УДК 631.527:633.34
© 2016

С. В. Іванюк, кандидат сільськогосподарських наук
М. В. Вільгота
Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН
О. Ю. Жаркова
Український Інститут експертизи сортів рослин

ВПЛИВ ГІДРОТЕРМІЧНИХ УМОВ НА ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СОЇ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Проведено аналіз урожайності сортів сої за показниками пластичності та стабільності в розрізі груп стиглості і років досліджень. За період 2013—2015 рр. було здійснено дослідження створеного селекційного матеріалу за стійкістю до несприятливих умов середовища. У результаті порівняння урожайності сортів сої в роки проведення досліджень, які були надто відмінними в період вегетативного розвитку рослин за температурним режимом і вологозабезпеченістю, виділено генотипи з високим потенціалом продуктивності.

Ключові слова: *соя, сорт, урожайність, показники пластичності та стабільності.*

Основні вимоги до новостворених сортів сої – це забезпечення високого рівня продуктивності в поєднані з високими адаптивними властивостями. Зі зростанням посівних площ сої та досить значної кількості сортів, виникає необхідність в їх екологічному вивченні, що обумовлено біологією самої культури, а саме: безпосередньої сортової реакції на умови довкілля вирощування. Оцінка сортових ресурсів за рівнем урожайності, показниками пластичності та стабільності є основою більш ефективного використання генетичного потенціалу продуктивності їх, а це, в свою чергу, є запорукою отримання гарантованих урожаїв зерна сої.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводились на полях відділу селекції та технології вирощування зернобобових культур Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН упродовж 2013—2015 рр. Облікова площа ділянок – 25 м^2, повторність триразова. За стандарти були взяті наступні сорти: Діона (для ранньостиглої групи сортів); Васильківська (для середньостиглої групи сортів); Мельпомена (для пізньостиглої групи сортів). Ці сорти є національними стандартами.

Урожайність визначали ваговим методом як середню за повтореннями. Для визначення істотності та достовірності різниць урожайності генотипів у межах року використовували однофакторний, а для визначення ефектів впливу генотипів, середовища та взаємодії генотип-середовище на

фенотипову мінливість популяцій – двофакторний дисперсійний аналіз за Б. А. Доспеховим [1]. Середню реакцію сортів на зміну умов середовища, яка вказує на їхню пластичність, визначали за коефіцієнтом регресії (bi) згідно з методикою S. G. Eberhart, W. G. Russel [4]. Агрометеорологічну інформацію наведено за даними Вінницького обласного гідрометеоцентру.

Результати досліджень. Урожайність є найбільш важливим комплексним показником господарської цінності культури, що поєднує індивідуальну продуктивність рослин, біоценозний фактор та умови довкілля.

Гідротермічні умови в роки проведення досліджень (2013—2015 рр.) не завжди були сприятливими для росту і розвитку рослин та формування високого стабільного урожаю сої (рис. 1), що дало можливість всебічно оцінити створений селекційний матеріал за стійкістю до несприятливих умов середовища.

