

ОЦІНКА ПАРАМЕТРІВ ЕКОЛОГІЧНОЇ СТАБІЛЬНОСТІ ТА ПЛАСТИЧНОСТІ СОРТІВ СОЇ В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

Мурсакаєв Е. Ш., Лаврова Г. Д., Ганжелло О. І., Бушулян О. В.

Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннезнавства та сортовивчення

Визначена екологічна стабільність та пластичність 30 сортів сої в умовах південного Степу України в залежності від кліматичних умов довкілля. В результаті проведеної роботи було виявлено сорти з високим рівнем пластичності: Васильківська, Вільшанка, Ізмурдна, Спринт, Альтаір, Знахідка. Також було виявлено сорти, що мають високий рівень стабільності: Устя, Селекта, Протеїнка, Ятрань, Здобуток, Сяйво.

Ключові слова: соя, екологічна пластичність, екологічна стабільність, індекс середовища, коефіцієнт регресії

Вступ. Збільшення потенціалу врожайності сої завжди було і залишається фундаментально важливим в селекційних програмах. Але сучасні сорти повинні бути не тільки високоврожайними, що дають продукцію високої якості, але і стійкими до впливу несприятливих факторів середовища, тобто високоадаптивними. Тільки висока адаптивність сорту (обумовлена гомеостатичністю його генотипу) може забезпечити стабільність врожаю в різних екологічних умовах. Селекція на підвищення цього показника має особливе значення для регіонів з недостатнім зволоженням, яким і є південний степ України. Для оцінки сорту з точки зору його відповідності умовам середовища і безпосередньої реакції на ці умови було запропоновано використовувати такі характеристики як пластичність і стабільність сорту (як міра онтогенетичної адаптивності і гомеостатичності рослин) [1,2].

Початковим ареалом вирощування сої є Південно-Східна Азія. Але завдяки екологічній пластичності та стабільності вона поширилася далеко за межі початкового місця її культивування. Тому визначення екологічної пластичності і стабільності зразків сої має важливе значення для їх районування [3].

Аналіз літературних джерел, постановка проблеми. Для розрахунку параметрів пластичності і стабільності використовується методика Ебергарта і Рассела, яка базується на розрахунку двох параметрів: коефіцієнта лінійної регресії (b_i) і стандартного відхилення (σ_d) [3]. Перший показує відгук генотипу на зміну умов вирощування, а другий характеризує стабільність сорту в різних умовах середовища. Чим вище значення коефіцієнта $b_i > 1$, тим більшою чутливістю володіє даний сорт. Такі сорти вимогливі до високого рівня агротехніки, так як тільки в цьому випадку вони дадуть максимальний врожай. Якщо $b_i < 1$, сорт реагує слабкіше на зміну умов середовища. Такі сорти краще використовувати на екстенсивному фоні, де вони дадуть максимум віддачі при мінімумі витрат. За умови $b_i = 1$, або майже дорівнює одиниці, є повна відповідність зміни врожайності сорту змінам умов вирощування. Під стабільністю сорту варто розуміти його гомеостатичність, тобто здатність зберігати постійність фізіологічних процесів в певній мірі, та тим самим утримувати стабільність врожаю. Чим менше числове значення (σ_d), тим стабільнішим є сорт [4, 5].

Мета і задачі дослідження. Метою даної роботи було визначити параметри пластичності та стабільності за методикою Ебергарта і Рассела, порівняти сорти сої за їх врожайністю, визначити їх реакцію на зміну умов вирощування, оцінити їх потенціальні можливості, виділити генотипи з високими показниками пластичності та стабільності для подальшого їх використання в селекції на адаптивність.

Матеріал і методика. Досліди проводили на полях Селекційно-генетичного інституту, які розташовані на території південної частини Причорноморської низини у степовій

зоні Одеської області в період з 2014 по 2017 рік. Грунтовий покрив дослідної ділянки представляє собою середньогумусні важкосуглинисті чорноземи на лесових породах. Реакція ґрунтового розчину нейтральна або слабо лужна (рН сольової витяжки 6,0-7,2). Вміст доступних форм елементів живлення (в мг. екв. на 100 г ґрунту): 3-4 азоту, 10-15 P_2O_5 та 20-30 K_2O .

В якості матеріалу для дослідження було використано 30 сортів сої, з яких 8 відносяться до скоростиглих, 21 до ранньостиглих та один середньостиглий сорт. Сорти вирощувалися в розсаднику екологічного сортовипробування у 5-кратній повторності 4-рядковими ділянками довжиною 10 м з міжряддям 45 см.

