

8. Тэтэ Л.Г. Макроспориоз картофеля и разработка мер борьбы с ним в Полесье Украины: дис. ... канд. с.-х. наук / Л.Г. Тэтэ. – К., 1972. – 158 с.

9. Марютін Ф.М. Фітопатологія: навч. посіб. / Ф.М. Марютін, В.К. Пантелеєв, М.О. Білик. – Х.: Еспада, 2008. – 552 с.

10. Методичні рекомендації щодо проведення досліджень з картоплею / Ін-т картоплярства УААН; В.С. Куценко, А.А. Осипчук, А.А. Подгаєцький та ін. – Немішаєве, 2002. – 183 с.

УДК 632.4:635.21

Ю.С. ГОЛЯЧУК, кандидат біологічних наук

Львівський національний аграрний університет

ДЖЕРЕЛА ІНФЕКЦІЇ ФІТОФТОРОЗУ КАРТОПЛІ В УМОВАХ ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Виявлено ооспори збудника фітофторозу у рослинах картоплі. Найбільша кількість ооспор була у листках сорту Віра. У 2009 р. проведено лабораторні дослідження з використанням уражених у природних умовах збудником фітофторозу листків і стебел 12 сортів, а в 2010 р., крім листків, до досліді було залучено бульби 5 сортів картоплі. Установлено здатність ооспор патогену, що зимують у рослинних рештках, викликати ураження рослин картоплі під час наступного вегетаційного періоду в умовах Західного Лісостепу України.

Ключові слова: картопля, фітофтороз, збудник, ураження, ооспори, джерела інфекції, рослинні рештки

Фітофтороз – найпоширеніше захворювання в усіх регіонах вирощування картоплі. Збудником хвороби є нижчий гриб *Phytophthora infestans* (Mont) de Bary.

Патоген вирізняється вузькою філогенетичною спеціалізацією, і, крім картоплі, уражує томати, дещо слабше перець, баклажани та деякі інші рослини з родини пасльонових (*Solanaceae*) [1, 2].

Картоплярство. 2012. Вип. 41

© Ю.С. Голячук, 2012

Головним джерелом первинної інфекції *P. infestans* є уражені бульби, які використовують як насіннєвий матеріал, та хворі бульби і рослинні рештки, які залишилися в полі після збирання. При цьому гриб зимує у вигляді міцелію [3].

Повторне ураження здійснює спороношення гриба, яке вийшло на поверхню листка через продиhi у вигляді розгалужених зооспорангієносців із зооспорангіями на кінцях. Залежно від умов зооспорангії можуть проростати інфекційною гіфою, як конідії, або зооспорами (4–16 зооспор у одному зооспорангії).

Зарубіжними вченими встановлено, що спори цього гриба здатні виживати у воді, яка може утворюватися при зрошенні, або занадто вологих умов на поверхні ґрунту, від 14 до 21 днів. Це створює додаткову можливість розповсюдження збудника за допомогою коліс оброблювальної техніки [4].

Бульби більшою мірою уражуються під час їхнього збирання за безпосереднього контакту з хворим бадиллям, особливо за вологої погоди. Можливе ураження бульб за допомогою зооспор і зооспорангіїв, що змиваються з надземної частини рослин дощами у ґрунт і проникають до перидерми бульб. Зарубіжні автори цей спосіб ураження бульб вважають основним. До бульб інфекція проникає через вічка, сочевички та поранення перидерми. Для ураження бульб достатньо невеликої кількості інфекції – лише двох спорангіїв на 1 мл води [4, 5].

Ураження носить в основному місцевий (локальний) характер – плями з нальотом на нижньому боці листка. Однак збудник фітофторозу картоплі може розвиватися і за загальним (дифузним) типом, якщо грибниця збереглася в уражених бульбах [6].

Тривалість інкубаційного періоду – від 4 до 16 днів. Максимального розвитку фітофтороз набуває за сприятливих умов у другій половині вегетації [1, 6].

