

УДК 633.367:631.52:631.531.1

Т.М. Левченко, кандидат сільськогосподарських наук

Т.О. Байдюк, науковий співробітник

ННЦ «ІНСТИТУТ ЗЕМЛЕРОБСТВА НААН»

ЕКОЛОГІЧНА ПЛАСТИЧНІСТЬ ТА СТАБІЛЬНІСТЬ КОЛЕКЦІЙНИХ ЗРАЗКІВ ЛЮПИНУ БІЛОГО

Здатність сортів давати високі та сталі врожаї залежить від їх адаптивності. Ступінь відповідності між організмом і середовищем згідно з існуючим визначенням і є норма реакції. У зв'язку з цим, прояв окремими сортами норми реакції на умови вирощування значною мірою визначаються їх адаптивними властивостями або пластичністю [1].

Один і той же генотип по-різному реагує на покращення чи погіршення умов вирощування. При вирощуванні в сприятливих умовах перевага може бути віддана сортам з високою потенційною продуктивністю, тоді як в несприятливих і екстремальних – продуктивність повинна поєднуватися з достатньо високою екологічною пластичністю. В результаті цього виникає необхідність вирішення проблеми отримання стабільно високих врожаїв у різні роки, в тому числі і при несприятливих факторах середовища. Кількісні методи оцінки екологічної пластичності та стабільності сортів сільськогосподарських культур були розроблені та застосовані багатьма дослідниками [2-4].

Мега досліджень. Вивчення загальної та специфічної адаптивної здатності та екологічної стабільності зразків люпину білого за методом генетичного аналізу.

Матеріали та методи. Колекційний розсадник був закладений на дослідних полях ННЦ «ІЗ НААН». Площа ділянки – 6 м², повторюваність досліду 3-кратна, розміщення ділянок рендомізоване. Об'єкт досліджень – оцінка адаптивної здатності і пластичності та продуктивності рослин. Предмет досліджень – колекційні зразки люпину білого різного еколого-географічного походження. Визначали такі показники: загальну адаптивну здатність (ЗАЗ_i), специфічну адаптивну здатність ($\sigma^2_{\text{CAZ}_i}$), варіансу взаємодії гібрид х пункт $\sigma^2_{(G+E)g_i}$, коефіцієнт регресії (b_i), коефіцієнт

лінійності (l_{gi}), відносну стабільність (s_{gi}), коефіцієнт компенсації (k_{gi}), селекційну цінність (СЦГі) за методом А.В. Кильчевського, Л.В. Хотильовою та [5] С.А. Еберхарда та В.А. Расселла [3]. Для оцінки параметрів адаптивної здатності були використанні дані насінневої продуктивності рослин люпину білого 2013-2015 років дослідження в одному географічному пункті.

Погодні умови за роки проведення досліджень досить суттєво різнилися між собою і в цілому характеризувалися нерівномірністю температурного режиму та розподілу опадів відносно середньобагаторічних показників. Найбільш сприятливим для росту і розвитку люпину білого виявився 2013 рік. 2014 та 2015 роки характеризувалися гіршими умовами за кількістю опадів та температурним режимом.

Результати досліджень. У результаті досліджень встановлено, що колекційні зразки люпину білого значно відрізняються за параметрами адаптивної здатності та пластичності (табл. 1). Найбільші ефекти загальної адаптивної здатності (ЗАзі) визначені у зразків Алк 125-12 – 2,63; UD0800791 – 3,83; Ell Harrach 4 -3,37; Don – 4,13. Дані зразки різнилися максимальною насінневою продуктивністю (від 10,0 до 12,5 г) за всіма сукупностями середовищ. Водночас ці зразки мали високу варіансу специфічної адаптивної здатності ($\sigma^2_{САзі}$) і варіансу взаємодії гібрид x пункт $\sigma^2(G+E)g_i \sigma^2_{(G+E)g_i}$, що свідчить про їх нестабільність до коливань умов вирощування. Найменша загальна адаптивна здатність була у зразків Л 7809 (-2,60), Борки (-2,47), Синій парус (-2,40), Піщевой (-2,0), Л 5451 (-1,53), які сформували і найменшу продуктивність рослин по роках (відповідно 5,77; 5,90; 5,97; 6,37; 6,83).

