

**НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Баджурак Олена Вячеславівна

УДК:635.5+634.1

**БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ПОПУЛЯЦІЇ *PHYTOPHTHORA INFESTANS* (MONT.) DE BARY  
ПРИ ПАРАЗИТИЗМІ НА ТОМАТАХ У ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ**

06.01.11-фітопатологія

**АВТОРЕФЕРАТ**

дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата біологічних наук

КИЇВ – 2004

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Інституті захисту рослин УААН

**Науковий керівник** – доктор біологічних наук, академік УААН

**Лісовал Михайло Павлович**, Інститут захисту рослин, завідувач лабораторії імунітету сільськогосподарських рослин до хвороб

**Офіційні опоненти:** доктор біологічних наук, професор

**Слюсаренко Олександр Миколайович**,  
Одеський національний університет ім.І.Мечнікова,  
професор кафедри ботаніки

кандидат біологічних наук

**Ковбасенко Василь Михайлович**,  
Київський науково-дослідний центр Інституту овочівництва і баштанництва УААН, завідувач відділу мікології та захисту рослин

**Провідна установа** – Інститут мікробіології і вірусології ім.Д.К.Заболотного, відділ фізіології та систематики міксоміцетів, НАН України, м.Київ

Захист відбудеться “26” листопада 2004 року о 10 годині на засіданні спеціалізованої ради Д 26.004.02 у Національному аграрному університеті за адресою: 03041, м. Київ, вул. Героїв оборони, 15, навчальний корпус №3, аудиторія 65

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Національного аграрного університету за адресою: 03041, м. Київ, вул. Героїв оборони, 13, навчальний корпус №4, кімната 41

Автореферат розісланий “21” жовтня 2004 р.

Вчений секретар

спеціалізованої вченої ради

Мороз М.С.

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Ефективний захист томатів від фітофторозу не можливий без впровадження у виробництво стійких сортів. Але для створення таких сортів необхідно знати структуру популяції збудника хвороби, шляхи його відновлення та особливості взаємодії з рослиною-живителем. Тому вивчення вірулентності популяції, її статеві структури, дослідження можливих шляхів відновлення та підбір ефективних джерел стійкості є важливим етапом в селекції на імунітет, що підтверджує актуальність вибраного напрямку.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Робота проводилась у 2001-2003 рр. в межах наукової програми 01.01 "Розробити теоретичні основи формування патогенності популяцій збудників основних хвороб та їх взаємодію із стійкістю рослин для обґрунтування селекції на імунітет". Номер державної реєстрації 0101V003709. Дослідження виконувались на базі Інституту захисту рослин УААН.

**Мета роботи.** Вивчення основних закономірностей взаємодії томатів та збудника фітофторозу в Україні, а також визначення перспективних за ознакою стійкості до хвороби сортів томатів. Для досягнення поставленої мети виконувались наступні завдання:

- встановити співвідношення типів схрещування (т.с.) у популяції збудника;
- визначити расовий склад популяції *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary;
- провести пошук ооспор у природних умовах;
- визначити здатність ізолятів *P. infestans* утворювати ооспори у лабораторних умовах та вивчити закономірності їх утворення на різних рослинах-живителях;
- провести оцінку стійкості до *P. infestans* перспективних сортів томатів;
- перевірити ряд хімічних речовин на їх здатність стимулювати проростання ооспор.

**Об'єкт та предмет досліджень.** Об'єктом досліджень був характер взаємодії томатів та збудника фітофторозу в Лісостепу України. Предметом досліджень були перспективні сорти томатів та популяція *P. infestans*.

**Методи досліджень.** Лабораторні аналізи структури популяції *P. infestans* та кількісне визначення ооспор і конідій в ураженому листі рослин; характеристика стійкості листя та плодів перспективних сортів томатів до фітопатогену.

**Наукова новизна та практична цінність роботи.** Вперше були проаналізовані зміни, які відбулися у вірулентності, рівні спеціалізації за рослиною-живителем та статевій структурі популяції збудника після потрапляння в Україну А<sub>2</sub> т.с. Так, визначено, що за вірулентністю на томатах ці зміни полягають у ранній появі та домінуванні високовірулентної та спеціалізованої до рослини-живителя раси Т<sub>1</sub>. За вірулентністю на картоплі вони проявилися у високому поліморфізмі расового складу збудника.

Виявлено, що після потрапляння в Україну  $A_2$  т.с. популяція збудника еволюціонує у бік утворення двох спеціалізованих форм - "картопляної" та "томатної".

Встановлено, що статева структура популяції збудника зазнала змін, які полягають у її переході до самофертильності.

Визначено, що сорти Ласунчик, Вікторія, Іринка мають високу стійкість плодів. Вони можуть бути використані в селекції томатів на стійкість до хвороби.

Вперше в Україні продемонстрована здатність ооспор *P. infestans* проростати під дією 1% розчину  $KMnO_4$ , що вказує на їх можливу участь у ранньому відновленні інфекції в умовах України.