Можливе зберігання збудника у формі ооспор. Утворення ооспор у природі вперше було описано Niederhauser у 1956 р. у долині Толука і незалежно від цих досліджень було підтверджено в 1958 р. американськими вченими Gallegly та Galindo при дослідженні мексиканської популяції гриба. Вони встановили, що популяція містить штами збудника, які різняться між собою локусами схрещування – A_1 і A_2 . При контакті міцеліїв типу A_1 і A_2 штами взаємно впливають один на одного, у результаті чого один з них утворює переважно антеридії, інший – оогонії. Статевий процес між ними завершується формуванням великої кількості ооспор у зоні стику міцеліїв

[7, 8]. У Мексиці, де зустрічаються обидва типи міцелію (у співвідношенні 1:1), гриб утворює масу ооспор, які можуть зберігати життєздатність упродовж декількох років (до двох і більше) [9, 10]. Дослідники встановили, що усі європейські ізоляти гриба мають A_1 тип схрещування і тому стерильні. У Європі до недавнього часу у *P. infestans* зустрічався лише один тип міцелію (розвиває оогонії), тому тут у цього гриба статевий процес не спостерігався [7].

Наприкінці 70-х років минулого століття відбулася друга міграція збудника фітофторозу картоплі з місця їхнього походження – Мексики, що призвело до появи штамів з A_2 -типом спарювання (т. с.) у регіонах, де до того часу зустрічалися лише ізоляти з A_1 т. с. – у Європі, на Близькому Сході, в Азії та Південній Америці [11]. Унаслідок цього в 90-х роках проблема фітофторозу картоплі відновилася у США та Європі. Статевий розвиток патогену, зумовлений появою типу сумісності A_2 , був виявлений на території України у 1986 р. у Львівській області.

Багаточисленні дослідження вчених різних країн показали, що ооспори здатні виживати у природних умовах і зберігати свою життєздатність до 48 міс. (в умовах Нідерландів у піщаних ґрунтах) [3, 12–14]. Valskyte зі співавторами відмічають, що ооспори можуть виживати у ґрунті до 10 років [15]. Проте в умовах Великої Британії та Японії вченим не вдалося проростити ооспори через 10 міс. зберігання у польових умовах [13].

Дослідженнями було підтверджено, що нащадки ооспор здатні виживати у природних умовах без участі господаря, наприклад у ґрунті [3, 13]. Таким чином, утворення ооспор створює додаткові можливості для виживання збудника між вегетаційними періодами [13].

Метою досліджень є встановлення здатності ооспор, що утворюються у рослинах картоплі у природних умовах, здійснювати ураження рослин після перенесення несприятливих умов зимового періоду Західного Лісостепу України.

Методика досліджень. Пошук ооспор у листках картоплі, уражених фітофторозом, проводили за наступною методикою: листки кип'ятили в 96%-му спирті на водяній бані упродовж 2–3 хв до відходження хлорофілу, потім знебарвлювали у хлоровмісному засобі «Білизна» протягом 1 год і мікроскопували [16]. При цьому використовували сприйнятливі та порівняно стійкі сорти картоплі.

Листки, стебла або бульби картоплі різних сортів з різним ступенем стійкості, які мали ознаки ураження збудником фітофторозу, восени

поміщали у капронові мішечки. Рештки кожного сорту розміщували на трьох різних рівнях відносно ґрунту: закопували на глибину 20 см, другу частину цих решток залишали на поверхні ґрунту, а третю частину – на висоті 20 см над поверхнею ґрунту в польових умовах.

Улітку наступного року (червень) уміст мішечків піддавали впливу низької температури (-20°C) упродовж 24 год з метою усунення забруднення зооспорангіями та міцелієм *P. infestans*. Після розморожування рештки помістили у пластикову ємкість з прозорою кришкою та змішали з проточною водою. Після дводенного інкубування за 15°C і освітлення 16 год/день 4–6 листків сприйнятливої сорту Краса, вирощеного у теплиці, опустили на воду верхнім боком догори та інкубували 2 тижні. Ураження, що утворилися, підраховували, а ізоляти з них отримували шляхом розміщення уражених листків між шматочками бульб сорту Незабудка (5 днів за 17–19°C до утворення спороношення) [14, 17].

