

УДК 633.854.78:632.9

© 2015 І. Ю. Боровська

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

ЗАКОНОМІРНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ІНФЕКЦІЙНОГО ФОНУ ФОМОПСИСУ

Боровська І. Ю. *Закономірності використання інфекційного фону фомопсису. У 2007–2015 рр. на провокаційному фоні проведено дослідження з оцінки та диференціації вихідного матеріалу соняшнику за рівнем ураження збудником фомопсису в умовах північно-східної частини Лесостепу України. За результатами статистичного аналізу встановлено середнє багаторічне значення інтенсивності розвитку хвороби (22,0 %). Рівні інфекційних фонів фомопсису кваліфіковано як достатні для диференціації вихідного матеріалу соняшнику за стійкістю до цієї хвороби сім років із дев'яти. Визначено структуру інфекційного фону фомопсису за часткою рослин, віднесених до певного балу ураження за показником площі поверхні стебла, ураженої збудником фомопсису. Встановлено залежність рівня інфекційного фону фомопсису від його структури. Визначено, що регулятивну роль в структурі інфекційного фону хвороби відіграють рослини з незначним ступенем (бал 0,1) ураження ($r = -0,89$) та рослини із сильним ступенем (бал 3) ураження ($r = 0,78$).*13 назв

Ключові слова: соняшник, ураженість, збудник, фомопсис, площа ураженої поверхні, рівень інфекційного фону.

Боровская И. Ю. *Закономерности использования инфекционного фона фомопсиса. В 2007–2015 гг. на провокационном фоне проведены исследования относительно оценки и дифференциации исходного материала подсолнечника по уровню поражения возбудителем фомопсиса в условиях северо-восточной части Лесостепи Украины. По результатам статистического анализа установлено среднее многолетнее значение интенсивности развития болезни (22,0 %). Уровни инфекционных фонов фомопсиса квалифицированы как достаточные для дифференциации исходного материала подсолнечника по устойчивости к этой болезни семь лет из девяти. Определена структура инфекционного фона фомопсиса по доле растений, отнесенных к определенному балу поражения по показателю площади поверхности стебля, пораженной возбудителем фомопсиса. Установлена зависимость уровня инфекционного фона фомопсиса от его структуры. Определено, что регулиующую роль в структуре инфекционного фона болезни играют растения с незначительной степенью (бал 0,1) поражения ($r = -0,89$) и растения с сильной степенью поражения ($r = 0,78$).*13 назв.

Ключевые слова: подсолнечник, возбудитель, фомопсис, площадь пораженной поверхности, уровень инфекционного фона.

Borovskaya I. Yu. *Usage Patterns of Phomopsis Infectious Background. Sunflower starting material was assessed and differentiated by the affection level of Phomopsis blight on provocative background in the Eastern Forest-Steppe of Ukraine in 2007-2015. The results of statistical analysis established the average multiyear value of the disease intensity (22.0%). Levels of Phomopsis infectious backgrounds were considered as sufficient for differentiation of sunflower starting material by resistance to this disease because of fluctuations in the means of the disease intensity related to the confidence limits of the standard deviation ($CI\sigma$) for 7 of 9 years. In its turn, the resistance of an accession is determined by the weighted average of Phomopsis-affected stem surface area, based on which plants are grouped according to a certain score. It was found that plants with slight affection (score 0.1, $r = -0.89$) and plants with strong affection (score 3, $r = 0.78$) played the leading roles in the infectious background structure.*13 ref.

Keywords: sunflower, pathogen, Phomopsis, affected surface area, level of infectious background.

Вступ. Одним із вагомих і універсальних біотичних впливів, яким піддаються рослини, є патогенні мікроорганізми. У процесі еволюції у рослин утворилися різноманітні захисні реакції на дію патогенів, найпоширенішими і найпростішими серед яких є фенотипові, або морфологічні, вплив яких визначається окомірно.

