International Journal of Botany*. – 2006. – № 2. – P. 421–426.

210. Salicylic acid levels in thermogenic and non-thermogenic plants. / I. Raskin, H. Skubatz, W. Tang, B. Meeuse // *Ann. Bot.* – 1990. – Vol. 66. – P. 369–373.

211. Yalpani N. Salicylic acid: A systematic signal in induced plant decrease resistance. / N. Yalpani, I. Raskin // *Trends Microbiol.* – 1993. – № 1. – P. 88–92.

212. Localization, conjugation and function of salicylic acid in tobacco during the hypersensitive reaction to tobacco mosaic virus / A. J. Enyedi, N. Yalpani, P. Silverman, I. Raskin // *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. – 1992. – № 89. – P. 2480–2484.

213. Гуляєв Г. В. Селекція і насінництво польових культур з основами генетики / Г. В. Гуляєв, О. П. Дубінін. – К. : Вища школа, 1983. – 349 с.

214. Селекція і насінництво сільськогосподарських рослин : підручник / М. Я. Молоцький, С. П. Васильківський, В. І. Князюк, В. А. Власенко. – К. : Вища освіта, 2006. – 463 с.

215. Акулиничев В. Ф. О подборе пар для скрещивания / В. Ф. Акулиничев // Селекция и семеноводство. – 1995. – № 3. – С. 21–22.

216. Литун П. П. Генетический контроль и проблемы защиты урожая зерна / П. П. Литун // Урожай и адаптивный потенциал экологической системы поля : сб. науч. тр. ; под ред. П. П. Литуна / УААН. – К., 1991. – С. 20–24.

217. Драгавцев В. В. Эколого-генетический скрининг генофонда и методы конструирования сортов сельскохозяйственных растений по урожайности, устойчивости и качеству / В. В. Драгавцев. – СПб., 1997. – 50 с.

218. Литун П. П. Природа и механизмы контроля адаптивности у растений / П. П. Литун // Адаптивная селекция растений. Теория и практика : сб. науч. тр. / УААН, ИР им. В.Я. Юрьева. – Х., 2002. – С. 3–5.

219. Кириченко В. В. Гетерозис у теорії і практиці селекції гібридного соняшнику / В. В. Кириченко, П. П. Літун / УААН, Ін-т рослинництва ім. В.Я. Юр'єва. – Х., 2003. – 186 с.

220. Дьяков А. Б. Комплексные биометрические оценки агроэкологической адаптивности сортов сои / А. Б. Дьяков, В. Ф. Баранов // Науч.-техн. бюл. ВНИИМК. – Краснодар, 2001. – Вып. 125. – С. 69–72.

221. Кильчевский А. В. Генетические основы селекции растений / А. В. Кильчевский, Л. В. Хотылёва // Частная генетика растений. – Мн. : Белорусская наука, 2010. – Т. 2. – С. 335–363.

222. Кочегура А. В. Признаки адаптивности растений сои к условиям недостаточного увлажнения / А. В. Кочегура, М. В. Мирошниченко // Масличные культуры : науч.-техн. бюл. ВНИИМК. – Краснодар, 2007. – Вып. № 2 (137). – С. 84–87.

223. Bernand R. L. Two genes for time of flowering and maturity in soybean / R. L. Bernand // Crop Sci. – 1971. – Vol. 11. – P. 242–244.

224. Сальников В. К. Возделывание сои в США и Канаде / В. К. Сальников. – М., 1972. – 49 с.

225. Прояв фотоперіодичної реакції у ранньостиглих сортів сої // О. Г. Давиденко, В. В. Жмурко, Д. В. Голоєнко [та ін.] // Селекція і насінництво : міжвід. темат. наук зб. / УААН, Ін-т рослинництва ім. В.Я. Юр'єва – Х., 2004. – Вип. 88. – С. 151–162.

226. Жмурко О. В. Особливості фенотипового прояву реакції сої на фотоперіод та їх використання в селекції : автореф. дис. на здоб. наук. ст. канд. с.-г. наук : 06.01.05 / О. В. Жмурко. – К., 2002. – 23 с.