Результати та обговорення. За погодними умовами роки випробування мали значні відмінності і характеризувалися як позитивні, так і негативні, що є характерним для даного регіону випробування. Найбільш сприятливі погодні умови склалися у 2017 році, (індекс умов середовища $I_j = 3,417$), а найгірші відзначені в 2014 ($I_j = -2,346$). Різноманітні погодні умови дозволили отримати найбільш повну інформацію про реакцію сортів на зміну зовнішніх факторів середовища. В результаті виконаної роботи нами було виділено 3 групи сортів. До першої групи відносилися сорти з низьким значенням пластичності: Антарес ($b_i = 0,52$), Сяйво ($b_i = 0,54$), Валюта ($b_i = 0,69$), Ювілейна ($b_i = 0,71$), Фарватер ($b_i = 0,75$), Романтика ($b_i = 0,78$), Мельпомена ($b_i = 0,83$), Золотиста ($b_i = 0,88$) (рис. 1).

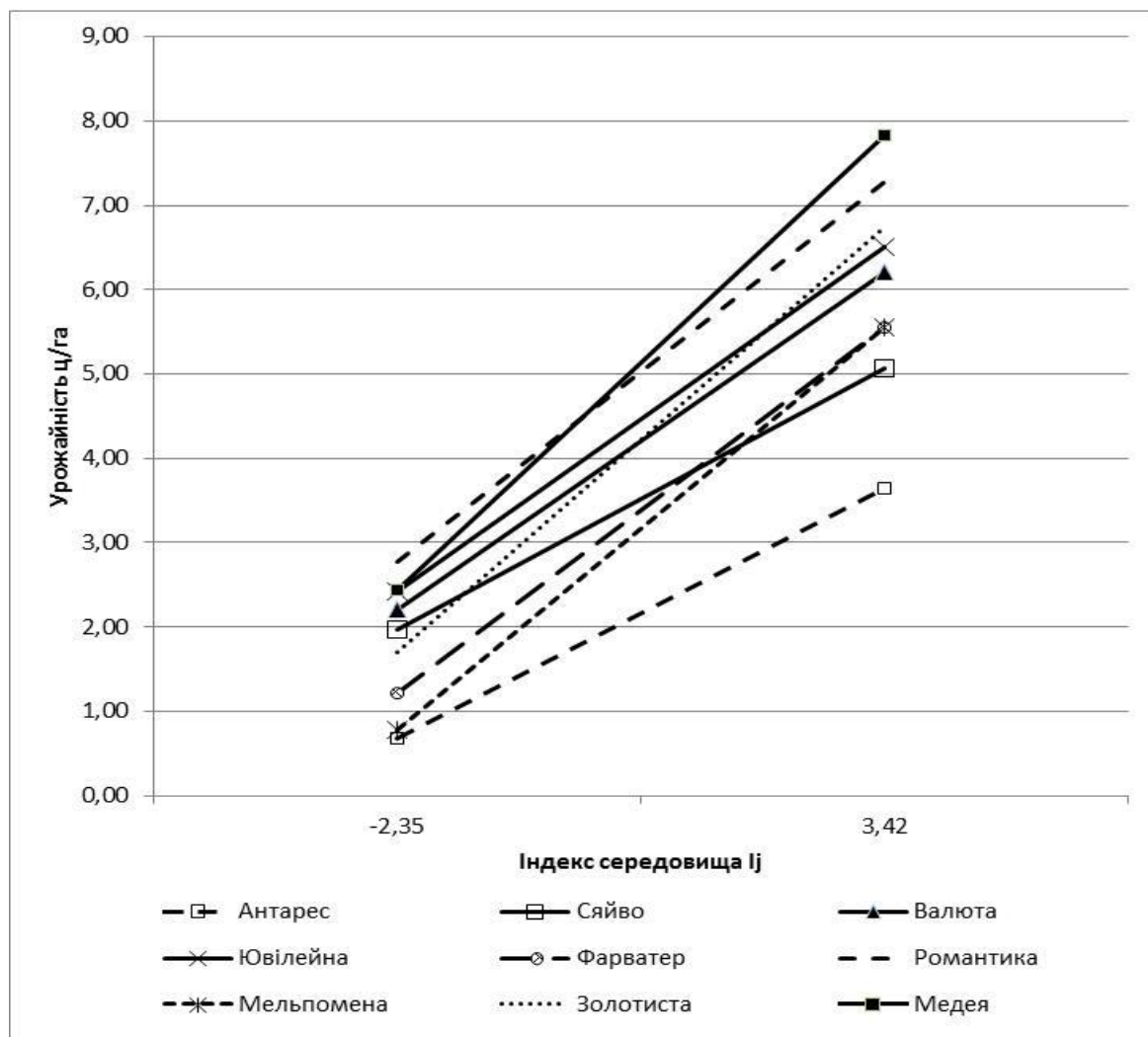


Рис. 1. Зміна урожайності сортів сої з $b_i < 1$ в залежності від зміни умов довкілля

За показниками середньої врожайності серед цих сортів найкраще себе проявили сорт Романтика (4,61 ц/га), Ювілейна (4,08 ц/га), Валюта (3,84 ц/га) та Золотиста (3,75

ц/га). Ці чотири сорти доцільно вирощувати при низькому рівні агрофону. За показниками стабільності найкращі були такі сорти: Антарес ($\sigma^2_d = 0,03$), Сяйво ($\sigma^2_d = 0,20$), Ювілейна ($\sigma^2_d = 0,27$), Золотиста ($\sigma^2_d = 0,17$). Але сорт Антарес та сорт Сяйво мають досить низькі показники середнього врожаю, а саме 1,89 та 3,24 ц/га відповідно.

До другої групи сортів відносяться сорти значення коефіцієнтів регресії, яких дорівнює або наближається до одиниці. Урожайність таких сортів прямо пропорційно залежить від умов довкілля. До цієї групи увійшли такі сорти: Медея ($b_i = 0,93$), Юг-30 ($b_i = 0,94$), Данко ($b_i = 0,94$), Чернівецька 9 ($b_i = 0,94$), Магія ($b_i = 0,96$), Устя ($b_i = 0,96$), Агат ($b_i = 0,97$), Здобуток ($b_i = 0,99$), Ворскла ($b_i = 1,02$), Селекта ($b_i = 1,04$), Протеїнка ($b_i = 1,04$), Діона ($b_i = 1,05$), Аріадна ($b_i = 1,06$) (рис. 2).

