

СІЧКАР В.І.

Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення, Україна, 65036, м. Одеса, Овідіопольська дорога, 3, e-mail: bobovi.sgi@ukr.net

СЕЛЕКЦІЯ ЗЕРНОБОБОВИХ КУЛЬТУР НА ПОКРАЩЕННЯ СИМБІОТИЧНОЇ АЗОТФІКСАЦІЇ

Зернобобові культури у світовому землеробстві займають друге місце після зернових як за посівними площами, так і валовими зборами. Незважаючи на це, їх виробництво постійно зростає. Так сою вирощують на площі біля 118 млн га, квасоллю – на 30, нут – понад 15, вігну – 11, горох – 7 млн га. Польові боби, каянус, сочевицю, вику, люпин висівають на 1–5 млн га.

Така позитивна динаміка цих культур зумовлена тим, що вони є найбільш дешевим джерелом повноцінного білка, значний дефіцит якого існує на нашій планеті. У світі знаходиться значна кількість країн, особливо на африканському континенті, населення яких постійно недоїдає. На сьогоднішній день забезпечити їх повноцінним білком можна лише за рахунок зернобобових культур, оскільки він у 3–4 рази дешевший порівняно з тваринним.

Не менш важливе значення має ця група культур як поліпшувачі ґрунтів. За рахунок симбіотичної азотфіксації вони зв'язують значну кількість азоту із повітря, за допомогою мікоризних грибів перетворюють важкорозчинні фосфорні сполуки в доступну для сільськогосподарських культур форму. Бульбочки, які формуються на корінні рослин, є центром, навколо якого розвивається комплекс корисних мікроорганізмів, куди входять симбіотичні, вільноживучі та мікоризні мікроорганізми.

Зв'язування молекулярного азоту із повітря являє собою досить складний біологічний процес, ефективність якого суттєво залежить від генетичних систем сорту рослини-господаря та штаму бульбочкових бактерій.

Мета наших досліджень полягала у виявленні найбільш цінних асоціацій «сорт-штам» у сої, гороху та нуту. Американські вчені вважають, що найбільш важливими науковими темами сьогодення є гена інженерія, фотосинтез і біологічна фіксація азоту.

Матеріали і методи

Дослідження проводили у вегетаційних і польових умовах. У теплиці рослини вирощували у посудинах об'ємом 0,3 л на безазотному субстраті (вермикуліті), насиченому 0,2 %-ним розчином K_2HPO_4 . Перед сівбою насіння обробляли суспензією 7-добової культури ризобій із розрахунку 10^6 бактерій/насінину. Щільність суспензії бульбочкових бактерій для дозування інокуляційного навантаження визначали на фотоелектроколориметрі КФК-2. Повторність дослідів 6-разова.

Польові дослідження закладали на полях дослідного господарства Селекційно-генетичного інституту ДП ЕБ «Дачна», яке розташоване у південній частині Причорноморської низини, у степовій зоні Одеської області. Ґрунти являють типові південні середньогумусні важкосуглинисті чорноземи на лесових відкладеннях. Товщина гумусного шару 40–50 см, вміст гумусу – 3,5–4,5 %. Реакція ґрунтового розчину нейтральна або слаболужна.

Упродовж 2011–2015 рр., коли проводили дослідження, мали місце посушливі умови, які характеризувалися недостатньою кількістю опадів і підвищеними температурами повітря. Особливо спекотними були липень і серпень, коли у сої проходить формування та налив бобів. У зв'язку з цим показники продуктивності виявилися досить низькими як у дослідних, так і контрольних варіантах. Сівбу сої, гороху і нуту виконували селекційною сівалкою СКС-6-10, збирання комбайном «Сампо-130». Урожай насіння перераховували на 14 %-ну вологість. У процесі вегетації проводили фенологічні спостереження, необхідні обліки та оцінки. Кількість бульбочок і їх масу визначили у фазі цвітіння рослин.

