

УДК 635.656:631.527

В. І. СІЧКАР, проф., д. б. н., зав. від.,
Г. Д. ЛАВРОВА, к. б. н., пров. наук. співроб.,
О. І. ГАНЖЕЛО, ст. наук. співроб.
СГІ–НЦНС, Одеса
e-mail: bobovi.sgi@ukr.net

УРОЖАЙНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ НАСІННЯ ШИРОКОАДАПТИВНИХ СОРТІВ СОЇ

Протягом 30-літніх досліджень розроблена модель сорту сої для умов Степу України, обґрунтовані основні показники та ознаки високопродуктивних форм для зон з недостатнім зволоженням та частими температурними і водними стресами. Створені в інституті сорти вирізняються високою адаптивністю та здатні реалізувати високий потенціал урожайності за сприятливих умов. Важливою їхньою ознакою є підвищений вміст білка в насінні. Господарствам рекомендується вирощувати кілька сортів сої з різною тривалістю вегетаційного періоду, що забезпечить отримання урожаю насіння незалежно від погодних умов.

Ключові слова: соя, урожайність, адаптивність, посухостійкість, вміст білка та жиру, біологічна азотфіксація, сорт.

Вступ. Останнім десятиріччям соя стає в Україні однією з найважливіших культур, про що свідчить стрімке зростання її посівних площ і валових зборів. Якщо у 2001 році вона займала всього 73 тисячі гектарів, то у 2011 році її посіви зросли до 1124 тисяч гектарів, а у 2013 році — до 1362 тис. га. Відповідно до цих дат валовий збір збільшився з 74 до 2250 і 2700 тисяч тонн. Згідно плану, у 2014 році ця культура займатиме 1,5 млн га. Прогнози спеціалістів свідчать про те, що така позитивна динаміка збережеться і в наступні роки.

Центральне місце у цих позитивних зрушеннях відіграє сорт, який є стрижнем будь-якої технології вирощування. Роль сорту особливо зростає за умов глобального потепління, коли має місце помітне підвищення температур повітря і ґрунту, дуже часто наступають тривалі міждощові періоди. Такі погодні умови призводять до стресового стану рослин і різкого зниження їхньої продуктивності, поширення хвороб і шкідників, погіршення якості продукції. Спеціалісти прогнозують, що такі негативні явища посилюватимуться у найближчій перспективі, оскільки вони пов'язані з антропогенними факторами. Тих заходів, яких вживає світова спільнота, недостатньо, щоб протистояти негативним явищам природи.

Термічний і водний режими, які швидко змінюються, потребують суттєвої перебудови структури сільськогосподарського виробництва, основу якого складають сорти нового типу, волого- та ресурсозберігаючі технології вирощування сільськогосподарських культур, засоби боротьби зі шкідниками та хворобами тощо.

У зв'язку з цим сільськогосподарське виробництво потребує високоадаптивних сортів, які б давали задовільні врожаї навіть за несприятливих умов довкілля. Якраз на створення сортів такого типу і спрямована наша селекційна програма.

Методика досліджень. У своїх дослідженнях протягом ряду років ми визначали урожай насіння і вміст у ньому білка та жиру. Матеріалом для вивчення були вітчизняні сорти, в тому числі й нашої селекції, а також значний набір колекційних форм із різних країн світу. Ці генотипи вивчали у екологічному, конкурсному, попередньому розсадниках на ділянках площею 15 м² за 5-кратного повторення. Насіння перед сівбою обробляли виробничим штамом бульбочкових бактерій. Фенологічні спостереження, обліки та аналізи проводили згідно з методикою державного випробування. Для визначення показника стабільності використали метод Ебергарда і Рассела, який широко застосовується в подібних дослідженнях [1]. У відповідності з цими авторами стабільним вважається сорт, який проявляє себе приблизно однаково за широкого спектра умов зовнішнього середовища ($b_i < 1,0$). Як правило, сорти такого типу є кращими за наявності комплексу несприятливих умов. Але головна мета нашої селекційної програми полягає у поєднанні стабільності сорту з його позитивною реакцією на інтенсивні фактори вирощування. Тому на доповнення до запропонованих Ебергардом і Расселом показників ми аналізували також середній багаторічний урожай, мінімальні та максимальні врожаї за роки випробування.

Вміст білка визначали за К'ельдалем, жиру — за Рушковським.

Результати дослідження. У Селекційно-генетичному інституті селекція сої спрямована на покращення адаптивного потенціалу культури. За більш ніж 30-річний період ми випробували великий набір сортів і селекційних ліній з різних країн за умов недостатнього зволоження та підвищених температур повітря і ґрунту. Це дало змогу виділити ряд форм, які в подальшому інтенсивно використали в програмі схрещувань. У дослідженнях було доведено, що за посушливих умов насіннева продуктивність найбільше пов'язана з інтенсивністю розвитку надземної частини рослин, діаметром стебла біля його основи, кількістю бобів на рослині. Отже, одержані дані підтверджують, що посухостійкість сої можливо визначити нагромадженням надземної маси за умов водного дефіциту.

Наші експериментальні результати свідчать про високу жаростійкість рослин сої, яка значно перевищує цей показник у злакових культур. За умов підвищених температур у листках сої накопичується значна кількість вільного проліну, рівень якого може свідчити про посухостійкість

сортів. Виявлена також генотипова мінливість за водоутримною здатністю листків. За комплексом ознак ми виявили стійкі до нестачі вологи сорти вітчизняного походження. Серед колекційного набору виділили досить посухостійку форму PI 416937, яка характеризується підвищеним рівнем обводнення листків, здатна краще утримувати тургор, транспірацію і швидкість обміну CO_2 за водного стресу порівняно з іншими сортами. У польових дослідах за посушливих умов степової зони України підвищеною продуктивністю вирізнялись вітчизняні сорти Аркадія одеська, Чарівниця степу, Пальміра, Одеська 150, Хаджибей, Ельдорадо, Фаетон, а також іноземні — Хардін 91 (США), НСЛ 315110 (Сербія), Ф 91–1157 (Угорщина).

