

***ЕФЕКТИВНІСТЬ ГЕНІВ Or У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ СТІЙКОСТІ
СОНЯШНИКУ ДО НОВИХ РАС ВОВЧКА (Orobanche cumanica
Wallr.)***

Бурлов Вік. Вас., Бурлов Вік. Вік.
Селекційно-генетичний інститут – Національний центр
насіннезнавства та сортовивчення НААН

В статті наведено результати щодо ефективності генів Or різних ліній – диференціаторів рас вовчка одеської, ростовської та турецької популяцій; характер успадкування гена Or6 (раса F), контролюючого стійкість соняшнику до нової раси вовчка, а також надано характеристику основних господарських ознак кращих перспективних гібридних комбінацій, стійких до 6-ої раси вовчка і 710-730-ої рас несправжньої борошністої роси (*Plasmopara halstedii* (Farlow) Berlese & de Toni).

Соняшник, вовчок (Orobanche cumanica Wallr.), лінії-диференціатори рас вовчка

Вовчок (*Orobanche cumanica* Wallr.) – високошкодочинна хвороба соняшнику на півдні Європи, особливо в Причорноморських регіонах, в Україні та Китаї [1,2]. Цей облигатний паразит є квітковою перехресно запилюваною рослиною, що паразитує на коріннях соняшнику і в значній мірі лімітує виробництво цієї основної олійної культури, як в перелічених країнах, так і в Причорноморському і Приазовському регіонах Російської федерації, яка поділяє з Україною перше в світі місце з виробництва насіння соняшнику.

Перші свідчення про шкідливість вовчка та про успіхи в галузі селекції, які були реалізовані у створених стійких до паразита сортах, відносяться до 1907 року [3]. Пізніше Саціперов Ф.А. [4,5], який вивчав зразки, зібрані в Саратовській губернії, описав два сорти народної селекції – Армавірський та Зеленка, які на інфікованому фоні практично не уражувалися вовчком.

Перші офіційно зареєстровані сорти соняшнику Круглик А-41, Саратовський 169, Фуксинка 3, Зеленка 10, Чорнянка 35, Краснодарський 631 та ін., створені Плачек С.М. [6] та Пустовойтом В.С. [7, 8], були стійкими до вовчка груп раси А.

© Бурлов Вік. Вас., Бурлов Вік. Вік., 2010.
ISSN 0582-5075. Селекція і насінництво. 2010. Випуск 98.

Однак наприкінці 20-х і початку 30-х років минулого сторіччя практично всі раніш створені сорти стали уражуватися вовчком настільки, що в ряді районів Північного Кавказу, України та Воронезькій області виробництво соняшнику виявилось нерентабельним.

В 1934-1935 рр. академік Жданов Л.А. [9] створив сорти Жданівський 8281, Жданівський 8835 та ін., які виявилися стійкими як до вовчка груп раси А, так і до нових, більш вірулентних груп раси вовчка В. Пізніше подібні сорти соняшнику Армавірський 762, Зеленка 61 були створені академіком Пустовойтом В.С. [7, 8]. Найбільше розповсюдження в повоєнні та післявоєнні роки набули його сорти соняшнику Передовик, ВНІМК 1646, ВНІМК 8931 та Армавірський 3497 [10]. Вони висівалися більш ніж на 3 млн. га товарних площ соняшнику.

На початку 60-х років минулого сторіччя виникла так звана „молдавська” популяція рас (раса С) вовчка, до якої всі промислові сорти вітчизняної селекції виявилися сприйнятливими [11]. На початку 80-х років, втрати від ураження вовчком стають основним чинником, що лімітував виробництво соняшнику в Румунії, Іспанії, Туреччині, Болгарії, тобто в тих європейських країнах, де інтенсивно вирощувалася ця олійна культура [12, 13].

Аналізуючи вірулентність в румунській популяції вовчка, насіння якої було зібрано в регіоні Браїла, і в Одеській популяції, насіння якої було зібрано в Придунайському регіоні області, дослідники дійшли до висновку про існування в середині 80-х років минулого сторіччя вже п'яти (А,В,С,Д і Е) рас паразита [14, 15].

Останні дослідження румунських [16] та іспанських [17] вчених свідчать про те, що в 2000-2007 рр. виникли нові, більш вірулентні – F (6-та), G (7-ма) та H (8-ма) раси вовчка.

Метою наших досліджень, в першу чергу, було встановлення расового складу одеської в порівнянні з ростовською та турецькою популяціями рас вовчка, вивчення характеру успадкування стійкості наших материнських ліній та перспективних гібридів до нових рас, а також виділення високопродуктивних гібридних комбінацій стійких до цього найнебезпечнішого паразита соняшнику.