**Апробація роботи.** Матеріали дисертації були репрезентовані на науково-практичній конференції, присвяченій 55-річчю Інституту овочівництва і баштанництва (Харківський р-н, п/в Селекційне, листопад 2001 р.); на 1-й Всеросійській конференції з імунітету рослин до хвороб та шкідників, присвяченій 300-річчю Санкт-Петербурга (м. Санкт-Петербург, 1-7 липня 2002 р.); на науково-практичній конференції "Прийоми підвищення родючості ґрунтів, ефективності добрив та засобів захисту рослин" (Республіка Білорусь, м. Горки, травень 2003 р.); на міжнародній конференції молодих вчених "Сучасні проблеми генетики, біотехнології і селекції рослин" (м. Харків, 19-23 травня 2003 р.).

**Публікації.** За матеріалами дисертаційної роботи опубліковано 8 друкованих праць, у тому числі: 3 статті у фахових виданнях, 5 статей і тез доповідей за матеріалами конференцій.

**Обсяг та структура роботи.** Дисертаційна робота викладена на 130 сторінках машинописного тексту, складається із вступу, 6 розділів, висновків та 3 додатків. Робота ілюстрована 21 таблицею, 32 рисунками. Список використаних джерел літератури налічує 147 найменувань, з яких 62 на іноземній мові.

## ЗМІСТ РОБОТИ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

У огляді літератури, який складається з чотирьох підрозділів, висвітлюються питання, що торкаються особливостей біології та шкодочинності збудника. Подається інформація про особливості його взаємодії з кожною з рослин-живителів. Розкривається сутність змін, які відбулися у структурі популяції збудника після занесення на територію Європи  $A_2$  т.с. Аналізується можлива роль ооспор у відтворенні інфекції.

За даними літератури після міграції з Мексики штамів збудника з  $A_2$  т.с. відбувається підвищення вірулентності та агресивності його популяції; у різних регіонах світу як на картоплі, так і на томатах спостерігається раннє поновлення інфекції.

На основі аналізу літератури показано актуальність дисертаційної роботи та визначено доцільність проведених досліджень, спрямованих на аналіз змін, які відбулись у популяції збудника після появи у ній  $A_2$  т.с.

## УМОВИ ТА МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження виконувались у 2001-2003 рр. на Луцькій держсорт-випробувальній ділянці (Волинська область, Луцький район, с. Маяки). У 2003 р. для проведення досліджень залучили приватну ділянку у м. Черкаси. Погодні умови вегетаційних сезонів сприяли розвитку і поширенню хвороби у посадках томатів.

Об'єктом досліджень була взаємодія популяції *P. infestans* та перспективних сортів томатів.

Вивчення взаємодії рослин томатів та популяції патогену включало встановлення його вірулентності на "картопляному" і "томатному" тест-наборах. Вірулентність популяції фітопатогена на томатах визначали на наборі сортів Ottawa 30, Ottawa 31, Phillipine 2, Талаліхін, раси ідентифікували згідно ключа Н.А. Дорожкіна (1976). Вірулентність популяції на картоплі вивчали на наборі моногенних ліній дикорослої *Solanum tuberosum* L. з генами стійкості R1-R11.

З метою вивчення статевої стадії збудника встановлювали статеву структуру його популяції, у листі різних рослин-живителів визначали кількість ооспор та конідій, пророщували ооспори за допомогою речовин-стимуляторів. Вивчення статевої структури популяції проводили за модифікованою методикою ВАСГНІЛ (1990). Для визначення кількості ооспор у листі картоплі і томатів користувались модифікованою методикою Н.А. Дорожкіна (1976). Пророщування ооспор здійснювали за модифікованими методиками ВАСГНІЛ (1990) та Анн і Ко (1988).

Стійкість перспективних сортів томатів визначали на високому природньому фоні. Ступінь ураження листя сортів класифікували по групах стійкості за 5-ти бальною імунологічною шкалою, плодів - за 4-х бальною.

Статистичну обробку даних проводили згідно з методиками І.Б. Доспехова (1987), Л. Закса (1970), С.В. Серебровського (1970), Л.А. Животовського (1984, 1991) при допомозі комп'ютерних програм Exel, Agro, Statistica.

## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

### Взаємодія збудника фітофторозу з перспективними сортами томатів

Впровадження стійких сортів є обов'язковою складовою системи заходів захисту томатів від фітофторозу. З метою виявлення перспективних джерел стійкості до хвороби нами визначалась здатність збудника уражувати листя та плоди різних сортів томатів.

Так, у 2001-2003 рр. на Луцькій ДСВД була проведена оцінка стійкості до хвороби на перспективних сортах томатів. Результати подані у таблицях 1 і 2.

Необхідно зазначити, що оцінку проводили на високому природному фоні хвороби, про що свідчить високий бал ураження листя сортів Прикарпатський та плодів сорту Гелена (табл. 1 і 2). За результатами оцінки стійкості листя виділили лише середньостійкі та сприйнятливі сорти. До групи середньостійких увійшли сорти Шедевр 2, Альєта, Тесті F1, Толстой, Чигиринський F1, Червона гіга, Іринка.