У дослідженнях використовували штами бульбочкових бактерій Інституту фізіології рослин і генетики НАН України, сорти – Селекційно-генетичного інституту – Національного центру насіннєзнавства та сортовивчення.

Результати та обговорення

Рівень зв'язування азоту із повітря залежить від рослини-живителя (сорту), штаму бульбочкових бактерій, умов довкілля та їх взає-

модії. У вегетаційних дослідях виявили неоднакову ефективність сортів за показниками симбіозу в середньому за використаними штамми бульбочкових бактерій (табл. 1).

Таблиця 1. Показники симбіозу нових сортів сої за інокуляції виробничими та перспективними штамми *Bradyrhizobium japonicum*

Сорт	Кількість бульбочок			Маса бульбочок на рослині, мг			Нітрогеназна активність, мМоль етилену/годину			Надземна маса проростків, г		
	2011 р.	2012 р.	середня	2011 р.	2012 р.	середня	2011 р.	2012 р.	середня	2011 р.	2012 р.	середня
Аркадія одеська	4,6	14,2	9,4	17,5	80,2	48,8	1,3	0,8	1,0	4,0	5,3	4,6
Ятрань	23,7	14,5	19,1	237,5	68,0	152,8	4,6	1,1	2,8	4,9	5,5	5,2
Симфонія	5,2	16,0	10,6	42,8	68,0	55,4	1,2	1,4	1,3	3,6	5,5	4,6
Сяйво	6,2	25,5	15,8	55,0	137,0	96,0	2,0	2,5	2,2	4,6	7,2	5,9
Фенікс	12,4	20,8	16,6	72,5	118,2	95,4	2,1	1,7	1,9	5,2	5,8	5,5

Незважаючи на значну варіабельність показників симбіозу стосовно до сортів і штамів, нами виявлено ряд цінних комбінацій, які являють значну цінність для практичного використання. Наприклад, на рослинах сорту Ятрань за інокуляції експериментальним штамом X-9 в середньому за два роки сформувалося 31,2 бульбочок, тоді як у сорту Аркадія одеська всього 6,5, а у сорту Сяйво – 10,4. Перевагу цього штаму за кількістю бульбочок на рослині спостерігали і у сорту Фенікс. У цілому штам X-9 виявився найбільш продуктивним за кількістю бульбочок у всіх сортів, максимальне їх значення сформувалося на проростках сорту Ятрань. У середньому за інокуляції всіма штамми на рослинах сорту Ятрань нарахували 19,1 бульбочок, тоді як у сорту Аркадія одеська їх кількість становила 9,4, а у сорту Симфонія – 10,6.

Серед вивчених сортів за всіма показниками симбіозу виділяється сорт Ятрань. У середньому за два роки він був кращим за кількістю і масою бульбочок та нітрогеназною активністю. Непогані азотфіксувальні ознаки продемонстрував і сорт Сяйво, особливо у 2012 році, він мав найбільші показники кількості та маси бульбочок, нітрогеназної активності та надземної маси проростків (табл. 1). Нітрогеназна активність у вивчених сортів виявилася невисокою, що можна пояснити підвищеними температурами під час проведення досліджень.

Одержані результати чітко підтверджують ідею про те, що шляхом селекції макросимбіонта можна суттєво покращити показники симбіозу за використання нових штамів *Bradyrhizobium japonicum*. Але для добору найбільш активних компонентів необхідно випробовувати значний набір як генотипів, так і штамів.

Підвищений рівень бульбочок і їх маси за інокуляції виробничим штамом бактерій виявили також у селекційних ліній, створених шляхом гібридизації (табл. 2).

