

## МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ СТІЙКОСТІ СОЇ ДО ФУЗАРІОЗУ В КОНТРОЛЬОВАНИХ УМОВАХ ТА ВИДІЛЕННЯ ГЕНОТИПІВ З ЦІННИМИ ГОСПОДАРСЬКИМИ ОЗНАКАМИ

*Кучеренко Є. Ю., Петренкова В. П.*

Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН

У статті наведено результати лабораторних досліджень щодо стійкості 103 зразків сої до фузаріозу, з яких 34 сорти з провідних наукових установ України та 69 колекційних зразків походженням із 16 країн світу. Зразки охарактеризовано за стійкістю до фузаріозу та за цінними господарськими ознаками. Описано спосіб, який розроблено для визначення стійкості сої до збудників фузаріозу в умовах лабораторії, що забезпечує безперебійну оцінку селекційного матеріалу сої впродовж року.

*Ключові слова:* соя, стійкість, фузаріоз, патоген, урожайність

**Вступ.** За посівними площами і валовими зборами урожаю соя займає провідне місце в світі серед зернобобових культур. Вирощують її більше 40 країн на загальній площі понад 50 млн га, з яких в Україні більш ніж 2 млн. га. Таке поширення сої пояснюється універсальністю її використання як важливої продовольчої, технічної і кормової культури. Зумовлено це поєднанням у її насінні органічних і мінеральних речовин [1].

Значне розширення площ під соєю спричинило насичення ґрунту патогенними для культури мікроорганізмами і, як наслідок, обумовило потребу створення стійких до збудників хвороб сортів.

Так, наприклад, така хвороба як фузаріозна коренева гниль, або фузаріоз сої поширена повсюди, де вирощується ця культура, але більшої шкоди хвороба завдає у західних, північних і центральних районах України, які за погодними умовами характеризуються достатньою кількістю опадів у весняно-літній період. Виявляється це захворювання у посівах сої щорічно на 40–100 % обстежених площ, з поширенням хвороби на рослинах 4–25 % (максимально 30 – 35 % в окремі роки у господарствах Вінницької, Черкаської областей) за розвитку хвороби 0,2–4,0 %. Зовнішні ознаки хвороби проявляються у вигляді загнивання насіння, паростків і сходів, побуріння і загнивання кореневої системи стебла (головного кореня і бокових корінців). На поверхні насінини, яка проростає у ґрунті, формується слабкий наліт рожевого або білого кольору. Сильно уражені насінини загнивають і не проростають, а при незначному ураженні насіння проростає, формує слабкий проросток, який після виходу на поверхню швидко буріє і відмирає. Якщо проросток виживає, то він має слабо розвинену кореневу систему, стебло нерівномірно потовщене, деформоване.

За сприятливих умов для розвитку рослин сої хвороба не завжди має зовнішні симптоми прояву і її можна виявити лише у пізні фазі розвитку культури. У таких уражених рослин буріє основа стебла, на головному корені з'являються видовжені бурі плями, які поступово розростаються й охоплюють весь корінь. Уражена тканина стає м'якою і легко відділяється від стебла, бокові корінці відмирають, рослина легко виймається з ґрунту. Збудниками хвороби є сумчасті гриби, переважно *Nectria haematococcavan* Etten & Kistler (анаморфа: *F. solani* (Mart.) Sacc.), *Gibberella zae* (Schw.) Petch (анаморфа: *Fusarium graminearum* Shwabe), *Gibberella avenaceae* Cook (анаморфа: *F. avenaceum* (Fr.) Sacc.) і мітоспорові гриби із роду *Fusarium*, зокрема *F. culmorum* (W.G. Sm.) Sacc., *F. semitectum* Berk. Rav., *F. gibbosum* Ap. Et Wr., *F. oxysporum* Sch., *F. javanicum* Kord.

Основним джерелом інфекції є ґрунт, у якому на уражених рештках зберігаються збудники у вигляді грибниці, хламідоспор і склероціїв. Додатковим джерелом інфекції є заражене насіння.

Слід пам'ятати, що збудники фузаріозу відносяться до поліфагів, вони уражують зернові, бобові, буряк, картоплю, овочеві та інші культури, активно розвиваються на рослинних та уражених рештках у ґрунті [2].

