



УДК: 632.4: 635.25(477.5)

МОДЕЛЬ ДОВГОСТРОКОВОГО ПРОГНОЗУ РОЗВИТКУ І ПОШИРЕННЯ ПЕРОНОСПОРОЗУ НА НАСІННИКАХ ЦИБУЛІ РІПЧАСТОЇ ДЛЯ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Н.О. ГОРГАН, кандидат сільськогосподарських наук
Носівська селекційно-дослідна станція Інституту сільськогосподарської
мікробіології та АПВ НААН

М.Д. ГОРГАН, кандидат біологічних наук
Національний університет біоресурсів і природокористування України

За даними багаторічного моніторингу розроблено модель довгострокового прогнозу поширення пероноспорозу на насінниках цибулі для Лівобережного Лісостепу України, яка описується рівнянням $Y = -92,3376 + 49,7137 \times E$ з точністю $\pm 8,2\%$. Виділено основні прогностичні показники, які прямо пропорційно впливають на інтенсивність поширення хвороби – середньомісячна температура, сума опадів квітня і вересня попереднього року та сума опадів за січень поточного року.

Вступ. За умов широкого застосування пестицидів при інтенсифікації і спеціалізації сільського господарства та з переходом на індустріальні технології вирощування багатьох культур інтегрований захист рослин від шкідливої мікрофлори набуває особливого значення. Однією з головних його складових є фітопатологічний моніторинг і прогноз розвитку шкідливих організмів, який полягає в зборі, накопиченні, аналізі та використанні одержаної інформації з метою спрямованого проведення захисних агрозаходів у оптимальні строки. Оскільки за період багатовікової еволюції строки розвитку шкідливих організмів виявилися пристосованими до уразливих фаз розвитку рослини-живителя, такий підхід дозволяє раціонально використовувати хімічні засоби захисту сільськогосподарських культур від багатьох збудників хвороб, шкідників та бур'янів і максимально зменшити пестицидне навантаження без зниження кількості та якості урожаю. Для своєчасного застосування засобів захисту і зменшення норми витрати пестицидів слід визначити певні критерії етапів сезонного розвитку рослини-живителя, її шкідників і хвороб, які можна реєструвати хоча б за кілька днів до початку застосування засобів захисту [1]. Нині існують різні методи прогнозу з'явлення хвороб

сованими до уразливих фаз розвитку рослини-живителя, такий підхід дозволяє раціонально використовувати хімічні засоби захисту сільськогосподарських культур від багатьох збудників хвороб, шкідників та бур'янів і максимально зменшити пестицидне навантаження без зниження кількості та якості урожаю. Для своєчасного застосування засобів захисту і зменшення норми витрати пестицидів слід визначити певні критерії етапів сезонного розвитку рослини-живителя, її шкідників і хвороб, які можна реєструвати хоча б за кілька днів до початку застосування засобів захисту [1]. Нині існують різні методи прогнозу з'явлення хвороб



сільськогосподарських рослин. Вони пов'язані з урахуванням впливу екологічних факторів, біологічних особливостей збудників хвороб, агротехнічних заходів та інших чинників [2].

Оскільки пероноспороз є однією з найбільш шкідливих хвороб цибулі, своєчасне здійснення заходів захисту від нього залежить від точності прогнозу, тобто науково обґрунтованого передбачення інтенсивності ураження культури і поширення епіфітотійного процесу. Для виробничих насаджень насінників цибулі доцільно розробляти довгострокові та короткострокові прогнози. Прогнозування строків появи хвороби або її збудника для окремо взятого періоду в певному ареалі вирощування цибулі дає можливість передбачити спалах епіфітотій і провести відповідні заходи профілактики і захисту. Запізнення з їх застосуванням сприяє швидкому нагромадженню інфекції, а необґрунтовані багаторазові хімічні обробки підвищують собівартість продукції і забруднюють довкілля.

Довгостроковий прогноз складається на період від 2–3 місяців до 1 року. Наростання хвороби прогнозують на весну, до визначеної фази розвитку рослин, або на максимальне ураження їх протягом вегетаційного періоду [3].

Мета наших досліджень – розробка моделі довгострокового прогнозу розвитку пероноспорозу на насінниках цибулі ріпчастої. В основу її побудови було покладено визначення основних прогностичних показників, які істотно впливають на інтенсивність поширення і розвиток захворювання.

Матеріали та методи досліджень. Довгостроковий прогноз розвитку пероноспорозу розраховували на основі прогнозу К.М. Степанова [4], використовуючи багаторічну кореляцію між ураженням рослин (%) в період масового прояву хвороби і основними метеорологічними по-

казниками – середньомісячною температурою повітря і опадами. Збір метеорологічних показників і моніторинг розвитку захворювання проводили на насінниках цибулі ріпчастої сорту Носівська стригунівська, висаджених на полях Носівської СДС, яка за агрокліматичними і ґрунтовими умовами є типовою для північної частини Лісостепу України.