227. Cober E. R. Genetic control of photoperiod response in early-maturing, near-isogenic soybean lines / E. R. Cober, J. W. Tanner, H. D. Voldeng // Crop Sci. – 1996. – Vol. 36. – P. 601–605.

228. Cober E. R. Early tall determinate soybean genotype E1E1e3e3e4e4dt1dt1 sets high bottom pods / E. R. Cober, J. Madill, H. D. Voldeng // Can. J. Plant Sci. – 2000. – № 80. – P. 527–531.

229. McBlain B. A. A new gene affecting the time of flowering and maturity in soybeans / B. A. McBlain, R. L. Bernand // J. Hered. – 1987. – Vol. 78. – P. 160–162.

230. Cober E. R. Photoperiod and temperature responses in early-maturing, near-isogenic soybean lines / E. R. Cober, D. V. Steward, H. D. Voldeng // Crop Sci. – 2001. – Vol. 41. – P. 721–727.

231. Breeding strategies for early soybean in Belarus / V. E. Rosenzweig, D. V. Goloenko, O. G. Davydenko, O. V. Shablinskaya // Plant Breeding. – 2003. – Vol. 122. – P. 456–458.

232. Лучинский А. С. Связь высоты растений сои с глубиной залегания их корневых систем / А. С. Лучинский // Мат. 5-й междунар. конф. молод. учен. и специалистов / ВНИИМК. – Краснодар, 2009. – С. 124–127.

233. Вишнякова М. А. Соя / М. А. Вишнякова, И. В. Сеферова // Идентифицированный генофонд растений и селекция / ВИР. – СПб., 2005. – С. 841–850.

234. Литун П. П. Пластичность генотипов в экологических опытах простой структуры / П. П. Литун, М. В. Шевченко,

Г. М. Субота // Селекция и семеноводство : респ. межвед. темат. науч. сб. – К. : Урожай, 1982. – Вып. 75. – С. 11–15.

235. Blanchet R. Relations entre developpement foliaire, transpiration et production chez le soja (cv. Amsoy 71 et Hodgson) / R. Blanchet, N. Gelfi // *Annales Agronomiques*. – 1978. – Vol. 29, № 3. – P. 223–242.

236. Cowley C. R. Heritability and interrelationships of chemical and agronomic traits of soybeans (*Glycine max* [L.] Merr.) in diverse environments / C. R. Cowley, C. D. Nickell, A. D. Dayton // *Transactions of the Kansas Academy of Sciences*. – 1981. – Vol. 84, № 1. – P. 1–14.

237. Дьяков А. Б. Физиологическое обоснование идеатипа сортов сои, адаптированных к климату юга России / А. Б. Дьяков, Т. А. Васильева // *Современные проблемы селекции и технологии возделывания сои : сб. статей 2-й Междунар. конф. по сое (Краснодар, 9-10 сент. 2008 г.)* / ВНИИМК. – Краснодар, 2008. – С. 62–82.

238. Vidal A. La resistance a la secheresse du soja I. – Influence d'un deficit hydrique sur la croissance et la production / A. Vidal, D. Arnaudo, M. Arnoux // *Agronomie*. – 1981. – Vol. 1, № 4. – P. 295–302.

239. Row spacing in the early soybean production system / G. R. Bowers, J. L. Rabb, L. O. Ashlock, J. B. Santini // *Agron. Journal*. – 2000. – Vol. 92. – P. 524–531.

240. Розенцвейг В. Е. Реакция генотипов сои с различной структурой продуктивности на изменение условий и дифференцирующая способность среды / В. Е. Розенцвейг, Д. В. Голоенко, О. Г. Давыденко // *Масличные культуры : науч.-техн. бюл.* / ВНИИМК. – Краснодар, 2009. – Вып. 140. – С. 79–83.

241. Вальтер Г. Общая геоботаника / Г. Вальтер. – М. : Мир, 1982. – 264 с.