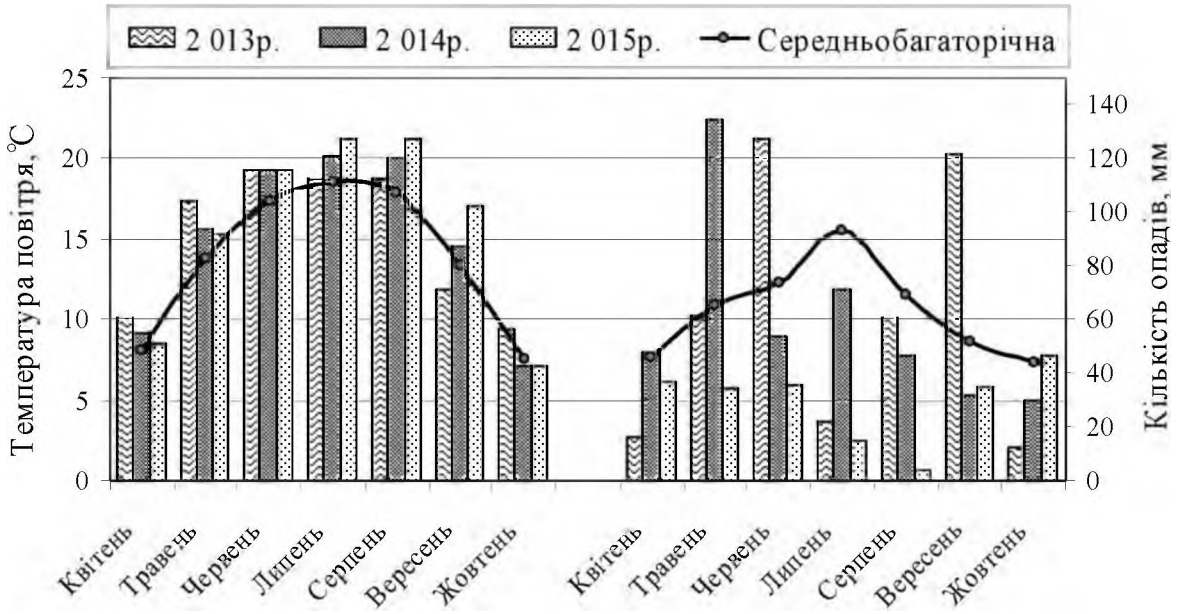

Рис. 1. Кількість опадів та середньодобова температура повітря 2013—2015 рр., °С (за даними Вінницької метеостанції)

За період квітень-жовтень 2013 року середньодобова температура повітря була на 1,3 °С вища від середніх багаторічних показників. Опадів за цей період випало на 20,7 мм менше від середньої багаторічної норми. Зокрема, у травні спостерігалось підвищення середньодобових температур повітря від середньої багаторічної на 3,6 °С. Червень місяць характеризувався надлишком опадів (випало на 53,5 мм більше від багаторічної норми), у той час як у липні спостерігався дефіцит вологи (випало лише 22 мм при багаторічній нормі 93 мм). Цей надлишок опадів у червні та дефіцит у липні місяці негативно відобразився на подальшому рості і розвитку рослин сої.

У цілому, за вегетаційний період сої (квітень-жовтень) у 2014 році середньодобова температура повітря була на 1,3 °С вища, а кількість опадів на 57 мм нижча від середніх багаторічних показників. Перед посівом, у квітні, відмічено температуру повітря на 1,1 °С вищу і незначний дефіцит опадів 2,1 мм та під час проведення посіву у першій декаді травня середньодобову температуру на 0,6 °С нижче і дефіцит опадів 11,1 мм порівняно з середніми багаторічними показниками, що не мало негативного впливу на отримання дружніх сходів. Загалом, помісячно спостерігалось підвищення середньодобової температури повітря на 1,1—2,1 °С та незначний дефіцит вологи (20,3–22,5 мм) червні, липні та вересні.

За період квітень-жовтень 2015 року спостерігались: середньодобова температура повітря вища на 1,9 °С та дефіцит опадів 235,7 мм порівняно із середніми багаторічними показниками. Під час масового цвітіння рослин сої (червень-липень) середньодобова температура повітря була на 2,0—2,7 °С вища від середніх багаторічних показників при значному дефіциті опадів, який за цей період становив 38 мм у червні та 77 мм у липні. Наприкінці вегетації, у серпні, показники середньомісячної температури повітря були на 3,3 °С вищі від середніх багаторічних показників при дефіциті опадів 65,0 мм. Ці фактори мали негативний вплив на ріст і розвиток рослин сої, зокрема, на формування генеративних органів. Часто-густо спостерігалась абортивність плодоелементів.

Усі роки досліджень характеризувались підвищеними температурами повітря та дефіцитом опадів. Особливо посушливим був 2015 рік, дещо кращі умови – у 2013 та 2014 році. Загалом такі гідротермічні умови дали можливість більш реально оцінити реакції генотипів сої на стресові фактори умов довкілля.

З метою більш детального вивчення реакції сортів сої на гідротермічні умови в окремі роки, визначення її ролі, а також взаємодії чинника сорт з чинником рік був проведений факторіальний аналіз результатів екологічного сортовипробування.

При вивченні факторів, що вплинули на урожайність сої, встановлено їх нерівномірний вплив, зокрема умови року мали вагому частку при формуванні продуктивності (36 %), частка сорту становила 34 % (рис. 2).

При оцінці урожайності сорти сої були розподілені на три групи в залежності від тривалості вегетаційного періоду. До ранньостиглої групи належали сорти Золотиста, КиВін, Оріана, Сіверка, Медея, Діона. Середня урожайність ранньостиглої групи сортів залежно від року коливалась від 1,55 т/га у найменш сприятливих умовах 2015 р. до 2,13 т/га у сприятливіших умовах 2013 р. (табл. 1).