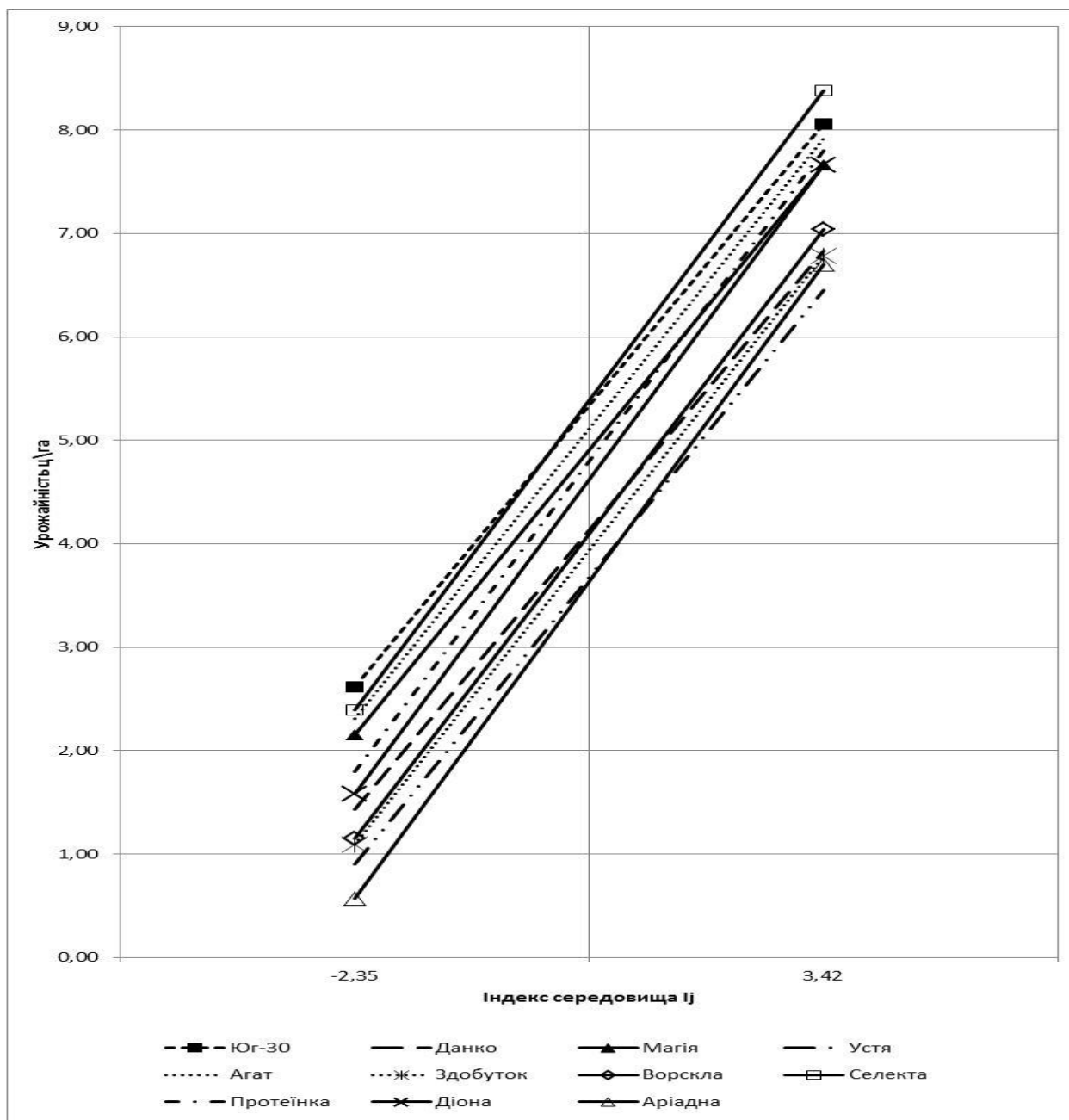


Рис. 2. Зміна урожайності сортів сої з $b_i \approx 1$ в залежності від зміни умов довкілля.

За показниками середньої врожайності виділилися такі сорти: Медея, Юг-30, Магія, Агат, Селекта, Протеїнка (4,63; 4,84; 4,39; 4,59; 4,83 і 4,25 ц/га відповідно). Найстабільнішими серед цієї групи є такі сорти: Данко ($\sigma^2_d = 0,64$), Устя ($\sigma^2_d = 0,09$), Здобуток

($\sigma^2_d = 0,02$), Селекта ($\sigma^2_d = 0,11$), Протеїнка ($\sigma^2_d = 0,16$). Варто відмітити, що сорти Селекта та Протеїнка поєднують в собі і високий рівень стабільності та пластичності, і високе значення середніх врожаїв.

До третьої групи входять сорти, значення коефіцієнтів регресії яких вище одиниці, тобто дані сорти значно реагують на зміну умов середовища. До складу цієї групи входять: Аметист ($b_i = 1,09$), Фенікс ($b_i = 1,09$), Ятрань ($b_i = 1,10$), Знахідка ($b_i = 1,15$), Спринт ($b_i = 1,24$), Васильківська ($b_i = 1,31$), Ізумрудна ($b_i = 1,35$), Альтаїр ($b_i = 1,49$), Вільшанка ($b_i = 1,63$) (рис. 3).