Обраний нами напрям селекційної роботи з соєю посилюється за рахунок включення до гібридизації нових колекційних і селекційних форм, що призводить до акумулювання генів з малою фенотиповою дією, які формують адаптивний потенціал сорту. Ми щорічно поповнюємо нашу робочу колекцію новими сортозразками із Китаю, США, Японії, Канади, з-поміж яких трапляються генотипи з бажаними для нас ознаками.

Оскільки соя еволюціонувала за умов мусонного клімату, то головна ознака, яку потрібно суттєво поліпшити для умов нашої країни, це посухостійкість. Як уже зазначалось, ми постійно спостерігаємо у весняно-літній період міждощові інтервали, які іноді тривають 20–30 днів за дуже високої температури повітря. Тому впровадження стійких до таких умов сортів сприятиме стабільності урожаїв. Сорти такого типу менше страждають від несприятливих умов, у них з мінімальними втратами пластичних речовин відбуваються відновлювальні процеси після того, як наступить період з комплексом оптимальних для росту і розвитку факторів. Крім того, слід якомога ретельніше добирати сорти для вирощування в окремих природно-кліматичних зонах. У перспективі матиме місце більш широкий набір сортів зі специфічним комплексом адаптивних ознак.

Отже, для виробництва необхідні, з одного боку, стабільні сорти, які б мінімально знижували продуктивність при настанні несприятливих умов, але одночасно були здатні реалізувати високий потенціал за інтенсивних факторів довкілля, що і є одним з найважливіших завдань селекції. Крім того, необхідно мати вузькоспеціалізовані сорти для окремих екологічних зон країни. По-перше, виробничники степової частини України потребують посухостійких сортів для вирощування їх на суходолі. Їхня особливість у тому, що за екстремально високих температур повітря, а також водних стресів їхня продуктивність знижується мінімально. Необхідні також холодостійкі форми для поліської та північної лісостепової зон. Наші дослідження показали, що за цією ознакою у сої існують генотипові відмінності [2–4].

Вивчення ознаки посухостійкості показало, що у одних сортів вона зумовлена розвитком більш потужної кореневої системи, у інших — генетичною здатністю економно витратити вологу в процесі росту і розвитку.

При цьому протягом онтогенезу змінюється характер обміну речовин і хімічні властивості протоплазми. Найбільш інтегральними показниками посухостійкості є висока продуктивність сортів, яка визначається не однією ознакою чи якістю, а всією генетичною системою рослин. За посушливих умов найвищий урожай сої формується за умови оптимального поєднання окремих елементів продуктивності і господарсько цінних ознак, серед яких найбільше значення мають надземна маса рослин, кількість бобів і насінин на рослині, а також незначне зниження маси 1000 насінин. На рівень продуктивності сої суттєво впливає також загальна площа листової поверхні та динаміка її формування. Кожна група стиглості має свою оптимальну площу листової поверхні, недостатній або надмірний розвиток якої негативно позначається на урожаї [5]. Стабільні за врожайністю генотипи сої характеризуються спроможністю за посушливого періоду сповільнювати ділення клітин і за рахунок цього зменшувати площу листової поверхні. У результаті цього відбувається адаптація рослин до доступної кількості вологи.

У таблиці 1 наведені дані урожайності кращих сортів у розсаднику екологічного випробування, де щорічно вивчаємо 60–70 генотипів різних науково-дослідних установ України та зарубіжних селекційних центрів. Стандартом у цих дослідженнях є сорт селекції СГІ Аркадія одеська, який протягом 27 років в умовах суходолу півдня України постійно забезпечує високі показники. Середня урожайність Аркадії одеської в розсаднику екологічного сортовипробування становила за 2007–2013 роки 8,5 ц/га. Цей результат вдалося перевищити лише сортам Альтаїр (СГІ) і Ювілейна (Кіровоградська державна сільськогосподарська дослідна станція), які показали 9,7 і 9,0 ц/га відповідно.

Серед 7 років випробування 2007, 2009 і 2012 були особливо посушливими, про що свідчить рівень урожаю. Досить специфічним виявився 2013 рік, особливістю якого була середня забезпеченість вологою першої половини вегетації сої, але у другій половині липня та в серпні мала місце дуже сильна посуха. У результаті цього спостерігали досить рідкісну в нашому регіоні ситуацію, коли урожай більш пізньостиглих сортів виявився значно меншим порівняно зі скоростиглими. Це пояснюється тим, що у період формування бобів і наливу насіння, найбільш критичний для сої, мав місце водний стрес та дуже високий температурний режим, що надто негативно позначилось на репродукційному процесі. Сортам з більш коротким вегетаційним періодом вдалось певною мірою ухилитись від цих несприятливих факторів, оскільки процес плодоутворення у них розпочався значно раніше.

Наведені у таблиці 1 сорти можна розділити за тривалістю вегетаційного періоду на дві групи: скоростиглі, з середньою тривалістю вегетації 103–109 днів, та ранньостиглі, вегетаційний період яких складає 110–120 днів. Серед першої групи урожай на рівні стандартного сорту Аркадія одеська мали Романтика, Васильківська та Спринт. Вони займа-

ють значні площі у виробництві. Наведені дані свідчать про їхню доволі високу адаптивність до посушливих умов степової зони України. Серед перелічених сортів необхідно виділити Васильківську, яка позитивно реагує і на комфортні умови вирощування, про що свідчить урожай 2008 року, коли мало місце достатнє забезпечення вологою протягом усього вегетаційного періоду.