Оцінку стійкості плодів проводили у 2002-2003 рр. Розвиток хвороби на плодах досліджуваних сортів залежав від групи стиглості сорту та строків початку розвитку хвороби. Усі оцінювані сорти належали до групи середньостиглих і формували врожай до середини серпня. Тому при пізніх строках початку розвитку хвороби у 2003 р. (друга декада серпня) більшість плодів уникла ураження збудником. За даними оцінки, проведеної у 2002 р., середньою стійкістю характеризувались плоди сортів Прикарпатський, Водограй, Карась, Доля, Попільнянський, Весняний, Зоряний, Комета, Красунчик, Золоте серце, Мить, Скіф. Їх середнє ураження коливалось від 1,0 до 2,0 балів.

Таблиця 1 - Стійкість сортів томатів до *Phytophthora infestans* за результатами оцінки ураженості листя (2001-2003 рр.)

Група стійкості	Назва сорту	Середнє ураження сорту, бал
Високостійкі	-	-
Середньостійкі	Шедевр 2	2,3
	Толстой	2,4
	Альєта	2,4
	Тесті F1	2,6
	Чигиринський F1	2,7
	Червона гіга	2,8
	Іринка	2,9
		НІР <sub>05</sub> =0,18
Сприйнятливі	Прикарпатський	5,0

Таблиця 2 - Стійкість сортів томатів до *Phytophthora infestans* за результатами оцінки ураженості плодів (2002 р.)

Група стійкості	Назва сорту	Середнє ураження сорту, бал
Високостійкі	Ласунчик	0,7
	Вікторія	0,8
	Іринка	1,0
		НІР <sub>05</sub> =0,20
Середньостійкі	Прикарпатський	1,2
	Водограй	1,2
	Карась	1,2
	Доля	1,4
	Попільнянський	1,4
	Весняний	1,5
	Комета	1,6
	Красунчик	1,9
	Зоряний	2,0
	Золоте серце	2,0
	Мить	2,0
	Скіф	2,0
		НІР <sub>05</sub> =0,17
Сприйнятливі	Гелена	3,0

Високою стійкістю плодів характеризувались сорти Ласунчик, Вікторія, Іринка, середнє ураження яких не перевищувало 1 бал. Їх можна використовувати як джерела стійкості в селекції на імунітет.

### **Фізіологічна спеціалізація „томатної” популяції *Phytophthora infestans***

Збудник *Phytophthora infestans* здатний уражувати картоплю і томати, мігруючи з однієї культури на іншу. На кожній з рослин-живителів він характеризується фізіологічною спеціалізацією, яка забезпечує ураження рослини з певним генотипом. Ми досліджували фізіологічну спеціалізацію на картоплі і томатах для популяції *P. infestans*, що була зібрана з перспективних сортів томатів Луцької ДСВД та на приватній ділянці у м. Черкаси.

Вивчення спеціалізації збудника на помідорах дозволило виявити дві раси -  $T_0$  та  $T_1$  (табл. 3). Як видно з представленої таблиці, впродовж всього періоду досліджень на Луцькій ДСВД та у 2003 р. у м. Черкаси у посадках помідорів домінувала раса  $T_1$ , забезпечуючи високий розвиток і значне поширення хвороби.

Таблиця 3 - Співвідношення  $T_0$  та  $T_1$  рас у популяціях *P. infestans* з Луцької ДСВД (2001-2003 рр.) та м. Черкаси (2003 р.)

Місце, рік	Загальна кількість досліджуваних ізолятів	$T_0$ , %	$T_1$ , %
Луцька ДСВД, 2001	11	0	100
Луцька ДСВД, 2002	26	34	66
Луцька ДСВД, 2003	119	1,6	98,4
Черкаси, 2003	20	0	100

$T_0$  раса була виявлена у досить великій кількості лише у 2002 р. на Луцькій ДСВД. За даними літератури (Ю.Т. Дьяков, А. Ащайє, В.М. Вайнштейн, 1975; Ю.Т.Дьяков, А.В. Долгова, Н.И. Рибаківа, 1994) раса  $T_1$  є спеціалізованою помідорною расою, тому можна вважати, що протестована нами популяція є високоспеціалізованою до помідорів та здатна уражувати усі комерційні і перспективні сорти рослини-живителя.

Визначення расового складу волинської популяції збудника на картопляному тест-наборі дозволило виявити 49 рас *P. infestans* (рис. 1) з яких тільки три (0.3, 0.2.3, 0.1.2.3.7) зустрічались два роки поспіль. Виявлений поліморфізм расового складу може свідчити про інтенсивні формотворні процеси в популяції збудника, внаслідок яких гени вірулентності кожного разу з'єднувались у нові комбінації. Ці процеси могли спричинити різні фактори, один з яких - участь ооспор у відновленні інфекції.

