

УДК 631.674:635.11

© 2016

*В.В. Васюта,**кандидат сільсько-
господарських наук**Інститут водних проблем
і меліорації НААН*

КРИТИЧНІ ПЕРІОДИ ТА ПАРАМЕТРИ РОСТУ БУРЯКУ СТОЛОВОГО ЗА КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ В ПІВДЕННОМУ СТЕПУ

Мета. Визначити критичні періоди росту буряку столового за краплинного зрошення, установити ступінь мінливості врожайності за несталості параметрів росту в критичні фази за функцією Б. Гомперца. **Методи.** Польовий, статистичний. **Результати.** Швидкість зростання сирієї маси буряку столового без унесення добрив зменшується на 50,6%, тривалість критичного періоду росту збільшується на 0,9 доби, урожайність коренеплодів знижується на 46,9% порівняно з варіантом $N_{90}P_{60}K_{135}$. Виявлено прямий кореляційний зв'язок ($R=0,99$) між мінливістю параметрів росту в критичних точках і врожайністю коренеплодів. **Висновки.** Моделювання росту буряку столового за функцією Б. Гомперца та її аналіз дають змогу визначити в критичних точках параметри росту за різних факторів впливу і визначити їх оптимальне співвідношення.

Ключові слова: критичні періоди, критичні точки, функція Б. Гомперца, швидкість росту, прискорення росту.

Головним завданням овочівництва в ринкових умовах є інтенсифікація виробництва, спрямованого на підвищення врожайності, отримання якісної продукції, раціонального використання ресурсів за мінімізації негативного впливу на довкілля. Урожайність — це результат біологічних процесів різного характеру, інтенсивність яких визначається дією і взаємодією факторів упродовж періоду вегетації рослин. Порушення оптимальних умов вирощування в критичні періоди росту рослин призводить до зниження їх продуктивності, а встановлення параметрів росту в ці фази росту за впливу регулювальних факторів вирішується на основі аналізу ростових функцій [1]. Цей напрям досліджень за краплинного зрошення з його поширенням у південному регіоні є особливо актуальним завданням, оскільки дає змогу визначити рівень мінливості врожайності рослин за зміни параметрів росту в критичні фази під впливом регулювальних факторів

та їх оптимальне співвідношення.

Аналіз публікацій свідчить про те, що для досягнення високої продуктивності дуже важливо в критичні періоди росту зберігати оптимальні умови вирощування, бо їх порушення є причиною втрати частки врожаю [2–5]. Визначення анатомічних, морфологічних, фізіологічних і біохімічних аспектів росту в момент досягнення рослинами критичних точок забезпечує порівняння отриманих параметрів, дає можливість глибше розкрити сутність ростових процесів, встановивши початок, закінчення, тривалість критичних періодів росту та ряд інших параметрів з урахуванням впливу регулювальних факторів [6]. Одним із напрямів досліджень ростових процесів є їх моделювання на основі функцій росту [7, 8], що дає змогу аналітично визначити його критичні періоди. У зрошуваному овочівництві поняття критичних періодів розглядається переважно в контексті порушення

оптимальних умов забезпечення рослин вологою. Проте за створення оптимальних умов водного режиму ґрунту інші фактори є носіями мінливості ростових процесів, що, безумовно, впливає на рівень продуктивності рослин. Літературні джерела свідчать про те, що визначення впливу різних факторів у критичні періоди є важливим завданням, але цьому напрямку досліджень з краплинного зрошення в південному регіоні приділено недостатньо уваги.

Мета досліджень — визначити критичні періоди росту буряку столового сорту Бордо харківський за краплинного зрошення на основі аналізу моделі росту, ідентифікованої функцією Б. Гомперца, та встановити ступінь мінливості врожайності за несталої параметрів росту в критичні періоди за впливу досліджуваних факторів.

Методика досліджень. Моделювання ростових процесів буряку столового проведено за методикою [6] на основі експериментальних даних польових дослідів 2008–2010 рр., проведених відповідно до методик [9–11] в Інституті зрошуваного землеробства НААН.