**Мета досліджень.** Охарактеризувати сучасні зразки сої згідно з методом визначення стійкості до фузаріозу в лабораторних умовах. Виділити стійкі генотипи, у яких дана ознака поєднується з цінними господарськими показниками.

**Матеріал та методика досліджень.** У практичній селекції сої на стійкість до збудників хвороб для підвищення інфекційного навантаження та кращої диференціації оцінюваного матеріалу за ознакою стійкості використовують різні способи, основними з них є створення провокаційного фону, регулювання строків висіву, географічні посіви (в різних агроекологічних умовах), штучне зараження [3].

Існуючі способи визначення стійкості сої до збудників фузаріозу в польових умовах передбачають перш за все весняний висів насіння в оптимальні строки на штучно створених інфекційних фонах з подальшою оцінкою рослин у фази сходів і цвітіння [4]. Суттєвим недоліком цього способу є те, що випробування може тривати декілька років, оскільки погодні умови за температурним режимом і вологістю не завжди сприяють розвитку хвороби, через що виникає потреба у повторному висіві оцінюваного матеріалу для отримання достовірних результатів. Метою наших досліджень було визначити стійкість генотипів сої до фузаріозу в умовах штучно створеного інфекційного фону фузаріозу в контрольованих умовах, тобто в умовах лабораторії.

Хоча методів інокуляції рослин в умовах лабораторії існує численна кількість, все ж вибір методу зараження і його удосконалення в процесі оцінювання зразків для досягнення диференціації досліджуваного матеріалу становить основу. Першочерговим етапом лабораторної оцінки стійкості рослин до патогенів є і залишається виділення гриба у чисту культуру [5], що необхідно для нарощування інокулуму, подальшого зараження ним досліджуваних генотипів і, в кінцевому результаті, розподілу досліджуваного матеріалу на групи стійкості.

Загально відомим є факт, що у контрольованих лабораторних умовах інфекційне навантаження на культуру більш рівномірне, а створені оптимальні умови для розвитку патогена забезпечують проникнення його в рослину. При цьому відсутній вплив на рослину та патоген факторів зовнішнього середовища (тривалість світлового дня, коливання вмісту вологи в ґрунті, кількості опадів, температурного режиму тощо), чого майже неможливо досягти в польових умовах.

Для оцінки визначення стійкості генотипів сої до збудників фузаріозу нами розроблено метод оцінки, за основу якого взято методику оцінювання стійкості вики ярої до збудників фузаріозних кореневих гнилей [6].

Поставлену задачу вирішували у лабораторних умовах шляхом зараження насіння генотипів сої суспензією спор грибів роду *Fusarium*, пророщуванням зараженого насіння в рулонах з фільтрувального паперу для створення сприятливих умов як для насіння, так і для патогена, подальшого оцінювання досліджуваного матеріалу, розподілу його на групи стійкості за рівнем ураження збудниками хвороби.

Технологічне виконання розробки способу здійснювали поетапно: спочатку відбирали з кожного оцінюваного генотипу по 30 насінин у трьох повторностях, яке розкладали на фільтрувальному папері, накривали покривною паперовою та целофановою смужками. Після цього рулони ставили в ємкості із дистильованою водою. Із нарощеного на живильному середовищі міцелію гриба змивали спори для приготування суспензії спор. Під мікроскопом у полі зору кількість спор при 200-разовому збільшенні повинна бути 15-20. Приготовлену таким чином спорову суспензію виливали у ємкість з водою, у якій стояли рулони з насінням для пророщування. Подальше пророщування насіння сої здійснювали за температури 22-25° С протягом 10 діб та за необхідності доливали воду у ємкості. В цей

час відмічали наявність імунологічних реакцій у відповідь на зараження патогеном, зокрема активність розвитку кореневої системи, корневих волосків і рослини в цілому, забарвлення і розвиток плямистостей та перетяжок на коренях.