Поширення і розвиток несправжньої борошнистої роси визначали за загальноприйнятими у фітопатології методиками протягом одинадцяти років (2000–2010 рр.) [5–9]. У розрахунках використовували метеопказники за 2000–2009 рр.

Достовірність прогнозу оцінювали в межах чотирьох груп ураження рослин: слабе – вражено до 25 % листків і квітковосів; середнє – від 26 до 50 %; сильне – від 51 до 75 %; епіфітотійне – вражено більше 75 % листків і квітковосів. Статистичну обробку проводили за методикою [10].

Результати досліджень та їх обговорення. Фітомоніторинг насаджень цибулі протягом десяти років показав, що в зоні проведення досліджень епіфітотії пероноспорозу трапляються доволі часто. Принаймні, на сприйнятливому сорті Носівська стригунівська – чотири роки з десяти досліджуваних характеризувалися епіфітотійним розвитком несправжньої борошнистої роси, коли поширення хвороби перевищило 75 % (2001, 2003, 2004 і 2009 рр.), а втрати врожаю насіння досягли рівня 75–90 %; три – сильним розвитком захворювання, коли було уражено 50–75 % рослин і недобір врожаю становив 50–70 % (2002, 2007 і 2010 рр.). Середнє ураження хворобою спостерігалось у 2000, 2005 і 2006 рр., а недобір урожаю був у межах 40–45 %. При слабкому розвитку хвороби (2008 р.) її поширення не перевищувало 25, а недобір урожаю – 20 % (табл. 1).

Розвиток і поширення пероноспорозу, в першу чергу, залежить від агрометеоро-



Таблиця 1. Поширення пероноспорозу на насінниках цибулі ріпчастої в кінці вегетації

Рік	Кількість уражених рослин, %
2000	46,6
2001	87,2
2002	70,2
2003	75,1
2004	78,6
2005	42,5
2006	45,7
2007	54,2
2008	21,7
2009	76,3

логічних умов, особливо від температури повітря і наявності краплинної вологи, які регулюють стан спокою і проростання ооспор та інтенсивність конідіального спороношення протягом вегетаційного періоду. На прояв і поширення хвороби можуть впливати основні чинники погоди поточного і попереднього року. Тому

для прогнозу максимального прояву пероноспорозу в 2010 р. були використані основні прогностичні показники, які мають найбільший зв'язок з поширенням захворювання – середньомісячна температура та сума опадів квітня і вересня попереднього року і сума опадів січня поточного року. Їх сумарний індекс дав самий високий коефіцієнт кореляції з поширенням патогену $R = + 0,888$. Залежність між ураженням рослин збудником пероноспорозу (P) і окремими елементами погоди (X) (температурою і опадами попереднього та поточного року) показують індивідуальні коефіцієнти кореляції (r) (табл. 2).

Однак у природі на розвиток і поширення хвороби діє цілий комплекс погодних умов, взаємозв'язаних між собою. Тому наскільки тісний зв'язок між елементами погоди і поширенням хвороби показує сумарна дія окремих чинників, яка виражається єдиним індексом (E). Приклад розрахунку коефіцієнта кореляції (R) між сумарним індексом (E) і поширенням пероноспорозу (Y) показаний у табл. 3.

Таблиця 2. Розрахунок індивідуальних індексів погоди (e)

Рік	Сума опадів поточного року		Середня температура повітря попереднього року за				Сума опадів попереднього року за			
	січень $r = 0,35866$ $y = 15,629$		квітень $r = 0,290226$ $y = 2,177$		вересень $r = 0,719549$ $y = 2,608$		квітень $r = 0,708094$ $y = 17,117$		вересень $r = 0,848565$ $y = 45,202$	
	$e = \frac{x}{\sigma}$		$e = \frac{x}{\sigma}$		$e = \frac{x}{\sigma}$		$e = \frac{x}{\sigma}$		$e = \frac{x}{\sigma}$	
	X	E	X	e	X	e	X	e	X	e
2001	42,5	2,72	12,9	5,93	12,8	4,9	49,5	2,89	132,0	2,92
2002	29,0	1,86	11,7	5,37	13,8	5,3	38,5	2,25	51,5	1,14
2003	19,5	1,25	10,0	4,59	15,9	6,1	28,5	1,67	116,5	2,56
2004	69,5	4,45	6,3	2,89	15,6	6,0	29,0	1,69	54,5	1,29
2005	42,0	2,69	8,5	3,90	17,3	6,6	9,0	0,53	19,0	0,42
2006	28,0	1,79	9,0	4,13	14,7	5,6	42,0	2,45	12,5	0,28
2007	45,4	2,90	9,1	4,18	14,0	5,4	24,0	1,40	35,5	0,79
2008	20,0	1,28	7,9	3,63	18,3	7,02	8,5	0,50	10,0	0,22
2009	31,0	1,98	6,6	3,03	12,2	4,68	59,0	3,45	89,5	1,98