Насіння вовчка було зібрано в різних регіонах – південь Одеської області (Україна), в Приазовському степу Ростовської області (Росія) та в Туреччині. Штучне зараження ліній – диференціаторів рас вовчка здійснювали в теплиці лабораторно-вегетаційним методом, розробленим Кукіним В.Ф. [18]. Відсоток сприйнятливих рослин, помножений на середню кількість бульбочок паразита і поділений на 100, відображав ступінь ураженості самозапилених ліній соняшнику вовчком. Відповідність фактичного співвідношення класів рослин за

ознаками, що вивчалися (стійкість – сприйнятливість до паразита), до теоретично очікуваного визначали за критерієм χ^2 [19]. Господарські ознаки гібридів надані за результатами конкурсного сортовипробування, де урожай насіння обраховували з ділянок площею 10м^2 , висіяних в чотириразовій повторності. Олійність насіння визначали на ЯМР фірми Newport (Англія).

Зараз в Україні соняшник висівають на 3,5-4,0 млн. га. Основні ареали, біля 70% всієї площі соняшнику (2,5-3 млн. га), розміщені на півдні країни в Причорноморському та Приазовському степових регіонах. Саме ці ареали розповсюдження соняшнику є найбільш сприятливими для виникнення нових рас вовчка. Так, на півдні Одеської області (Болградський, Тарутинський райони) деякі площі соняшнику в 2007-2009 рр. через ураження вовчком практично були знищені. Аналогічне становище спостерігалось в 2009 році в Старобешівському та Амвросієвському районах Донецької області.

Втрата резистентності рослинами гібридів соняшнику, стійких до 5-ої (Е) раси вовчка – Згода, Од-249 та ін. (СГП), Арена (Сінгента), Рімі, Тітанік, NSH-2017 (Нові-Сад), PR-63Н80 (Піонер) та ін. свідчить про виникнення та інтенсивне накопичення нових, більш вірулентних рас паразита.

В таблиці 1 наведено результати ураження паростків рослин ліній-диференціаторів рас вовчка насінням паразита (*Orobanche cumana* Wallr.), зібраного з різних регіонів України, Росії та Туреччини. Реакція ліній-диференціаторів на ураження соняшнику паразитом залежала від походження насіння вовчка. Так, рослини ліній-диференціатора LC-1003, стійкість якої до 5-ої раси (Е) вовчка обумовлена геном Or5, при зараженні насінням паразита, зібраним в 2008 році на півдні Одеської області, уразились на 52,8%, а насінням, зібраним в Ростовській області та Туреччині – на 100%. Ступінь ураженості рослин насінням з Ростовської та Турецької популяції паразита відповідно становили 20,5% та 23,0%, а з Одеської – тільки 1,5%. Таку високу вірулентність 5-ої раси вовчка з популяції Російської Федерації та Туреччини можна пояснити інтенсивним накопиченням цієї раси паразита через насиченість полів сівозмін сортами та гібридами соняшнику, сприйнятливих до цієї раси вовчка.

В Одеській області, незважаючи на те, що у виробництві доля гібридів, стійких до 5-ої раси вовчка була вищою, через порушення сівозміни, коли термін повернення соняшнику на попереднє місце вирощування замість рекомендованих 6-7 років становив, у кращому випадку, 2-3 роки, інтенсивність накопичення паразита раси Е також спостерігалася, але була вдвічі меншою (таблиця 1).

Таблиця 1

Реакція ліній соняшнику – диференціаторів рас вовчка на їх стійкість до різних екологічних популяцій паразита (Одеса, теплиця 2009 р.)

Лінії диференціатори рас вовчка	Гени, раси	Джерела популяцій рас вовчка								
		Одеська			Ростовська			Турецька		
		протестовано рослин, шт.	сприйнятливих рослин, %	ступінь ураження %	протестовано рослин, шт.	сприйнятливих рослин, %	ступінь ураження, %	протестовано рослин, шт.	сприйнятливих рослин, %	ступінь ураження %
LC-215	Or2, B-A	89	78,7	16,5	88	38,4	2,7	87	71,3	4,1
LC-231	Or3, C-A	45	91,2	5,3	58	34,5	3,5	43	72,8	8,3
LC-1002	Or-4, D-A	81	63,0	1,5	80	81,3	10,9	59	54,3	4,8
LC 1003	Or-5, E-A	91	52,8	1,5	85	100	20,5	71	100	23,0
LC 1093	Or-6, F-A	82	26,8	0,5	52	13,5	0,3	73	57,5	2,5
F-44	Or-6(7) F(G)-A	71	15,5	0,2	81	19,8	0,4	56	16,5	0,5
AD-66	контр-роль	48	100	42,2	19	100	30,2	49	100	63,8

