

РОЗДІЛ 5 ЗАХИСТ РОСЛИН

УДК 635.21:632(477.41/.42)

ПРОГНОЗУВАННЯ ДАТИ ПОЯВИ АЛЬТЕРНАРІОЗУ КАРТОПЛІ НА ПОЛІССІ УКРАЇНИ

*В. Положенець, д. с.-г. н., Л. Немерицька, к. б. н., І. Журавська, аспірант
Житомирський національний агрокологічний університет*

Обґрунтовано основні параметри, які слід враховувати у прогнозуванні дати появи альтернатозу картоплі. До них належать мінімальна температура взимку на поверхні ґрунту; кількість дощів, середньодобова температура та вологість повітря в червні. Розроблено математичні моделі, які пов'язують дату появи альтернатозу з кожним із цих чотирьох параметрів. Здійснено об'єднання результатів прогнозування за ними усіма, що дозволяє зменшувати похибку прогнозу.

Ключові слова: альтернатоз картоплі, прогнозування появи, Полісся України.

Постановка проблеми. Альтернатоз (рання суха плямистість) є широко розповсюдженою хворобою картоплі, у тому числі в зоні Полісся України. Втрати врожаю в сприятливій для цієї хвороби роки сягають 40 %. Одним із основних шляхів зменшення втрат врожаю від альтернатозу є хімічний метод на основі використання відповідних фунгіцидів [1]. Ефективність їх застосування проти ранньої сухої плямистості суттєво залежить від своєчасності першої обробки, яка має бути здійснена на самому початку появи захворювання – у період ураження 0,5...1 % площі листків [2]. Ранні профілактичні обробки проти альтернатозу неефективні. Визначити оптимальний термін для хімічного захисту картоплі від ранньої сухої плямистості дуже складно, особливо зважаючи на нерівномірність за площею або “очаговість” розвитку хвороби. Крім того, інерційність підготовки до обробки фунгіцидами потребує завчасного визначення дати появи хвороби, що робить такий візуальний підхід малоприматним. Таким чином, розроблення методик прогнозування дати появи альтернатозу картоплі є важливим та актуальним науково-практичним завданням, вирішення якого дозволить попереджувати масове ураження рослин, раціонально використовувати фунгіциди, забезпечувати максимальне збереження врожаю за мінімального обсягу хімічних обробок.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На даний час публікацій, у яких безпосередньо вирішуються завдання щодо прогнозування дати появи альтернатозу картоплі, не відомо. Спрощене прогнозування з використанням середньої дати виявлення цієї хвороби за минулі роки, що іноді застосовується для деяких хвороб сільськогосподарських культур [1–3], неможливе, оскільки часовий

інтервал появи альтернаріозу досить широкий – наприклад, для Білорусі він становить 40 діб [1; 4]. Відомі дослідження з прогнозування ураження картоплі альтернаріозом [5] ґрунтуються на штучному зараженні та відділенні листків від рослини, тому їх результати не зовсім відповідають сутності розглянутої задачі. Відомі підходи до прогнозування дати появи фітофторозу картоплі, наприклад діаграма Н. А. Наумової [6], не можуть бути безпосередньо використані для альтернаріозу, оскільки між збудниками різних хвороб є принципові відмінності. Прогнозування захворювань деяких овочевих культур на основі математичного моделювання [7] щодо картоплі не виконувалось. У найбільш узагальнених працях з альтернаріозу картоплі [1; 4] зазначено основні чинники, що впливають на появу цієї хвороби, проте порядок їх практичного використання для прогнозування не досліджено, відповідні методики прогнозування відсутні.

Поява та розвиток альтернаріозу також суттєво залежать від кліматичних, агротехнічних, історичних і багатьох інших умов, що призводить до появи специфічних особливостей патогена на конкретний момент часу в кожному районі вирощування картоплі [1], зокрема й у Поліссі України. Очевидно, що дата появи цієї хвороби в кожному районі вирощування картоплі дещо відрізняється від інших. Всебічні дослідження альтернаріозу картоплі в Поліссі України [8] також не містять питань щодо прогнозування його появи.

