

# ЗБУДНИК ФІТОФТОРОЗУ КАРТОПЛІ

## Внутрішньовидова мінливість популяції *Phytophthora infestans* в умовах Західного Лісостепу України

Встановлено расовий склад збудника фітофторозу картоплі в умовах Західного Лісостепу України та проаналізовано зміну расового складу популяцій і частоти генів вірулентності за роки досліджень.

**картопля, фітофтороз, збудник, популяція, ізолят, раса, ген вірулентності**

У природних умовах збудник фітофторозу *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary існує у вигляді популяції (суміші) фізіологічних рас та біотипів, що відрізняються одна від одної своїми паразитичними особливостями, вірулентністю, тривалістю інкубаційного періоду, ступенем спороношення і т.д. За здатністю уражувати рослини раси гриба поділяють на прості і складні [2]. Прості раси уражують рослини без *R*-генів або з малою їх кількістю (раси 1; 2; 3 та інші), складні діють на рослини з великою кількістю *R*-генів [6].

Сорт картоплі з *R*-генами чи їх комбінацією залишається стійким доти, поки не з'явиться комплементарна раса [2]. Загальна кількість *R*-генів, що зумовлюють стійкість до збудника фітофторозу, невідома [12]. До середини 1950-х рр. чотири окремих *R*-гени були визначені Black та ін.; сім інших були виявлені пізніше. На сьогодні відомо 16 окремих *R*-генів, що існують у *Solanum demissum* та *S. stoloniferum*, з них 11 уведено в *S. tuberosum*: *R1*, *R2*, *R3*, *R4*, *R5*, *R6*, *R7*, *R8*, *R9*, *R10*, *R11* [11]. Пізніше один новий основний ген стійкості до збудника фітофторозу виявлений у *S. berthaultii* і, можливо, інший єдиний ген у *S. bulbocastanum* Dunal subsp. *bulbocastanum* — *RB* та *Rpi-blb1*. Останній з перерахованих не був подоланим [9]. У 2004 р. встановлено, що *R3* локус у хромосомі 11 картоплі включає два функціонально відмінних *R*-гени — *R3a* та *R3b* [7].

Окремі *R*-гени на сьогодні не мають ніякого стійкого ефекту щодо рас *P. infestans*, які існують в європейських країнах. Складні раси домінують у багатьох країнах світу [9].

**Ю.С. ГОЛЯЧУК,**  
старший викладач,  
Львівський національний  
аграрний університет

**М.П. ЛІСОВИЙ,**  
академік НААН,  
Інститут захисту рослин НААН

Склад рас залежить від сортів картоплі, розповсюджених у даному районі. Так, чим більший фенотиповий набір сортів, тим різноманітніший і склад популяції патогена. Крім того, расовий склад збудника визначається й умовами вирощування сортів, насамперед погодними. У роки епіфітотії популяція *P. infestans* насичена різними расами у більшій мірі, ніж у роки депресії, і у зв'язку з цим погодні умови впливають на багаторічну динаміку рас [5].

Поява в Європі міцеліїв *P. infestans* з *A<sub>1</sub>* та *A<sub>2</sub>* типами сумісності зумовила статеve відтворення патогена, як один із шляхів розповсюдження і ускладнення його расового складу [8].

Н.І. Свєреда — автор останніх досліджень расового складу збудника фітофторозу картоплі в умовах Західного Лісостепу України, проведених у 1996 р., зазначає, що расовий склад *P. infestans* варіював за роками і протягом вегетаційного періоду, при цьому у популяції збудника були присутні як прості, так і складні раси [4].

Метою наших досліджень було встановлення внутрішньовидової мінливості популяції збудника фітофторозу картоплі та зміна його расового складу в умовах Західного Лісостепу України.

**Методики досліджень.** Для визначення расового складу збудника *P. infestans* вивчали ізоляти, відібрані в 2009—2010 рр. у м. Дубляни Жовківського району Львівської області, у с. Оброшино Пустомитівського району Львівської області і з приватних ділянок Володимир-Волинського району Волинської області.

В умовах 2009 р. виділено по 25 ізолятів із сортів картоплі Амінка, Ольвія і Ред Скарлетт Дублянської популяції, по 25 ізолятів із сортів картоплі Водограй, Маркіз і Червона рута Оброшинської популяції і по 25 ізолятів із сортів Белла роза, Водограй і Слов'янка Волинської популяції.

В 2010 р. вивчали по 75 ізолятів кожної з популяцій патогена. Ізоляти Дублянської популяції були відібрані із сортів картоплі Амінка, Воля і Фабула, з Оброшинської — Водограй, Чернігівська біла та Фінка, з Волинської — Белла роза, Луговська і Воля.