Дослід проводили на базі дослідного господарства Львівського національного аграрного університету (ЛНАУ).

Результати досліджень. У 2005–2009 рр. нами було виявлено ооспори у листках картоплі з ознаками ураження збудником фітофторозу, зібраними у різних місцях Західного Лісостепу України. Так, ооспори, діаметр яких коливався у межах 36,28–42,31 μm, були на листках сортів Бородянська рожева, Віра, Західна, Кобза, Невська, Пост-86, Султана та ін. Найбільшу кількість ооспор спостерігали у листках відносно стійкого сорту Віра (с. Оброшине Львівської області) – 25–30 ооспор на 1 поле зору (збільшення ×100).

Дослідженнями, проведеними в 2008–2010 рр., встановлено, що ооспори, які залишаються восени у рештках картоплі у ґрунті в польових умовах, здатні викликати ураження листків картоплі під час наступного вегетаційного періоду.

Восени 2008 р. для перезимівлі у польових умовах було закладено рослинні рештки 12 сортів картоплі, зібраних у різних місцях Західного Лісостепу України. З них 7 зразків відібрано у розсадниках ЛНАУ, 3 – із колекційного розсадника Волинського інституту агропромислового виробництва (ВІАПВ) і 2 – зі Старосамбірської сортодослідної станції. Рослинні рештки кожного сорту заклали на різних рівнях: на поверхні ґрунту, на глибині 20 см у ґрунті та на висоті 20 см над поверхнею ґрунту.

В червні 2009 р. у лабораторних умовах був закладений дослід щодо здатності ооспор, які перенесли умови зимового періоду, ви-

кликати зараження картоплі. На 3–4-й день у більшості варіантів з'явилися плями на листках, схожі з ознаками ураження *P. infestans*. На 10–15-й день після початку експерименту ознаки ураження хворобою було виявлено в усіх дослідних варіантах (табл. 1).

Для ідентифікації збудника листки з ознаками ураження було поміщено у чашки Петрі на шматочки бульб сприйнятливої сорту Незабудка. Через 7–10 днів на шматочках бульб з'явилися некротичні плями, характерні для ураження збудником фітофторозу на наступних сортах: Сантане, Червона рута, Бетіна, Віра, Дніпрянка, Пост-86, Санте. В інших варіантах некротичні плями з'явилися через 12–18 днів. Ознак ураження бульб збудником фітофторозу не було виявлено у варіантах із використанням решток сортів Ольвія (Ст. Самбір) та Султана (ЛНАУ). Ідентифікацію збудника проводили шляхом мікроскопування спорonoшення, яке утворилося на уражених бульбах. Наявність морфологічних структур *P. infestans* (міцелію і зооспорангіїв) було підтверджено в наступних варіантах (сортах): Воля (Ст. Самбір), Бетіна, Слава, Фабула, Дніпрянка, Віра, Пост-86 (ЛНАУ), Санте, Червона рута (ВІАПВ). При цьому здатними до ураження виявилися ооспори, що переносили зимові умови на різних рівнях закладання решток за відношенням до ґрунту.

Восени у 2009 р. був закладений аналогічний дослід. Проте, крім листків і стебел, до варіантів було включено уражені бульби п'яти сортів (Амінка, Водограй, Воля, Дніпрянка, Краса), відібрані з колекційного розсадника ЛНАУ. Слід зазначити, що як бульби з ооспорами у варіантах із сортами Воля та Дніпрянка було використано зразки, інфіковані від ооспор, що перезимували у попередньому досліді.