Результати досліджень. Одним із головних індикаторів продуктивності рослин є їх маса, яка згідно з експериментальними даними має різний ступінь залежності від досліджуваних факторів впливу і різниться інтенсивністю ростових процесів. Визначення критичних періодів і параметрів росту моделювання ростових процесів рослин здійснено за функцією Б. Гомперца:

$$Y = \frac{A}{10^{10^{a-bx}}}$$

де Y — теоретична врожайність сирової маси, т/га; A — різниця між верхньою і нижньою асимптотами кривої росту (сиря маса рослин), т/га; x — тривалість періоду від початку росту, дб; a і b — константи, які визначають нахил, перегин та точки перегину кривої росту.

Оцінка апроксимації сирової маси рослин буряку столового за досліджуваних факторів за функцією Б. Гомперца за критерієм χ^2 ($\chi^2 = 0,09 < \chi_{st}^2 = 3,841$) показала, що теоретичні показники на 5%-му рівні достовірності істотно не відрізняються від експериментальних даних, і визначення критичних періодів та параметрів росту за цією функцією є допустимими. За рівнянням Б. Гомперца вдалося отримати теоретичні криві накопичення

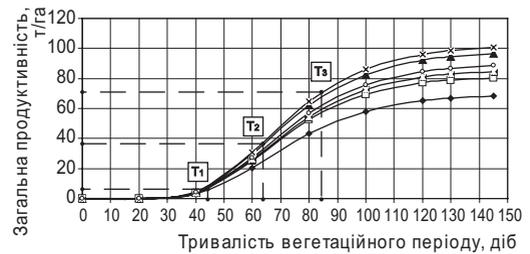


Рис. 1. Динаміка накопичення сирової маси рослинами буряку столового сорту Бордо харківський за різного режиму живлення рослин: — без добрив; — P_{60} ; — $N_{90}P_{60}K_{40}$; — $N_{90}P_{60}K_{35}$; — локальне внесення; — фертигація (для рис. 1–3)

сирової маси рослинами буряку столового за досліджуваних факторів впливу (рис. 1).

Криві росту характеризуються періодами, в які інтенсивність ростових процесів змінюється від повільного до прискореного, досягає максимуму та уповільнюється. Криві росту мають 3 характерні точки перегину: T_1 — фаза збільшення швидкості росту, T_2 — фаза максимальної швидкості росту і T_3 — фаза гальмування росту. Точки T_1, T_2, T_3 характеризують переломні моменти ростового процесу і мають назву критичних точок росту [6].

Дослідження функції росту за різних факторів впливу виявило, що фаза інтенсивного збільшення швидкості росту (1-ша критична точка росту — T_1) починається орієнтовно через 43,6 доби від початку вегетації. Різниця тривалості періоду не перевищує 0,02 доби, підтверджуючи, що вона не залежить від досліджуваних факторів. Аналіз впливу досліджуваних факторів на швидкість росту в першій критичній точці показує, що фертигація сприяє її зростанню на 4,4%. Аналогічно зростає швидкість росту сирової маси рослин за зменшення площі живлення з 250 до 175 см², що пояснюється більшою кількістю рослин на одиниці площі в 2-му випадку.

Найбільше швидкість зростання сирової маси залежить від мінеральних добрив (рис. 2). Так, унесення фосфору за норми P_{60} сприяє її зростанню на 22,6%, добрив — $N_{90}P_{60}K_{40}$ і $N_{90}P_{60}K_{135}$ відповідно — на 43,6 та 50,3% порівняно з варіантом без унесення добрив.

Оцінка прискорення росту в першій критичній точці (T_1) свідчить про те, що максимуму — 0,069 т/га за добу², воно досягає

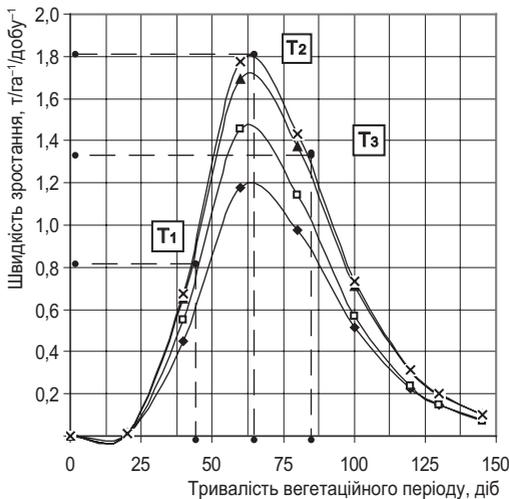


Рис. 2. Динаміка швидкості зростання сирової маси буряку столового сорту Бордо харківський за різного режиму живлення рослин

у варіанті $N_{90}P_{60}K_{135}$, що на 5,1–53,4% вище, ніж в інших варіантах (рис. 3).