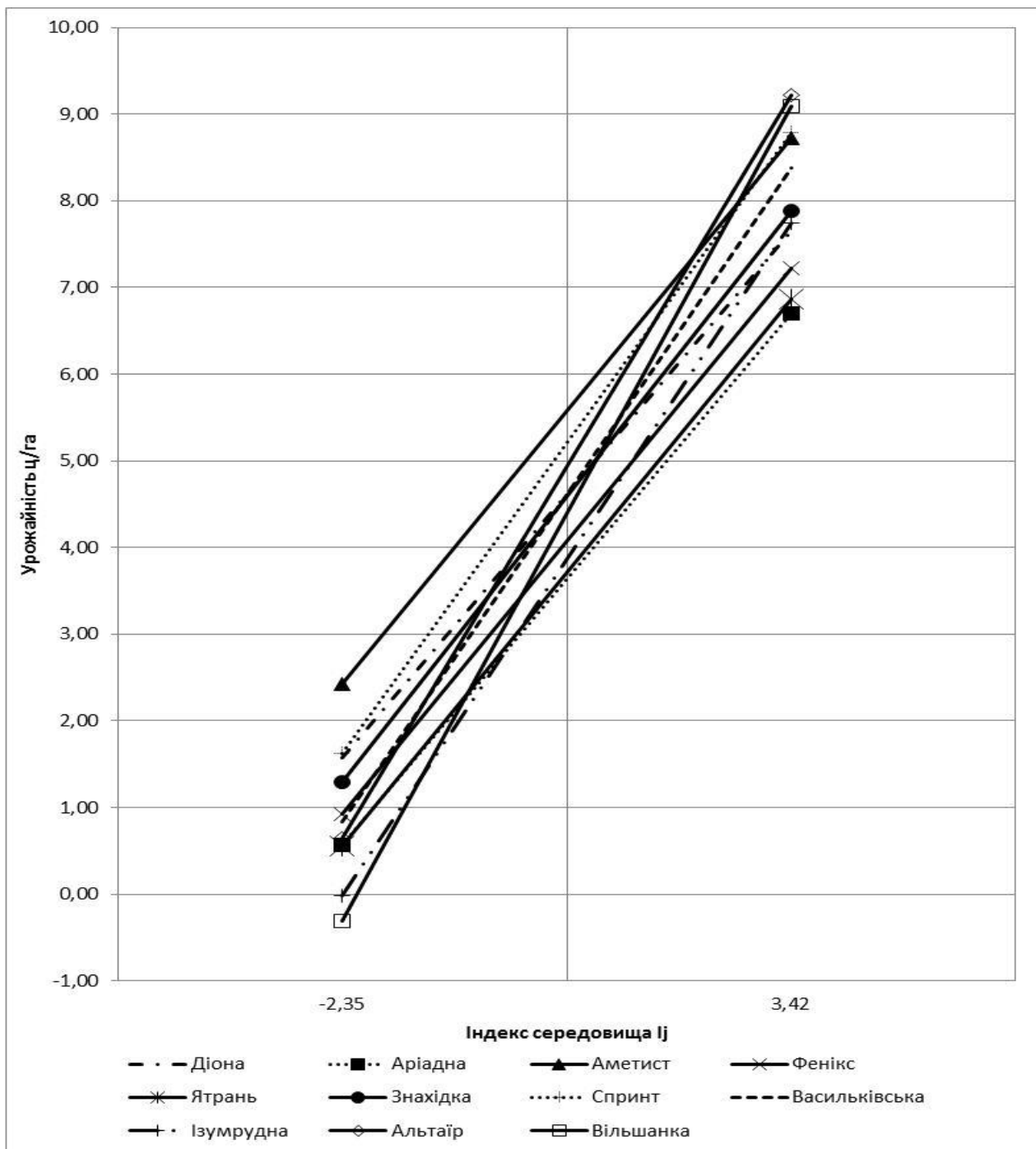


Рис. 3. Зміна урожайності сортів сої з $b_i > 1$ в залежності від зміни умов довкілля

Таблиця 1. Урожайність сортів сої в ц/га та їх параметри стабільності та пластичності, за роками

Сорти	Роки випробування				Середнє значення за 2014-2017 рр.	Параметри стабільності та пластичності	
	2014	2015	2016	2017		$b_i \pm S_b$	σ^2_d
Устя	1,01	2,47	2,63	6,53	3,16	0,965±0,074	0,087
Магія	1,23	4,39	4,67	7,27	4,39	0,956±0,233	1,024
Аметист	1,99	3,91	5,45	8,61	4,99	1,092±0,191	1,129
Васильківська	1,19	3,88	2,07	8,48	3,91	1,310±0,099	0,555
Медея	1,64	3,47	5,83	7,59	4,63	0,934±0,323	2,456
Юг-30	1,76	4,59	5,28	7,72	4,84	0,945±0,242	1,068
Селекта	2,12	4,81	4,15	8,24	4,83	1,038±0,071	0,108
Романтика	1,63	4,75	5,25	6,80	4,61	0,783±0,377	1,584
Ворскла	1,61	2,44	2,85	7,29	3,55	1,023±0,141	0,422
Золотиста	1,47	3,25	3,61	6,67	3,75	0,875±0,124	0,169
Вільшанка	0,6	2,2	1,76	9,51	3,52	1,629±0,084	0,948
Ізумрудна	0,47	2,84	1,35	7,93	3,15	1,349±0,088	0,484