В умовах 2013 р. урожайність сої становила від 1,73 до 2,60 т/га. Кращими за врожайністю були сорти Золотиста (2,11 т/га), КиВін (2,37 т/га), Оріана (2,60 т/га) та Медея (2,04 т/га). Дещо нижчу урожайність ніж у стандарту мав сорт сої Сіверка (1,73 т/га).

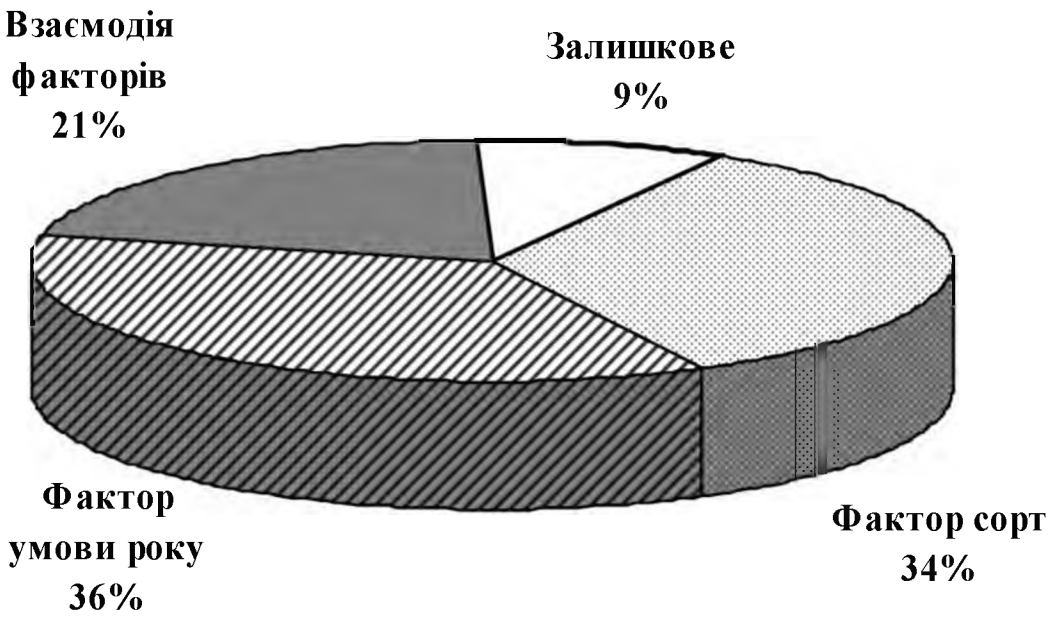

Рис. 2. Частка впливу факторів на формування урожайності сої 2013—2015 рр.

1. Урожайність сортів сої ранньостиглої групи, 2013—2015 рр.

Сорт	Урожайність, т/га				Показники пластичності і стабільності	
	Роки					
	2013	2014	2015	середнє	b_i	S_i^2
Золотиста	2,11	2,18	1,77*	2,02*	0,67	0,37
КиВін	2,37*	2,25*	1,60*	2,07*	1,30	1,37
Оріана	2,60*	2,41*	1,75*	2,25*	1,39	1,58
Сіверка	1,73	1,81	1,28	1,61	0,87	0,63
Медея	2,04	1,77	1,57	1,79	0,65	0,37
Діона (St)	1,95	2,00	1,35	1,77	1,12	1,02
Середнє за рік	2,13	2,07	1,55	1,92		
$НІР_{0,5}$ загальна	0,27	0,28	0,28	0,26		
$НІР_{0,5}$ за фактором генотип				0,15		
$НІР_{0,5}$ за фактором умови року				0,11		
$НІР_{0,5}$ за взаємодією факторів генотип та умови року				0,11		

Примітка* Урожайність має істотну різницю від стандарту на 5 % рівні значущості.

Урожайність сортів в умовах 2014 р. була середньою і коливалась залежно від генотипу від 1,77 до 2,41 т/га. Слід відмітити сорти Золотиста, КиВін та Оріана, які характеризувались підвищеною урожайністю порівняно із стандартом. Посушливі умови 2015 р. дали можливість виділити генотипи, придатніші до посушливих умов впрошування. За умов посухи, яка тривала протягом усього вегетаційного періоду врожайність сортів сої коливалась від

1,28 до 1,77 т/га. Кращі сорти сформували урожайність 1,57—1,77 т/га – Золотиста (1,77 т/га), Оріана (1,75 т/га), КиВін (1,60 т/га), Медея (1,57 т/га). Отже, в середньому за роки досліджень урожайність сортів сої ранньостиглої групи коливалась від 1,61 до 2,25 т/га. Врожайність стандарту (сорт Діона) становила 1,77 т/га. Достовірно перевищували стандарт за врожайністю три сорти – Золотиста, КиВін та Оріана.