Таблиця 1

Урожайність кращих сортів сої у роки досліджень, 2007–2013

Сорт	Урожайність, ц/га								Тривалість вегетації, дні
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	середня	
Аркадія одеська	3,22	18,67	6,13	15,93	7,70	3,89	4,04	8,51	114
Діона	3,67	8,67	4,17	11,56	8,52	6,08*	7,49*	7,16	103
Золотиста	3,27	12,17	3,68	10,47	,67*	4,47	6,81*	7,22	104
Л-2 (Орел)	3,90	7,67	4,82	7,80	11,50*	4,28	6,89*	6,69	105
Київська 98	3,50	12,33	4,38	10,00	9,05*	3,48	6,51*	7,04	105
Селекта	4,22*	15,33	4,55	7,82	9,05*	5,63*	5,25*	7,41	105
Романтика	3,65	14,67	5,60	12,30	10,38*	4,92	7,29*	8,40	106
Медея	2,20	12,50	6,08	9,37	11,40*	4,03	9,30*	7,84	107
Васильківська	3,73	17,83	4,78	15,42	9,10*	2,73	5,00*	8,37	107
Спринт	3,67	15,50	3,82	10,38	12,62*	5,88*	5,17*	8,15	109
Ізумрудна	3,05	19,33	5,18	12,65	8,62	5,01	5,36*	8,46	110
Данко	3,95*	17,66	5,12	14,38	6,17	4,72	3,44	7,92	112
Валюта	3,60	18,33	5,48	15,00	7,03	5,65*	3,60	8,38	113
Феміда	3,35	15,33	4,68	12,90	10,22*	5,23*	3,81	7,93	113
Сяйво	3,37	18,50	4,88	15,11	4,14	4,40	3,93	7,76	114
Знахідка	3,22	12,67	4,72	13,47	,10*	2,45	3,59	7,03	114
Протеїнка	1,27	17,33	4,36	14,60	,85*	6,17*	4,15	8,25	115
Альтаїр	3,63	18,33	6,12	19,42*	10,40*	5,95*	3,92	9,68	115
Ятрань	2,67	19,00	5,87	12,75	11,70*	3,02	2,81	8,26	116
Берегиня	1,98	15,67	5,75	14,57	7,80	5,60*	2,32	7,67	117
Оксана	1,35	18,33	5,06	13,92	7,89	3,12	2,47	7,45	118
Ювілейна	2,18	18,33	5,68	14,15	11,80*	6,92*	3,97	9,00	118
Мельпомена	1,83	14,33	6,27	13,68	7,85	2,43	2,61	7,00	120
НІР ₀₅	0,7	1,9	1,1	2,3	1,7	1,2	0,8		

* — урожай достовірно вищий від стандарту при $P \leq 0,05$.

Серед ранньостиглих сортів найкращий урожай показав наш сорт Альтаїр, який поєднує значний рівень посухостійкості та добру реакцію на інтенсивні фактори довкілля. Досить сказати, що за 7 років випробування він у 2010, 2011 і 2012 роках перевищив показник стандарту, а у інші 4 роки мав однаковий з Аркадією одеською урожай. Отже, Альтаїр характеризується високою пластичністю і є цінний як батьківський ком-

понент схрещування при створенні потрібного вихідного матеріалу для посушливих зон. На рівні стандарту мали урожайність Ізумрудна, Валюта, Протеїнка, Ятрань, Ювілейна. Вони інтенсивно використовуються у виробництві, за сприятливих умов їх урожай перевищує 30 ц/га.

Крупність насіння у більшості випадків суттєво не впливає на рівень продуктивності [6–8]. Це значить, що для вирощування можливо рекомендувати сорти з різною масою насіння, тобто як крупнонасінні, так і дрібнонасінні. Як показали наші дослідження, за умов Півдня України максимальною прямою дією на продуктивність виділяються маса надземної частини рослини, число бобів і насінин на ній. Суттєвий вплив на урожайність має також збиральний індекс. З іншого боку, на рівень надземної маси рослини позитивно впливають такі ознаки, як висота рослин, гіллястість, число вузлів, бобів і насінин на головному стеблі та бокових гілках, збиральний індекс, число бобів у вузлі та кількість насінин у бобі. Необхідно зауважити, що у деяких дослідженнях, наприклад, у Білорусі [9] та в Індії [10] виявили помітний вплив крупності насіння на урожай сої. Але, як зазначають автори, така залежність має місце лише за оптимальних умов вирощування.

З іншого боку, наші спостереження свідчать про те, що крупність насіння можливо використовувати як допоміжний показник при визначенні посухостійкості генотипів. У таблиці 2 наведені середні значення цієї ознаки за ряд років, включаючи найбільш посушливі 2007 і 2012 роки. Маса 1000 насінин у вивчених сортів у середньому за 7-річний період варіювала в межах 119–156 г. Найдрібніше насіння формувалось у сортів Спринт, Валюта, Сяйво, Берегиня, Одеська 150 і Мельпомена. Більшість з них відноситься до ранньостиглої групи, за виключенням сорту Спринт. У цілому скоростиглі форми мали більш крупне насіння (у середньому 135 г) порівняно з ранньостиглими (127 г). Протягом всього періоду вивчення за цією ознакою виділився сорт російського походження Селекта, який можна зачислити до групи крупнонасінних. У найбільш посушливому 2007 році цей показник у нього склав 124 г, а у найкращому за вологозабезпеченням 2008 році він досяг 201 г. Посуха, отже, спричинила його зменшення від середнього значення на 79,5 %, а оптимальні умови забезпечили його ріст на 28,8 %.