Під час висвітлення сучасного стану проблеми взаємодії рослина – патоген у широкому колі літературних джерел розглядаються досягнення молекулярної біології (індукований захист рослин, який включає локальну, системну придбану та індуковану системну стійкість), а також приклади регулювання передання захисної відповіді. Показана роль хімічних і біохімічних індукторів стійкості рослин, окремих генів і білків її регуляції до патогенів. Охарактеризовано гени стійкості, способи ідентифікації, клонування та визначення їх функціональної активності методом трансгенозу. Наведено схему активації захисних відповідей у клітині рослини-живителя. Але всі ці досягнення відображають результати досліджень расоспецифічної стійкості до хвороб [11, 12].

Питання будь-якої полігенної ознаки, а тим більше польової стійкості рослин, основою якої є ідентифікація генотипів за фенотипом, залишається відкритим. Генетично регульована стійкість є прийнятною як правило для патогенів біотрофного типу живлення. Так, на соняшнику найбільш розробленими є методики ідентифікації генів стійкості несправжньої борошнистої роси і квіткового паразита вовчка [1, 2, 8, 10].

Для інших небезпечних і поширених хвороб соняшнику, розвиток збудників яких і стійкість до них залежать від умов навколишнього середовища, визначальними є методики масового оцінювання вихідного матеріалу у фітопатологічних розсадниках [3, 13].

Для оцінки вихідного матеріалу за ознакою стійкості до хвороб його досліджують в умовах безпосереднього контакту з фітопатогенами, на жорстких природних чи штучно створених інфекційних (провокаційних) фонах розвитку хвороби. Вважається, що для об'єктивної оцінки зразків достатнім є такий рівень фону, за якого ураженість сортів-еталонів сприйнятливості становить не менш ніж 50 % [7]. Але такі дані отримані в дослідженнях з зерновими колосовими культурами і як правило з сажковими, іржастими та іншими хворобами, які мають генетично обумовлений контроль. На соняшнику визначення інфекційного фону хвороб проводити таким же шляхом не є можливим, через належність більшості збудників до некротрофного типу живлення і їх значної залежності від погодних умов. Одним з шляхів визначення рівня інфекційного фону хвороб соняшнику некротрофного типу живлення є використання середнього значення ураження по досліді, яке є відображенням взаємодії патоген – генотип – середовище. Дана методика була запропонована у 80-х роках, але розвитку набула значно пізніше [9].

Мета наших досліджень мала декілька послідовних складових: визначення в багаторічних дослідженнях достатності рівня інфекційного фону фомопсису для достовірної диференціації зразків за стійкістю під впливом гідротермічних умов вегетаційного періоду соняшнику; визначення структури інфекційного фону даної хвороби та його залежності від розподілу рослин за ураженістю; на основі отриманих даних статистично обґрунтувати необхідність трирічного вивчення вихідного матеріалу соняшнику в фітопатологічних розсадниках на прикладі ураження збудником фомопсису.

Матеріали та методика. Рівень ураження зразків соняшнику збудником фомопсису оцінено у 2007–2015 рр. в умовах провокаційного фону інфекційного розсадника лабораторії імунітету рослин до хвороб та шкідників Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН [4]. Розвиток хвороби визначали за загальноприйнятими фітопатологічними методиками [5, 6].

Агротехніка — загальноприйнята для зони Лісостепу України. Спосіб посіву — квадратно-гніздовий із шириною міжрядь 70 см. Кількість рослин у гнізді — 2. Загальна

площа ділянки для гібридів — 9,8 м², для самозапилених ліній — 4,9 м². Провокаційний фон створювали скороченою ротацією, в якій соняшник повертали на попереднє місце вирощування кожного четвертого року за наступною черговістю: пшениця озима – пар – просо – соняшник. Ця ротація закладена на початку 70-х років минулого століття.