Визначення у расах гриба генів вірулентності за "картопляним" тест-набором та обрахування їх частот дозволило встановити наявність або відсутність зв'язку між трьома вибірками популяції збудника, зроблених у різні роки на Луцькій ДСВД. Порівняння провели за графічним методом Серебровського (рис. 2).

Рис. 1. Расовий склад популяції *Phytophthora infestans* на Луцькій ДСВД

(А – 2001р., Б – 2002 р., В – 2003 р.)



За восьми векторами були відкладені частоти визначення генів вірулентності 1, 3, 7, 2, 4, 6, 8 і 10. З рисунку 4 видно, що можливу схожість між трьома взятими вибірками обумовлює зона, розташована між векторами 1, 3, 7.

Ця зона з невеликими відмінностями залишається сталою на трьох графіках, а зазначені гени вірулентності зустрічаються з досить високою частотою впродовж усього періоду досліджень.

Рис. 2. Конфігурація популяції *Phytophthora infestans* за частотою визначення генів вірулентності, Луцька ДСВД (А – 2001 р., Б – 2002 р., В – 2003 р.)

За іншими векторами контур графіків залежно від року досліджень змінюється. Однак частоти визначення генів вірулентності, відкладених за цими векторами, були невисокими і їх вплив на відмінності між популяціями міг бути незначним.

Тому для визначення ступеня відмінностей між взятими вибірками додатково використали математичний метод середньої квадратичної різниці, запропонований Серебровським. Величина, обчислена за цим методом, лежить у проміжку від 0 до 1. При цьому 0 означає повну схожість, 1 - максимально можливу відмінність. Згідно із зробленими за цим методом обчисленнями, відмінність між вибірками 2001-2002 рр. становила 0,14, між вибірками 2002 і 2003 рр. - 0,083, 2001 і 2003 рр. - 0,087. Обчислені величини вказують на незначну різницю між вибірками, зробленими в різні роки. Отриманий результат дає підстави для думки про те, що за ознакою вірулентності на картоплі збудник здатний зберігати стабільність популяції на певній території.

На нашу думку, це може бути обумовлене декількома причинами. По-перше, незначним варіюванням у генотипах стійкості картоплі. Захищеність вирощуваних сортів картоплі однаковим набором генів стійкості могла бути причиною незначних змін вірулентності збудника. По-друге, наявністю сталого джерела відновлення збудника на цій території. Збереження певної стабільності частот визначення генів вірулентності фітопатогену не могло б бути досягнуто без щорічного відновлення популяції з одного й того ж джерела. В ролі такого джерела могли виступити уражені бульби картоплі.

За ознакою вірулентності на картоплі у 2003 р. була досліджена популяція з м.Черкаси. Використовуючи частоти визначення генів вірулентності з Черкаської та Волинської областей за 2003 р. було проведено порівняння двох вибірок за графічним методом Серебровського (рис. 3 і 4).

Рис. 3. Конфігурація популяції *Phytophthora infestans* за частотою визначення генів вірулентності (Луцька ДСВД, 2003 р.)

Порівняння вибірок показало, що популяції об'єднує зона, розташована між векторами 1-4. Найбільшу відмінність між популяціями обумовлює частота визначення гена 10, який у Черкаській області виявляли значно частіше, ніж на Волині.

Порівняння двох вибірок за графічним методом Серебровського дозволило висунути припущення про те, що вони є складовими частинами однієї популяції. Для підтвердження або скасування цього припущення застосували математичний критерій  $\chi^2$  Брандта-Снедекора.

Рис. 4. Конфігурація популяції *Phytophthora infestans* за частотою визначення генів вірулентності (м. Черкаси, 2003 р.)

Він дозволяє встановити належність досліджуваних вибірок до однієї генеральної сукупності. Проведені обрахунки величини  $\chi^2$  показали, що різниця між популяціями не вірогідна (Л. Закс, 1970). Це свідчить про їх належність до однієї генеральної сукупності.

Приналежність досліджених вибірок до однієї генеральної сукупності та значна географічна віддаленість територій дає підстави для думки про міграцію збудника на території України у 2003 р. Але питання джерел та шляхів цієї міграції вимагають подальших досліджень.

**Значення статевого розмноження гриба для різних рослин-живителів та відтворення інфекції**

Як відомо, у життєвому циклі гриб *P. infestans* має стадії нестатевого та статевого розмноження. Остання з'явилась на території Європи порівняно недавно – у 80-і рр. XX ст. – тому її значення для кожної з рослин-живителів та роль у відтворенні інфекції навесні остаточно не з'ясована. Нашою метою було дослідження статевої структури популяції збудника, з'ясування її значення для картоплі і томатів та встановлення ролі ооспор гриба у відтворенні інфекції.

З метою вивчення статевої структури популяції у ізолятів гриба визначали тип схрещування. В результаті досліджень була встановлена належність усіх ізолятів до  $A_1A_2$  типу схрещування. Іншими словами усі вони виявились самофертильними. Характерною їх особливістю було утворення ооспор як у чистій культурі, так і у тканинах рослин-живителів. Для цього ізоляти гриба не потребували присутності будь-якого іншого типу схрещування. Виходячи з даних літератури (Ю.В.Воробйова, Е.В. Морозова, В.В. Гріднев, 1994) можна припустити, що самофертильність ізолятів дослідженої популяції стала результатом широкого поширення  $A_2$  т.с. на Україні.