З досліджуваних факторів величина прискорення росту найменше залежить від способу внесення добрив і площі живлення рослин. Різниця між максимумом і мінімумом у цих випадках не перевищує 4,4%. Дослідженнями функції росту встановлено, що за кожного з факторів впливу прискорення росту досягає найбільшої величини в період, коли швидкість росту не є максимальною.

Аналіз швидкості росту в критичній точці T_2 показує, що максимуму 1,81 т/га за добу вона досягає через 63,9 доби від початку вегетації за внесення добрив у нормі $N_{90}P_{60}K_{135}$; мінімуму — 1,2 через 64,4 доби. Добрива в нормі $N_{90}P_{60}K_{135}$ забезпечують не лише максимальну швидкість зростання маси рослини, а й на 0,5 доби сприяють зменшенню тривалості критичного періоду у порівнянні з контрольним варіантом, що є ознакою вищої інтенсивності ростових процесів. Оцінка параметрів росту в 2-й критичній точці (T_2) показує, що за кожного з досліджуваних факторів максимуму швидкості росту досягає за нульового прискорення, тим самим засвідчуючи перехід ростових процесів від інтенсивної фази росту до фази його гальмування.

Оцінюючи швидкість і прискорення росту в критичній точці T_3 , слід зауважити, що максимальну швидкість 1,28 т/га за добу

забезпечує норма добрив $N_{90}P_{60}K_{135}$ за найбільшого від'ємного прискорення, яке спостерігається на 84,2 доби вегетації. Мінімальна швидкість росту, навпаки, спостерігається за мінімальної від'ємної величини прискорення на 85,1 доби періоду вегетації у варіанті без добрив. За збільшення швидкості росту з унесенням добрив нормою $N_{90}P_{60}K_{135}$ тривалість критичного періоду зменшується на 0,9 доби. Порівняння швидкості росту і тривалості критичних періодів за інших режимів живлення рослин показує, що зменшення норми добрив порівняно з $N_{90}P_{60}K_{135}$ в критичні фази росту зменшує швидкість і збільшує тривалість критичного періоду.

Установлено, що тривалість критичного періоду росту за досліджуваних факторів впливу перебуває в межах 40,4–41,3 доби. Оцінка різниці тривалості критичних періодів за t-критерієм показала, що вона достовірно більша лише в порівнянні з варіантом без унесення добрив ($t_{\text{ф}}=3,576 > t_{\text{ст}}=3,18$). У всіх інших випадках відмінність перебуває в межах випадкових коливань для прийнятого рівня значущості.

За результатами аналізу встановлено наявність прямого кореляційного зв'язку ($R=0,99$) між мінливістю параметрів росту в критичних точках T_1 , T_2 , T_3 і врожайністю коренеплодів буряку столового. Оцінка впливу мінливості швидкості росту в критичних точках на врожайність коренеплодів показує, що без удобрення швидкість росту зменшується

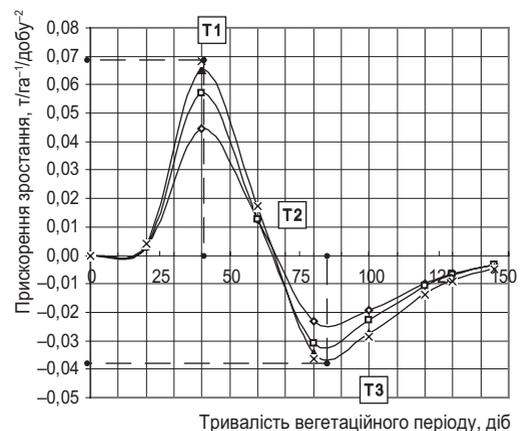


Рис. 3. Прискорення зростання сирової маси буряку столового сорту Бордо харківський в критичні періоди за різного режиму живлення рослин

на 50,6%, що сприяє зниженню врожайності на 46,9% порівняно з варіантом $N_{90}P_{60}K_{135}$. Аналіз реакції рослин на внесення різних норм добрив свідчить про те, що за внесення $N_{90}P_{60}K_{40}$ і $N_{90}P_{60}K_{135}$ різниця швидкості росту в критичні періоди є причиною зменшення

рівня врожайності за меншої кількості калію на 4%. Отримані коефіцієнти детермінації підтверджують, що у 98% випадків трансформація врожайності коренеплодів буряку столового пов'язана зі зміною швидкості зростання сирової маси рослин у критичні точки росту.