Цей аналіз свідчить про те, що дія посухи була значно сильнішою порівняно з оптимальним комплексом факторів довкілля. При цьому варто зауважити, що Селекта дала найбільшу продуктивність за жорстких посушливих умов 2007 року (табл. 1). Зниження врожаю у цьому році від середнього рівня у неї склало 75,6 %, що виявилось близьким до падіння маси 1000 насінин. У 2012 році цей сорт був найбільш крупнонасінним, хоча його урожайність суттєво знизилась порівняно із середньою за ряд років.

Незважаючи на досить дрібне насіння, сорт Спринт був одним із найбільш продуктивних протягом 2007–2013 років у скоростиглій групі,

Таблиця 2

Мінливість маси 1000 насінин у сортів сої у роки випробувань, 2007–2013

Сорт	Маса 1000 насінин, г								CV, %	Тривалість вегетації, дні
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	середня		
Аркадія од., ст.	102	163	138	154	120	93	108	125	21,9	114
Діона	105	145	132	140	122	109	113	124	13,0	103
Юг 30	110	181	115	162	130	123	126	135	20,7	104
Золотиста	135	168	115	164	148	122	122	139	15,4	104
Л-2 (Орел)	115	171	148	155	135	128	145	142	14,2	105
Київська 98	108	167	128	147	140	115	122	132	16,2	105
Селекта	124	201	144	167	153	169	137	156	16,4	105
Романтика	105	178	128	160	114	131	121	134	20,5	106
Аметист	128	167	145	160	132	124	145	143	12,4	106
Медея	120	190	135	176	134	137	130	146	18,6	107
Устя	98	156	130	146	133	105	130	128	17,7	107
Васильківська	110	184	125	160	135	104	128	135	22,5	107
Спринт	102	154	116	139	119	101	105	119	17,2	109
Валентія	123	172	135	148	118	105	97	128	17,9	109
Ізумрудна	98	167	115	143	126	110	107	124	19,8	110
Єлена	115	160	145	143	121	107	106	128	15,6	111
Агат	115	183	135	191	140	104	130	143	24,5	111
Данко	108	179	128	157	117	95	104	127	24,2	112
Валюта	96	155	145	136	115	94	110	122	20,8	113
Феміда	115	157	125	171	120	105	113	129	19,6	113
Сяйво	104	163	130	146	122	96	100	123	19,9	114
Знахідка	125	170	135	135	126	111	115	131	14,9	114
Подільська 416	115	173	140	152	145	104	111	134	18,2	114
Протеїнка	115	139	125	152	122	107	113	125	12,9	115
Альтаїр	105	158	128	161	133	108	114	130	18,0	115
Ятрань	95	165	134	150	137	105	116	129	20,3	116
Берегиня	93	144	130	146	129	104	120	124	17,3	117
Оксана	95	160	138	148	134	107	118	128	19,0	118
Ювілейна	105	163	130	144	112	111	111	125	17,7	118
Одеська 150	94	144	128	131	124	107	135	123	14,8	119
Ельдорадо	105	149	130	133	125	106	131	126	13,5	119
Мельпомена	100	138	135	120	128	108	128	122	12,5	120
Донька	110	131	145	132	115	103	134	124	13,0	122

тобто він виявився доволі посухостійким. Зниження маси 1000 насінин у 2007 році у нього склало 16,7, у 2012 році — 17,8 %. Падіння урожаю від середнього значення у ці роки відповідно дорівнювало 122,1 і 38,6 %. У найбільш продуктивного за період вивчення сорту Альтаїр насіння за крупністю зайняло проміжне положення. Падіння маси 1000 насінин у 2007 році досягло 23,8, у 2012 році — 20,4 %, тобто ці значення вияви-

лись досить близькими. Зниження урожайності було значно більшим — 167 і 62,7 % відповідно. У таблиці 2 наведені дані коефіцієнта мінливості (CV) маси 1000 насінин протягом 7 років. Сорти Юг 30, Романтика, Васильківська, Агат, Данко, Ятрань виділились підвищеною варіабельністю цього показника за роками, всі вони відносяться до групи кращих за урожайністю.

Підсумовуючи результати цього дослідження, не можна зробити чіткого висновку про залежність адаптивності сорту від мінливості показника крупності насіння в залежності від впливу несприятливих факторів довкілля. Одержані дані свідчать про те, що кожний генотип веде себе специфічно. Тому в процесі селекції необхідно чітко контролювати як урожайність, так і крупність насіння, особливо для сортів, які пропонуються для використання на харчові цілі. На прикладі сорту Селекта можна простежити відносно незначне падіння крупності насіння протягом посушливих років.

У таблиці 3 показаний зв'язок урожайності та маси 1000 насінин з кількістю опадів, сумою активних температур і гідротермічним коефіцієнтом (ГТК) протягом усього вегетаційного періоду. Видно, що урожайність найбільшою мірою залежить від кількості опадів протягом червня та липня. Це якраз фази цвітіння та формування бобів. При цьому коефіцієнти кореляції були досить близькими як при оцінці загального набору сортів, так і окремо за групами стиглості. Від'ємний зв'язок спостерігається між урожайністю та масою 1000 насінин і сумою активних температур. Крупність насіння значною мірою залежала від суми опадів протягом вегетації та величини ГТК.