Зміна статевої структури популяції збудника в бік превалювання в ній самофертильних ізолятів має для томатів більше значення, ніж для картоплі. Це пояснюється тим, що завдяки проходженню на томатах повного життєвого циклу, збудник отримує можливість поглиблювати спеціалізацію за рослиною-живителем. Одним з проявів спеціалізації ізолятів *P. infestans* може бути, зокрема, характер взаємозв'язку конідіального спороношення та ооспороутворення. Ступінь їх взаємовпливу може вказувати на значення кожного для паразитування на картоплі чи томатах. З цією метою ми визначали кількість ооспор та конідій на ураженому листі рослин-живителів у лабораторних умовах.

Було встановлено, що кількість ооспор у листі томатів варіювала від 0 до 66 ооспор/мм<sup>2</sup>, у листі картоплі - від 0 до 308 ооспор/мм<sup>2</sup>. Величина конідіального спороношення на томатах коливалась від 39 до 771 конід/мм<sup>2</sup>, на картоплі - від 21 до 955 конід/мм<sup>2</sup>.

Між конідіальним спороношенням та ооспороутворенням на кожній з рослин-живителів встановлювали кореляційні залежності (рис. 4 і 5).

Рис. 4. Кореляційна залежність між кількістю конідій (VAR2) та ооспор (VAR1) у листі томату (лабораторний дослід, сорт Талаліхін)

Рис. 5. Кореляційна залежність між кількістю конідій (VAR3) та ооспор (NEWVAR) у листі картоплі (лабораторний дослід, сорт Незабудка)

Коефіцієнт кореляції 0,4 між конідиальним спороношенням та утворенням ооспор на листі томатів (рис. 4) указує на певний зв'язок між цими величинами. Можна припустити, що інтенсивне утворення конідій на листі томатів не пригнічує утворення ооспор. На листі картоплі між взятими величинами зв'язок був відсутній (рис. 5). Однак було помічено, що зворотня залежність між ними дещо посилюється у ізолятів, які дають інтенсивне конідиальне спороношення. Так, для групи ізолятів, конідиальне спороношення яких було більшим ніж  $200 \text{ конід/мм}^2$ , коефіцієнт кореляції становив  $-0,17$ . Це дає можливість припустити, що на картоплі існує незначна тенденція до пригнічення утворення ооспор рясним конідиальним спороношенням.

Отже, за результатами наших досліджень характер впливу величин конідиального спороношення на ооспороутворення дещо відрізняється в залежності від рослини-живителя. Ця різниця може бути пояснена протіканням процесів мікроеволюції в бік утворення на томатах популяції збудника, що здатна проходити на цій рослині-живителі повний життєвий цикл,

незалежно від картоплі. З цієї точки зору відсутність пригнічення ооспороутворення конідіальним спороношенням на томатах має сприяти утворенню значної кількості ооспор, які навесні зможуть відновити інфекцію на рослині-живителі.

Здатність збудника утворювати ооспори в лабораторних умовах поставила питання про те, наскільки ця здатність реалізується популяцією у природних умовах. Отримані дані представлені у табл. 5 і 6.

Таблиця 5 - Кількість ооспор *P. infestans* на 1 мм<sup>2</sup> поверхні листя у сортах томатів Луцької ДСВД, 2002 р.

№ п/п	Назва сорту	Концентрація ооспор, ооспор/мм <sup>2</sup>		
		31.07	6.08	14.08
1	Ірина	0	4	4
2	Весняний	0	4	4
3	Красунчик	-	9	4
4	Карась	0	18	4
5	Ласунчик	-	-	9
6	Доля	-	0	0
7	Водограй	0	0	4
8	Попільнянський	0	4	4
9	Святослав	4	4	4
10	Везунчик	0	4	4
11	Зоряний	-	0	4
12	Скіф	-	4	4
13	Мить	-	-	9
14	Комета	0	9	9
15	Прикарпатський	4	9	9
16	Вікторія	4	-	-
17	Гелена	4	4	9
18	Іринка	-	4	-
19	Миколка	4	9	9
20	Золоте серце	-	0	11
			НІР <sub>05</sub> =1,48	НІР <sub>05</sub> =1,61

Таблиця 6 - Кількість ооспор *P. infestans* на 1 мм<sup>2</sup> поверхні листя у сортах томатів Луцької ДСВД, 2003 р.