Діона	1,28	2,95	4,39	7,61	4,06	1,055±0,187	0,922
Фарватер	0,76	3,79	2,1	5,27	2,98	0,751±0,320	0,774
Спринт	2,79	2,99	3,03	9,35	4,54	1,243±0,176	1,648
Агат	2,77	3,17	4,23	8,20	4,59	0,974±0,203	0,793
Ариадна	0,92	3,07	1,48	6,80	3,07	1,063±0,137	0,469
Данко	1,45	4,13	2,17	6,76	3,63	0,937±0,201	0,649
Сяйво	1,59	3,49	2,98	4,88	3,24	0,537±0,339	0,199
Валюта	1,44	4,21	3,84	5,85	3,84	0,695±0,349	0,675
Антарес	0,57	1,91	1,48	3,59	1,89	0,515±0,149	0,029
Альтаір	1,87	3,1	1,84	9,75	4,14	1,487±0,131	1,766
Ювілейна	2,03	3,76	4,17	6,36	4,08	0,710±0,230	0,270
Протеїнка	1,99	4,13	3,01	7,85	4,25	1,041±0,087	0,165
Фенікс	1,45	2,62	2,41	7,47	3,49	1,092±0,111	0,329
Знахідка	2,25	3,35	2,03	8,29	3,98	1,146±0,179	1,193
Чернівецька 9	0,95	4,45	0,99	6,24	3,16	0,944±0,317	2,424
Мельпомена	0,31	3,19	2,12	5,29	2,73	0,826±0,212	0,429
Ятрань	1,01	2,56	1,85	7,07	3,12	1,097±0,097	0,256
Здобуток	0,96	3,2	2,75	6,72	3,41	0,988±0,035	0,021
НІР ₀₅	0,6	1,0	0,5	1,5	1,32		
I _j	-2,346	-0,347	-0,724	3,417			