Таблиця 3. Розрахунок сумарного індекса погоди (E)

Рік	Індивідуальні індекси погоди (e)					Сума індивідуальних індексів $\sum e$	Сумарний індекс E $\frac{\sum e}{5}$
	1	2	3	4	5	1 + 2 + 3 + 4 + 5	
2001	2,72	5,93	4,91	2,89	2,92	19,37	3,87
2002	1,86	5,37	5,29	2,25	1,14	15,91	3,18
2003	1,25	4,59	6,10	1,67	2,56	16,17	3,23
2004	4,45	2,89	5,98	1,69	1,29	16,3	3,26
2005	2,69	3,90	6,63	0,53	0,42	14,17	2,83
2006	1,79	4,13	5,64	2,45	0,28	14,29	2,86
2007	2,90	4,18	5,37	1,40	0,79	14,64	2,93
2008	1,28	3,63	7,02	0,50	0,22	12,65	2,53
2009	1,98	3,03	4,68	3,45	1,98	15,12	3,02

$R = 0,88778$

Проведені розрахунки дозволяють скласти рівняння прямолінійної регресії, яке є формулою довгострокового прогнозу:

$$Y = -92,3376 + 49,7137 \times E,$$

де Y – розрахункове поширення хвороби;
 E – сумарний індекс погоди, який розраховується щорічно на основі метеорологічних показників;

92,3376 і 49,7137 – вільні коефіцієнти, розраховані на основі багаторічних даних.

Шляхом підставлення у формулу значення сумарного індексу вираховуємо прогнозоване поширення пероноспорозу за кожний досліджуваний рік. Порівняння розрахункового і фактичного ураження рослин за попередні 2001–2009 рр. (табл. 4) показує, що за 9 років прогноз справдився 5 разів.

Для прогнозу поширення хвороби в 2010 р. використовували прогностичні фак-

Таблиця 4. Фактичне і прогнозоване поширення пероноспорозу на насінневих рослинах цибулі ріпчастої (2001 – 2009 рр.)

Рік	Сумарний індекс E	49,71 $\times E$	Поширення хвороби				Відхилення прогноз. появи хвороби від факт., %
			у відсотках		по групах інтенсивності		
			прогнозоване	фактичне	прогнозоване	фактичне	
2001	3,87	192,4	100,0	87,2	епіфітот.	епіфітот.	-12,8
2002	3,18	158,1	65,8	70,2	сильне	сильне	4,4
2003	3,23	160,6	68,2	75,1	сильне	епіфітот.	6,2
2004	3,26	162,1	69,7	78,6	сильне	епіфітот.	8,9
2005	2,83	140,7	48,4	42,5	середнє	середнє	-5,9
2006	2,86	142,2	49,8	45,7	середнє	середнє	-4,1
2007	2,93	145,7	53,3	54,2	сильне	сильне	0,9
2008	2,53	125,8	33,4	21,7	середнє	слабке	-11,7
2009	3,02	150,1	57,8	76,3	сильне	епіфітот.	18,5
Середнє відхилення							$\pm 8,2$

Таблиця 5. Обробка вихідних даних для розрахунку сумарного індексу (E) при складанні прогнозу на 2010 р.

Прогностичні чинники погоди	Числовий вираз чинника (X)	Знаки коефіцієнта (r)	Середнє квадратичне відхилення (σ)	Індивідуальні індекси погоди (e)
Сума опадів за січень поточного року, мм	39,0	+	15,629	2,50
Середньомісячна температура квітня попереднього року, °C	12,1	+	2,177	5,56
Середньомісячна температура вересня попереднього року, °C	17,4	+	2,608	6,67
Сума опадів за квітень попереднього року, мм	0	+	17,117	0
Сума опадів за вересень попереднього року, мм	5,2	+	45,202	0,12

тори погоди: середньомісячну температуру і суму опадів квітня та вересня попереднього 2009 р., а також суму опадів за січень поточного 2010 р., на основі яких розраховували індивідуальні індекси (e) і сумарний індекс погоди (E). При цьому сумарний індекс дорівнює сумі індивідуальних індексів, поділений на їх кількість (табл. 5).