Для інокуляції листків використовували 4—5-денну культуру збудника, вирощену на поживному середовищі. З культури гриба у дистильованій воді готували суспензію з розрахунку 25—30 зооспорангіїв у полі зору мікроскопу при збільшенні  $\times 100$ . Суспензію зооспорангіїв поміщали у холодильник на 1—2 години за температури 10—12°C для виходу зооспор. За допомогою піпетки на нижню поверхню листків сортів-диференціаторів, розташованих на зволоженому фільтрувальному папері, наносили по дві краплини суспензії зооспор гриба. Інокулювали по два листки кожної рослини, один лист не інокулювали, залишали для контролю. Через добу після інокуляції краплини суспензії гриба струшували, а листки перевертали верхньою стороною. Заражені листки інкубували за оптимальної температури 19—21°C. Чашки Петрі зі зараженими листками ставили на освітленому місці, але так, щоб на них не потрапляли промені сонця.

На 6-й день проводили аналіз реакції листків сортів-диференціаторів на ураження ізолятами. Наявність спороношення гриба вказувало на позитивну реакцію, відсутність спороношення — на негативну. Оцінювали лише ті ізоляти, що дали рясне спороношення на листках сприйнятливого сорту без *R*-генів [3].

Отримані дані статистично обробляли за Б.О. Доспеховим [1].

**Результати досліджень.** В умовах 2009 р. у Західному Лісостепу України виявлено 150 складних рас *P. infestans* з середньою кількістю генів вірулентності 4,7. В усіх обстежених популяціях виявлено 4 спільних раси, а саме: 0.1.4.5.7, 0.1.5.9, 0.2.4.5.7.9 та 0.4.5.7.8. Проте з найбільшою частотою зустрічалися раси 0.2.5.7.9 та 0.2.4.7.8.9 — 2,7%. Частота інших рас була меншою і варіювала у межах 0,4—2,2%.

В умовах Західного Лісостепу України у 2010 р. у популяціях *P. infestans* з 225 ізолятів визначено 129 рас патогена. Середня кількість генів вірулентності у встановлених расах становила 5,3. Серед усіх визначених рас спільними для обстежених популяцій виявилися раси 0.1.4.5.7.8 та 0.4.5.7.8.9, частота яких становила 3,6 і 2,2%, відповідно. Раси 0.1.2.4.5.7.8.9, 0.1.4.5.6.7.8.9 та 0.1.5.7.8.9 зустрічалися з частотою 3,6—4%. Спільними генами вірулентності для рас, які мали найбільшу частоту, були V5, V7 та V8. Інші виявлені раси зустрічалися з частотою 0,4—2,7%.

За роки досліджень виявлено 44 спільних раси *P. infestans*, які зустрічалися як у 2009, так і у 2010 рр. (табл. 1). Збільшення частоти появи у 2010 р. порівняно із 2009 р. відмічалося у рас 0.1.2.4.5.7.8.10, 0.1.2.4.5.7.8.9.11, 0.1.2.4.7.8, 0.1.2.5.7.8.9, 0.1.4.5.6.7.8.9, 0.1.4.5.7, 0.1.4.5.8, 0.1.5.7.8.9, 0.2.4.5.7.8, 0.2.4.5.8, 0.4.5.7.8 та 0.4.5.7.8.9. При цьому частка рас 0.1.4.5.6.7.8.9 та 0.1.5.7.8.9 зросла з 0,4—0,9% у 2009 р. до 3,6—4,0% — у 2010 р. Збільшилася частка рас з 4—8-ма генами вірулентності у складі. Зменшення частки виявлено у рас 0.1.2.4.5.7.8, 0.1.2.4.5.8.9, 0.1.2.4.7.8.9, 0.1.3.4.5.7.8.9, 0.1.4.5.7.8.9, 0.1.4.7.8, 0.1.5.9, 0.2.3.5.7.8,

0.2.5.7, 0.2.5.7.8, 0.2.5.7.9, 0.2.5.8.9, 0.4.5.7.9, 0.4.5.7.8.9. При цьому раси, у яких спостерігалось зменшення частоти, склалися з 3—7-ми генів вірулентності. Частка інших виявлених спільних рас протягом років досліджень не змінилася.