242. Eavis B. W. Transpiration of soybeans as related to leaf area, root length, and soil water content / B. W. Eavis, H. M. Taylor // *Agronomy Journal*. – 1979. – Vol. 71, № 3. – P. 441–445.

243. Sivacumar M. V. K. Relative evaluation of water stress indicators for soybeans / M. V. K. Sivacumar, R. H. Shaw // *Agronomy Journal*. – 1978. – Vol. 70, № 4. – P. 619–623.

244. Cox W. J. Growth and yield of sunflower and soybean under soil water deficits / W. J. Cox, G. D. Jolliff // *Agronomy Journal*. – 1986. – Vol. 78, № 2. – P. 226–230.

245. Джиффорд Р. М. Использование достижений науки о фотосинтезе для повышения продуктивности культурных растений / Р. М. Джиффорд, К. Л. Дженкис // *Фотосинтез*. – М. : Мир, 1987. – Т. 2. – С. 365–410.

246. Singh M. Photosynthetic characteristics of several C3 and C4 plant species grown under different light intensities / M. Singh, W. L. Ogren, J. M. Widholm // *Crop Science*. – 1974. – Vol. 14, № 4. – Pp. 563–566.

247. McVett, P. B. E. A comparison of the growth, photosynthesis, stomatal conductance and water use efficiency of Moricandia and Brassica species / P. B. E. McVetty, R. B. Austin, C. L. Morgan // *Annals of Botany (USA)*. – 1989. – Vol. 64, № 1. – Pp. 87–94.

248. Jones P. G. The effects of phenological and meteorological factors on soybean yield / P. G. Jones, D. R. Laing // *Agr. Meteorol.* – 1978. – Vol. 19. – Pp. 485–495.

249. Borrel A. K. Nitrogen dynamics and the physiological basis of stay-green in sorghum // A. K. Borrel, G. L. Hammer // *Crop Science*. – 2000. – Vol. 40. – Pp. 1295–1307.

250. Inheritance of stay green trait in sorghum / R. S. Walulu, D. T. Rosenow, D. B. Wester, H. T. Nguyen // *Crop Science*. – 1994. – Vol. 34. – Pp. 970–972.

251. Thomas H. Five ways to stay green / H. Thomas, C. J. Howarth [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.sidthomas.net/pdf/paperpdfs/088.pdf> (дата звернения: 20.02.2014).

252. Pallikonda P. K. Impact of E-genes on Soybean (*Glycine max* L. [Merr]) Development, Senescence and Yield / P. K. Pallikonda [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://uknowledge.uky.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1416&context=gradschool\\_theses](http://uknowledge.uky.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1416&context=gradschool_theses) (дата звернения: 20.02.2014).

253. Moose S. P. Molecular plant breeding as the foundation for 21<sup>st</sup> century crop improvement / S. P. Moose, R. H. Mumm // *Plant Physiology*. – 2008. – № 147. – P. 969-977.

254. Глазко В. И. Кризис аграрной цивилизации и генетически модифицированные организмы (ГМО) / В. И. Глазко [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http : // www.lib.rus.ec/b/197836/read#t33](http://www.lib.rus.ec/b/197836/read#t33)

255. Новикова Н. Е. Проблемы засухоустойчивости растений в аспекте селекции гороха / Н. Е. Новикова // *Зернобобовые и крупяные культуры*. – 2012. – № 1. – С. 53–58.

256. Сиволап Ю. М. Геном рослин і молекулярна селекція / Ю. М. Сиволап // *Селекція і насінництво : міжвід. темат. наук. зб. / НААН, Ін-т рослинництва ім. В.Я. Юр'єва*. – Х., 2008. – Вип. 96. – С. 34–40.

257. Kirigvi F. M. Markers associated with a QTL for grain yield in wheat under drought / F. M. Kirigvi // *Molecular Breeding*. – 2007. – № 20. – P. 401–413.

258. Collins N. C. Quantitative trait loci and crop performance under abiotic stress: Where do we stand / N. C. Collins, F. Tardieu, R. Tuberosa // *Plant Physiology*. – 2008. – № 147. – P. 469–486.