У червні 2010 р. було встановлено здатність ооспор викликати ураження листків картоплі після перенесення умов зимового періоду в природних умовах. На 4–5-й день після закладання дослідів на листках картоплі сорту Краса почали з'являтися плями, схожі з ознаками ураження збудником фітофторозу. Ураження фітофторозом було підтверджено у наступних зразках: Амінка (листки і бульби), Водограй (бульби), Воля (листки і бульби у ґрунті), Краса (листки і бульби). Не було виявлено морфологічних структур *P. infestans* у зразках з використанням листків сорту Водограй і листків та бульб сорту Дніпрянка. Із 30 варіантів, використаних у досліді, ураження *P. infestans* було підтверджено у 18 зразках, що становить 60% усіх досліджених варіантів (табл. 2).

Таблиця 1. Ураження листків сорту Краса ооспорами *P. infestans* (2009 р.)

Сорти картоплі, з яких узяті рештки	Розташування зразків	Кількість обстежених листків	Кількість уражених листків, шт. на загальну площу ураження, см ²				Морфологічні структури збудника
			через 4 дні	через 7 днів	через 10 днів	через 14 днів	
Бетіна (ЛНАУ)	На ґрунті	6	3/3,5	5/10,0	6/11,5	6/13,0	+
	У ґрунті	6	2/0,5	2/3,7	4/5,0	6/12,4	+
	Над ґрунтом	5	2/1,2	3/4,0	4/6,2	5/11,5	+
Віра (ЛНАУ)	На ґрунті	4	1/0,6	1/4,5	3/6,5	4/8,5	+
	У ґрунті	5	2/0,5	2/3,2	4/9,6	5/13,4	+
	Над ґрунтом	5	1/1,2	2/3,5	4/7,5	5/10,7	+
Воля (Ст. Самбір)	На ґрунті	4	–	–	2/1,0	4/7,5	+
	У ґрунті	5	–	3/1,0	4/2,0	5/4,5	+
	Над ґрунтом	5	–	2/0,7	4/3,7	5/7,2	+
Дніпрянка (ЛНАУ)	На ґрунті	5	2/0,3	2/4,1	4/6,2	5/10,0	+
	У ґрунті	6	3/0,7	4/7,5	6/10,4	6/12,0	+
	Над ґрунтом	5	1/0,2	2/3,5	5/4,7	5/10,2	+
Ольвія (Ст. Самбір)	На ґрунті	5	–	–	3/3,1	5/10,0	–
	У ґрунті	6	–	1/0,2	3/2,5	6/9,3	–
	Над ґрунтом	5	–	–	2/3,5	5/10,2	–
Пост-86 (ЛНАУ)	На ґрунті	4	2/1,0	4/10,0	4/12,3	4/15,1	+
	У ґрунті	3	2/0,2	3/3,3	3/6,8	3/10,5	+
	Над ґрунтом	4	2/0,7	3/5,6	4/8,6	4/11,5	+
Сантане (ЛНАУ)	На ґрунті	6	3/4,5	4/6,5	6/9,0	6/11,5	–
	У ґрунті	5	3/5,4	5/7,8	5/12,0	5/15,3	–
	Над ґрунтом	5	2/3,7	4/7,0	5/11,5	5/13,5	–
Санте (ВІАПВ)	На ґрунті	6	–	1/1,2	4/7,0	6/11,0	+
	У ґрунті	6	1/0,2	3/1,0	5/5,0	6/13,6	+
	Над ґрунтом	6	–	1/0,7	3/4,2	6/11,5	+
Слава (Ст. Самбір)	На ґрунті	6	–	1/0,5	3/3,0	6/10,5	+
	У ґрунті	6	–	4/11,2	5/12,5	6/13,5	+
	Над ґрунтом	6	1/0,2	2/2,5	4/5,8	6/12,6	+
Султана (ЛНАУ)	На ґрунті	5	–	1/0,5	3/3,3	5/14,3	–
	У ґрунті	6	1/0,5	2/4,5	5/9,2	6/13,7	–
	Над ґрунтом	6	–	2/1,4	4/3,5	6/12,5	–
Фабула (ЛНАУ)	На ґрунті	5	3/0,7	3/2,5	4/4,7	5/10,8	+
	У ґрунті	6	1/0,8	3/4,5	5/6,4	6/11,2	+
	Над ґрунтом	6	1/0,5	2/2,2	5/5,0	6/10,5	+
Червона рута (ВІАПВ)	На ґрунті	5	1/0,5	3/1,7	4/5,6	5/9,7	+
	У ґрунті	5	–	3/0,7	4/5,2	5/12,4	+
	Над ґрунтом	5	–	2/1,0	4/6,0	5/10,5	+
Контроль		6	–	–	*	*	–