№ п/п	Назва сорту	Концентрація ооспор, ооспор/мм <sup>2</sup>		
		28.07	14.08	22.08
1	Ірина	32	0	38
2	Весняний	-	6	48
3	Красунчик	-	0	-
4	Карась	-	6	64
5	Ласунчик	-	-	3
6	Іван Мазепа	-	5	-
7	Чигиринський F1	-	12	-
8	Румба	-	13	-
9	Тесті F1	-	13	-
10	Щасливчик	-	6	0
11	Наско 2001	0	10	13
12	Шедевр 2	0	18	13
13	Танго	18	26	13
14	Аврора	-	4	16
15	Альета	-	24	16
16	Червона гіга	0	0	21
17	Прима	-	16	21
18	Гелена	22	-	21
19	Толстой	-	5	25
20	Кібіц	-	25	25
21	Чайка	-	0	26
22	Енріко F1	-	13	32
23	Сяйво	-	0	73
			НІР <sub>05</sub> =1,48	НІР <sub>05</sub> =1,62

Кількість ооспор, визначена у природних умовах у листі перспективних сортів томатів коливалась від 0 до 73 ооспор/мм<sup>2</sup>. Формування ооспор у природних умовах свідчить про здатність збудника накопичувати інокулюм у ґрунті.



Можливість ооспор викликати раннє ураження рослин перш за все пов'язана з їх здатністю проростати. Тому нами досліджувалась здатність ооспор, що були отримані із штучно зараженого листя томату, проростати під час довготривалого зберігання у водній суспензії та під дією речовин-стимуляторів.

В якості речовин-стимуляторів були випробувані фурфурол, перекис водню, перманганат калію, суспензія *Trichoderma lignorum*. Позитивний результат вдалося отримати при обробці суспензії ооспор 1% розчином перманганату калію. Завдяки його дії вдалося проростити 3-6% ооспор. Стимуляція проростання іншими речовинами, а також зберігання ооспор впродовж 4-х місяців позитивних результатів не дало.

### Обговорення результатів

Проведені нами дослідження показали, що за час, який пройшов після появи  $A_2$  т.с., статева структура популяції збудника у посадках томатів змінилась у напрямку переважання ізолятів, для яких характерна самофертильність. Такий тип схрещування мали усі досліджені нами ізоляти. За даними літератури їх виникнення є результатом широкого розповсюдження  $A_2$  т.с. на території України. Можна припустити, що поява цього типу схрещування у посадках томатів наприкінці минулого століття дозволила збуднику еволюціонувати у бік підвищення рівня адаптаційних можливостей, яке проявилось у переході до самофертильності.

За результатами наших досліджень зміна статевої структури збудника відобразилась на динаміці його расового складу. Зокрема, вона торкнулась співвідношення так званих "томатних" рас -  $T_0$  та  $T_1$  - у бік превалювання останньої. З джерел літератури раса  $T_1$  відома як спеціалізована "томатна". Тому насиченість нею популяції гриба свідчить не тільки про високу вірулентність цієї популяції, а й про певний рівень її спеціалізації за рослиною-живителем.

Зміни расового складу збудника, визначеного за "картопляним" тест-набором, були пов'язані із значним підвищенням його поліморфності. Це вказує на протікання в популяції інтенсивних формотворних процесів. Вони можуть бути наслідком різних чинників, серед яких - відновлення інфекції через ооспори.

Можливість такого шляху відновлення гриба ми намагались встановити, вивчаючи фертильність його популяції в природних умовах та здатність ооспор проростати. В результаті досліджень з'ясувалось, що популяція збудника здатна накопичувати інфекцію у вигляді ооспор. Але їх провідна роль у відтворенні інфекції сумнівна, оскільки здатність проростати під дією стимулюючої речовини виявила дуже незначна їх кількість. Та треба відмітити, що здатність навіть дуже невеликого відсотку ооспор прорости і уразити рослини може стати причиною як раннього відновлення інфекції, так і підвищеної мінливості популяції за ознакою вірулентності.

Зміни статевої структури популяції збудника торкнулись рівня спеціалізації популяції за рослиною-живителем. Ми намагались встановити характер цих змін на картоплі і томатах шляхом вивчення на цих рослинах-живителях взаємовпливу конідіального та ооспороутворення. Треба відмітити, що взаємодія взятих величин на картоплі і томатах дещо відрізнялась. Зокрема, на томатах ооспороутворення не пригнічувалось інтенсивним утворенням конідій, але таку незначну тенденцію можна було простежити на картоплі. Виявлену різницю можна пояснити процесами мікроеволюції у популяції збудника, що відбуваються у напрямку поглиблення спеціалізації на томатах.

Таким чином, зміни, що відбулися у популяції гриба у кінці минулого століття, спрямовують процеси мікроеволюції у напрямку поглиблення його спеціалізації за рослиною-живителем. Протікання цих процесів уповільнено, очевидно, по причині незначної участі ооспор у відновленні інфекції.

## Висновки

1. У дисертаційній роботі наведено теоретичне узагальнення досліджень з наукової проблеми, яка полягає у вивченні змін структури української популяції *P. infestans*, що відбулися після потрапляння в Україну А<sub>2</sub>т.с.

2. За результатами оцінки стійкості томатів до популяції збудника фітофторозу встановлено, що сорти Шедевр 2, Альета, Тесті F1, Толстой, Чигиринський F1, Червона гіга, Іринка мають середню стійкість листя до збудника хвороби. Високою стійкістю плодів характеризуються сорти Ласунчик, Вікторія, Іринка. Їх можна рекомендувати як джерела стійкості у селекції на імунітет.