Щорічно визначали середньозважений показник інтенсивності розвитку хвороби по сукупності зразків у відсотках, який приймали за рівень інфекційного фону [9]. Загальну кількість оцінених рослин всіх зразків, від 930 у 2007 році до 5000 у 2015 році, щороку приймали за 100,0 %. Щорічна частка рослин, віднесених за інтенсивністю розвитку хвороби (за площею ураженої збудником фомопсису поверхні стебла) до певного балу складала структуру інфекційного фону даного збудника.

Гідротермічний коефіцієнт (ГТК) представлений за вегетаційний період соняшнику.

Статистичну обробку даних проведено за допомогою пакету аналізу Microsoft Excel, кореляційний і кластерний аналіз — за допомогою пакету програм Statistics 6.1.

Результати досліджень. За аналізом отриманих даних, середнє багаторічне значення інтенсивності розвитку фомопсису становило 22,0 % (див. пунктирну лінію на рис. 1).

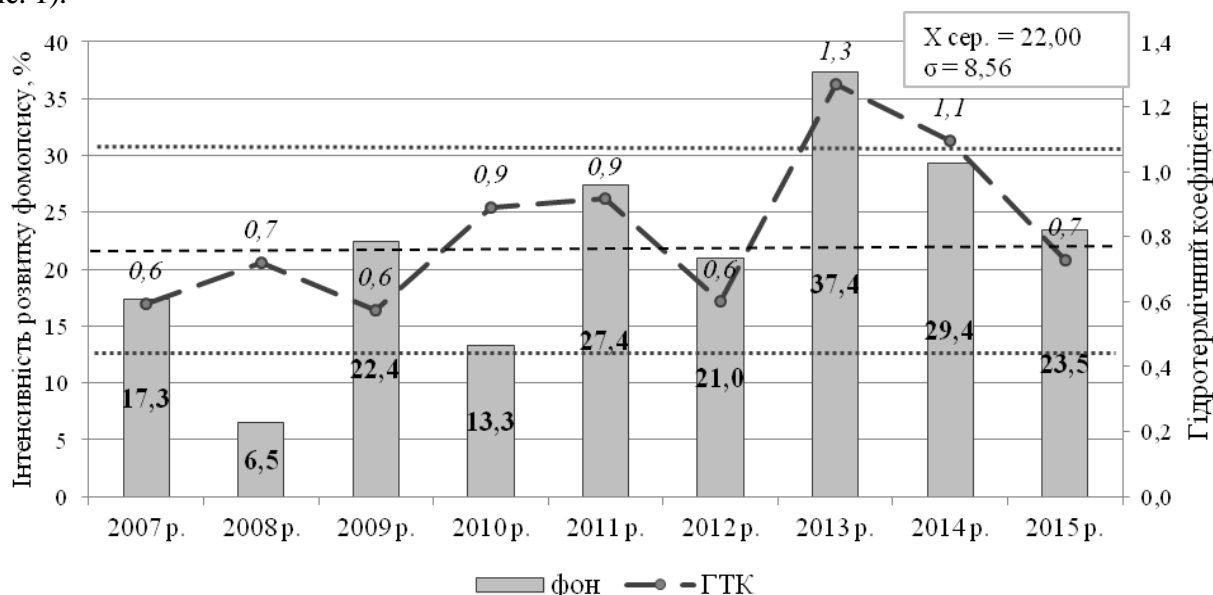


Рис. 1. Залежність інфекційного фону фомопсису від ГТК за вегетаційний період соняшнику (провокаційний фон, 2007–2015 рр.).

Погодні умови 2007–2015 рр. відзначались значною мінливістю і характеризувалися коливанням рівня ГТК від 0,6 у 2007 р., 2009 р. і 2012 р. до 1,3 у 2013 р.