Наведені у нашій роботі результати свідчать про те, що адаптивність сорту є досить складною ознакою, яка формується як генотипом, так і загальним комплексом факторів довкілля. Для зони Степу найбільш важливими серед них є наявність вологи в ґрунті та рівень температури повітря в літній період. Показано, що посухостійкість сорту може зумовлюватись не одним, а комплексом факторів. Наші дослідження свідчать про те, що існують форми, які вирізняються підвищеною водоутримною здатністю листків [11; 12]. Це означає, що за водного стресу в них меншою мірою інгібовані метаболічні процеси, які відбуваються в листках, особливо фотосинтез і дихання. Інші генотипи легше переносять посуху, оскільки у них краще розвинута коренева система і за рахунок неї вони добувають додаткову вологу. При цьому більш потужна коренева система може розвиватися двома шляхами. Перший із них — це формування глибоко проникаючих у ґрунт коренів, які використовують воду із його нижніх горизонтів.

Крім того, можуть існувати форми, у яких розвивається дуже розгалужена поверхнева коренева система, завдяки якій тут більш ефективно зв'язується волога. Непрямим показником посухостійкості може слугувати також рівень вільного проліну в листках [11; 12]. За посушливих

умов більш високий урожай формується за оптимального поєднання різних елементів продуктивності та господарсько цінних ознак, серед яких найбільше значення мають надземна маса рослин, кількість бобів і насінин на рослині [13]. Наші багаторічні дані свідчать про те, що колір опушення, форма листків, тип росту слабо впливають на рівень адаптивності в степових умовах. Наприклад, сорт Аркадія одеська протягом понад 25 років проявляє високий адаптивний потенціал. Він відноситься до ранньостиглої групи, характеризується детермінантним типом росту, добре гілкується і має підвищену надземну масу. З іншого боку, сорти Васильківська та Романтика є недетермінантними, скоростиглими, з меншою кількістю бічних гілок. Вони також виділяються високим рівнем пристосованості до посушливих умов довкілля.

Таблиця 3

Коефіцієнти кореляції між погодними умовами, урожайністю та масою 1000 насінин у сортів сої, 2007–2012 рр.

Показник	Травень–серпень	Травень–червень	Червень–липень	Липень–серпень
Урожайність — сума опадів: середнє	0,82**	0,60**	0,87**	0,66**
для скоростиглих сортів (103–109 днів)	0,79**	0,67**	0,85**	0,57**
для ранньостиглих сортів (110–120 днів)	0,89**	0,60**	0,90**	0,75**
Урожайність — сума активних температур: середнє	–0,49**	–0,67**	–0,68**	–0,23
для скоростиглих сортів (103–109 днів)	–0,52*	–0,67**	–0,71**	–0,28
для ранньостиглих сортів (110–120 днів)	–0,46*	–0,68**	–0,68**	–0,16
Урожайність — ГТК: середнє	0,84**	0,64**	0,87**	0,69**
для скоростиглих сортів (103–109 днів)	0,82**	0,71**	0,85**	0,60*
для ранньостиглих сортів (110–120 днів)	0,90**	0,64**	0,90**	0,78**
Маса 1000 насінин — сума опадів: середнє	0,71**	0,41**	0,75**	0,66**
для скоростиглих сортів (103–109 днів)	0,78**	0,47	0,81**	0,70**
для ранньостиглих сортів (110–120 днів)	0,73**	0,42*	0,77**	0,68**
Маса 1000 насінин — сума активних температур: середнє	–0,52**	–0,71**	–0,65**	–0,27
для скоростиглих сортів (103–109 днів)	–0,44	–0,63*	–0,61*	–0,16
для ранньостиглих сортів (110–120 днів)	–0,58**	–0,77**	–0,70**	–0,28
Маса 1000 насінин — ГТК: середнє	0,73**	0,46**	0,74**	0,69**
для скоростиглих сортів (103–109 днів)	0,79**	0,51*	0,80**	0,73**
для ранньостиглих сортів (110–120 днів)	0,75**	0,48*	0,76**	0,71**

* — коефіцієнт кореляції достовірний при $P \leq 0,05$; ** — достовірний при $P \leq 0,01$.

Значна кількість сортів середньостиглої групи, вегетація яких складає 121–130 днів, у оптимальні за кількістю опадів роки формує досить високий урожай насіння за рахунок більш розтягнутих періодів цвітіння, формування та наливу бобів. Але коли в липні — серпні наступають тривалі бездощові періоди, а температура сягає за 35 °С, вони дуже різко знижу-

ють урожайність. В окремі роки в цей час випадають дощі, тоді такі форми за врожайністю майже удвоє перевищують ранньостиглі генотипи.

При проведенні випробувань за умов браку вологи на особливу увагу заслуговують високопродуктивні форми з подовженим періодом вегетації, оскільки посухостійкість у них зумовлена генетичними факторами, а не униканням посухи, як це часто буває у скоростиглих сортозразків. Якраз на створення таких сортів і націлена наша селекційна програма.

Рекомендовані для вирощування сорти сої мають характеризуватись високим рівнем технологічності. Вони виділяються таким комплексом ознак, як прискорений розвиток кореневої системи і надземної маси, високорослість (90–110 см), високе прикріплення нижніх бобів (понад 10–12 см), міцність головного стебла і бокових гілок, дружність дозрівання бобів і їхнє нерозтріскування за повної стиглості. При цьому варто зауважити високий зв'язок між загальною висотою рослин і відстанню від поверхні ґрунту до першого бобу. Тому значну перспективу мають високорослі сорти, які не вилягають при формуванні високого врожаю.