3. Вивчення структури популяції збудника за ознакою вірулентності на томатах показало, що вона включає раси Т<sub>0</sub> та Т<sub>1</sub>, з яких домінуюче положення займає раса Т<sub>1</sub>. Оскільки ця раса характеризується високою спеціалізацією за рослиною-живителем, насиченість нею популяції свідчить про її здатність уражувати усі комерційні та перспективні сорти томатів.

4. За тест-набором ліній картоплі в популяції *P. infestans* ідентифіковано 49 рас збудника, які містили від 1 до 8 генів вірулентності. Висока поліморфність расового складу може бути результатом інтенсивних формотворних процесів, які пов'язані з участю ооспор у відновленні інфекції.

5. Встановлено, що за ознакою вірулентності на картоплі збудник зберігає стабільність популяції на обмеженій території. Це вказує на захищеність однаковими генами стійкості вирощуваних на даній території сортів картоплі та на можливу наявність на цій території сталого джерела інфекції.

6. За частотою визначення генів вірулентності популяції збудника з Волинської та Черкаської областей належать до однієї генеральної сукупності. Велика географічна віддаленість вказаних територій дає можливість припустити міграцію популяції збудника на території України.

7. Встановлено, що усі досліджені ізоляти гриба були самофертильними. Вони виявили здатність формувати ооспори у природних умовах, що свідчить про здатність збудника накопичувати інокулюм у ґрунті.

8. Взаємозв'язок між показниками конідіального та ооспороутворення на картоплі і томатах свідчить про наявність у популяції збудника мікроеволюційних процесів, що відбуваються в напрямку утворення двох спеціалізованих форм - "картопляної" і "томатної".

9. Здатність невеликої кількості ооспор, отриманих з штучно заражених рослинних тканин, проростати під дією речовини-стимулятора перманганату калію дає підстави вважати, що ооспори в умовах України навряд чи можуть бути основним джерелом відтворення інфекції. Проте, не виключена їх роль у ранньому відновленні інфекції та підвищенні мінливості популяції.

### Список основних праць, опублікованих за темою дисертації

1. Баджурак О.В. Утворення ооспор збудника *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary на Поліссі // Захист рослин. - 2003. - №8. – С. 21.
2. Баджурак О.В. Самофертильні ізоляти *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary в країні // Захист рослин. - 2003. - №11. – С. 17.
3. Баджурак О.В. Расовий склад збудника фітофтори на помідорах // Вісник аграрної науки. - 2004. - №2 - С. 25-26.
4. Баджурак О.В. Можливі шляхи селекції помідора до *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary у зв'язку із змінами у популяції збудника // Міжвідомчий тематичний збірник „Овочівництво і баштанництво”. – Харків, 2002. – Т.47. – С. 122-124.
5. Баджурак Е.В. Изучение типов скрещивания *Phytophthora infestans* на Украине // Первая Всероссийская конференция по иммунитету растений к болезням и вредителям (Санкт-Петербург, 1-7 июля 2002 г.): Тез. докл. – Санкт-Петербург, 2002. – С. 65.
6. Баджурак Е.В. Расовый состав *Phytophthora infestans* на Украине // Международная научно-практическая конференция “Приемы повышения плодородия почв, эффективности удобрений и средств защиты растений” (г.Горки, май 2003 г.): Тез. докл. – г.Горки, 2003. – С. 50.
7. Баджурак О.В. Типи схрещування та утворення ооспор в популяції *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary в умовах Полісся України // II міжнародна конференція молодих учених „Современные проблемы генетики, биотехнологии и селекции растений” (Харьков, 19-23 мая 2003 г.):Тез. докл. – Харьков, 2003. – С. 250.
8. Баджурак Е.В. Типы скрещивания *Phytophthora infestans* в Украине // Міжвідомчий тематичний збірник „Овочівництво і баштанництво”. – Харків, 2003. – Т.48. – С. 115.

Баджурак О.В. **Біологічні особливості популяції *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary при паразитизмі на помідорах у Лісостепу України.** - Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата біологічних наук за спеціальністю 06.01.11 - фітопатологія. Національний аграрний університет. Київ-2004.

За результатами проведених досліджень встановлено, що у популяції *Phytophthora infestans* на помідорах домінує високовірулентна раса Т<sub>1</sub>, яка здатна уражувати усі комерційні та перспективні сорти, забезпечуючи високий розвиток і значне поширення хвороби.

Виявлено високу поліморфність расового складу збудника за "картопляним" тест-набором, що може свідчити про протікання в популяції інтенсивних формотворних процесів, пов'язаних з відновленням інфекції через ооспори.

Встановлена самофертильність ізолятів збудника та їх здатність формувати ооспори в природних умовах. Це свідчить про наявність у фітопатогена можливості накопичувати інокулюм у ґрунті.