Реакція лінії-диференціатора LC-1093, стійкість якої до вовчка 6-ої раси (F) була обумовлена геном Or6, також залежала від ураження насінням паразита з популяцій, зібраних в різних регіонах. Так, доля сприйнятливих рослин, уражених насінням, зібраним в Одеському регіоні, становила 26,8%, а ураженість рослин популяціями паразита, насіння якого зібрано в Ростовському регіоні, була вдвічі меншою – 13,5% (таблиця 1). Рівень ураженості рослин цієї ж лінії, що були заражені насінням паразита турецької популяції, становив 57,5%, ступінь ураженості яких складав 2,5%.

Аналізуючи результати наших досліджень (таблиця 1), логічним є висновок про те, що в популяціях вовчка, зібраних з трьох регіонів, присутні ще більш вірулентні G і навіть H (7 та 8 раси паразита). Найбільша доля цих рас паразита, напевно, знаходиться в турецькій, вдвічі менше – в одеській і ще менше – в ростовській популяції. Очевидно, впровадження в виробництво стійких до нових рас гібридів соняшнику інтенсифікує появу ще більш вірулентних, нових рас паразита.

На відміну від ліній-диференціаторів рас вовчка E (5) і F (6), реакція стійкості різних рас паразита скоростиглої материнської лінії соняшнику нашої селекції – F-44В, практично не залежала від ураженості насінням паразита з популяцій, зібраних в різних регіонах (таблиця 1). Навіть ураженість рослин лінії F-44В, що були інфіковані насінням паразита турецької популяції, де спостерігається висока концентрація рас F (6) і, напевно, G (7), становила 16,5%, ростовської – 19,8% і одеської – 15,5% (таблиця 1).

Згідно нашим [15] і останнім румунським [16] розробкам генетична природа стійкості соняшнику до вовчка носить олігогенний характер, коли стійкість до найвірулентніших рас паразита контролюється одним домінантним геном і носить універсальний характер, тобто забезпечує резистентність до всіх ідентифікованих рас. Виходячи з цього, логічно припустити, що стійкість до нової раси вовчка F нашої материнської лінії F-44В, як і інших материнських ліній майбутніх гібридів одеської селекції, контролюється одним домінантним геном – Or6.

Результати досліджень, наведені в таблиці 2, підтверджують свідчення про те, що стійкість гетерозиготної за ознакою резистентності до 6-ої раси вовчка лінії F-44В контролюється одним домінантним геном Or6 і не залежить від регіонального походження джерела популяції паразита. Більш того, якщо припустити наявність в цих популяціях (особливо турецької) більш вірулентної раси G, таким геном може бути Or7.

Таблиця 2

Характер успадкування стійкості ліній соняшнику до 6-ї (F) раси вовчка (Одеса, 2007-2009 рр.)

Лінія	Генерація	Джерело вовчка	Рослин, шт.		Очікуване співвідношення	χ^2	P
			стійких	сприйнятливих			
F-44В	S ₂	Турецьке	56	11	3:1	2,63	0,10÷0,25
F-44В	S ₂	Ростовське	65	16	3:1	1,16	0,25÷0,50
F-44В	S ₂	Одеське	60	11	3:1	3,38	0,05÷0,10
F-78В	S ₂ [*]	Одеське	14	6	3:1	0,28	0,50÷0,75
F-78А	BC-1 [*]	Одеське	9	12	1:1	0,42	0,50÷0,75
F-78В	S ₃	Одеське	27	0			
F-78А	BC-2	Одеське	27	0			
F-34В	S ₂ [*]	Одеське	14	4	3:1	0,08	0,75÷0,90
F-34А	BC-1 [*]	Одеське	7	8	1:1	0,06	0,75÷0,90
F-34В	S ₃	Одеське	17	0			
F-34А	BC-2	Одеське	19	0			
F-14В	S ₂ [*]	Одеське	16	4	3:1	0,27	0,50÷0,75
F-14А	BC-1 [*]	Одеське	10	9	1:1	0,06	0,75÷0,90
F-14В	S ₃	Одеське	16	0			
F-14А	BC-2	Одеське	18	0			

* – результати дослідів 2007 року

Результати дослідів, наведені в даній таблиці, свідчать про генетично обумовлену стійкість комерційних материнських ліній нашої селекції – F-78, F-34 і F-14 до 6-ї раси вовчка, що присутня в одеській популяції паразита. Так, фактичне розщеплення на вивчені класи рослин (стійкі, сприйнятливі) всіх нащадків від самозапилення (S) цих ліній та від зворотних беккросних (BC) схрещувань в 2007 році імовірно відповідали теоретично очікуваним розщепленням – 3:1 та 1:1. В 2009 році, аналізуючи нащадків від схрещувань 2008 року, ми відібрали гомозиготних нащадків цих ліній, де їх стерильні аналоги (BC) і закріплювачі стерильності (ЦЧС) були стійкими до нової вірулентної 6-ї раси вовчка (таблиця 2).