Таблиця 4

Занесені до Державного реєстру сорти сої

Сорт	Рік занесення до Реєстру	Група стиглості
Аркадія одеська	1986	скоростигла
Одеська 124	1990	середньоскоростигла
Альтаір	1995	ранньостигла
Чорнобура	1995	ранньостигла
Успіх	1997	середньоскоростигла
Мар'яна	1999	ранньостигла
Одеська 150	2001	середньоскоростигла
Хаджибей	2001	скоростигла
Берегиня	2002	середньоскоростигла
Донька	2003	середньоскоростигла
Васильківська	2003	ранньостигла
Валентія	2003	ранньостигла
Блискавиця	2004	ранньостигла
Ельдорадо	2004	середньоскоростигла
Ятрань	2005	скоростигла
Мельпомена	2007	середньоскоростигла
Фарватер	2008	скоростигла
Сяйво	2010	скоростигла
Данко	2010	скоростигла
Антарес	2011	середньоскоростигла
Руса	2013	скоростигла
Білгородська 48*	1992	ранньостигла
Білор*	1994	ранньостигла
Вілія**	1994	ранньостигла

Примітка: * — Реєстр Російської Федерації, ** — Реєстр Білорусії.

Враховуючи зазначене вище, можна рекомендувати господарствам вирощувати не один сорт, а кілька, які різняться тривалістю вегетаційного періоду. На нашу думку, де це можливо, перевагу слід надавати так званим повносезонним сортам, які є більш технологічними і повною мірою використовують для формування врожаю такі фактори середовища, як сонячна енергія, вода, вуглекислий газ. Вони дозрівають наприкінці вересня — на початку жовтня, в цей час, як правило, погодні умови дозволяють провести збирання врожаю без суттєвих його втрат.

У високотехнологічних сортів бокові гілки мають закладатись відносно високо. Дослідження свідчать, що фаза гілкування розпочинається при формуванні першого й другого трійчатого листка, тобто через 5–7 днів після появи сходів. Важливо зауважити, що в цей період ріст проростків досить повільний і складає в середньому 0,3–0,5 см за добу. Оскільки гілкування у скоростиглих сортів розпочинається досить швидко, то нижні гілки закладаються близько від поверхні ґрунту, що сприяє формуванню бобів на невеликій висоті.

Сучасна селекція сої орієнтована на те, щоб вивести сорти, у яких фаза «сходи — початок цвітіння» була б дуже короткою, а наступний період розвитку «тривалість цвітіння — налив бобів» був максимально розтягнутим. Тому у виробництво потрібно впроваджувати сорти з досить інтенсивним початковим ростом, особливо за наявності знижених температур весною, які протягом короткого весняного періоду змогли б сформувати високий головний пагін.

Правильний добір батьківських форм для гібридизації значною мірою зумовлює успіх селекційної програми. Він базується на глибокому вивченні нових сортозразків із різних країн світу, інтуїції селекціонера, знанні генетичних законів, що їх необхідно враховувати при доборі елітних рослин із гібридних популяцій, які розщеплюються. Ми щорічно одержуємо і вивчаємо нові сорти США, Канади, Китаю та інших країн. Кращі з них відразу включаємо в програму схрещувань. Як правило, іноземні сорти схрещуємо із районованими в даній зоні, оскільки останні володіють цінними блоками адаптивних генів. Широко практикуємо також ступінчасту гібридизацію із залученням в селекційну роботу форм різного походження. Це уможлиблює створення вихідного матеріалу із широкою генетичною базою, оскільки в кожній зоні кращі сорти характеризуються неоднаковим комбінуванням елементів продуктивності.

Добрі результати одержуємо гібридизацією середностиглих високопродуктивних форм із скоростиглими типу Іскра, Білосніжка, Северная 2, Іюлька, Волна, Амурська 41. Оскільки такі групи сортів суттєво різняться як походженням, так і структурою продуктивності, то у гібридному потомстві у них часто формуються трансгресивні форми. Особливо багато цінних селекційних ліній ми одержали в комбінаціях такого типу з участю сорту Іскра.

Таблиця 5

Максимальні врожаї сої за оптимальних умов вирощування, по роках

Сорт	Рік	Урожай, ц/га	Місце вирощування
Васильківська	2013	41,0	Інститут сільського господарства Криму (зрошення)
Ятрань	2011	42,5	ТОВ «СіНа» Каховського району Херсонської області (зрошення)
Донька	2004	43,0	Білоцерківська ДСВС, Київська область
Руса	2011	42,5	Кельменецька ДСВС, Чернівецька область
Аркадія одеська	2011	42,0	ТОВ «СіНа» Каховського району Херсонської області (зрошення)
Одеська 150	2006	39,4	Білоцерківська ДСВС, Київська область
Мельпомена	2006	39,0	Білоцерківська ДСВС, Київська область
Сяйво	2013	39,0	Інститут сільського господарства Криму (зрошення)
Ельдорадо	2005	36,1	Кагульська СВС, Республіка Молдова
Фарватер	2006	37,7	Білоцерківська ДСВС, Київська область
Берегиня	2005	36,8	Полтавський ДЦЕСР
Данко	2009	36,3	Кілійська ДСВС, Одеська область (зрошення)

Значно полегшує добір батьківських форм об'єднання колекції сої в окремі групи на основі їхньої схожості за елементами продуктивності та іншими господарсько цінними ознаками. Методом статистичного аналізу ми сформуваємо ряд кластерів сої, які різняться один від одного генетичною дистанцією. Така класифікація значно спрощує добір форм для схрещування, дозволяє залучити в роботу при створенні вихідного матеріалу більш різноманітний за генетичною природою генофонд.