$$E = \frac{2,50 + 5,56 + 6,67 + 0 + 0,12}{5} = 2,97.$$

Підставивши числовий вираз сумарного індексу у формулу прогнозу, ми отримуємо: $Y = -92,3376 + 49,7137 \times 2,97 = 55,3$

Тобто, вже в лютому ми можемо передбачити, що на сприйнятливому до пероноспорозу сорті цибулі Стригунівська нівська на кінець вегетації культури поширення хвороби може досягти рівня $55,3 \pm 8,2\%$. Фактично кількість уражених рослин становила $48,2\%$, що на $7,1\%$ менше

прогнозованої. Різниця між показниками менша від середнього відхилення по роках, отже, прогноз повністю здійснився.

Висновки

1. За даними багаторічного моніторингу розроблено модель довгострокового прогнозу поширення пероноспорозу на насінниках цибулі для Лівобережного Лісостепу України, яка описується рівнянням $Y = -92,3376 + 49,7137 \times E$ з точністю $\pm 8,2\%$.

2. Визначено коефіцієнт кореляції сумарного індексу $R = 0,888$.

3. Виділено основні прогностичні показники, які прямо пропорційно впливають на інтенсивність поширення хвороби – середньомісячна температура та сума опадів квітня і вересня попереднього року та сума опадів за січень поточного року.

Література

1. Чумаков А.Е. Научные основы прогнозирования болезней растений: Обзорная информация. – М: ВНИИТЭИСХ, 1973. – 60 с.
2. Гентош Д. Глим,язний В. Довгострокове прогнозування кореневих гнилей гороху // Пропозиція. – 2010. – № 7. – С. 88–90.



3. Драховская М. Прогноз в защите растений: Пер. с чешского М. П. Умнова и К. И. Прошека. — М: Изд-во с.-х. литературы, 1962. — 352 с.
4. Терехов В.И., Афонин С.П. Математические методы в прогнозе болезней сельскохозяйственных культур: Обзорная информация. — М: ВНИИТЭИСХ, 1974. — 84 с.
5. Фитопатологическая оценка селекционного материала овощных культур: Методическое указание / Скляревская В. В., Тимченко В. Й., Дрокин М. Д. и др. — Харьков: УНИИОБ, 1990. — 36—44 с.
6. Методические указания по селекции луковых культур. — М.: ВНИИССОК, 1989. — 64 с.
7. Методическое указание по ускоренной оценке устойчивости овощных культур к болезням и расовой дифференциации их возбудителей. - Ленинград: ВАСХНИЛ, 1975. — 20 с.
8. Основи наукових досліджень в агрономії / Єщенко В. О., Копитко П. Г., Опришко В. П., Костогриз П. В. — К.: Дія, 2005. — 288 с.
9. Скляревская В. В. Принципы и методы оценки генофонда овощных культур на устойчивость против возбудителей болезней // Матер. междунар. науч. конф. "Оптимізація селекційного процесу на основі генетичних методів". - Харьков: ИОБ УААН, 1999. — С. 126—128.
10. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. — М.: Агропромиздат, 1985. — 350 с.

АННОТАЦІЯ

Горган Н.А., Горган М.Д. Модель довгосрочного прогноза розвитку і розповсюдження пероноспороза на семенниках лука репчатого для лівобережної лесостепі України // Біоресурси і природопольовання. — 2013. — 5, № 1–2. — С. 66–71.

По даним багаторічного моніторингу розроблено модель довгосрочного прогнозу розповсюдження пероноспороза на семенниках лука для Лівобережної Лесостепі України, котра описується рівнянням $Y = -92,3376 + 49,7137 \times E$ з точністю $\pm 8,2\%$. Виділено основні прогностическі показателі, прямо пропорціонально впливаючі на інтенсивність розповсюдження болізни — середньмісячна температура, сума опадков за апріль і септєбрь передьдущого года і сума опадков за янвєрь текучого года.

SUMMARY

N. Gorgan, M. Gorgan. The pattern of long-term projection of the defelopment and spreading of peronosporozis on onion seeds under conditions of Forest-Steppe of Ukraine // Biological Resources and Nature Management. — 2013. — 5, № 1–2. — P. 66–71.

The pattern of long-term projection of peronosporozis spreading on onion seeds under Forest-Steppe conditions of Ukraine according to the long-term monitoring has been developed. It is described by the equation $Y = -92,3376 + 49,7137 \times E$ with the accuracy $\pm 8,2\%$. The main projectional indicators: average monthly temperature, total precipitation in April and September of the preceding year and total precipitation in January of the current year influence in direct proportion to the disease intensity spreading have been defined.