За середньою врожайністю виділилися сорти Аметист, Знахідка, Спринт, Альтаір (4,99; 3,98; 4,54; 4,14 ц/га відповідно) (табл.). За параметрами стабільності з цієї групи кращими є сорти Фенікс, Ятрань, Васильківська, Ізумрудна, але їх середній врожай був дещо нижчим (3,49; 3,12; 3,91 і 3,15 ц/га). Варто зауважити, що сорт Аметист досить врожайний і при низькому рівні середовища, а сорти Ізумрудна, Альтаір, Вільшанка мають дуже високі значення коефіцієнтів регресії, отже даватимуть найбільший приріст врожаю при високому рівні агротехніки.

Висновки. Всі досліджувані сорти відрізнялися за показниками пластичності та стабільності. Значна частина сортів суттєво реагувала на зміну умов середовища. Сорти Васильківська, Вільшанка, Ізумрудна, Спринт, Альтаір, Знахідка являються найбільш чутливими до умов вирощування і тому їх рекомендується вирощувати при високому рівні агротехніки. Сорти Устя, Селекта, Протеїнка, Ятрань, Здобуток мають значні показники

стабільності та пластичності, саме через це вони представляють особливий інтерес для селекції. Сорти Золотиста, Сяйво, Антарес, Ювілейна також виділилися за стабільністю. Виконана робота ще раз показує важливість не тільки створення сорту, але і важливість визначення для нього найбільш сприятливої зони вирощування.

Список використаних джерел

1. Січкач В. І, Шерстобітов В. В. Сучасна технологія вирощування та переробки сої / Методичні рекомендації. Одеса. 2012. С. 3-5.
2. Потанин В. Г., Алейников А. Ф., Стёпочник П. И. Новый поход к оценке экологической пластичности сортов растений / Вавиловский журнал генетики и селекции. 2014. том 18, №3. С. 548.
3. Eberhart S. A., Russell W. A. Stability parameters for comparing varieties / Crop Sci. 1966. V.6, №1. P. 36-40.
4. Заостровных В. И, Ракина М. С. Экологическая пластичность коллекционных образцов сои различных групп спелости / Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2010. №9 (71). С. 40-43.
5. Драгавцев В. А. Генетический анализ количественных и качественных признаков с помощью математико-статистических методов. Москва. 1973. С. 40-44.

Reference

1. Sichkar VI, Shersbitov VV. Modern technology of cultivation and processing of soya. Methodychni rekomendatsiyi. Odessa. 2012; 3-5.
2. Potanin VG, Aleinik AF, Styopochnik PI. New campaign to evaluate the ecological plasticity of plant varieties . Vavilovskiy zhurnal genetiki i selektsii. 2014; 18(3):548.
3. Eberhart SA., Russell WA. Stability parameters for comparing varieties.1966; 6(1): 36-40.
4. Zaostrovnykh V., Rakina MS. Ecological plasticity of collection samples of soya of various ripening groups. Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2010. 9 (71): 40-43.
5. Dragavtsev VA. Geneticheskii analiz kolichestvennyih i kachestvennyih priznakov s pomoschyu matematiko-statisticheskikh metodov. Moscow. 1973.40-44.

ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СТАБИЛЬНОСТИ И ПЛАСТИЧНОСТИ СОРТОВ СОИ В УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ СТЕПИ УКРАИНЫ

Мурсакаев Е. Ш, Лаврова Г. Д, Ганжелю О. И., Бушулян О. В.

Селекционно-генетический институт – Национальный центр семеноведения и сортоизучения

Ключевые слова: соя, экологическая пластичность, экологическая стабильность, индекс среды, коэффициент регрессии

Определена экологическая стабильность и пластичность 30 сортов сои в условиях южной Степи Украины в зависимости от климатических условий окружающей среды. В результате проведенной работы было выявлено сорта с высоким уровнем пластичности: Василькивська, Вильшанка, Изумрудна, Спринт, Альтаир, Знахідка. Также были выявлены сорта, имеющие высокий уровень стабильности: Устя, Селекта, Протеїнка, Ятрань, Здобуток, Сяйво.

Цель и задачи исследования. Целью данной работы было определение параметров пластичности и стабильности, по методике Эбергарда и Рассела, сравнить сорта сои по их урожайности, определить их реакцию на изменение условий выращивания, оценить их

потенциальные возможности, выделить генотипы с высокими показателями пластичности и стабильности для дальнейшего их использования в селекции на адаптивность.

Материал и методика. Опыты проводили на полях Селекционно-генетического института, расположенных на территории южной части Причерноморской низменности в степной зоне Одесской области в период с 2014 по 2017 год. Почвенный покров опытного участка представляет собой среднегумусные тяжелосуглинистые черноземы на лессовых породах. Реакция почвенного раствора нейтральная или слабо щелочная (рН солевой вытяжки 6,0-7,2). Содержание доступных форм элементов питания (в мг. Экв. На 100 г почвы) 3-4 азота, 10-15 P₂O₅ и 20-30 K₂O. В качестве материала для исследования были использованы 30 сортов сои, из которых 8 относятся к скороспелым, 21 до раннеспелым и один среднеспелый сорт. Сорты выращивались в питомнике экологического сортоиспытания в 5-кратной повторности 4-рядковыми участками длиной 10 м с междурядьями 45 см.

Результаты и обсуждение. По погодным условиям годы испытания имели значительные различия и характеризовались как положительные, так и отрицательные, что характерно для данного региона испытания. Наиболее благоприятные погодные условия сложились в 2017 году, (индекс условий среды $I_j = 3,417$), а худшие отмечены в 2014 ($I_j = -2,346$). Различные погодные условия позволили получить наиболее полную информацию о реакции сортов на изменение внешних факторов среды. В результате проделанной работы нами было выделено 3 группы сортов. К первой группе относились сорта с низким значением пластичности: Антарес, Сяйво, Валюта, Ювілейна, Фарватер, Романтика, Мельпόμεна, Золотиста. Среди них наиболее стабильные: Антарес, Сяйво, Ювілейна, Золотиста. Ко второй группе сортов относятся сорта значения коэффициентов регрессии, которых равны или приближаются к единице. Урожайность таких сортов прямо пропорционально зависит от условий окружающей среды. В эту группу вошли такие сорта: Медея, Юг-30, Данко, Чернівецька 9, Магія, Устя, Агат, Здобуток, Ворскла, Селекта, Протеїнка, Діона, Аріадна. Среди них наиболее стабильные: Данко, Устя, Здобуток, Селекта, Протеїнка. В третью группу входят сорта, значения коэффициентов регрессии которых выше единицы, то есть данные сорта значительно реагируют на изменение условий среды. В состав этой группы входят: Аметист, Фенікс, Ятрань, Знахідка, Спринт, Васильківська, Ізумрудна, Альтаїр, Вільшанка. По параметрам стабильности из этой группы лучшие такие сорта: Фенікс, Ятрань, Васильківська, Ізумрудна.