Реакцію сортів на зміну умов середовища, яка вказує на їхню пластичність, визначали згідно з методикою S. G. Eberhart, W. G. Russel. Визначення коефіцієнта регресії сортів сої дало можливість виявити реакцію генотипів на умови середовища. Найбільш пластичними ($b_i > 1$) серед ранньостиглих сортів сої, тобто здатними значно підвищувати урожайність за сприятливих умовах, є сорт КиВін (bi = 1,30), Оріана (bi = 1,39), Діона (bi = 1,12). Однак, сорти КиВін та Оріана за підвищеної пластичності мають більш високий показник стабільності урожайності (S_i^2). Отже, сорти сої Золотиста, КиВін та Оріана мають високий потенціал урожайності. Причому, сорти КиВін та Оріана здатні максимально реалізовувати його у сприятливих умовах, оскільки характеризуються більш високими показниками пластичності. Сорт Золотиста, поряд із високим потенціалом урожайності є відносно стабільним, тобто здатен забезпечити певний рівень урожайності за різних умов вирощування.

До середньостиглої групи належали сорти Монада, Хуторяночка, Кобза, Дені, Аметист, Васильківська. Середня урожайність сортів цієї групи залежно від року коливалась від 1,77 т/га до 2,53 т/га (табл. 2). В умовах 2013 р. урожайність сортів сої становила 1,86—2,78 т/га. Найкраща урожайність насіння була у сортів Хуторяночка (2,78 т/га) та Монада (2,59 т/га). Решта сортів мали нижчу урожайність ніж у стандарту.

2. Урожайність сортів сої середньостиглої групи, 2013—2015 рр.

Сорт	Урожайність, т/га				Показники пластичності і стабільності	
	Роки					
	2013	2014	2015	середнє	b_i	S_i^2
Монада	2,59	2,40	1,67	2,22	1,37	1,87
Хуторяночка	2,78*	2,65*	1,79	2,41*	1,50	2,26
Кобза	1,90*	2,06	1,78	1,91	0,25	0,08
Дені	1,86*	1,69*	1,49	1,68*	0,52	0,27
Аметист	2,31	1,76*	1,33*	1,80*	1,33	1,81
Васильківська (St)	2,53	2,16	1,77	2,15	1,05	1,12
Середнє за рік	2,34	2,12	1,64	2,03		
$НІР_{0,5}$ загальна	0,23	0,31	0,30	0,26		
$НІР_{0,5}$ за фактором генотип				0,15		
$НІР_{0,5}$ за фактором умови року				0,11		
$НІР_{0,5}$ за взаємодією факторів генотип та умови року				0,11		

Примітка* Урожайність істотно різниця від стандарту на 5 % рівні значущості.

В умовах 2014 р. урожайність сортів сої становила залежно від генотипу від 1,69 до 2,65 т/га. Слід відмітити сорти Хуторяночка та Монада, які характеризувались підвищеною урожайністю порівняно із стандартом. За умови посухи 2015 р. урожайність сортів сої коливалась від 1,33 до 1,79 т/га. Кращу урожайність сформували сорти Васильківська (1,77 т/га), Кобза (1,78 т/га), Хуторяночка (1,79 т/га). У середньому за роки досліджень урожайність сортів сої середньостиглої групи становила 1,68—2,41 т/га. Врожайність стандарту (сорту Васильківська) становила 2,15 т/га. Достовірно перевищував стандарт за врожайністю сорт Хуторяночка, сорт Монада – знаходився на рівні стандарту.

Найбільш пластичними серед середньостиглих сортів є сорти сої Хуторяночка (b_i=1,50), Монада (b_i = 1,37), Аметист (b_i = 1,33), Васильківська (b_i = 1,05). Сорти Кобза та Дені є більш стабільними, оскільки характеризуються низьким показниками пластичності (b_i) та стабільності (S_i^2). Отже, у групі середньостиглих сортів сої високим потенціалом урожайності характеризуються сорти Монада та Хуторяночка, які є також пластичними відносно інших досліджуваних сортів. Водночас Сорти Кобза та Дені хоч і є більш стабільними, але не забезпечують високий рівень урожайності.