Упродовж зазначеного періоду п'ять років з дев'яти були посушливими (ГТК 0,6–0,7), але значення інфекційного фону фомопсису виходили за нижню межу довірчого інтервалу середньоквадратичного відхилення (D_{σ}), позначену на малюнку крапковою лінією, тільки у 2008 р. Незважаючи на значну мінливість погодних умов і відповідно значне коливання рівнів інфекційного фону фомопсису семи років із дев'яти від 13,3 % до 29,4 % інтенсивності розвитку, за статистичним аналізом кваліфіковано як достатні для диференціації вихідного матеріалу соняшнику за стійкістю до цієї хвороби. Найвищий ГТК 1,3 супроводив і найвищий розвиток хвороби 37,4 % у 2013 р., який також виходив за межу D_{σ} і був надмірним для виділення стійких форм, що призвело до зміщення раніше виділених стійких зразків до групи з середнім рівнем ураження.

У наших дослідженнях за допомогою кореляційного аналізу встановлено залежність між усередненим значенням ГТК за вегетаційний період соняшнику та рівнем інфекційного фону фомопсису ($r = 0,61$) в умовах північно-східної частини Лісостепу України.

Окрім агрометеорологічних умов рівень інфекційного фону обумовлюється також розподілом зразків за стійкістю до хвороби. Своєю чергою, ураженість зразка визначається середньозваженим показником площі поверхні стебел, ураженої збудником фомопсису, за якою рослини розподіляють за певним балом. Отже, нами висунуто припущення про можливість аналізу ураженості соняшнику даною хворобою в багаторічному досліді. Якщо всі рослини всіх оцінених зразків щорічно розподілити за часткою віднесених до певного бала, то відкривається можливість визначення характеру взаєморозташування рослин за ступенем ураженості, яка прирівнюється до визначення структури інфекційного фону, а також його регулятивних факторів. Так, частка рослин без симптомів ураження (бал 0) становила від 0,0 % у 2015 році до 30,82 % у 2008 р. (табл. 1).

1. Структура інфекційного фону фомопсису за інтенсивністю розвитку хвороби, 2007–2015 рр.

Роки	Розподіл рослин за ураженою площею стебла, %					
	0 бал	бал 0,1	бал 1	бал 2	бал 3	бал 4
2007	3,23	58,92	21,18	11,94	0,65	4,09
2008	30,82	53,99	10,44	4,24	0,39	0,11
2009	3,38	49,49	26,61	17,81	2,71	1,47
2010	11,71	53,46	22,67	11,51	0,52	0,14
2011	4,70	29,85	32,33	26,75	5,79	0,59
2012	0,91	45,72	31,28	17,76	4,19	0,14
2013	20,55	18,99	13,05	11,19	35,99	0,23
2014	0,93	30,26	36,88	20,58	8,40	2,95
2015	0,00	44,40	29,80	20,30	5,20	0,40
Середнє	8,47	42,79	24,92	15,79	7,09	1,12
σ	10,66	13,45	8,91	6,70	11,18	1,45
НІР ₀₅	10,57	12,74	9,22	6,79	11,60	0,98

Частка рослин з ураженою поверхнею до 1,0 % (бал 0,1) коливалася від 18,99 % у 2013 році до 58,92 % у 2007 р. Найбільшу кількість рослин (36,88 %) з слабким ступенем ураження (бал 1) визначено у 2014 р., а найменшу (10,44 %) у 2008 р. Частка рослин з ураженою поверхнею 11,0–25,0 % (бал 2) становила від 4,24 % у 2008 р. до 26,75 % у 2011 р., умови якого за ГТК сприяли інтенсивному розвитку збудника хвороби, та як рівень інфекційного фону становив 27,35 %.

Відмічено незначне коливання частки рослин із сильним ступенем ураження (бал 3) від 0,39 до 8,40 по роках, окрім 2013 р., коли показник сягнув 35,99 %. В умовах цього ж року рівень інфекційного фону був найвищим (37,32 % інтенсивності розвитку хвороби). Незначний розмах коливання встановлено стосовно частки рослин із дуже сильним ступенем ураження (понад 50,0 % площі ураженої поверхні, бал 4) від 0,11 % до 4,09 %.