Аналізуючи кількість рас у популяціях *P. infestans* протягом 2009—2010 рр. з різним вмістом генів вірулентності, можна сказати, що склад рас за кількістю факторів вірулентності відрізнявся за роками (рис.). Так, у популяціях збудника в 2009 р. найчастіше зустрічалися раси патогена, до складу яких входило 4—6 генів вірулентності. Частка таких рас становила від 20 до 28%, що в сумі становило 71% від загальної кількості виявлених рас. Меншою виявилася частка у популяціях рас, які містили 3 гени вірулентності (15%). Частка рас з 2-ма, 7-ма і 8-ма факторами вірулентності становила 1—9%, а рас, які містять 9 генів і більше, виявлено не було.

В умовах 2010 р. співвідношення рас за вмістом факторів вірулентності дещо змінилося. Так, збільшилася частка рас, що містили 7 генів вірулентності (20% у порівнянні із 9% у 2009 р.), натомість зменшилася частка рас з 2-ма, 3-ма і 6-ма генами — 4, 7 і 12% у порівнянні із 2, 15 і 20% у 2009 р., відповідно. Збільшилася частка рас з 8-ма і 9-ма генами вірулентності (до 2%). Найчастіше зустрічалися, як і в 2009 р., раси з 4—5-ма генами вірулентності.

Загалом, порівнюючи кількісний склад генів у виявлених расах популяцій *P. infestans* в умовах Західного Лісостепу України протягом 2009—2010 рр., можна говорити про підвищення вірулентності патогена шляхом збільшення частот рас з більшою кількістю генів вірулентності.

# 1. Расовий склад *Phytophthora infestans* в умовах Західного Лісостепу України в 2009—2010 рр.

№ п/п	Раса	Популяція	Частота, %	
			2009 рік	2010 рік
1	0.1.2.3.4.5.7.8.9.10	ДО	0,4	0,4
2	0.1.2.3.5.7.8.9	Д	0,4	0,4
3	0.1.2.4.5.7.8	ДО	1,8	0,9
4	0.1.2.4.5.7.8.10	ДО	0,4	1,3
5	0.1.2.4.5.7.8.11	ДО	0,4	0,4
6	0.1.2.4.5.7.8.9.11	ДО	0,4	0,9
7	0.1.2.4.5.8	О	0,9	0,9
8	0.1.2.4.5.8.9	ВД	1,8	0,4
9	0.1.2.4.7.8	ВО	0,4	0,9
10	0.1.2.4.7.8.9	ВД	0,9	0,4
11	0.1.2.4.8.9	О	0,4	0,4
12	0.1.2.5.7.8	ВО	0,4	0,4
13	0.1.2.5.7.8.9	ВО	0,4	1,3
14	0.1.2.5.7.9	ВД	0,4	0,4
15	0.1.3.4.5.7.8.9	ДО	1,8	0,4
16	0.1.3.4.5.7.9.11	Д	0,4	0,4
17	0.1.3.5.7.8.9	Д	0,4	0,4
18	0.1.4.5.6.7.8.9	ДО	0,9	4,0
19	0.1.4.5.7	ВДО	1,3	1,8
20	0.1.4.5.7.8.9	ДО	1,3	0,9
21	0.1.4.5.8	ВО	1,3	2,7
22	0.1.4.5.8.9	ВД	0,9	0,9
23	0.1.4.7.8	В	0,9	0,4
24	0.1.5.7	ВО	0,9	0,9
25	0.1.5.7.8.9	ДО	0,4	3,6
26	0.1.5.8.9	ДО	0,4	0,4
27	0.1.5.9	ВДО	1,3	0,4
28	0.2.3.4.5.8	ДО	0,4	0,4
29	0.2.3.5.7.8	В	0,9	0,4
30	0.2.3.5.7.9	ВО	0,4	0,4
31	0.2.4.5.7	В	1,3	1,3
32	0.2.4.5.7.8	ВДО	1,3	1,8
33	0.2.4.5.8	ВДО	0,4	2,2
34	0.2.4.7.9	ВД	0,4	0,4
35	0.2.5.7	ВО	0,9	0,4
36	0.2.5.7.8	ВДО	1,3	0,4
37	0.2.5.7.9	ВО	2,7	0,4
38	0.2.5.8.9	ВДО	1,8	0,9
39	0.3.4.5.8.9	ВД	0,4	0,4
40	0.4.5.7.8	ВДО	1,3	2,7
41	0.4.5.7.8.9	ВДО	0,4	2,2
42	0.4.5.7.9	ВДО	1,8	1,3
43	0.5.7.8.9	ДО	0,9	0,4
44	0.5.7.9	В	0,4	0,4

Примітка: В — Волинська популяція; Д — Дублянська популяція; О — Оброшинська популяція.