**Результати та їх обговорення.** За використання такого способу в лабораторних умовах упродовж 2015-2016 рр. визначено стійкість до фузаріозу 103 зразків сої, з яких 34 сорти походженням із провідних наукових установ України та 69 колекційних зразків із 16 країн світу, які були отримані з НЦГРРУ. Після проведення оцінки зразків сої на стійкість до фузаріозу досліджуваний матеріал розподілено на три групи стійкості: стійкі, середньо стійкі та сприйнятливі, а саме, до стійких зразків віднесено такі, у яких рівень ураження становив 11-25 %, до середньостійких – 26-50 %, до сприйнятливих віднесено зразки з рівнем ураження фузаріозними корневими гнилями 51-75 % (таблиця 1).

**Таблиця 1.** Виділені генотипи сої за стійкістю до фузаріозу

Назва зразка	Країна походження	Ураженість фузаріозом, %		
		2015 р.	2016 р.	середнє
1	2	3	4	5
<i>Стійкі</i>				
NSC 9086-75	RUS	25,0	2,4	13,7
СибННІК 7	RUS	25,0	2,5	13,8
Szwedzka 6175	POL	29,2	0,0	14,6
СибННІК 8	RUS	30,6	2,3	16,5
Скороспелая 8	RUS	29,7	5,8	17,8
Дені	UKR	25,0	12,5	18,8
Major Ift2	BLR	30,6	10,2	20,4
Jihomoravska	CZE	36,7	5,4	21,1
Gessener	YUG	30,6	12,5	21,6
Байка	UKR	21,7	22,0	21,9
Різдвяна	UKR	25,0	21,2	23,1
Амиго	RUS	30,9	15,3	23,1
370-3-13	UKR	28,6	19,0	23,8
DCC 2509	LTU	20,3	27,4	23,9
NS Maksimus	SCG	38,0	10,4	24,2
368-3-13	UKR	28,6	20,5	24,6
Злата	UKR	21,6	27,5	24,6
Спритна	UKR	42,9	6,8	24,9
Зареница	RUS	31,3	18,5	24,9
Кобза	UKR	31,8	19,3	25,6
V 9315	CZE	29,2	22,4	25,8
Вікторина	UKR	30,0	21,9	26,0
380-2-13	UKR	27,3	25,0	26,2
Райдуга	UKR	28,6	24,0	26,3
Л 90137	MDA	36,1	16,7	26,4
Vojvodjanca	SCG	27,6	27,5	27,6
Л 52-13	UKR	25,0	30,2	27,6
Кобра	RUS	27,6	28,8	28,2
<i>Середньостійкі</i>				
Toury	CZE	29,2	27,5	28,4
Naqa	CAN	26,9	30,4	28,7
Harosoy	CAN	27,5	30,7	29,1
Перлина	UKR	43,8	15,0	29,4
ОАС Wallace	CAN	25,0	35,2	30,1
Золушка	UKR	26,6	34,8	30,7

1	2	3	4	5
Фарватер	UKR	33,3	28,9	31,1
Астер	UKR	25,0	37,5	31,3
Л 55-13	UKR	27,5	36,0	31,8
КС 14	UKR	37,5	27,5	32,5
Феєрія	UKR	31,0	34,2	32,6
Tochi dai 7910	JPN	15,3	50,0	32,7
Л 822 (7) 12	UKR	35,0	30,4	32,7
Писанка	UKR	50,0	15,6	32,8
Сіверка	UKR	33,9	31,7	32,8
Корсак	UKR	33,3	32,4	32,9
Галі	UKR	42,3	25,0	33,7
Княжна	UKR	38,5	29,0	33,8
Вільшанка	UKR	43,2	25,0	34,1
Л 856 (6) 12	UKR	27,6	41,7	34,7
Діадема	UKR	33,3	36,4	34,9
Рапсодія	UKR	29,4	40,4	34,9
Л 34-13	UKR	39,6	30,4	35,0
Полесская	BLR	37,5	33,7	35,6
Mutante stamm	DEU	31,7	40,7	36,2
364-2-13	UKR	33,3	40,6	37,0
Хвиля	UKR	39,6	34,8	37,2
Гібрид АСС18	KAZ	36,1	38,5	37,3
Л 50-13	UKR	33,9	45,0	39,5
Л 54-13	UKR	26,8	53,8	40,3
Ітра	CAN	34,6	47,0	40,8
Шарм	UKR	46,4	35,3	40,9
Хуторяночка	UKR	46,9	35,4	41,2
1262	CZE	45,0	41,7	43,4
Адамос	UKR	53,8	36,4	45,1
Мелодія	UKR	70,0	21,4	45,7
<b>НІР</b>	<b>–</b>	<b>2,0</b>	<b>2,5</b>	<b>1,6</b>

Виділені за стійкістю до фузаріозу генотипи сої висівали в польових умовах для визначення урожайності та маси 1000 насінин. Висів здійснювали ручними сівалками на ділянках площею 1,5 м<sup>2</sup>, повторність дворазова. Кількість рядків на ділянці п'ять.