Таким чином, визначено структуру інфекційного фону фомопсису за часткою рослин набору зразків із певним балом розвитку хвороби в умовах провокаційного фону у 2007–2015 рр.

Під час визначення залежності рівня інфекційного фону фомопсису від його структури встановлено, що в роки з низьким рівнем інфекційного фону переважали рослини із незначним ступенем ураження ($r = -0,89$), і навпаки, у роки з середнім та вищим за середній рівень інфекційного фону переважали рослини ($r = 0,78$) із сильним ступенем ураження (бал 3) (рис. 2).

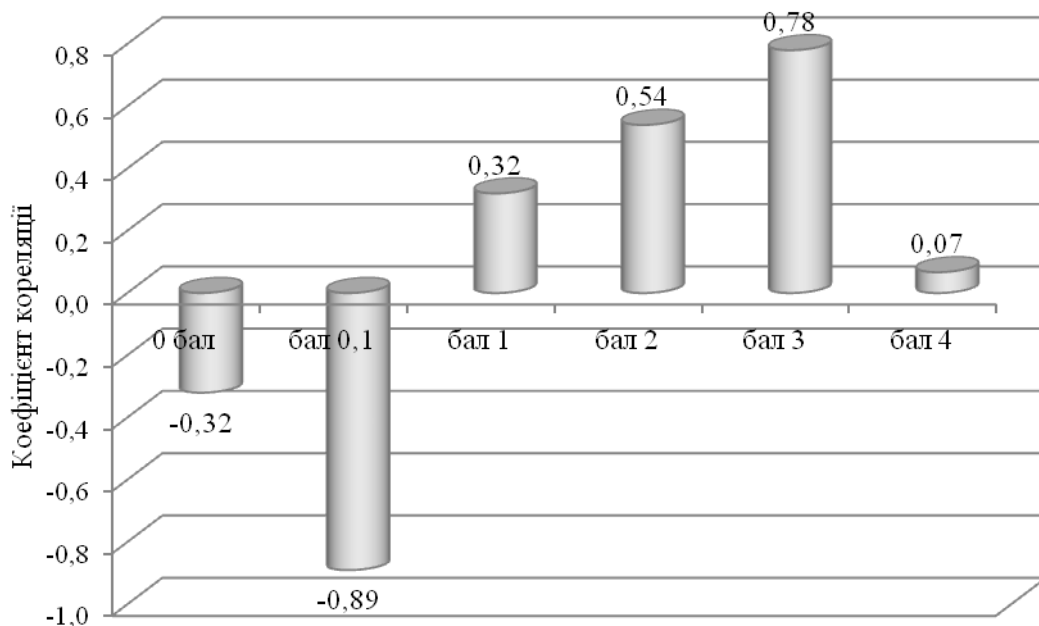


Рис. 2. Залежність рівня інфекційного фону фомопсису від частки рослин з певним балом ураження, провокаційний фон, 2007–2015 рр.

На основі багаторічного розподілу рослин за ступенем ураженості збудником фомопсису, за допомогою кластерного аналізу (метод Варда) встановлено подібність умов років за структурою інфекційного фону цієї хвороби (рис. 3), чисельні значення яких надано у табл. 1. При цьому як еталон брали середні значення частки рослин кожного балу за дев'ять років досліджень.