Постановка завдання. Отже, не вирішеною раніше частиною загальної проблеми є прогнозування дати появи альтернаріозу картоплі в умовах Полісся України. Відповідно метою наших досліджень є розв'язання задачі такого прогнозування.

Виклад основного матеріалу. Під час обґрунтування основних чинників, які впливають на дату появи альтернаріозу картоплі [1; 2], встановлено, що його поява пов'язана з чинниками, які доцільно поділити на дві групи:

- кількість інфекції, що збереглась до початку вегетації;
- метеорологічні умови в період початку вегетації.

Оцінити кількість інфекції на початку вегетації безпосередньо неможливо. Але одним із шляхів вирішення такого завдання є дослідження умов зимування патогена. Зокрема відомо, що в роки, коли температура на поверхні ґрунту була нижчою за $-25...-27$ °С, перезимовують лише міцелій та хламідоспори патогенів, а перші конідії та ознаки альтернаріозу з'являються в цей рік пізніше [1; 2]. Вплив опадів на зимування патогена відсутній [2]. Щодо кількісної оцінки умов зимування збудника альтернаріозу, то використання такого показника, як середньодобова температура повітря взимку (чи щодо якогось із зимових місяців) не дозволяє адекватно оцінити вплив температури на патогена, оскільки до уваги в цьому разі слід брати саме мінімум температури. Отже, умови зимування збудників альтернаріозу доцільно характеризувати таким параметром, як мінімальна температура взимку на поверхні ґрунту. Використання цього показника дає змогу спрогнозувати початкову кількість інфекції на початок вегетації.

Щодо групи чинників, які характеризують метеорологічні умови в період початку вегетації, то традиційно, як і для прогнозування появи багатьох інших грибних хвороб рослин, до них належать середньодобова температура та вологість

повітря в червні [4–6; 9]. Проте ці параметри для альтернаріозу не є всеохоплюючими, оскільки для його появи суттєве значення має також зволоження, а саме наявність дощів [1; 4], яку в цій задачі доцільно оцінити їх кількістю в червні (тривалість чи інтенсивність опадів майже не впливає на дату появи альтернаріозу) [1].

Отже, основними параметрами, які слід враховувати в прогнозуванні дати появи альтернаріозу картоплі, є:

мінімальна температура взимку на поверхні ґрунту – t_{\min} ;

середньодобова температура повітря в червні – $t_{\text{ср}}$;

середньодобова вологість повітря в червні – $w_{\text{ср}}$;

кількість дощів у червні – $d_{\text{ср}}$.

Відповідно до зазначеного переліку параметрів здійснено узагальнення наявних початкових даних щодо прогнозування дати появи альтернаріозу картоплі в умовах Полісся України.

Для аналізу взаємозв'язків між датою появи альтернаріозу картоплі та чинниками, які на неї впливають, побудовано відповідні графічні залежності, які зображено на рисунку 1 (де Y – день появи альтернаріозу відносно 1 червня).

Як видно з рис. 1, часовий інтервал появи альтернаріозу на Поліссі України (за наявними статистичними даними) складає 25 діб – від 12.06 ($Y = 12$) до 06.07 ($Y = 36$). Залежність дати появи альтернаріозу від середньодобової температури повітря в червні (див. рис., а) свідчить про те, що альтернаріоз раніше проявляється в роки з теплішим червнем. Такий результат також опосередковано підтверджується тим, що для найбільш високоагресивної раси гриба *Alternaria solani* – М-30 оптимальна температура становить $+27...29$ °С, а саме ця раса відіграє вирішальну роль на початку ураження картоплі [1; 4]. Низька середньодобова вологість повітря в червні призводить до пізньої появи альтернаріозу (див. рис., б). Висока вологість, навпаки, прискорює появу хвороби, але після рівня $w_{\text{ср}} = 80$ % подальшого прискорення вже не спостерігається. Така виявлена особливість також підтверджується тим, що раса М-30 краще розвивається за відносної вологості повітря 70...80 % [1; 4]. Залежність дати появи альтернаріозу картоплі від кількості дощів у червні (див. рис., в) є монотонно спадаючою, тобто хвороба з'являється раніше у роки з більшою кількістю дощів, що характерно для більшості грибних хвороб [2]. Особливістю впливу мінімальної зимової температури на дату появи альтернаріозу (див. рис., г) є ділянка “насичення” в області значень температур нижче за -27 °С, де дата появи хвороби вже майже не змінюється.