Виконане пророщування ооспор за допомогою речовини-стимулятора перманганату калію. Відсоток пророслих ооспор був дуже невеликим, що не дає підстави вважати ооспори основним джерелом відновлення інфекції. Однак їх роль у підвищенні мінливості популяції та ранньому відновленні інфекції не відхиляється.

Виявлено ряд перспективних сортів томатів, що мають середню стійкість листя та високу стійкість плодів до збудника хвороби. Вони можуть бути використані як джерела стійкості в селекції на імунітет.

**Ключові слова:** томати, *Phytophthora infestans*, расовий склад, вірулентність, ооспори, самофертильність, відновлення інфекції, стійкість.

Баджурак Е.В. **Биологические особенности популяции *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary при паразитизме на томатах в Лесостепи Украины.** -Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 06.01.11 - фитопатология. Национальный аграрный университет. Киев - 2004.

Фитофтороз томатов - одно из самых вредоносных заболеваний этой культуры. В связи с миграцией из Мексики в Европу в конце 80-х гг. штаммов гриба с  $A_2$  т.с. структура его популяции претерпела изменения. По данным зарубежных исследователей они состоят в увеличении вирулентности и агрессивности популяции, возрастании ее адаптационных возможностей. Помимо этого, возбудитель получил дополнительный источник возобновления в виде ооспор. В связи с занесением  $A_2$  т.с. на Украину, изменения произошли и в местной популяции *Phytophthora infestans*. Поэтому нашей целью было выяснить характер этих изменений, чтобы в дальнейшем сделать селекцию на иммунитет более эффективной.

Исследование вирулентности возбудителя на тест-наборе томатов показало, что его популяция включает две расы -  $T_0$  и  $T_1$ , из которых доминирующее положение занимает высоковирулентная специализированная "томатная" раса  $T_1$ . Насыщенность популяции этой расой свидетельствует о высоком уровне ее специализации по отношению к растению-хозяину, а также о способности поражать все коммерческие и перспективные сорта томатов.

Исследование расового состава возбудителя, определенного на тест-наборе линий картофеля, позволило идентифицировать 49 рас, которые содержали от 1 до 8 генов вирулентности. Высокую полиморфность расового состава можно объяснить протеканием в популяции интенсивных формообразовательных процессов, связанных с возобновлением инфекции через ооспору.

В результате изучения половой структуры возбудителя было установлено, что все исследованные изоляты самофертильны. Они проявили способность формировать ооспоры в природных условиях, что может свидетельствовать о способности возбудителя накапливать в почве инфекционное начало.

Изучение на разных растениях-хозяевах взаимодействия величин конидиального и ооспорообразования, а также длительности инкубационного периода и периода образования конидиального спороношения, позволило установить протекание в популяции процессов микроэволюции в сторону углубления специализации возбудителя по растению-хозяину.

Была установлена способность незначительного количества ооспор прорасти под действием вещества-стимулятора перманганата калия. Полученный результат не дает оснований полагать, что ооспоры в условиях Украины могут быть основным источником инфекции. Однако нельзя отбрасывать их участия в повышении уровня изменчивости популяции и раннем возобновлении инфекции.

На высоком природном фоне проведена оценка устойчивости перспективных сортов томатов к возбудителю заболевания. Установлено, что сорта Шедевр 2, Альета, Тести F1, Толстой, Чигиринский F1, Красная гига, Иринка владеют средней устойчивостью листовой, а сорта Ласунчик, Виктория, Иринка - высокой устойчивостью плодов. Последние можно рекомендовать в качестве источников устойчивости в селекции на иммунитет.

**Ключевые слова:** томаты, *Phytophthora infestans*, расовый состав, вирулентность, ооспоры, самофертильность, возобновление инфекции, устойчивость.

**Badzhurak O.V. Biological features of *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary populations under parasitism on tomatoes in the Forest-Steppe of Ukraine.** - Manuscript.

Dissertation for the degree of Candidate of Science in Biology; Speciality 06.01.11 - Phytopathology. National Agricultural University. Kyiv - 2004.

It was established, that high virulence race T<sub>1</sub> is predominate in *Phytophthora infestans* population on tomatoes. It infects all of commercial and perspective varieties of tomato, that provides high development and significant spread of disease.

It was detected, that the race composition on potato test-set is high polymorphous. It can indicate the intensive form-building processes that connected with renew of infection from oospores.

The fact that all isolates of pathogen are self-fertile and are able to form the oospores in nature condition was established. It indicates that pathogen can accumulate reserve of infection in the soil.

Test of oospores germination under the influence of stimulate substance - KMnO<sub>4</sub> was carried out. Per cent of germinated oospores was very low. So it don't afford ground to think that oospores can be the

main source for renew of infection. However, its role in raise the level of population variability can't be declined.

A number of perspective varieties of tomatoes with middle resistance leaves and high resistance fruits to pathogen has been found. They can be used as sources of resistance in breeding on immunity.

**Key words:** tomatoes, *Phytophthora infestans*, race composition, virulence, oospores, self-fertility, renew of infection, resistance.