259. Evaluating plant breeding strategies by simulating gene action and dryland environment effects / S. Chapman, M. Cooper, D. Podlich, G. Hammer // *Agron J*. – 2003. – № 95. – P. 99–114.

260. Mapping QTLs and QTL environment interaction for CIM-MYT maize drought stress program using factorial regression and partial least squares methods / M. Vargas, F. A. Van Eeuwijk, J. Crossa, J. M. Ribaut // *Theor. Appl. Genet*. – 2006. – № 112. – P. 1009–1023.

261. Different mechanisms of adaptation to cyclic water stress in two South Australian bread wheat cultivars / A. Izanloo, A. G. Condon, P. Langrige [et all.] // *J. Exp. Bot*. – 2008. – № 59. – P. 3327–3346.

262. Differentially expressed genes between drought-tolerant and drought-sensitive barley genotypes in response to drought stress during the reproductive stage / P. Guo, M. Baum, S. Grando [et all.] // *J. Exp. Bot*. – 2009. – № 60. – P. 3531–3544.

263. Genome-wide approaches to investigate and improve maize response to drought / R. Tuberosa, S. Salvi, S. Giuliani [et all.] // Crop Sci. – 2007. – № 47. – P. 120–141.

264. Генетически модифицированная пища [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://ru.wikipedia.org/wiki/ Генетически\\_модифицированная\\_пища](http://ru.wikipedia.org/wiki/Генетически_модифицированная_пища) (дата звернення: 20.01.2013).

265. Abiotic Stress Genomics [Электронный ресурс] – Режим доступа : [http : // soybeangenomics.missouri.edu/functional\\_genomics.php](http://soybeangenomics.missouri.edu/functional_genomics.php) (дата звернення: 12.12.2014).

266. Ермишин А.П. Генетически модифицированные организмы / А. П. Ермишин. – Минск: «Теналонія», 2004. – 118 с.; 240. Михайлов Ю. ГМО навколо нас / Ю. Михайлов // Пропозиція. – 2013. – № 8. – С. 58–61.

267. Про державну систему біобезпеки при створенні, випробуванні, транспортуванні та використанні генетично модифікованих організмів : Закон України № 1103-16 в редакції від 18.03.2012 р. (із змінами та доповненнями) [Електронний ресурс]. – Режим доступа : [http : // www.zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1103-16](http://www.zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1103-16) (дата звернення: 20.01.2013)

268. Проблема ГМО в Україні – реальність сьогодення // Споживач інфо. – 2009. – № 2 (2). [Електронний ресурс]. – Режим доступа : [http : // spojivach. info/informye/416-2009-11-05-12-50-39.html](http://spojivach.info/informye/416-2009-11-05-12-50-39.html) (дата звернення: 20.03.2013).

269. Михайлов Ю. Маркування продуктів на вміст ГМО – стрижи баранів / Ю. Михайлов // Пропозиція. – 2010. – № 6. – С. 46–48.

270. Рудик Р. І. Органічне виробництво – перспектива отримання екологічно безпечної сільськогосподарської продукції / Р. І. Рудик, Т. Ю. Приймачук, О. В. Фомічова // Агропромислове виробництво Полісся : збірн. наук. праць. – Житомир, 2013. – № 6. – С. 7–13.

271. Михайлов Ю. ГМО навколо нас / Ю. Михайлов // Пропозиція. – 2013. – № 8. – С. 58–61.

272. Ткачов С. В Україні не зареєстровано жодного генномодифікованого організму, тому значок «Без ГМО» на наших товарах – обман покупців // Берег Надій [Електронний ресурс]. – Режим

доступу : [http://beregnadiy.ucoz.com/publ/aktualno/v\\_ukrajini\\_ne\\_zareestrovano\\_zhodnogo\\_genno\\_modifikovanogo\\_organizmu\\_tomu\\_zn\\_achok\\_quot\\_bez\\_gmo\\_quot\\_na\\_nashikh\\_tovarakh\\_obman\\_pokupciv/16-1-0-447](http://beregnadiy.ucoz.com/publ/aktualno/v_ukrajini_ne_zareestrovano_zhodnogo_genno_modifikovanogo_organizmu_tomu_zn_achok_quot_bez_gmo_quot_na_nashikh_tovarakh_obman_pokupciv/16-1-0-447) (дата звернення: 20.01.2013).