Ефективна селекція материнських ліній, стійких до нових (F,G) вірулентних рас вовчка надавала можливість створення та впровадження у виробництво резистентних гібридів. Але якщо в південних регіонах країни виробництво соняшнику лімітується вовчком, то в Центральному Лісостепу спостерігається значне (до 20%) зниження урожайності соняшнику через ураження новими вірулентними расами

несправжньої борошністої роси (НБР) (*Plasmopara halstedii* (Farlow) Berlese & de Toni). Останні дослідження вчених інституту [20, 21], що були присвячені вивченню расового складу одеської популяції паразита, сприяли створенню чоловічих ліній-відновлювачів фертильності пилку (А-83455, АІS-51, АС-70165), стійких до нових рас НБР (710,730). Це надало можливість створити перспективні гібриди соняшнику (таблиця 3) з груповою стійкістю до вовчка і несправжньої борошністої роси.

Таблиця 3
Основні господарські ознаки гібридів соняшнику з груповою стійкістю до вовчка (раса F) і несправжньої борошністої роси (раси 710,730) (Одеса 2008 р)

Гібридна комбінація	Тривалість періоду сходи-цвітіння, діб	Вологість насіння, %	Урожайність насіння		Олійність насіння, %	Урожай олії (0% вологості)	
			ц/га	+ до станд. *, ц/га		ц/га	+ до станд. *, ц/га
F14xA83455	59	9,5	29,2	5,2	55,2	14,6	3,8
F34xX1008**	55	7,8	29,5	3,1	55,8	15,2	2,6
F78xAIS51	59	8,8	33,3	5,6	52,4	15,9	2,3
F14xAC70165	61	8,2	32,0	4,3	55,3	15,9	2,3
НІР _{0,05}				2,9÷3,3			1,1÷1,5

* - стандарт – F14x103

** - спільний гібрид (СГІ, Одеса / ІР, Харків)

Так, за результатами сортопробування 2008 року, гібридні комбінації F14xA83455 і F78xAIS51 перевищували стандарт F14x103 (кращий аналогічний за стійкістю до хвороб гібрид) за урожайністю насіння відповідно на 5,2 ц/га і 5,6 ц/га і при олійності насіння 55,2 % та 52,4% по урожаю олії відповідно на 3,8 ц/га та 2,3 ц/га (таблиця 3).

Підводячи підсумки результатів, наведених в роботі, можна констатувати:

- до расового складу вивчених (одеської, ростовської та турецької) популяцій вовчка (*Orobanche cymana* Wallr.) входять нові вірулентні раси F, і можливо, G, особливо в турецькій популяції паразита;
- створені материнські лінії, стійкість яких до нової раси F контрольована геном Or6;
- нові перспективні високоврожайні гібриди соняшнику вирізняються груповою стійкістю до нових рас вовчка F,G та несправжньої борошністої роси (раси 710,730).