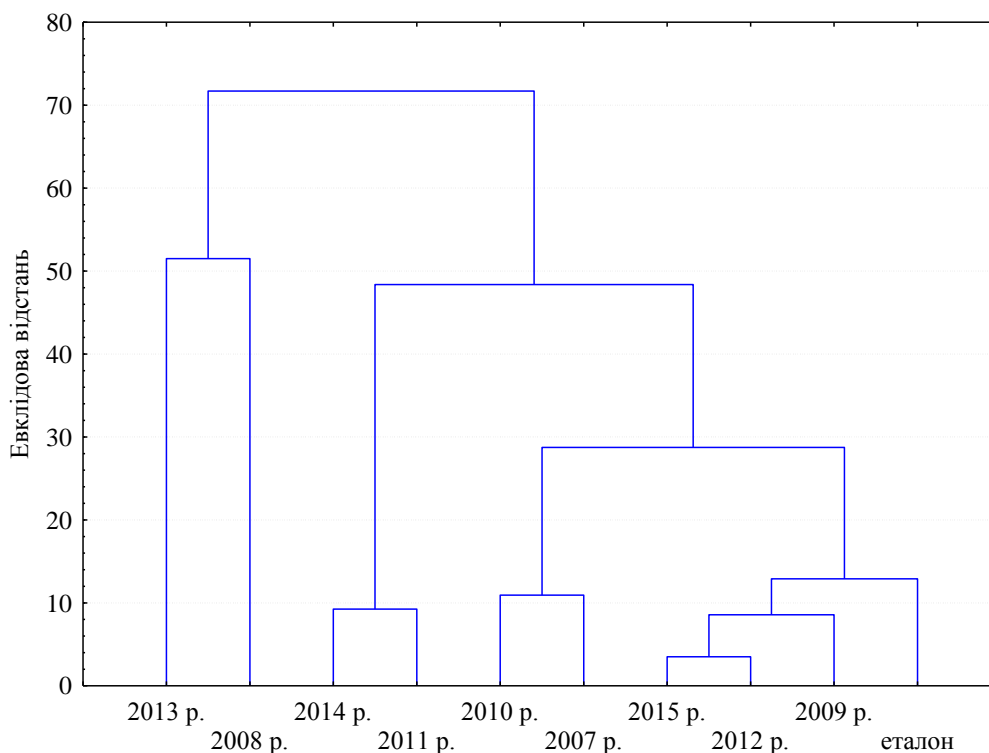


Рис. 3. Диференціація років за структурою інфекційного фону збудника фомопсису, провокаційний фон, 2007–2015 рр.

Найбільш відмінними за структурою інфекційного фону були умови 2013 і 2008 рр. Найбільш подібними за розподілом уражених рослин були 2009, 2012 та 2015 рр. Решта років, 2007 р., 2010–2011 рр. та 2014 р. посідають проміжне місце в цій ієрархії. Так, в дев'ятирічному досліді за допомогою засобів кластерного аналізу на основі визначеної нами структури інфекційного фону встановлено подібність кожного третього року досліджень за реакцією рослин на ураження збудником фомопсису, що доводить необхідність саме трирічного вивчення зразків сояшнику в умовах провокаційного фону.

Висновки. Таким чином, впродовж 2007–2015 рр. в умовах північно-східної частини Лісостепу України встановлено залежність між середнім значенням ГТК за вегетаційний період сояшнику та рівнем інфекційного фону фомопсису ($r = 0,61$). За результатами статистичного аналізу встановлено середнє багаторічне значення інтенсивності розвитку хвороби (22,0 %), рівні інфекційних фонів фомопсису кваліфіковано як достатні для диференціації вихідного матеріалу сояшнику за стійкістю до цієї хвороби за коливанням значень відносно меж довірчого інтервалу середньоквадратичного відхилення (DI_{σ}) у семи років із дев'яти.

Визначено структуру інфекційного фону збудника за часткою рослин щорічного набору зразків, віднесених до певного балу ураження за середньозваженим показником площі поверхні стебла зразків, ураженої збудником фомопсису, які вивчали в умовах провокаційного фону. При визначенні залежності рівня інфекційного фону фомопсису від його структури встановлено, що регулятивну роль відіграють рослини з незначним ступенем (бал 0,1) ураження ($r = -0,89$) та рослини з сильним ступенем (бал 3) ураження ($r = 0,78$).