273. Посилаєва О. О. Актуальність вирощування нетрансгенного сортименту сої / О. О. Посилаєва // «Проблеми сталого розвитку агросфери»: мат. м. нар. наук.-практ. конф., присв. 195-річчю ХНАУ ім. В. В. Докучаєва (м. Харків, 4-6 жовтня 2011 р.). – Харків, 2011. – С. 406–407.

274. Посилаєва О. О. Вміст генетично модифікованих конструкцій у сучасних сортах сої / О. О. Посилаєва // «Інноваційно-інвестиційний розвиток рослинницької галузі – стан та перспективи»: збірник тез V-ої м. нар. наук.-практ. конф. мол. вчен. (м. Харків, 4-6 липня 2012 р.). – Харків: ІР ім. В. Я. Юр'єва НААН, 2012. – С. 13.

275. Посилаєва О. О. Скринінг вибірки сучасних сортів сої на вміст генетично модифікованих конструкцій / О. О. Посилаєва // Вісник ХНАУ ім. В. В. Докучаєва. – 2012. – № 8. – С. 39–43.

276. Кадыров М. А. Селекционный процесс как объект оптимизационных исследований: идея, реализация, приоритеты. – Минск: «Беларуская навука». 2012. С. 29.

277. Improving lives: 50 years of crop breeding, genetics, and cytology (C-1) / P. S. Baenziger, W. K. Russell, G. L. Graef, B. T. Campbell // Crop Science. – 2006. – Vol. 46, № 5. – P. 2230–2244.

## ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП	3
1 ПОХОДЖЕННЯ, КЛАСИФІКАЦІЯ ТА ПОШИРЕННЯ СОЇ КУЛЬТУРНОЇ	4
2 ПОСУХА ТА ЇЇ ВПЛИВ НА КУЛЬТУРУ СОЇ	7
3 ФІЗІОЛОГІЧНІ РЕАКЦІЇ РОСЛИН НА ВОДНИЙ ДЕФІЦИТ ТА ВИСОКІ ТЕМПЕРАТУРИ	11
4 ПОЛЬОВІ ТА ВЕГЕТАЦІЙНІ МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ СТІЙКОСТІ ЗРАЗКІВ СОЇ ДО СПЕКИ ТА ПОСУХИ	17
4.1 Закономірності формування продуктивності вихідного матеріалу сої в умовах природного та штучного фонів	18
4.2 Формування цінних господарських ознак насінневої продуктивності сої залежно від умов вирощування	22
4.3 Формування біохімічних показників якості насіння сої залежно від умов вирощування	26
4.3.1 Залежність накопичення білка в насінні сої від факторів навколишнього середовища	27
4.3.2 Накопичення олії в насінні сучасних сортів сої під впливом дефіциту вологи і підвищених температур	29
5 ОЦІНКА АДАПТИВНОГО ПОТЕНЦІАЛУ СОРТІВ СОЇ ДО СПЕКИ ТА ПОСУХИ ЛАБОРАТОРНИМИ МЕТОДАМИ	33
5.1 Непрямі лабораторні методи	33
5.2 Прямі лабораторні методи	37
6 НАПРЯМКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ СЕЛЕКЦІЇ СОЇ НА СТІЙКІСТЬ ДО СПЕКИ ТА ПОСУХИ	45
7 ХАРАКТЕРИСТИКА СОРТІВ СОЇ ХАРКІВСЬКОЇ СЕЛЕКЦІЇ	58
ВИСНОВКИ	63
РЕКОМЕНДАЦІЇ НАУКОВО-ДОСЛІДНИМ УСТАНОВАМ ТА НАВЧАЛЬНИМ ЗАКЛАДАМ	66
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	68
ЗМІСТ	96