Для обліку урожайності рослини з кожної ділянки виривали, обмолочували на зернобобовій молотарці, зважували і вираховували урожайність та продуктивність.

У результаті польових досліджень за господарськими ознаками генотипи розподілено на групи за масою 1000 насінин та урожайністю згідно з Міжнародним класифікатором СЕВ [7]. Отримані результати порівнювали зі стандартним сортом, який найбільш поширений у східній частині Лісостепу України.

За результатами досліджень 103 генотипів сої із 16 країн світу на стійкість до фузаріозу впродовж 2015-2016 рр. виділено 19 стійких, на яких розвиток хвороби не перевищував 25 %. Серед групи стійких сім зразків походять із України (Спритна, Злата, 368-3-13, 370-3-13, Різдяна, Байка, Дені), шість російського походження (Зареница, Амиго, Скороспелая 8, СибНІІК 8, СибНІІК 7, NSC 9086-75) та по одному зразку з Польщі (Szwedzka 6175), Білорусі (Major lft2), Чехії (Jihomoravska), Югославії (Gessener), Литви (DCC 2509) та Сербії (NS Maksimus).

Окрім цього серед виділених за стійкістю генотипів сім (Szwedzka 6175, Дені, Різдяна, Амиго, 370-3-13, NS Maksimus, Злата) характеризувались поєднанням стійкості до

фузаріозу із високою урожайністю порівняно зі стандартом, рівень якої був вищим від стандартного сорту на 100-150 % (таблиця 2). Ці генотипи є більш цінними для використання в селекційних програмах щодо створення на їх основі сучасних сортів з високою стійкістю до фузаріозу та цінними господарськими ознаками.

**Таблиця 2.** Виділені генотипи сої за поєднанням стійкості до фузаріозу та урожайністю і продуктивністю (2015-2016 рр.)

Назва зразка	Країна походження	Ураженість фузаріозом, %	Урожайність, % до стандарту	Продуктивність, г
Szwedzka 6175	POL	14,6	109	9,2
Дені	UKR	18,8	121	9,2
Різдвяна	UKR	23,1	100	7,7
Амиго	RUS	23,1	115	10,5
370-3-13	UKR	23,8	150	12,9
NS Maksimus	SCG	24,2	121	11,5
Злата	UKR	24,6	117	8,3
V 9315	CZE	25,8	110	9,5
Кобра	RUS	28,2	129	9,0
Harosoy	CAN	29,1	110	9,5
1262	CZE	43,4	105	8,8

Середню стійкість до фузаріозу мали 45 зразків сої, з них чотири характеризувались поєднанням середньої стійкості з високою урожайністю та великою масою 1000 насінин. Це два генотипи чеської селекції – V 9315, урожайність якого перевищувала стандартний сорт на 110 %, а маса 1000 насінин становила 194 г. до стандарту та зразок 1262 з вищою від стандарту урожайністю на 105 % та масою 1000 насінин 202 г.; російський сорт Кобра із вищою за стандарт урожайністю на 129 %, масою 1000 насінин 200 г. та сорт із Канади Harosoy з перевищенням стандарту за урожайності на 109 % і масою 1000 насінин 206 г.

**Висновки.** Отже розроблений спосіб оцінювання генотипів сої на стійкість до фузаріозу в контрольованих лабораторних умовах сприяв виділенню серед 103 досліджуваних генотипів 19 із високою стійкістю, в яких розвиток хвороби не перевищував 28,2 %, та 45 зразків із середньою стійкістю (розвиток хвороби 45,7 %). Подальшими польовими дослідженнями виявлено поєднання стійкості з високою урожайністю у семи зразків із групи генотипів з високою стійкістю та у чотирьох зразків із групи середньостійких.