Выводы. Все исследуемые сорта отличались по показателям пластичности и стабильности. Значительная часть сортов существенно реагировала на изменение условий среды. Сорты Васильківська, Вільшанка, Ізумрудна, Спринт, Альтаїр, Знахідка являются наиболее чувствительными к условиям выращивания и поэтому их рекомендуется выращивать при высоком уровне агротехники. Сорты Устя, Селекта, Протеїнка, Ятрань, Здобуток обладают значительными показателями стабильности и пластичности, именно поэтому они представляют особый интерес для селекции. Сорты Золотиста, Сяйво, Антарес, Ювілейна также выделились за показателями стабильности. Выполненная работа еще раз показывает важность не только создания сорта, но и важность определения для него наиболее благоприятной зоны выращивания.

ESTIMATION OF PARAMETERS OF ENVIRONMENTAL STABILITY AND PLASTICITY OF SOYBEAN VARIETIES IN THE SOUTHERN STEPPE OF UKRAINE

Mursakaev E.S., Lavrova G.D., Ganzhelo O.I., Bushulian O.V.

Plant Breeding and Genetics Institute – National Center of Seed and Cultivar Investigation

Key words: soybean, environmental plasticity, environmental stability, environment index, regression coefficient

The environmental stability and plasticity of 30 soybean varieties in the southern steppe of Ukraine were determined depending on the climatic conditions. As a result of this work, varieties

with high plasticity were found: Vasytkivska, Vilshanka, Izumrudna, Sprint, Altair, Znakhidka. In addition, varieties with high stability were found: Ustia, Selekt, Proteinka, Yatran, Zdobutok, Siavo.

Purpose and Objectives. Our purpose was to evaluate the plasticity and stability parameters by the of Eberhart and Russell's method, to compare the soybean varieties by their yield, to characterize their response to changing growing conditions, to assess their potentials, to identify genotypes with high plasticity and stability for further use in breeding for adaptability.

Material and Methods. The experiments were carried out in the fields of the Plant Breeding and Genetics Institute located in the South of the Black Sea Lowland in the steppe zone of the Odeska region in 2014 - 2017. The soil in the experimental site is medium-humic heavily loamy chernozem (black earth) on loessic layers. The reaction of soil solution is either neutral or slightly alkaline (pH of salt extract is 6.0-7.2). The content of available nutrients (in mg-eq per 100 g of soil) 3-4 of nitrogen, 10-15 of P₂O₅ and 20-30 of K₂O. Thirty 30 soybean varieties were taken as the test material; of them 8 are short-season, 21 - early ripening and 1 is a mid-ripening variety. The varieties were grown in an environmental variety trial nursery in 4-row plots. The plots were 10 m long with 45-cm inter-row spacing. The experiments were conducted in 5 replicas.

Results and Discussion. The study years considerably differed by the weather conditions and were considered both as positive and as negative, which is typical for this testing region. The most favorable weather conditions were in 2017 (the environmental index $I_j = 3.417$), and the worst ones - in 2014 ($I_j = -2.346$). The various weather conditions allowed us to gain the most complete information on the varieties' responses of to changing environmental external factors. As a result of the work, we identified 3 groups of varieties. Group I included varieties with low plasticity: Antares, Siavo, Valiuta, Yuvileina, Farvater, Romantika, Melpomena, and Zolotysta. Antares, Siavo, Yuvileina, and were the most stable. Group II included varieties with regression coefficients of around 1. The yields of such varieties are linearly proportional to the environmental conditions. This group included such varieties as Medeia, Yug-30, Danko, Chernivetska 9, Mahia, Ustia, Ahat, Zdobutok, Vorskla, Selekt, Proteinka, Diona, and Ariadna. Of them, Danko, Ustia, Zdobutok, Selekt, and Proteinka were the most stable. Group III included varieties with regression coefficients of >1 , that is, these varieties significantly responded to environmental changes. This group included Ametyst, Feniks, Yatran, Znakhidka, Sprint, Vasytkivska, Izumrudna, Altair, and Vilshanka. Feniks, Yatran, Vasytkivska, and Izumrudna were the best varieties in this group according to their stability parameters.

Conclusions. All the test varieties differed by plasticity and stability. Quite a many varieties significantly responded to changes in environmental conditions. Varieties Vasytkivska, Vilshanka, Izumrudna, Sprint, Altair, and Znakhidka were the most susceptible to the growing conditions and, therefore, it is recommended to grow them at a high level of agricultural technologies. Varieties Ustia, Selekt, Proteinka, Yatran, and Zdobutok were noticeable for significant indices both of stability and of plasticity, therefore, they are of particular interest for breeding. Zolotysta, Siavo, Antares, and Yuvileina also stood out for stability indices. The research highlights the importance of not only creating a variety, but also of determining the most favorable growing zone for it.