Висновки

Моделювання росту буряку столового сорту Бордо харківський за функцією Б. Гомперца з достатнім ступенем достовірності апроксимує продукційний процес за краплинного зрошення ($\chi^2 = 0,09 < \chi_{st}^2 = 3,841$). Дослідженнями функції росту встановлено, що за краплинного зрошення 1-ша критична точка росту (T_1) настає через 43,6 доби від початку вегетації незалежно від факторів впливу. Максимальна швидкість росту спостерігається в 2-й критичній точці (T_2) за внесення добрив нормою $N_{90}P_{60}K_{135}$ через 63,9 доби від початку вегетації за нульового прискорення росту, що свідчить про перехід від фази інтенсивного росту

до фази гальмування ростових процесів і підтверджується максимальним від'ємним прискоренням росту в критичній точці T_3 . Найбільша тривалість критичного періоду спостерігається у варіантах без унесення добрив — 41,3 доби, що на 0,9 доби більше, ніж за внесення добрив нормою $N_{90}P_{60}K_{135}$. Дослідженнями встановлено тісний зв'язок між швидкістю зростання сирової маси рослин у критичні фази росту і врожайністю, який показав, що за краплинного зрошення у 98% випадків норма добрив впливає на інтенсивність параметрів росту в критичні періоди і є головною причиною мінливості врожайності.

Бібліографія

1. Critical period for weed control in leek (*Allium porrum* L.)/N. Tursun, B. Bükün, S.C. Karacan et al.// Hort Science. — 2007. — V. 42, № 1. — P. 106–109.
2. Патрон П.И. Комплексное действие агроприемов в овощеводстве/П.И. Патрон. — Кишинев: Штиинца, 1981. — 284 с.
3. Fontes P.C.R. Tomato yield and potassium concentrations in soil and in plant petioles as affected by potassium fertirrigation/P.C.R. Fontes, R.A. Sampaio, E.C. Mantovani//Pesquisa Agropecuária Brasileira. — 2000. — V. 35, № 3. — P. 575–580.
4. Chen C. Application of growth models to evaluate the microenvironmental conditions using tissue culture plantlets of *Phalaenopsis Sogo Yukidian* 'V3'/C. Chen// Scientia Horticulturae. — 2015. — V. 191. — P. 25–30.
5. Tei F. Growth of lettuce, onion, and red beet. 1. Growth analysis, light interception, and radiation use efficiency/F. Tei, A. Scaife, D.P. Aikman//Annals of Botany. — 1996. — V. 78, № 5. — P. 633–643.
6. Шмидт В.М. Математические методы в ботанике: учеб. пособие/В.М. Шмидт. — Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1984. — 288 с.
7. Wardhani W.S. Describing the height growth of corn using logistic and Gompertz model *Agrivita*/W.S. Wardhani, P. Kusumastuti. — 2013. — V. 35. — № 3. — P. 237–241.
8. Shi P.J. Capture the time when plants reach their maximum body size by using the beta sigmoid growth equation/P.J. Shi, L. Chen, C. Hui, H.D. Grissino-Mayer//Ecological Modelling. — 2016. — V. 320. — P. 177–181.
9. Методика польових і лабораторних досліджень на зрошуваних землях: науково-методичне видання; за ред. Р.А. Вожегової. — ІЗЗ НААН. — Херсон: Грінв Д.С., 2014. — 286 с.
10. Методичні рекомендації з проведення польових досліджень за краплинного зрошення; за ред. М.І. Ромашенка, А.П. Шатковського, Л.Г. Усатої. — ІВПІМ НААН, 2014. — 44 с.
11. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві; за ред. Г.Л. Бондаренка, К.І. Яковенка. — Х.: Основа, 2001. — 369 с.

Надійшла 22.09.2016.