Виділені нами генотипи сої є цінним вихідним матеріалом для використання в селекційних програмах наукових установ при створенні конкурентоспроможних сортів сої.

#### Список використаних джерел

1. Зінченко О. І., Салатенко В. Н., Білоножко М. А. Рослинництво. К. Аграрна освіта. 2001. 591 с.
2. Марков І. Грибні хвороби сої. Агробізнес сьогодні. №12(283) червень 2014 р. С 30-36.
3. Пересыпкин В. Ф., Пожар З. А., Кирик Н. Н. Болезни сельскохозяйственных культур. Киев : Урожай. 1990. Т. 2. 246 с.
4. Основи селекції польових культур на стійкість до шкідливих організмів: навчальний посібник, за ред. В. В. Кириченка та В. П. Петренкової. НААН, Х. Ін-т рослинництва ім. В. Я. Юр'єва. 2012. 320 с.
5. Билай В. И. Основы общей микологии. К. Высшая школа. 1989. 250 с.
6. Ларионова Л.И. Экспресс метод оценки устойчивости селекционного материала вики яровой к корневым гнилям фузариозного типа. Науно-техн. Бюл. ВНИИЗБК. Орел. 1996. Вып.42. С.49-53.
7. Международный классификатор СЭВ рода GLYCINE WILLD. Ленинград. 1990. 46 с.

## References

1. Zinchenko OI, Salatenko VN, Bilonozhko MA Plant production. K. Ahrarna Nauka. 2001. 591 p.
2. Markov I. Fungal diseases of soybean. Agrobiznes Siohodni. No. 12 (283) June 2014 C. 30-36.
3. Peresyphkin VF, Pozhar Z A, Kirik NN Diseases of agricultural crops. Kiev: Urozhay. 1990. Vol. 2. 246 p.
4. Fundamentals of field crop breeding for resistance to harmful organisms: Manual ed. by VV Kyryichenko and VP Petrenkova. NAAS, Kh. Plant Production Institute nd. a VYa Yuriev. 2012. 320 p.
5. Bilay VI Fundamentals of general mycology. K. Vysshaya Shkola. 1989. 250 s.
6. Larionova L.I. Express method for estimating resistance of breeding material of spring vetch to Fusarium root rots. Nauchno-Tekhn. Byul VNIIZBK Oryol. 1996. Issue 42. P. 49-53.
7. International CMEA classifier of genus GLYCINE WILLD. Leningrad 1990. 46 p.

## МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ СОИ К ФУЗАРИОЗУ В КОНТРОЛИРОВАННЫХ УСЛОВИЯХ И ВЫДЕЛЕНИЕ ГЕНОТИПОВ С ЦЕННЫМИ ХОЗЯЙСТВЕННЫМИ ПРИЗНАКАМИ

*Кучеренко Е. Ю., Петренкова В. П.*

Институт растениеводства им. В. Я. Юрьева НААН

Ключевые слова: соя, устойчивость, фузариоз, патоген, урожайность

В статье приведены результаты лабораторных исследований по устойчивости 103 образцов сои к фузариозу, из которых 34 сорта из ведущих научных учреждений Украины и 69 коллекционных образцов происхождением из 16 стран мира. Дана характеристика образцам по устойчивости к фузариозу и ценным хозяйственным признакам. Описано способ, который разработан для изучения устойчивости сои к возбудителям фузариозу в лабораторных условиях, что обеспечивает бесперебойную оценку селекционного материала сои в течение года.

**Цель исследований.** Охарактеризовать современные образцы сои согласно методу определения устойчивости к фузариозу в лабораторных условиях. Выделить устойчивые генотипы, в которых данный признак сочетается с ценными хозяйственными показателями.

**Материал и методика исследований.** В практической селекции сои на устойчивость к возбудителям болезней для повышения инфекционной нагрузки и лучшей дифференциации оцениваемого материала по признаку устойчивости используют различные способы, основными из них являются создание провокационного фона, регулирование сроков посева, географические посева (в различных агроэкологических условиях), искусственное заражение. Поставленную задачу решали в лабораторных условиях путем заражения семян генотипов сои суспензией спор грибов рода *Fusarium*, проращиванием зараженного семенного материала в рулонах из фильтровальной бумаги для создания благоприятных условий как для семян, так и для патогена, дальнейшего оценивания исследуемого материала, распределения его на группы устойчивости по уровню поражения возбудителями болезни.