Узагальнений аналіз рис. 1 показує, що всі чотири залежності відрізняються від лінійних, тому для їх апроксимації неможливо використовувати лінійну регресію. У цьому разі доцільно застосовувати поліноміальну регресію поліномом 2-го ступеня, оскільки всі наведені залежності є монотонними [10].

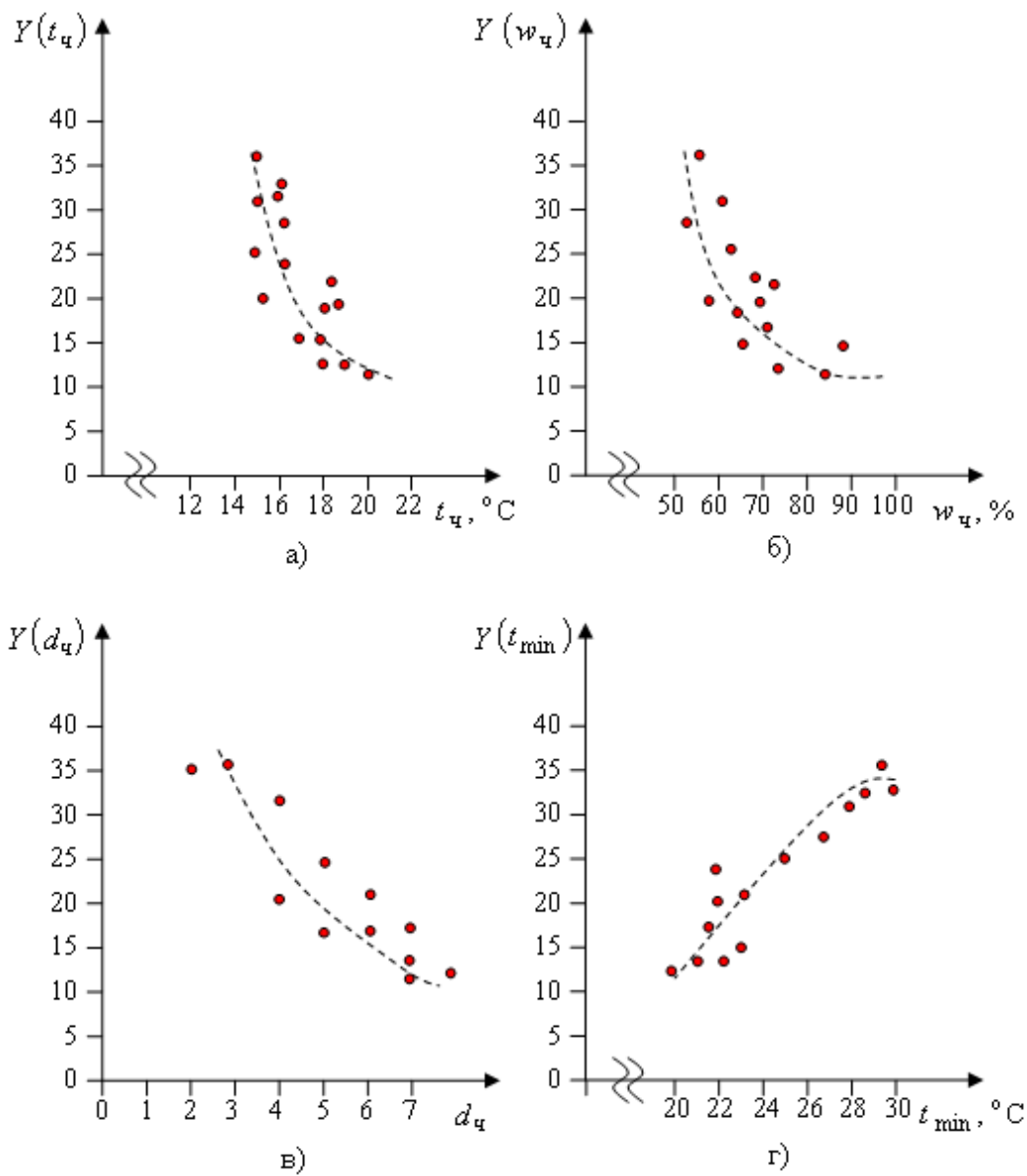


Рис. Залежність дати появи альтернаріозу від впливу чинників (Y – день появи відносно 01.06).

У результаті зазначеної апроксимації методом найменших квадратів [10; 11] отримаємо функції, які показано на рисунку пунктирними кривими та які аналітично описуються таким чином:

$$Y(t_{\pm}) = 0,96t_{\pm}^2 - 37,8t_{\pm} + 383,9, \quad (1)$$

$$Y(w_{\pm}) = 0,02w_{\pm}^2 - 3,6w_{\pm} + 161,7, \quad (2)$$

$$Y(d_{\pm}) = 0,93d_{\pm}^2 - 14,1d_{\pm} + 59,7, \quad (3)$$

$$Y(t_{\min}) = -0,17t_{\min}^2 + 11,2t_{\min} - 147,5. \quad (4)$$

Кожна з чотирьох залежностей (1) – (4) з погляду прогнозування не має явної переваги (див. рис.), оскільки точки розподілені відносно пунктирних кривих приблизно з однаковим відхиленням. У такому разі для визначення прогнозованої дати появи альтернативі \bar{Y} з мінімальною похибкою доцільно використати всі наявні статистичні дані, тобто здійснити усереднення тих дат появи Y_i , що отримані згідно з кожною функцією (1) – (4):

$$\bar{Y} = \frac{1}{4} \sum_{i=1}^4 Y_i. \quad (5)$$