Коефіцієнт регресії b_i є найбільш інформативним показником реакції генотипів на зміну умов середовища. Гомеостатичним (стабільним) вважається сорт, який має коефіцієнт пластичності нижче одиниці. Гомеостаз є універсальним засобом саморегуляції у системі взаємовідношення організму із зовнішнім середовищем тобто здатність генотипу зводити до мінімуму наслідки впливу несприятливих умов [6].

Таблиця 1. Характеристика зразків люпину за показниками адаптивної здатності та пластичності, 2013-2015 рр.

Зразок	Насіннева продуктивність, г (середнє 2013-2015рр.)	ЗАЗі	$\sigma^2_{(G+E)gi}$	σ^2_{CAZi}	s_{gi}	l_{gi}	k_{gi}	bi	СЦГі
Don	12,50	4,13	3,75	35,41	47,61	0,11	2,24	1,48	6,39
UD0800765	8,33	-0,03	0,89	14,22	45,26	0,06	0,90	0,92	4,46
UD0800788	8,33	-0,03	2,27	8,64	35,28	0,27	0,55	0,70	5,31
UD0800791	12,20	3,83	3,86	35,60	48,91	0,11	2,25	1,48	6,07
Hamburg	8,00	-0,37	-0,07	16,79	51,22	0,03	1,06	1,02	3,79
El Harrach 4	11,73	3,37	2,56	30,82	47,32	0,09	1,95	1,37	6,03
UD0800662	7,57	-0,80	0,64	10,24	42,30	0,06	0,65	0,80	4,28
UD0800808	8,07	-0,30	0,88	14,66	47,47	0,05	0,93	0,93	4,13
Алк 125-12	11,00	2,63	4,23	12,92	32,68	0,31	0,82	0,78	7,31
UD0800845	9,50	1,13	4,04	36,65	63,73	0,11	2,32	1,51	3,28
Kisvardai Edes	9,07	0,70	7,20	8,06	31,32	0,86	0,51	0,53	6,15
Population	10,20	1,83	9,74	49,55	69,01	0,20	3,13	1,73	2,97
Горизонт	8,27	-0,10	5,12	7,01	32,04	0,70	0,44	0,56	5,55
Comin	7,30	-1,07	2,39	6,05	33,70	0,38	0,38	0,62	4,77
Жовтий-773	7,17	-1,20	-0,02	15,44	54,84	0,02	0,98	0,98	3,13
UD0800454	8,43	0,07	4,55	3,78	23,07	1,17	0,24	0,48	6,44
Чабанський	9,27	0,90	4,19	13,84	40,15	0,31	0,87	0,80	5,45
Макаревський	8,33	-0,03	2,50	6,69	31,05	0,37	0,42	0,63	5,68
Борки	5,90	-2,47	1,71	8,60	49,71	0,19	0,54	0,72	2,89
Синій парус	5,97	-2,40	1,25	8,88	49,96	0,13	0,56	0,74	2,91
Піщевой	6,37	-2,00	0,57	10,38	50,62	0,05	0,66	0,81	3,06
Щедрий 50	8,87	0,50	0,40	16,89	46,36	0,03	1,07	1,01	4,65
Дега	9,67	1,30	0,11	18,12	44,04	0,01	1,15	1,06	5,29
Л 5451	6,83	-1,53	0,90	9,52	45,16	0,09	0,60	0,77	3,66
Л 7809	5,77	-2,60	2,86	5,94	42,28	0,48	0,38	0,60	3,26
Вересневий	8,93	0,57	0,02	18,52	48,18	0,00	1,17	1,07	4,51

Критерієм гомеостатичності сортів можна вважати їх здатність підтримувати низьку варіабельність ознак продуктивності. Гомеостатичними із показником коефіцієнта регресії нижче середньої ($b_i < 1$) виявлені зразки UD0800765 – 0,92; UD0800662 – 0,80; UD0800788 – 0,70; UD0800808 – 0,93; Алк 125-12 – 0,78; Чабанський – 0,80; Жовтий-773 – 0,98; Синій парус – 0,74; Піщевой – 0,81; Л 5451 – 0,77. Дані зразки слабо реагують на погіршення умов середовища, забезпечуючи досить високу стабільність. З подальшим зниженням коефіцієнта регресії стійкість до