На основі одержаних даних розроблена модель сорту для умов Степу України, обґрунтовані основні показники та ознаки високопродуктивних форм для зон з недостатнім зволоженням і частими водними стресами [14].

На цих теоретичних основах в інституті виведено понад 30 сортів сої, 24 із яких занесені до Державних реєстрів сортів України, Молдови, Росії, Білорусі (табл. 4). Вони добре пристосовані до умов степової та лісостепової зон, мають оптимальні вегетаційні періоди, насіння їхнє вирізняється високим рівнем білка.

Про рівень їхньої урожайності за сприятливих погодних умов можна судити із таблиці 5, де наведені показники максимальних врожаїв у виробничих умовах чи системі державного випробування.

Наведені дані свідчать про те, що за умов зрошення сорти нашої селекції здатні давати урожай у межах 41–42,5 ц/га. А середньоскоростиглі сорти досягають такої ж продуктивності й на суходолі.

Важливою ознакою сортів одеської селекції є підвищений вміст білка в насінні (табл. 6).

Таблиця 6

Вміст білка в насінні сортів сої в умовах південного Степу України,
2004–2012 рр.

Сорт	Устано- ва- оригіна- тор	Вміст білка, %								
		2004	2005	2006	2007	2008	2010	2011	2012	се- ред- ній
Устя	ІЗ	37,1	34,7	39,6	38,7	39,0	37,9	38,9	39,5	38,2
Юг 30	ІЗПР	33,6	31,9	35,9	36,7	36,5	40,9	37,5	40,8	36,7
Медея	КДСГДС	37,3	34,5	38,5	36,4	37,4	37,7	38,9	40,4	37,6
Аметист	КрДС	37,5	34,1	38,0	38,5	37,4	41,1	38,1	40,1	38,1
Васильків- ська	СГІ	38,2	34,4	39,2	40,7	38,6	39,4	40,4	40,8	39,0
Валентія	СГІ	39,3	34,7	38,1	40,9	39,1	39,6	39,5	40,4	39,0
Аполлон	ІЗПР	36,9	32,2	36,9	38,3	37,4	39,2	37,3	39,9	37,3
Альгаїр	СГІ	37,7	40,2	39,6	38,6	37,3	39,8	39,9	40,3	39,2
Фаєтон	ІЗПР	35,9	36,3	39,5	38,7	37,3	38,5	38,7	42,9	38,5
Аркадія од.	СГІ	41,1	35,3	40,1	39,0	37,0	39,4	38,5	39,9	38,8
Романтика	ІР	36,6	35,6	37,8	39,4	36,2	38,2	39,1	41,7	38,1
Ізмурудна	КДСГДС	37,9	35,4	39,1	37,8	37,0	38,4	39,1	40,2	38,1
Валюта	КДСГДС	37,4	36,8	38,6	37,5	36,0	35,7	39,1	38,8	37,5
Донька	СГІ	38,7	35,0	36,5	38,8	36,5	39,6	38,7	38,4	37,8
Одеська 150	СГІ	40,9	37,1	40,4	41,2	38,2	40,5	42,3	43,3	40,5
Берегиня	СГІ	39,2	37,1	39,4	40,8	39,5	39,9	39,5	40,4	39,5
Деймос	ІЗПР	37,1	35,1	38,3	39,4	37,5	39,2	36,7	38,4	37,6
Ельдорадо	СГІ	36,5	34,0	38,1	39,9	38,0	38,6	39,3	41,3	38,2
Ятрань	СГІ	37,5	34,7	38,3	38,0	36,0	37,5	38,7	41,3	37,8
Київська 98	ІЗ	40,3	34,7	39,4	40,1	37,4	40,6	41,3	41,9	39,5
Єлена	ІЗ	39,7	33,8	40,0	38,9	38,9	40,4	39,1	41,5	39,0
Ювілейна	КДСГДС	37,6	35,0	37,8	38,3	36,6	38,2	39,1	40,2	37,8
Знахідка	КДСГДС	36,3	30,9	40,5	38,3	38,0	38,2	38,3	41,8	37,8

Примітка: ІЗ — ННЦ «Інститут землеробства НААН» (Чабани), ІЗПР — Інститут землеробства південного регіону (м. Херсон), КДСГДС — Кіровоградська державна сільськогосподарська дослідна станція, КрДС — Красноградська дослідна станція, СГІ — Селекційно-генетичний інститут (м. Одеса), ІР — Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва (м. Харків).

Видно, що рівень цього компонента в насінні більшості наших сортів перевищує 38, а у Одеської 150 досягає і 40 %. Це досить вагомий показник. Щоб їх досягти, нам необхідно було виявити особливості нагромадження білка в процесі наливу насіння за різних погодних умов, вивчити характер успадковування ознаки, виділити із світового генофонду сортотварів, які вирізнялися максимальним його значенням. Сучасні дослідження у цьому напрямі орієнтовані на виявлення характеру біосинтезу окремих фракцій, співвідношення між якими визначає функціональні особливості загального білкового комплексу [15–17].