© Наукове видання  
Кириченко Віктор Васильович  
Посилаєва Оксана Олександрівна  
Кобизєва Любов Никифорівна  
Гопцій Тетяна Іванівна  
Рябуха Сергій Станіславович

СЕЛЕКЦІЯ СОЇ НА СТІЙКІСТЬ ДО СПЕКИ ТА ПОСУХИ  
Навчальний посібник  
За редакцією доктора с.-г. наук, професора, академіка НААН  
В. В. Кириченка

Відповідальна за випуск Посилаєва О. О.  
Комп'ютерний набір Посилаєва О. О.  
Комп'ютерна верстка Садовий О. О.

Обсяг  
Замовлення №  
Тираж 300  
Ціна договірна

формат

Віддруковано у типографії  
м. Харків,  
(0572)



Кириченко Віктор Васильович народився у 1946 р. в Курській області. Академік НААН, доктор сільськогосподарських наук, професор, заслужений діяч науки і техніки України. В Інституті рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН України працює з 1973 р., пройшов науковий шлях від аспіранта до директора Інституту,

Лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки, премій ім. В.Я. Юр'єва НАНУ і НААН «За видатні досягнення в аграрній науці». Нагороджений орденами «За заслуги» III ст. (2004 р.), II ст. (2008 р.), УПЦ «За патріотизм» II ст. (2006 р.), I ст. (2008 р.). Лауреат почесних нагород «Золота Софія», «Слов'янська честь», «Ділова людина України». Нагороджений срібними медалями ВДНГ (1976 р., 1988 р.), Міжнародного салону винаходів та нових технологій «Новий час» (2005 р.). Визнаний кращим селекціонером 2005 р., кращим харків'янином 2006 р.

Автор більш як 450 наукових праць, 5 монографій, 115 сортів та гібридів соняшнику, 82 патентів.



Поси́лаєва Оксана Олександрівна народилася у 1983 р. в Харківській області. Кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник лабораторії якості зерна Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН, голова Ради молодих вчених інституту.

Наукові дослідження спрямовані на пошук цінних джерел зернобобових культур та створення нових адаптивних високопродуктивних і технологічних сортів квасолі та сої у поєднанні з високою якістю насіння.

Автор 30 наукових праць, 1 патенту на корисну модель, 1 робочої колекції сої та 2 сортів сої.



Кобизєва Любо́в Никифорівна народилася у 1958 р. в Смоленській області. Доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, заступник директора з наукової роботи Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН.

Лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки.

Наукова спрямованість досліджень пов'язана з формуванням банку генетичних ресурсів зернобобових культур в Україні.

Автор понад 200 наукових друкованих праць, в т.ч. 6 авторських свідоцтв з них 2 на способи визначення фотоперіодичної реакції у рослин.



Рябу́ха Серге́й Станіславович народився у 1976 р. в м. Харкові. Кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, завідувач лабораторії селекції сої Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН з 2008 р.

Наукові дослідження спрямовані на створення нових високопродуктивних сортів сої зернового та універсального напрямів використання, адаптованих до несприятливих умов довкілля на основі широкого використання генофонду культури. Автор понад 100 наукових праць, 3 навчальних посібників, 5 патентів на корисні моделі, 2 сортів гороху та 7 сортів сої.



Го́пцій Тетя́на Іванівна народилася в 1954 р. в місті Новоукраїнка Кіровоградської області. Доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри генетики, селекції та насінництва. Після закінчення в 1976 році Харківського сільськогосподарського інституту пройшла шлях від аспіранта кафедри генетики, селекції та насінництва ХНАУ до професора цієї кафедри.

Наукова діяльність пов'язана з селекцією польових культур, зокрема з амарантом. Автор і співавтор 185 наукових праць, чотирьох навчальних посібників, один з грифом Мінагрополітики України, 2-х довідників, однієї монографії, 11-и авторських свідоцтв на сорти, 3-х патентів на сорти, 2-х патентів на винахід, одного ДСТУ.