несприятливих умов збільшується, як у зразків UD0800464 – 0,48; Kisvardai Edes – 0,53; Горизонт – 0,56; Л 7809 – 0,60; Comin – 0,62; Макарівський – 0,63. Найбільшою пластичністю та реакцією на зміну умов вирощування характеризувалися зразки ($b_i > 1$) UD0800823 – 1,35; Ell Harrach 4 – 1,37; Don – 1,48; UD0800791 – 1,48; UD0800845 – 1,51; Population – 1,73. Дані зразки будуть мати найбільшу віддачу при вирощуванні на інтенсивному фоні. Середню пластичність ($b_i = 1$) мали зразки Hamburg – 1,02; Дега – 1,06; Серпневий – 0,06; Щедрий 50 – 1,01; Вересневий – 0,07; Жовтий-773 – 0,98, які досить стримано реагують на погодні умови та коливання агрофону. Найбільш об'єктивним методом, який має реальну біологічну основу, є параметр – відносна стабільність s_{gi} (екологічна стабільність). По суті, відносна стабільність аналогічна коефіцієнту варіації при вивченні генотипів у різних середовищах. Відносна стабільність змінювалась у зразків від 23,07 у UD0800454 до 69,01 у Population. Зразки, Макарівський, UD0800454, Kisvardai Edes мали найменшу відносну стабільність.

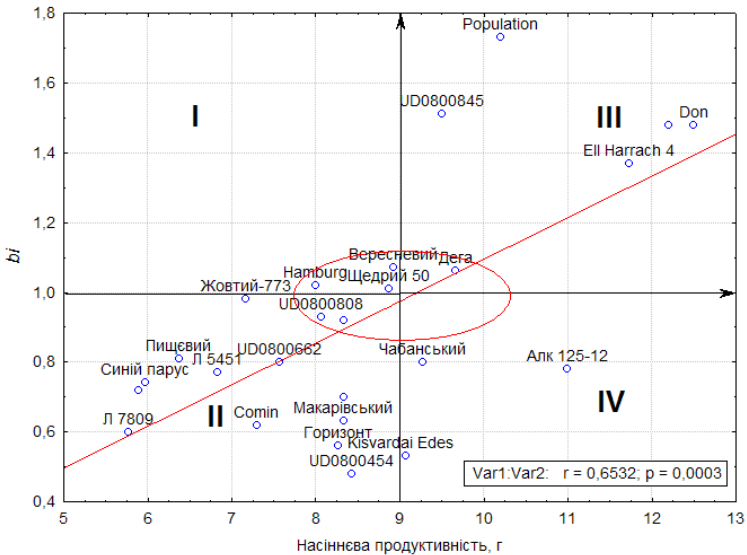


Рис.1. Зв'язок насінневої продуктивності люпину білого з коефіцієнтом регресії

Коефіцієнт компенсації k_{gi} коливався від 0,24 у зразка UD0800464 до 2,32 у UD0800845. Це свідчить про присутність зразків як із дестабілізуючим так і з компенсуючим ефектом. При відборі стабільних генотипів перевагу слід надавати зразкам з $k_{gi} \leq 1$. Коефіцієнт лінійності l_{gi} показав, що більша частина генотипів характеризується лінійною реакцією на умови середовища (0,02-0,86). Визначені зразки з високою селекційною цінністю (СЦГі): Don (6,39), UD0800791 (6,07), Ell Harrach 4 (6,03), Алк 125-12 (7,31), Kisvardai Edes (6,15), UD0800464 (6,44), яким властива і найбільш висока врожайність.

Проведений дисперсійний аналіз дозволив виявити високі достовірні відмінності між впливом генотипів, років та ефектів їх взаємодії (генотип \times рік) на формування насінневої продуктивності рослин (табл.2). Середні квадрати років (1469,76) суттєво перевищують середні квадрати генотипів (5,50). Це свідчить про переважаючу роль ефектів середовища по роках та фенотипову мінливість продуктивності.