У результаті підстановки (1) – (4) у (5) отримуємо

$$\begin{aligned} \bar{Y} = & 0,24t_{\pm}^2 - 9,45t_{\pm} + 0,005w_{\pm}^2 - 0,9w_{\pm} + 0,23d_{\pm}^2 - \\ & - 3,52d_{\pm} - 0,04t_{\min}^2 + 2,8t_{\min} + 114,5. \end{aligned} \quad (6)$$

Отже, вираз (6) є розв'язком задачі прогнозування дати появи альтернативі картоплі в Поліссі України. Для визначення цієї дати необхідно у вираз (6) підставити: мінімальну температуру взимку на поверхні ґрунту t_{\min} (у градусах морозу); кількість дощів d_{\pm} , середньодобову температуру t_{\pm} та вологість w_{\pm} повітря в червні. У результаті розрахунків визначається параметр \bar{Y} , який дорівнює кількості днів від 1 червня до появи альтернативі.

Розроблений підхід до прогнозування дати появи альтернативі картоплі в цілому може бути застосований не тільки для Полісся України, а й для інших районів вирощування картоплі. Відмінності для інших районів полягатимуть у використанні інших початкових статистичних даних, що призведе до певних змін конкретного вигляду функцій (1) – (5), проте сама методологія прогнозування залишиться такою самою.

Висновки

1. Обґрунтовано, що основними параметрами, які слід враховувати в прогнозуванні дати появи альтернативі картоплі, є: мінімальна температура взимку на поверхні ґрунту; кількість дощів, середньодобова температура та вологість повітря в червні.