**Результаты и их обсуждение.** При использовании такого способа в лабораторных условиях в течение 2015-2016 гг. определена устойчивость к фузариозу 103 образцов сои, из которых 34 сорта происхождением из ведущих научных учреждений Украины и 69 коллекционных образцов из 16 стран мира, которые были получены с НЦГРРУ. После проведения оценки образцов сои на устойчивость к фузариозу исследуемый материал разделен на три группы устойчивости: устойчивые, среднеустойчивые и восприимчивые, а именно, к устойчивым образцам отнесены такие, в которых уровень поражения составлял 11-25 %,

к среднеустойчивым - 26-50 % к восприимчивым отнесены образцы с уровнем поражения фузариозными корневыми гнилями 51-75 %.

**Выводы.** Разработанный способ оценки генотипов сои на устойчивость к фузариозу в контролируемых лабораторных условиях способствовал выделению среди 103 исследуемых генотипов 19 с высокой устойчивостью, в которых развитие болезни не превышало 28,2 %, и 45 образцов со средней устойчивостью (развитие болезни 45,7%). Последующими полевыми исследованиями выявлено сочетание устойчивости и высокой урожайности у семи образцов из группы генотипов с высокой устойчивостью и в четырех образцов из группы среднеустойчивых. Выделенные нами генотипы сои являются ценным исходным материалом для использования в селекционных программах научных учреждений при создании конкурентоспособных сортов.

## **A METHOD OF EVALUATION OF SOYBEAN RESISTANCE TO FUSARIUM BLIGHT UNDER CONTROLLED CONDITIONS AND SELECTION OF GENOTYPES WITH VALUABLE ECONOMIC FEATURES**

*Kucherenko YeYu, Petrenkova VP*

Plant Production Institute named after VYa Yuriev NAAS

*Key words: soybean, resistance, Fusarium blight, pathogen, yield*

The article presents the results of laboratory studying resistance of 103 soybean accessions to Fusarium blight, of which 34 were from the leading scientific institutions of Ukraine and 69 collection accessions were from 16 countries. Fusarium blight resistance and valuable economic features of accessions are characterized. A method designed to study resistance of soybean to Fusarium under laboratory conditions, which ensures continuous evaluation of soybean breeding material throughout year, is described.

**Objective.** To characterize modern soybean accessions using the method for evaluating resistance to Fusarium blight in the laboratory. To identify resistant genotypes combining this trait with valuable economic features.

**Material and Methods.** In practical soybean breeding for resistance to pathogens, different methods are used to increase the infectious load and to better differentiate the test material by resistance, the main ones being the creation of a provocative background, regulation of planting time, geographical crops (under different agroecological conditions), and artificial infection. We solved the task under the laboratory conditions by infecting soybean seeds with fungus (the genus *Fusarium*) spore suspension. We let infected seeds sprout in filter paper rolls to create favorable conditions both for seeds and for pathogen, then evaluated the test material, and grouped it by levels of affection.

**Results and Discussion.** Using this method under the laboratory conditions during 2015-2016, we evaluated Fusarium blight resistance of 103 soybean accessions, of which 34 varieties originated from the leading scientific institutions of Ukraine and 69 collection accessions were from 16 countries and received from the NCPGRU. Having evaluated soybean accessions for resistance to Fusarium blight, we divided the material under investigation into 3 resistance groups: resistant, medium-resistant and susceptible, namely, with the affection levels of 11-25%, 26-50% and 51-75%, respectively.

**Conclusions.** The method developed for evaluating soybean genotypes for resistance to Fusarium blight under controlled laboratory conditions allowed us to select 19 highly-resistant accessions, in which the disease development did not exceed 28.2%, and 45 medium-resistant accessions (disease development 45.7% ) of the 103 investigated genotypes. The subsequent field studies revealed combination of resistance and high yield capacity in 7 highly-resistant accessions and in 4 medium-resistant ones. The soybean genotypes that we identified are valuable starting material for breeding programs of research institutions creating competitive varieties.