До пізньостиглої групи належали сорти Анатоліївка, Анастасія, Фарватер, Ізумрудна, Софія, та Мельпомена. Середня урожайність пізньостиглих сортів коливалась від 2,01 т/га у 2015 р. до 2,63 т/га у 2014 р. (табл. 3). Урожайність насіння в умовах 2013 р. становила від 1,37 до 2,64 т/га. Кращу урожайність насіння сої забезпечили сорти Софія (2,64 т/га) та Мельпомена (2,37 т/га). Решта сортів проявляли нижчу урожайність порівняно з стандартом.

3. Урожайність сортів сої ранньостиглої групи, 2013—2015 рр.

Сорт	Урожайність, т/га				Показники пластичності і стабільності	
	Роки					
	2013	2014	2015	середнє	b_i	S_i^2
Анатоліївка	2,15	2,52	2,09	2,25	0,70	0,41
Анастасія	2,12*	2,24*	1,37*	1,91*	1,31	1,49
Фарватер	1,37*	2,58	1,88	1,94*	1,24	1,67
Ізумрудна	1,59*	2,06*	1,46*	1,70*	0,97	0,77
Софія	2,64*	2,42	1,83	2,30	0,84	0,78
Мельпомена (St)	2,37	2,63	2,01	2,34	0,96	0,76
Середнє за рік	2,04	2,41	1,77	2,07		
$НІР_{0,5}$ загальна	0,25	0,33	0,23	0,25		
$НІР_{0,5}$ за фактором генотип				0,15		
$НІР_{0,5}$ за фактором умови року				0,10		
$НІР_{0,5}$ за взаємодією факторів генотип та умови року				0,10		

Примітка* Урожайність істотно різниться від стандарту на 5 % рівні значущості.

Урожайність досліджуваних сортів сої у 2014 р. коливалась від 2,06 до 2,63 т/га. Однак, усі сорти характеризувались нижчим рівнем урожайності порівняно із стандартом (сорт Мельпомена). В умовах 2015 р. кращу урожайність насіння сформували сорти Анатоліївка (2,09 т/га) та Мельпомена (2,01 т/га). У середньому за роки досліджень урожайність сортів сої пізньостиглої групи коливалась від 1,70 до 2,34 т/га. Врожайність стандарту (сорту Мельпомена) становила 2,34 т/га. Сортів, що достовірно перевищували стандарт за врожайністю в середньому за три роки не виявлено. Сорти Софія та Анатоліївка формували урожайність насіння на рівні стандарту.

Найбільш високою пластичністю серед сортів пізньостиглої групи сої характеризувались сорт Анастасія (b_i = 1,31) та Фарватер (b_i = 1,24), однак вони забезпечують дещо нижчий рівень урожайності порівняно зі стандартом, як в розрізі років, так і в цілому за роки проведення досліджень. Отже, в пізньостиглій групі сортів можна виділити сорти сої Анатоліївка, Софія та Мельпомена, які забезпечують високий рівень урожайності, є достатньо пластичними та стабільними відносно інших досліджуваних сортів цієї групи.

Для вибору оптимальних значень як b_i, так і S_i^2 була проведена геометрична інтерпретація оцінки екологічної пластичності і стабільності, у вигляді точкового графіка, доповненого параболою, що ділить на 5 %-рівні ймовірності поле точок координат на три зони (рис. 3).