Висновок. Наступний етап селекції сої в нашому інституті буде пов'язаний з поєднанням в одному генотипі таких ознак, як підвищена біомаса рослин, подовжений період формування та наливу бобів, більш високе значення збирального індексу, оптимальна тривалість вегетаційного періоду. Це дасть можливість суттєво підвищити та стабілізувати за роками насінневу продуктивність нових сортів, розширити ареал їхнього вирощування, збільшити вихід білка та олії з одиниці площі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Eberhart S. A., Russell W. A. Stability parameters for comparing varieties // *Crop Sci.* — 1966. — V. 6, № 1. — P. 36–40.
2. Сичкарь В. И., Беверсдорф В. Д. Результаты изучения устойчивости сои к пониженным температурам // *Селекция и семеноводство.* — 1980. — № 4. — С. 15–16.
3. Сичкарь В. И. Различия сортов сои по способности прорастать при пониженной температуре // *Научно-технический бюллетень ВСГИ.* — 1981. — Вып. 39, № 1. — С. 23–29.
4. Сичкарь В. И., Беверсдорф В. Д. Реакция различных по скороспелости сортов сои на пониженные температуры в начальные периоды роста // *Сельскохозяйственная биология.* — 1982. — Т. 17, № 5. — С. 673–678.
5. Сичкарь В. И., Григорян Э. М. Динамика роста листовой поверхности различных по длине вегетации сортов сои // *Селекция, семеноводство и агротехника кормовых культур для юга Украины.* — Одесса: ВСГИ, 1983. — С. 40–45.
6. Сичкарь В. И., Луговой А. П. Продуктивность образцов сои в засушливых условиях // *Научно-технический бюллетень ВСГИ.* — 1987. — Вып. 65, № 3. — С. 8–15.
7. Сичкарь В. И. Путевой анализ семенной продуктивности у сои // *Научно-технический бюллетень ВСГИ.* — 1988. — Вып. 67, № 1. — С. 30–35.
8. Сичкарь В. И. Результаты и задачи селекции сои на Украине и в Молдове // *Генетика, селекция и технология возделывания сои на Украине и в Молдове.* — Одесса: ВСГИ, 1991. — С. 5–17.
9. Розенцвейг В. Е., Голоенко Д. В., Давыденко О. Г. Динамика корреляционных связей и модель сорта сои // *Современные проблемы селекции и технологии возделывания сои (Сборник статей 2-й Международной конференции по сое, Россия, Краснодар, 9–10 сентября 2008 г.).* — Краснодар, 2008. — С. 171–177.
10. Dixit R. N., Patil V. P. Path analysis studies in soybean // *J. Maharashtra Agr. Univ.* — 1984. — V. 9, № 3. — P. 267–269.
11. Сичкар В. И., Ляшок А. К., Мусич В. М. Фізіологічна реакція сортів сої на посуху і підвищену температуру // *Фізіологія і біохімія культурних рослин.* — 2001. — Т. 33, № 6. — С. 497–503.
12. Сичкар В. И. Адаптивна селекція зернобобових культур // *Біологічні науки і проблеми рослинництва.* — Умань, 2003. — С. 349–353.
13. Сичкарь В. И. Состояние и перспективы селекции зернобобовых культур // *Сб. научных трудов СГИ.* — Одесса, 2002. — Вып. 3(43). — С. 92–103.
14. Сичкарь В. И. Основные показатели модельного сорта сои для юга Украины // *Селекция и семеноводство.* — 1989. — № 4. — С. 8–16.

15. Шерстобитов В. В., Сичкар В. И., Адамовская В. Г., Цисельская Л. И. Сортовые особенности белково-ферментного комплекса и технологические характеристики сортов сои // Хранение и переработка зерна. — 2003. — Т. 52, № 10. — С. 29–32.
16. Адамовська В. Г., Молодченкова О. О., Січкарь В. І., Цісельська Л. Й. Біохімічні особливості білкового комплексу насіння сої та використання його у виробництві // Селекція і насінництво. — 2005. — Вип. 90. — С. 162–175.
17. Адамовська В. Г., Молодченкова О. О., Січкарь В. І., Сагайдак Т. В., Лаврова Г. Д., Хорсун І. А. Міжсортний поліморфізм компонентного складу глобулінів та альбумінів насіння сої в зв'язку з якістю білка // Збірник наукових праць СГІ — НЦНС. — Одеса, 2011. — Вип. 18(58). — С. 86–92.

Надійшла до редакції 26.06.2014

UDC 635.656:631.527

Sichkar V. I., Lavrova G. D., Ganzhelo O. I. Plant Breeding and Genetics Institute — National Center of Seed and Cultivar Investigations

THE YIELD CAPACITY AND SEED QUALITY OF HIGHLY ADAPTIVE SOYBEAN CULTIVARS

A model of a soybean cultivar for the Steppe zone of Ukraine has been developed as the result of the 30-year period of investigations. The main indexes and traits of highly productive forms for drought zones with frequent temperature and water stresses have been described. Released soybean cultivars of Plant Breeding and Genetics Institute are characterized with high adaptability and yield potential. Their important feature is large protein content in the seeds. We recommend seed producers to plant several soybean cultivars with different growing period. It will provide obtaining satisfactory yield under various climatic conditions.

УДК 635.656:631.527

Сичкарь В. И., Лаврова Г. Д., Ганжело О. И.

УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО СЕМЯН ШИРОКОАДАПТИВНЫХ СОРТОВ СОИ

В результате более чем 30-летнего периода исследований разработана модель сорта сои для условий Степи Украины, обоснованы основные показатели и признаки высокопродуктивных форм для зон с недостаточным увлажнением и частыми температурными и водными стрессами. Созданные в Селекционно-генетическом институте сорта сои отличаются высокой адаптивностью и способны реализовать высо-

кий потенціал урожайності в благоприємних умовах. Важливим їх знаком являється підвищене вміст білка в насінні. Господарствам рекомендується вирощувати декілька сортів сої з різною тривалістю вегетаційного періоду, що забезпечить отримання врожаю насіння при різних погодних умовах.