2. Розроблено математичні моделі (1) – (4), що пов'язують дату появи альтернативі з кожним із чотирьох параметрів, які на неї впливають. Здійснено об'єднання результатів прогнозування за ними всіма (5), що дозволяє зменшувати похибку прогнозу. Доведено, що в розглянутій задачі замість лінійної регресії слід застосовувати поліноміальну.

3. Показано, що запропонований підхід може використовуватись і для прогнозування дати появи альтернаріозу картоплі в різних районах її вирощування за використання інших початкових статистичних даних.

Перспективи подальших досліджень з окресленого напрямку полягають у прогнозуванні рівня розвитку альтернаріозу картоплі та втрат врожаю від нього з метою своєчасного та якісного застосування відповідних засобів і заходів захисту.

Бібліографічний список

1. Иванюк В. Г. Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков / В. Г. Иванюк, С. А. Банадысев, Г. К. Журомский. – Минск : Белпринт, 2005. – 696 с.
2. Дорожкін Н. А. Болезни картофеля / Н. А. Дорожкін, С. И. Бельская. – Минск : Наука и техника, 1979. – 248 с.
3. Положенець В. М. Хвороби і шкідники картоплі / В. М. Положенець, І. А. Марков, П. О. Мельник. – Житомир : Полісся, 1994. – 242 с.
4. Иванюк В. Г. Гифомицеты – возбудители пятнистостей паслёновых культур (особенности патогенеза и способы подавления паразитической активности) : дис. ... доктора биол. наук / В. Г. Иванюк. – Минск, 1978. – 255 с.
5. Кваснюк Н. Я. Определение степени поражения растений картофеля *Alternaria solani* (ELL. ET MART.) в зависимости от погодных условий / Н. Я. Кваснюк, Б. И. Гуревич // Сельскохозяйственная биология. – 1985. – № 12. – С. 109–111.
6. Наумова Н. А. Фитофтора картофеля / Н. А. Наумова. – Л. : Колос, 1965. – 192 с.
7. Яровий Г. І. Сезонне та короткострокове прогнозування епіфітотійних хвороб овочевих рослин на основі математичного моделювання / Г. І. Яровий, А. В. Кулешов // Захист і карантин рослин. – 2009. – № 7. – С. 14–15.
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. Пантелеев, М. О. Білик. – Х. : Еспада, 2008. – 552 с.
10. Корн Г. Справочник по математике для научных работников и инженеров / Г. Корн, Т. Корн. – М. : Наука, 1968. – 716 с.
11. MathCAD 12. Самоучитель. – М. : Вильямс, 2006. – 224 с.

Polozhenets V., Nemeritska L., Zhuravska I. Prognostication of potato alternarioza appearance date is in Polissya of Ukraine

Basic parameters which it is necessary to take into account at prognostication of date of appearance of potato alternarioza are grounded. To them belong minimum temperature in winter on the surface of soil; amount of rains, average daily temperature and humidity of air in June. Mathematical models which bind the date of appearance of alternarioza to each of these four parameters are developed. The association of results of prognostication is made to on by it all, that allows to decrease the error of prognosis.

Key words: potato alternarioz, prognostication of appearance, Polissya of Ukraine.

Положенец В., Немерицкая Л., Журавская И. Прогнозирование даты появления альтернариоза картофеля на Полесье Украины

Обоснованы основные параметры, которые следует учитывать при прогнозировании даты появления альтернариоза картофеля. К ним относятся минимальная

температура зимой на поверхности почвы; количество дождей, среднесуточная температура и влажность воздуха в июне. Разработаны математические модели, которые связывают дату появления альтернариоза с каждым из этих четырех параметров. Произведено объединение результатов прогнозирования по ним всем, что позволяет уменьшить ошибку прогноза.

Ключевые слова: альтернариоз картофеля, прогнозирование появления, Полесье Украины.