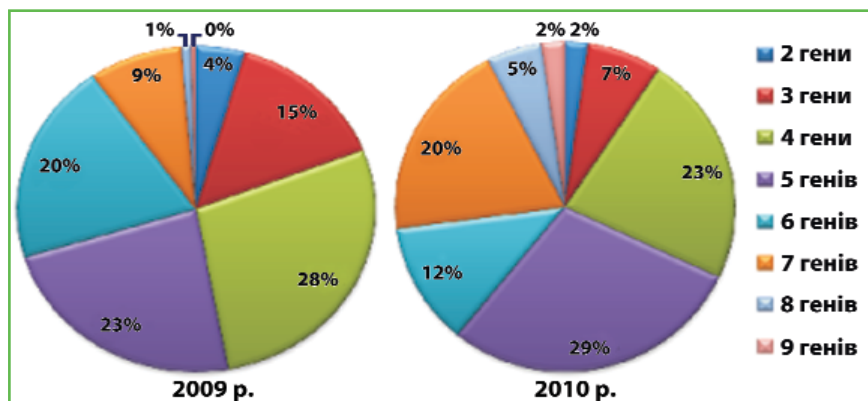


Рис. Частка рас у популяціях *Phytophthora infestans* з різною кількістю генів вірулентності в умовах Західного Лісостепу України в 2009—2010 рр.

2. Частота генів вірулентності *Phytophthora infestans* в умовах Західного Лісостепу України в 2009–2010 рр.

Ген вірулентності	Частота, % ( $p \pm sp$ )		Критерій Стюдента ( $t_{\alpha}$ )
	2009 р.	2010 р.	
V1	50,7 $\pm$ 3,3	60,9 $\pm$ 3,3	2,19*
V2	51,1 $\pm$ 3,3	47,1 $\pm$ 3,3	0,84
V3	24,0 $\pm$ 2,9	16,0 $\pm$ 2,4	2,13*
V4	56,4 $\pm$ 3,3	66,7 $\pm$ 3,1	2,26*
V5	73,3 $\pm$ 3,0	84,4 $\pm$ 2,4	2,91**
V6	13,3 $\pm$ 2,3	24,4 $\pm$ 2,9	3,05**
V7	66,2 $\pm$ 3,2	77,8 $\pm$ 2,8	2,77**
V8	59,1 $\pm$ 3,3	77,3 $\pm$ 2,8	4,23***
V9	59,1 $\pm$ 3,3	55,6 $\pm$ 3,3	0,75
V10	12,4 $\pm$ 2,2	12,4 $\pm$ 2,2	0
V11	4,9 $\pm$ 1,4	8,9 $\pm$ 1,9	1,68

Примітка: \* —  $p < 0,05$ ,  
\*\* —  $p < 0,01$ ,  
\*\*\* —  $p < 0,001$

Частоти генів вірулентності збудника фітофторозу картоплі у популяціях Західного Лісостепу України протягом 2009–2010 рр. наведено у таблиці 2.

В умовах 2009 р. у популяціях *P. infestans* у Західному Лісостепу України найбільшу частоту мав ген вірулентності V5 — у межах 70,3  $\pm$  76,3%. З дещо меншою частотою зустрічався ген V7 (63,0  $\pm$  69,4%). Найменша частота відмічалася у генів V6, V10 та V11 — 11,0  $\pm$  15,6%, 10,2  $\pm$  14,6% і 3,5  $\pm$  6,3%, відповідно. Інші гени зустрічалися з частотою, яка становила від 21,1 до 62,4%.

У 2010 р. у популяціях *P. infestans* у Західному Лісостепу України змінилися частоти всіх генів вірулентності, крім V2, V9, V10 та V11, у яких цей показник залишився на рівні 2009 р. Зросла частота у популяціях збудника фітофторозу картоплі генів вірулентності V1, V4, V5, V6,

V7 та V8. При цьому найбільша частота відмічалася у гена V5 — 82,0  $\pm$  86,8%. В умовах 2010 р. спостерігалася достовірне зменшення появи гена V3, частота якого знизилася на 8% і становила 13,6  $\pm$  18,4%.