*Мацерація листків на контролі; «+» – присутність морфологічних структур *P. infestans* при мікроскопуванні.

Таблиця 2. Ураження листків сорту Краса ооспорами *P. infestans* (2010 р.)

Сорт	Розташування зразків	Кількість обстежених листків, шт.	Поява ознак ураження через, дні	Морфологічні структури збудника
Амінка (листки)	На ґрунті	4	4	+
	У ґрунті	4	5	+
	Над ґрунтом	4	4	-
Амінка (бульби)	На ґрунті	5	7	+
	У ґрунті	5	4	+
	Над ґрунтом	5	5	+
Водограй (листки)	На ґрунті	4	10	-
	У ґрунті	5	8	-
	Над ґрунтом	4	7	-
Водограй (бульби)	На ґрунті	4	4	+
	У ґрунті	4	3	+
	Над ґрунтом	5	5	+
Воля (листки)	На ґрунті	4	4	+
	У ґрунті	4	5	+
	Над ґрунтом	4	4	+
Воля (бульби)	На ґрунті	5	6	-
	У ґрунті	5	4	+
	Над ґрунтом	4	5	-
Дніпрянка (листки)	На ґрунті	4	7	-
	У ґрунті	5	9	-
	Над ґрунтом	4	8	-
Дніпрянка (бульби)	На ґрунті	4	8	-
	У ґрунті	4	4	-
	Над ґрунтом	4	4	-
Краса (листки)	На ґрунті	5	4	+
	У ґрунті	5	5	+
	Над ґрунтом	4	4	+
Краса (бульби)	На ґрунті	5	4	+
	У ґрунті	4	5	+
	Над ґрунтом	4	5	+
Контроль		5	-	-

Примітка: «+» – присутність морфологічних структур *P. infestans* при мікроскопуванні.

Збереження життєздатності ооспор після перенесення умов зимового періоду в польових умовах спостерігалось у варіантах, закладених на різних рівнях за відношенням до ґрунту.

У результаті цього досліджу також встановлено, що нащадки ооспор, які перезимували у природних умовах, зберігають свої патогенні властивості та здатні до розмноження як безстатевим (утворення зооспорангіїв), так і статевим шляхом (утворення ооспор). При цьому новоутворені ооспори здатні зберігати життєздатність після перенесення несприятливих умов зимового періоду Західного Лісостепу України.

Висновки. 1. Установлено, що тільки за наявності обох типів спарювання у польових умовах збудник фітофторозу формує у рослинах картоплі (листяках, стеблах і бульбах) ооспори, які здатні переносити умови зимового періоду Західного Лісостепу України та здійснювати ураження рослин картоплі протягом періоду вегетації наступного року.

2. Додатковим джерелом інфекції фітофторозу картоплі в умовах Західного Лісостепу України, крім міцелію на насінневому матеріалі та купах вибракуваних бульб, є ооспори збудника, які зберігаються у рослинних рештках картоплі та насінневих бульбах.

1. *Болезни сельскохозяйственных культур*: в 3-х т. / под ред. В.Ф. Пересыпкина. – К.: Урожай, 1989. – Т. 2. – 248 с.

2. *Host-Pathogen Interactions Between Phytophthora infestans and the Solanaceous Hosts Calibrachoa × hybridus, Petunia × hybrida, and Nicotiana benthamiana* / M.C. Becktell, C.D. Smart, C.H. Haney, W.E. Fry // *Plant Disease*. – 2006. – Vol. 90, N 1. – P. 24–32.