**Таблиця 2. Дисперсійний аналіз насінневої продуктивності
Рослин люпину білого**

Джерело варіювання	Величина варіації	Число ступенів свободи	Середній квадрат	Fфакт
Фактор рік	2939,55	2	1469,76	33987,78
Фактор генотип	269,44	49	5,50	127,16
Взаємодія рік \times генотип)	190,49	98	1,94	44,95
Помилка	6,44	149	0,04	
Загальне	3405,94	299		

Найкращим індексом умов вирощування, який визначався як середня насіннева продуктивність з рослини всього набору сортів в конкретному році, характеризувався 2013 рік – 13 г/м². Нижчі показники індексу умов вирощування були в 2014 та 2015 роках: 7,3 та 5,2 г/м² відповідно.

Висновок

Оцінка зразків за різними показниками адаптивної здатності та пластичності дає змогу провести цілеспрямований відбір колекційних зразків в залежності від задач і напрямків селекції.

Якщо мета – забезпечити максимальний середній врожай при вирощуванні в різних середовищах – тоді критерієм добору буде ($ЗАЗ_i$) Кращими за цим показником є сорти Don, UD0800791, Ell Harrach 4, Алк 125-12.

Для одночасного відбору зразків на ($ЗАЗ_i$) та стабільність визначалася селекційна цінність генотипу (СЦГі). Кращими генотипами, які поєднують високу продуктивність зі стабільним врожаєм, виявилися зразки Don, Ell Harrach 4, UD0800791, Алк. 125-12, Kisvardai Edes, UD0800808. У дану групу попали зразки Don, Ell Harrach 4, UD0800791, Алк 125-12, які відрізняються максимальним значенням $ЗАЗ_i$. Не зважаючи на відсутність тісного зв'язку між продуктивністю і стабільністю, можна отримати зразки, які поєднують максимальну врожайність і високою стійкість.

Для використання зразків у різних середовищах визначені зразки з різним коефіцієнтом варіації (b_i) – середньо, високо та низькопластичні.

1. Костромитин В.М. Оценка адаптивного потенциала сортов зерновых культур в опытах факториального и экологического сортоизучения / В.М. Костромитин // Сб. научн. труд. «Урожай и адаптивный потенциал системы поля». – Киев : 1991. – С. 44–51.

2. Wricke G. Uber eine Methode zur Erfassung der Okologischen Streubreite in Feld-versuchen / G. Wricke // Z. Pflanzenzuchtung, 1962. – В.47. – № 1. – 92 s.

3. Eberhard S.A. Stability parameters for comparing varieties / S.A. Eberhard, W.A. Russel // Crop. Sci., 1966. – V.6. – № 1. – 36 p.

4. Tai G. C. C. Analisis of genotype – environment interactions of potato yield / G. C. C. Tai // Crop. Sci., 1979. – V.19. – № 4. – 434 p.

5. Кильчевский А. В. Метод оценки адаптивной способности и стабильности генотипов, дифференцирующей способности среды. Сообщение 1. Обоснование метода / А. В. Кильчевский, Л. В. Хотылева // Генетика, 1985. – Т. XXI. – № 9. – С. 1481 – 1490.

6. Хангильдин В.В. О принципах моделирования сортов интенсивного типа / В. В. Хангильдин // Генетика количественных признаков сельскохозяйственных растений. – М.: 1978. – С. 111–116.

1. Kostromitin, V.M. (1991). *Ocenka adaptivnogo potenciala sortov zernovyh kul'tur v opytah faktorial'nogo i ehkologicheskogo sortoizucheniya. [Evaluation of adaptive potential of varieties of cereals in factorial experiments and environmental research on varieties]. Sb. nauchn. trud. «Urozhaj i adaptivnyj potencial sistemy polya». Kiev, 44–51.*
2. Wricke, G. (1962). *Uber eine Methode zur Erfassung der Okologischen Streubreite in Feld-versuchen. Z. Pflanzenzuchtung, B.47, 1, 92.*
3. Eberhard, S.A. & Russel, W.A. (1966). *Stability parameters for comparing varieties. Crop. Sci., 6, 1, 36.*
4. Tai, G. C. C. (1979). *Analysis of genotype – environment interactions of potato yield. Crop. Sci., 19, 4. 434.*
5. Kil'chevskij, A. V. & Hotyleva, L. V. *Metod ocenki adaptivnoj sposobnosti i stabil'nosti genotipov, differenciiruyushchej sposobnosti sredy [Evaluation method adaptive capacity and stability of genotypes is differentiated capacity of the environment]. Genetyka, T. XXI, 1481-1490.*
6. Hangil'din, V.V. (1978). *O principah modelirovaniya sortov intensivnogo tipa [About modeling principles varieties of intensive type]. Genetika kolichestvennyh priznakov sel'skhozyajstvennyh rastenij. Moskva, 111-116.*

У статті представлені результати вивчення загальної та специфічної адаптивної здатності та екологічної стабільності зразків люпину білого за методом генетичного аналізу А.В. Кильчевського, Л.В. Хотильової та С.А. Еберхарда та В.А. Расселла.