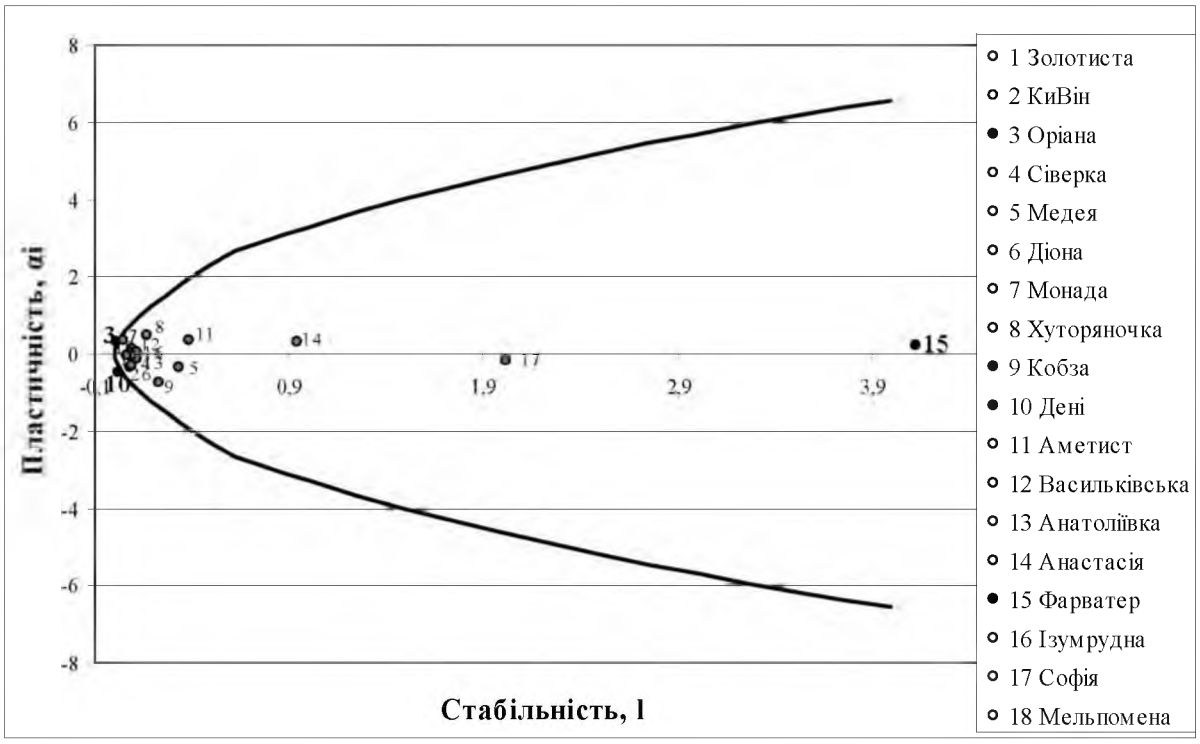

Рис. 3. Розподіл сортів сої на класи за пластичністю (a_i) і стабільністю (l_i) на 5 %-му рівні ймовірності.

Для кожного сорту розраховуються координати аналогічні показникам пластичності та стабільності *(b_i)* та стабільності (S_i^2), і наносяться точки на поле координат. Точки (сорти), які розташувались вище параболи, активно реагують на зміну умов вирощування. Слабо реагують на зміну умов вирощування сорти, які розташувались нижче параболи. Сорти, що розміщені всередині параболи достовірно не різняться від середньої (для даного набору сортів) пластичності.

Таким чином, було виявлено, що сорт сої Оріана розташований вище параболи, а це значить, що він активно відгукується на зміну умови вирощування. Сорт сої Дені, що знаходиться в другій зоні нижче параболи, має слабку реакцію за показником урожайності на зміну умов вирощування. Решта досліджуваних сортів характеризувались середнім рівнем пластичності. З них найнижчою стабільністю відзначалися сорти Фарватер, Софія, що означає нездатність формувати стабільну урожайність при вирощуванні в умовах, що відрізняються від оптимальних.

Висновки. Порівняння урожайності сортів сої в роки проведення досліджень дало можливість виділити генотипи з високим потенціалом продуктивності. Зокрема, у ранньостиглій групі сортів високим рівнем урожайності характеризувались сорти: Золотиста, КиВін та Оріана; у середньостиглій групі – сорти: Хуторяночка та Монада; у пізньостиглій групі – сорти: Анатоліївка, Софія, та Мельпомена.

Більшість досліджуваних сортів сої характеризувались середнім рівнем пластичності. Низькою стабільністю за урожайністю насіння характеризувались сорти Фарватер та Софія. Крім того, сорт Оріана є найбільш чутливий до змін умов вирощування, і при високій (інтенсивній) культурі землеробства здатний забезпечувати високий рівень урожайності. Сорт сої Дені є більш стабільнішим до змін умов вирощування, але характеризується низьким рівнем урожайності.

Бібліографічний список

1. *Доспехов Б. А.* Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с

2. *Кильчевский А. В.* Генотип и среда в селекции растений / А. В. Кильчевский, Л. В. Хотылева. – Минск: Наука и техника, 1989. – 191 с.

3. *Кильчевский А. В.* Генетико-экологические основы селекции растений / А. В. Кильчевский // Вестник ВОГиС. – 2005. – Т. 9, № 4. – С. 518–529.

4. *Eberhart S. A.* Stability parameters for comparing varieties / S. A. Eberhart, W. A. Russel // Crop. Sci. – 1966. – Vol. 6, No 1. – P. 36–40.

Надійшла до редколегії 21. 06. 2016 року
Рецензент В. Д. Бугайов, кандидат сільськогосподарських наук