У дев'ятирічному досліді за допомогою засобів кластерного аналізу на основі визначеної нами структури інфекційного фону встановлено подібність кожного третього року досліджень за реакцією рослин на ураження збудником фомопсису, що доводить необхідність саме трирічного вивчення зразків сояшнику в умовах провокаційного фону.

Бібліографічний список: 1. Гучетль С. З. Межпопуляционная изменчивость *Orobancha cistana* Wallr., поражающей подсолнечник в регионах юга России, выявляемая молекулярно-генетическими маркерами / С. З. Гучетль, Т. А. Челюстикова, С. А. Рамазанова. — Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. — Вып.1 (146–147). — 2011. — С. 119–122. 2. Использование ПЦР-анализа в генетико-селекционных исследованиях / Научно-методическое руководство / Ю. М. Сиволап, Р. Н. Календарь, Т. Г. Вербицкая и др. / Под ред. Ю. М. Сиволапа. — Одесса: СГИ, 1998. — 156 с. 3. Імунітет рослин: Підручник / М. Д. Євтушенко, М. П. Лісовий, В. К. Пантелеев та ін.; За ред. М. П. Лісового. — К.: Колобiг, 2004. — 304 с. 4. Кириченко В. В. Результаты селекции сояшнику на стійкість до основних патогенів / В. В. Кириченко, В. П. Петренкова, К. М. Макляк та ін. // Селекція і насінництво. — Х., 2010. — Вип. 98. — С. 3–12. 5. Методики випробування і застосування пестицидів / [Трибель С. О., Сігарьова Д. Д., Секун М. П. та ін.]; за ред. С. О. Трибеля. — К.: Світ, 2000. — 448 с. 6. Основные методы фитопатологических исследований / [Чумаков А. Е., Минкевич И. И., Власов Ю. И. и др.]; под ред. А. Е. Чумакова. — М.: Колос, 1974. — 190 с. 7. Основи селекції польових культур на стійкість до шкідливих організмів : навч. посіб. / [В. П. Петренкова, В. В. Кириченко, І. М. Черняєва та ін.] / за редакцією академіка НААН В. В. Кириченка, члена-кореспондента НААН В. П. Петренкової. — Х., IP ім. В. Я. Юр'єва, 2012. — 320 с. 8. Рамазанова С. А. Внутрисосовый полиморфизм возбудителя ложной мучнистой росы подсолнечника по SNP-локусам ДНК / С. А. Рамазанова, Т. С. Антонова, М. В. Ивевбор, Е. А. Стрельников. — Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. — Вып.1 (150). — 2012. — С. 26–31.

- 9. Системний** аналіз в селекції польових культур. Навчальний посібник. — / [Літун П. П., Кириченко В. В., Петренкова В. П., Коломацька В. П.] — Х., 2009. — 354 с.
- 10. Челюстникова Т. А.** Поражение заразой (*Orobanche cymana* Wallr.) образцов подсолнечника коллекции ВИР и молекулярное дифференцирование контрастных по устойчивости растений / Т. А. Челюстникова С. З. Гучетль Н. М. Арасланова Т. С. Антонова. — Вып. 2 (148–149). — 2011. — С. 134–137. **11. Чесноков Ю. В.** Устойчивость растений к патогенам (обзор иностранной литературы) // Сельскохозяйственная биология. — 2007. — № 1. — С. 16–35. **12. Чигрин Т. В.** Активність поліфенолоксидази у різних за стійкістю до вовчка (*Orobanche cymana* Wallr.) генотипів соняшнику (*H. annuus* L.) / Т. В. Чигрин, О. А. Задорожна, В. П. Петренкова. — Физиология и биохимия культурных растений. — 2012. — Т. 44. — № 4. — С. 355–360. **13. Широкий унифицированный классификатор СЭВ рода *Helianthus* L.** / сост. А. Анащенко, В. Корнейчук, А. Врынчану и др. — Л.: Изд. ВИР., 1987. — 25 с.

Одержано редколегією 20.11.2015 р.

e-mail: borovska_irin@mail.ru