В результаті досліджень встановлено, що найбільші ефекти загальної адаптивної здатності (ЗАЗі) визначені у зразків Алк 125-12 – 2,63; UD0800791 – 3,83; Ell Harrach 4 -3,37; Don – 4,13. Дані зразки різнилися максимальною насінневою продуктивністю (від 10,0 до 12,5 г) за всіма сукупностями середовищ. Водночас ці зразки мали високу варіансу специфічної адаптивної здатності (σ^2_{CAZi}) і варіансу взаємодії гібрид х пункт $\sigma^2_{(G+E)g^1}$, що свідчить про їх нестабільність до коливань умов вирощування.

Найбільш гомеостатичним із показником коефіцієнта регресії нижче середньої ($b_1 < 1$) виявлені зразки: UD0800464 – 0,48; Kisvardai Edes – 0,53; Горизонт – 0,56; Л 7809 – 0,60; Сотін – 0,62; Макарівський – 0,63, які забезпечують найбільшу стабільність. Найбільшою пластичністю та реакцією на зміну умов вирощування характеризувалися зразки

($b_i > 1$) UD0800823 – 1,35; Ell Harrach 4 – 1,37; Don – 1,48; UD0800791 – 1,48; UD0800845 – 1,51; Population – 1.73. Середню пластичність ($b_i = 1$) мали зразки Hamburg – 1,02; Дега – 1,06; Серпневий – 0,06; Щедрий 50 – 1,01; Вересневий – 0,07; Жовтий – 773 – 0,98. Для одночасного відбору зразків на загальну адаптивну здатність (ЗА_і) та стабільність визначалася селекційна цінність генотипу (СЦГі). Кращими генотипами, які поєднують високу продуктивність зі стабільним врожаєм, виявилися зразки Don, Ell Harrach 4, UD0800791, Алк. 125-12, Kisvardai Edes, UD0800808. Відносна стабільність змінювалась у зразків від 23,07 у UD0800454 до 69,01 у Population. Зразки, Макарівський, UD0800454, Kisvardai Edes мали найменшу відносну стабільність. Коефіцієнт компенсації k_{gi} коливався від 0,24 у зразка UD0800464 до 2,32 у UD0800845. Це свідчить про присутність зразків як із дестабілізуючим так і з компенсуючим ефектом. Коефіцієнт лінійності l_{gi} показав, що більша частина генотипів характеризується лінійною реакцією на умови середовища (0,02–0,86).

Ключові слова: люпин білий, загальна адаптивна здатність, специфічна адаптивна здатність, гомеостатичність, коефіцієнт компенсації, коефіцієнт лінійності, селекційна цінність генотипу.

В статье представлены результаты изучения общей и специфической адаптивной способности и экологической стабильности образцов люпина белого по методу генетического анализа А.В. Кильчевського, Л.В. Хотылёвой и С.А. Еберхарда и В.А. Расселла.

В результате исследования установлено, что наибольшие эффекты общей адаптивной способности (ОАС) определены у образцов Алк 125-12 – 2,63; UD0800791 – 3,83; Ell Harrach 4 – 3,37; Don – 4,13. Данные образцы отличались максимальной семенной продуктивностью (от 10,0 до 12,5 г) по всем совокупностям сред. В то же время эти образцы имели высокую вариансу специфической адаптивной способности (САС) и вариансу взаимодействия гибрид \times пункт $\sigma^2_{(G+E)gi}$, что свидетельствует об их нестабильности к колебаниям условий выращивания.