Аналіз їх походження свідчить про те, що у більшості із них однією батьківською формою є сорт або лінія місцевої селекції. Наприклад, лінія № 119/14 була виділена із комбінації NS-2024 x Хаджибей, № 133/14 – із Л11085/88 x Альтаір, № 137/14 – із Чіко x Альтаір, № 174/14 – із (ms1 Tonica x Токуо) x Чарівниця степу. Батьківські форми, задіяні в цих гібридних комбінаціях, створені в Селекційно-генетичному інституті. Крім того, необхідно зазначити, що дослід був закладений на полі, де в ґрунті знаходяться спонтанні бульбочкові бактерії. Це свідчить про те, що виробничий штам *Bradyrhizobium japonicum* володіє непоганими конкурентними властивостями.

На основі визначення показників симбіозу упродовж ряду років створені лінії сої гібридного походження, які поєднують господарсько цінні ознаки з підвищеною кількістю бульбочок на рослині та їх масою.

Таблиця 2. Кількість і маса бульбочок у посухостійких ліній сої

Польовий № лінії	Кількість бульбочок на рослині		Маса бульбочок на рослині, мг	
	2014 р.	2015 р.	2014 р.	2015 р.
Васильківська, стандарт	8,4 ± 0,84	6,3 ± 0,58	53,6 ± 8,2	37,1 ± 4,4
119/14	11,2 ± 0,76	8,7 ± 0,62	62,4 ± 10,3	45,2 ± 5,8
120/14	14,3 ± 1,04	10,3 ± 0,64	68,9 ± 11,2	56,3 ± 5,9
130/14	9,6 ± 0,82	6,7 ± 0,52	57,3 ± 7,4	35,8 ± 2,8
133/14	12,9 ± 0,93	9,6 ± 0,60	66,7 ± 9,3	48,8 ± 5,7
137/14	8,2 ± 0,71	6,8 ± 0,44	55,4 ± 7,7	41,6 ± 5,1
139/14	13,3 ± 1,09	11,2 ± 0,83	63,3 ± 10,8	48,6 ± 6,2
174/14	9,3 ± 0,85	6,7 ± 0,48	51,8 ± 9,3	42,3 ± 3,9

Так, лінія сої № 220/11, виділена із комбінації ВІР 1884 х Аркадія одеська, характеризується підвищеною урожайністю насіння, більш високим вмістом білка в насінні та формує значно більше бульбочок на корінні. Під назвою Орфей вона передана до державного випробування.

Вплив штамів на урожай кожного сорту нуту суттєво залежить від умов року, які склалися в період вегетації (табл. 3).

Найбільш сприятливий водний статус мав місце у 2013 році, тоді як 2014 і 2015 роки ви-

явилися посушливими, особливо в період від сходів до масового цвітіння, тобто у період найбільш інтенсивного росту коріння та бульбочок. Значною позитивною дією на продуктивність сортів Пам'ять та Буджак виділилися штам А-44. На сорти Пам'ять досить ефективними були штамми 065 і НС-6, які у роки із різним вологозабезпеченням дали суттєву прибавку врожаю. У симбіозі з сортом Буджак, який виділяється крупним насінням, штам 065 виявився неефективним, середній урожай його був на рівні контролю без обробки.

Таблиця 3. Урожайність сортів нуту залежно від обробки насіння штамми бульбочкових бактерій

Штам	Урожай насіння, ц/га							
	Пам'ять				Буджак			
	2013	2014	2015	сер.	2013	2014	2015	сер.
Контроль, без інокуляції	16,9	9,5	10,2	12,2	15,0	10,1	11,6	12,2
Н-12, ст.	21,6	10,2	11,6	14,5	18,1	12,8	11,9	14,3
065	21,4	11,9	11,9	15,1	15,8	10,2	12,1	12,7
068	17,2	12,9	14,0	14,7	15,4	14,0	13,8	14,4
НС-6	17,4	14,0	14,2	15,2	15,2	12,0	15,6	14,3
А-44	21,0	13,5	12,1	15,5	18,0	12,4	14,6	15,0
НІР ₀₅	1,58	0,98	1,11		1,51	1,18	1,0	

Наші багаторічні випробування перспективного селекційного матеріалу на фоні обробки штамми бульбочкових бактерій показали ефективність індивідуального відбору за показниками симбіозу.