Список використаних джерел

1. *Sackston, W.E.* 1992. On a treatmill: breeding sunflower or resistance to disease. *Annu. Rev. Phytopatol.* 30; P. 529-551.
2. *Parker, C.* 1994 The present state of Orobanche problem. P. 17-26. In: A.H. Pieterse, J.A.C. Verkleijand, and Ter Borgs (lds), *Biology and related strige research*, Royal Tropical Institute, Amsterdam, The Netherlands.
3. *Бейлин И.Г.* 1965. К истории вопроса о создании сортов подсолнечника, устойчивых против заразики и ржавчины. Тезисы докладов IV Всесоюзном совещании по иммунитету с.х. растений. С. 166. – Кишинев: Парт. изд-во ЦК КП Молдавии.
4. *Сацуперов Ф.А.* 1913. Устойчивость панцирных сортов подсолнечника против заразики. С. 251. Тр. Бюро по прикл. ботанике. Т. 9.
5. *Сацуперов Ф.А.* 1916. Опыт скрещивания двух форм подсолнечника. С. 207-244 Тр. Бюро по прикладной ботанике. Т. 9.
6. *Плачек Е.М.* 1930. Проблема селекции подсолнечника. Тр. Всесоюзного съезда по генетике, селекции, семеноводству и племенному животноводству. – Л.: Изд-во редколлегии съезда. – Т. 4.
7. *Пустовойт В.С.* 1939. Селекция подсолнечника. С. 75-87. *Агротехника и селекция масличных культур* – М.
8. *Пустовойт В.С.* 1966. Избранные труды. – М.: Колос.
9. *Жданов Л.А.* 1967. Итоги селекционной работы по масличным культурам на Дону. С. 231-242. *Достижения отечественной селекции*. М.: Колос.
10. *Пустовойт В.С., Пустовойт Г.В.* 1963. Селекция подсолнечника на устойчивость к заразики. С.15-17. *Защита растений от вредителей и болезней*. – № 4.
11. *Бухорович П.Г.* 1966. Изучение вирулентности заразики разного происхождения и устойчивость к ней ряда сортов подсолнечника. С. 22. *Сборник работ по масличным культурам*. Краснодарское книж. изд-во. – Вып.3
12. *Acimovic M.,* Sunflower diseases in Europe, the United States and Australia, 1981-1983., P. 44-45. *Helia*, #7.
13. *Indelen E., Vluderc A.O., Kiral B., Salihoglu M., and Tunali R.,* 1983. Evaluatin of some sunflower genotypes for resistance to Orobanche cumana Wallr., in Turkey. P. 27-28. *Helia*, #6.
14. *Vranceanu, AV., Tudor, F.M. Stoenescu, and N. Pirvu.* 1980. Virulence groups of *Orobanche cumana* Wallr., differential hosts and resistance sources and gens in Sunflower. P. 74-82 (vol. 1). In: *Proc. 9th Int. Sunflower Conf. Torremolinos, Spain.*

15. Бурлов В.В. 1980. Вирулентность одесской популяции заразики (*Orobanche cumana* Wallr.) и характер наследования устойчивости подсолнечника к паразиту. С. 36-45. Прикладные аспекты генетики, цитологии и биотехнологии с.х. растений. Сборник научных трудов СГИ., Одесса.
16. Pacureanu M.J., Raranciuc S., Procopovici E., Sava E., Nastase D., The impact of the new races of broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.) parasite in sunflower crop in Romania. 2008. P. 225-229 (Vol.1)., In: Proc. 17th International Sunflower Conference, Cordoba, Spain.
17. Juan Fernandez-Escobar, M. Isabel Rodriguez-Ojeda, Luis Carlos Alonso., 2008. Distribution and dissemination of sunflower broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.) race F in Southern Spain. P. 231-236 (Vol.1)., In: Proc. 17th International Sunflower Conference, Cordoba, Spain
18. Кукин В.Ф., 1960. Методы оценки подсолнечника на устойчивость к заразице. С. 39. Защита растений от вредителей и болезней. №7.
19. Рокицкий П.Ф., 1973. Изучение степени соответствия фактических данных теоретически ожидаемым. С. 239-260. Биологическая статистика. Минск.
20. Бурлов В.В., Бабаянц Л.Т., 2005. Расы *Plasmopara halstedii* Berl. на півдні України та ефективність до них Р1 генів. С. 157-161. Селекція і насінництво, Вип. 90 Харків.
21. Бурлов В.В., Бурлов В.В., 2007. Успадкування стійкості нових ліній соняшника до 730 расы НБР (*Plasmopara helianthi* Novot.), та вплив гена PL6 на основні господарські ознаки гібридів соняшника. Досягнення і проблеми генетики, селекції та біотехнології, Т. 2, С. 40-44, Київ, Логос.

Утрата большинством отечественных и зарубежных промышленных гибридов подсолнечника, резистентных к 5-й (E) расе паразита в Причерноморском и Приазовском регионах страны, устойчивости к заразице свидетельствует о том, что примерно с 2004-2005 гг. возникли новые, более вирулентные расы паразита (*Orobanche cumana* Wallr.). Созданы материнские линии гибридов подсолнечника, устойчивость к новой расе заразики которых контролируется одним доминантным геном Or6. Эти линии обладают высокой комбинационной способностью по основным хозяйственным признакам.

A new high virulent population of broomrape has attacked sunflower

in Ukraine in 2005. Many commercial hybrids from different companies lost their resistance to this parasite. In source of broomrape from Odessa (Ukraine), Rostov (Russia) and Turkey the race A was identified as well as the gene (one dominant gene) conferring resistance to this race. The behavior a some sunflower genotypes regarding resistance to broomrape under artificial infestation conditions has shown that the parasite virulence is increasing. The inbred lines F78, F34, F14 were fully resistant. This lines has a good combining ability and being used directly in obtaining of commercial hybrids.