Наиболее гомеостатичным с показателем коэффициента регрессии ниже среднего ($b_i < 1$) оказались образцы: UD0800464 – 0,48; Kisvardai Edes – 0,53; Горизонт – 0,56; Л 7809 – 0,60; Comin – 0,62; Макарковский – 0,63, которые обеспечивают наибольшую стабильность. Наибольшей пластичностью и реакцией на изменение условий выращивания

характеризувалися образці ($bi > 1$) UD0800823 – 1,35; Ell Harrach 4 – 1,37; Don – 1,48; UD0800791 – 1,48; UD0800845 – 1,51; Population – 1,73. Среднюю пластичность ($bi = 1$) имели образцы Hamburg – 1,02; Дега – 1,06; Сэринэвий – 0,06; Щедрий 50 – 1,01; Вэрэснэвий – 0,07; Жёлтый – 773 – 0,98. Для одновременного отбора образцов на (ОА) и стабильность определялась селекционная ценность генотипа (СЦГ). Лучшими генотипами, которые сочетают высокую продуктивность со стабильным урожаем, оказались образцы Don, Ell Harrach 4, UD0800791, Алк 125-12, Kisvardai Edes, UD0800808. Относительная стабильность изменялась у образцов от 23,07 в UD0800454 к 69,01 в Population. Образцы, Макаровский, UD0800454, Kisvardai Edes имели наименьшую относительную стабильность. Коэффициент компенсации k_{gi} колебался от 0,24 у образца UD0800464 до 2,32 у образца UD0800845. Это свидетельствует о присутствии образцов как с дестабилизирующим так и с компенсирующим эффектом. Коэффициент линейности (l_{gi}) показал, что большая часть генотипов характеризуется линейной реакцией на условия среды (0,02-0,86).

Ключевые слова: люпин белый, общая адаптивная способность, специфическая адаптивная способность, гомеостатичность, коэффициент компенсации, коэффициент линейности, селекционная ценность генотипа.

The article presents the results of study of the general and specific adaptive ability and environmental stability of samples of white lupine method of genetic analysis AV Kilchevskogo, LV Hotilyovoy and S.A. Eberharda and W.A. Rassella.

As a result, studies show that the greatest effects of the general adaptive capacity (GAC) defined in Alc samples 125-12 – 2.63; UD0800791 – 3,83; Ell Harrach 4 – 3.37; Don – 4,13. These samples differed maximum seed efficiency (from 10.0 to 12.5 g) for all sets of media. At the same time, these samples had a high variance of specific adaptive capacity (SAC) and variance x hybrid interaction point, which indicates their instability fluctuations of growth conditions.

Most homeostatic with the index below the average regression coefficient ($bi < 1$) samples were found: UD0800464 – 0,48; Kisvardai Edes – 0,53; Horizon – 0.56; A 7809 – 0.60; Comin – 0,62; Makarovsky – 0.63, that provide the greatest stability. The greatest plasticity and reaction to changing growing conditions characterized samples ($bi > 1$) UD0800823 – 1,35; Ell

Harrach 4 – 1.37; Don – 1,48; UD0800791 – 1,48; UD0800845 – 1,51; Populanion – 1.73. High ductility ($bi = 1$) had samples Hamburg – 1.02; Degas – 1.06; August – 0.06; Generous 50 – 1.01; September – 0.07; Yellow – 773 – 0.98. For simultaneous sampling at general adaptive capacity (GAC) and the stability of the value determined by the selection of genotype (VSG). The best genotypes that combine high performance with a stable yield, samples were Don, Ell Harrach 4, UD0800791, Alk 125-12, Kisvardai Edes, UD0800808. The relative stability of the changes in the samples from 23.07 to 69.01 in UD0800454 in Populanion. Samples Makarov, UD0800454, Kisvardai Edes had the lowest relative stability. k_{gi} compensation coefficient ranged from 0.24 in the sample UD0800464 to 2.32 in UD0800845. This sample indicates the presence of both destabilizing and with a compensating effect. Linearity coefficient l_{gi} showed that most of the genotypes characterized by a linear response to environmental conditions (0,02-0,86).

Key words: lupine white, General adaptive capacity, Specific adaptive capacity, Homeostatic, Compensation coefficient, Linearity coefficient, Value determined by the selection of genotype.

Рецензенти:

Кобизева Л.Н. – д. с.-г. наук

Заїка Є.В. – к. с.-г. наук

Стаття надійшла до редакції 14.11.2016 р.