## ВИСНОВКИ

За результатами досліджень в умовах Західного Лісостепу України у популяціях збудника *Phytophthora infestans* виявлено 150 складних рас у 2009 р. і 129 складних рас — у 2010 р. Середня кількість генів вірулентності у встановлених расах становила 4,71 і 5,32 відповідно. Расовий склад збудника відрізнявся за роками і якісно: встановлено збільшення частки складних рас у 2010 р., порівняно із 2009 р. Найбільш розповсюдженими в популяції були раси із 4–7-ма генами вірулентності. У популяціях не виявлено простих рас, які відмічалися попередніми дослідниками. Найбільшу частоту появи протягом років досліджень було відмічено для генів вірулентності V5, V7 та V8.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. — М.: Агропромиздат, 1985. — 350 с.
2. Картопля / В.А. Вітенко, В.С. Купенко, М.Ю. Власенко та ін.; за ред. В.А. Вітенка, В.С. Купенка, М.Ю. Власенка. — К.: Урожай, 1990. — 256 с.
3. Методические указания по изучению внутривидового разнообразия возбудителя фитофтороза и полевой устойчивости картофеля / сост. А.И. Чумакова, Г.И. Локтина, Е.Д. Коваленко и др. — М.: Колос, 1979. — 16 с.
4. Свереда Н.І. Шкодоцинисть та расовий склад *Phytophthora infestans* (Mont) de Bary / Н.І. Свереда // Захист рослин. — 2000. — № 2. — С. 27–28.
5. Федорова В.О. Раси збудника фітофторозу картоплі на Україні / В.О. Федорова, С.В. Лисенко, В.М. Лопатін // Захист рослин. — 1980. — № 27. — С. 65–73.
6. Частная коллекция полевых культур / Ю.Б. Коновалов, Л.И. Долгодворова, Л.В. Степанова и др.; под ред. Ю.Б. Коновалова. — М.: Агропромиздат, 1990. — 543 с.

7. An Accurate In Vitro Assay for High-Throughput Disease Testing of *Phytophthora infestans* in Potato / S. Huang, V.G.A.A. Vleeshouwers, R.G.F. Visser, E. Jacobsen // Plant Disease. — 2005. — Vol. 89. — № 12. — P. 1263–1267.

8. Characterization of Isolates of *Phytophthora infestans* from Southern and Southeastern Brazil from 1998 to 2000 / A. Reis, C.D. Smart, W.E. Fry et al. // Plant Disease. — 2003. — Vol. 87. — № 8. — P. 896–900.

9. Efficacy of the R2 resistance gene as a component for the durable management of potato late blight in France / F. Pilet, R. Pelté, D. Ellisecche, D. Andrivon // Plant Pathology. — 2005. — Vol. 54. — P. 723–732.

10. Potato Cultivars from the Mexican National Program: Sources and Durability of Resistance Against Late Blight / N.J. Grunwald, M.A. Cadena Hinojosa, O. Rubio Covarrubias et al. // Phytopathology. — 2002. — Vol. 92. — № 7. — P. 688–693.

11. The inheritance of virulence of *Phytophthora infestans* to potato / S.M. Al-Kherb, C. Fininsa, R.C. Shattock, D.S. Shaw // Plant Pathology. — 1995. — Vol. 44. — P. 552–562.

12. Trognitz B.R. Occurrence of the R1 allele conferring resistance to late blight in potato R-gene differentials and commercial cultivars / B.R. Trognitz, F.Ch. Trognitz // Plant Pathology. — 2007. — Vol. 56. — P. 150–155.

Лесовой М.П., Голячук Ю.С.

## Внутривидовая изменчивость популяции *Phytophthora infestans* в условиях Западной Лесостепи Украины

Установлен расовый состав возбудителя фитофтороза картофеля в условиях Западной Лесостепи Украины. Проанализировано изменение расового состава популяций и частоты генотипов вирулентности за годы исследований.

картофель, фитофтороз, возбудитель, популяция, изолят, раса, ген вирулентности

Lisovyi M., Holiachook Y.

## Intraspecific variability of population of *Phytophthora infestans* in conditions of the Western Forest-steppe of Ukraine

The races content of the potato late causal blight agent in the conditions of the western Forest-steppe zone of Ukraine is established. The Change of races content of populations and frequency of genes virulence for years of researches is analyzed.

potato, late blight, pathogen, population, isolate, race, gene of virulence

## ЗАСТОСУВАННЯ БІОСТИМУЛЯТОРІВ У СИСТЕМАХ ЗАХИСТУ ТОМАТІВ ТА КАРТОПЛІ ВІД ХВОРОБ

**Розробник** — Сергієнко Валентина Григорівна, старший науковий співробітник Інститут захисту рослин НААН  
**тел.:** (044) 257-11-24, **факс:** 257-21-85;  
**E-mail:** plant\_prot@ukr.net

Застосування біостимулятора імуноцитопіту в системах захисту картоплі й томатів від основних хвороб дає можливість зменшити норми витрати фунгіцидів порівняно із рекомендованими на 25%, пестицидне навантаження на агроєкосистему — на 20–60%. Додатковий урожай цих культур, як і за традиційних схем захисту (обробки посадок фунгіцидами за повних норм витрати), може бути на рівні 22–43%, але при цьому собівартість продукції зменшується на 21–29%, а якість її підвищується.