Так, нами виділена лінія № 19/12, яка навіть у найбільш посушливі роки випробувань (2014 і 2015) за інокуляції штамми 065, 068 і А-44 збільшувала урожайність на 20–25 %. Паралельно в цих варіантах мало місце збільшення кількості бобів на рослині та насінин у бобі, а також маси 1000 насінин. За результатами кон-

курсного випробування інституту, лінію № 19/12 передаємо до державного сортовипробування під назвою Аргумент.

У 2012–2014 рр. провели випробування найбільш поширеного в Україні сорту гороху Світ та ліній Л 303/04 (Капітал) і Л 35/11 (Круїз) за інокуляції їх виробничим штамом 261б і перспективними штамми К-29 і У-1. Вплив штамів на урожай сортів суттєво залежав від умов, які склалися в період вегетації (табл. 4).

Найбільш сприятливий водний статус мав місце у 2012 році, дуже посушливим був 2014

рік. У сорту Світ позитивною дією виділився штам У-1, причому він був кращим протягом усього періоду досліджень. Цей штам також давав найбільшу прибавку врожаю сорту Капі-

тал протягом 2012 і 2013 років, проте у 2014 році поступився штаму К-29.

У сорту Круїз протягом трьох років чітко виділився штам К-29.

Таблиця 4. Урожай сортів гороху за інокуляції насіння новими штамми

Штам	Світ				Капітал (Л 303/04)				Круїз (Л 35/11)			
	2012	2013	2014	сер.	2012	2013	2014	сер.	2012	2013	2014	сер.
261б, стандарт	23,1	18,2	12,5	17,9	22,6	19,1	16,4	19,4	24,7	18,6	18,0	20,4
К-29	25,8	19,6	17,9	21,1	23,3	20,5	19,9	21,2	27,5	20,2	19,5	22,4
У-1	26,4	19,6	20,7	22,2	25,1	22,5	16,5	21,4	25,8	20,8	15,3	20,6
НІР _{0,5}	1,58	1,38	1,03		1,47	1,44	1,03		1,59	1,46	1,03	

Висновки

Одержані результати свідчать про те, що експериментальні штамми є значно кращими порівняно зі стандартним 261б. Лінія Л 35/11 з покращеними показниками симбіозу, яка була

передана до державного випробування під назвою Круїз, занесена до державного реєстру сортів рослин України з 2017 року. Продовжується вивчення сорту гороху Капітал у системі державного випробування.

SICHKAR V.I.

Plant breeding and Genetics Institute – National Center of Seed and Cultivar Investigation, Ukraine, 65036, Odessa, Ovidiopol'skaya Road, 3, e-mail: bobovi.sgi@ukr.net

BREEDING OF LEGUME CROPS FOR EFFECTIVE NITROGEN FIXATION

Aim. Grain legume are able to accumulate 80–220 kg/ha of nitrogen. To optimize this process we should select the complementary pairs “cultivar-strain”, which could realize their maximum genetic potentials. We studied indices of symbiosis for the use of the number of experimental strains of soybean, pea and chickpea in laboratory and field conditions. **Methods.** The plants grown in containers of a volume of 0.3 l without nitrogen in laboratory conditions. Field research conducted in rainfed conditions in the presence of spontaneous rhizobia in the soil. **Results.** Substantial variability was found for indices of the symbiosis of the interaction of different varieties of soybean, chickpea and pea with recommended and experimental strains of rhizobia. The best combination are recommended for use in different locations. **Conclusions.** The selected experimental strains of rhizobia, which are characterized by improved performance of the symbiosis of the varieties of soybean, chickpea and pea are recommended for using.

Keywords: rhizobium strains, nodulation, nitrogen fixation.