3. *Zwankhuizen M.J.* Development of Potato Late Blight Epidemics: Disease Foci, Disease Gradients, and Infection Sources / M.J. Zwankhuizen, F. Govers, J. Zadoks // *Phytopathology*. – 1998. – Vol. 88, N 8. – P. 754–763.

4. *Porter L.D.* Survival of *Phytophthora infestans* in Surface Water / L. D. Porter, D. A. Johnson // *Phytopathology*. – 2004. – Vol. 94, N 4. – P. 380–387.

5. *Porter L.D.* Effects of Tuber Depth and Soil Moisture on Infection of Potato Tubers in Soil by *Phytophthora infestans* / L.D. Porter, N. Dasgupta, D.A. Johnson // *Plant Disease*. – 2005. – Vol. 89, N 2. – P. 146–152.

6. *Agrios G.N.* *Plant Pathology* / G.N. Agrios. – Academic Press, 1988. – 802 p.

7. *Баджурак О.В.* Фітофтороз томатів. Самофертильні ізоляти *Phytophthora infestans* (Mont) de Bary – збудника хвороби в країні / О.В. Баджурак // *Захист рослин*. – 2003. – № 1. – С. 17.

8. Gallegly M.E. Mating Types and Oospores of *Phytophthora infestans* in Nature in Mexico / M.E. Gallegly, J. Galindo // *Phytopathology*. – 1958. – Vol. 48, N 5. – P. 274–277.

9. Дмітрієва К.П. Ізоляти *Phytophthora infestans* (Mont) de Bary, які викликають нетиповий прояв фітофторозу картоплі / К.П. Дмітрієва, Н.Д. Коваль // *Картоплярство*. – К.: Урожай, 1992. – Вип. 23. – С. 77–80.

10. A second world-wide migration and population displacement of *Phytophthora infestans*? / L.J. Spielman, A. Drenth, L.C. Davidse [et al.] // *Plant Pathology*. – 1991. – Vol. 40. – P. 422–430.

11. Goodwin S.B. Origin of the A₂ Mating Type of *Phytophthora infestans* Outside Mexico / S.B. Goodwin, A. Drenth // *Phytopathology*. – 1997. – Vol. 87, N 10. – P. 992–999.

12. Lehtinen A. Oospores of *Phytophthora infestans* in soil provide an important new source of primary inoculum in Finland / A. Lehtinen, A. Hannukkala // *Agricultural and Food Science*. – 2004. – Vol. 13. – P. 399–410.

13. Oospore Survival and Pathogenicity of Single Oospore Recombinant Progeny from a Cross Involving US-17 and US-8 Genotypes of *Phytophthora infestans* / H. Mayton, C.D. Smart, B.C. Moravec [et al.] // *Plant Disease*. – 2000. – Vol. 84, N 11. – P. 1190–1196.

14. Pittis J. E. Viability, germination and infection potential of oospores of *Phytophthora infestans* / J.E. Pittis, R.C. Shattock // *Plant Pathology*. – 1994. – Vol. 43. – P. 387–396.

15. Monitoring of early attacks of late blight in Lithuania / A. Valskyte, K. Tamošiūnas, J. Gošovskiene, T. Cesevičius // *Agronomy Research*. – 2003. – N 1. – P. 105–111.

16. Популяції *Phytophthora infestans* на Северном Кавказе / Ф.Х. Аматаханова, Ю.Т. Дьяков, Я.В. Петрунина [и др.] // *Микология и фитопатология*. – 2004. – Т. 38, вып. 3. – С. 71–78.

17. Rubin E. *Phytophthora infestans* Produces Oospores in Fruits and Seeds of Tomato / E. Rubin, A. Baider, Y. Cohen // *Phytopathology*. – 2001. – Vol. 91, N 11. – P. 1074–1080.