

П.Б. НЕНИЧ
Інститут цукрових буряків УААН

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ РОСТУ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

В статті викладена математична модель росту однонасінного сорту й ЧС гібридів цукрових буряків залежно від тривалості вегетаційного періоду та площі живлення рослин.

Вступ. За даними V. Abraham, максимальну врожайність цукрових буряків можна досягти за позитивного балансу гумусу в ґрунті, наявності в буряковій сівозміні люцерни або інших бобових трав, чотирирічної перерви між полями культури, збереження на час збирання густоти рослин не менше 80 тис./га, тривалості періоду вегетації (від сходів до збирання) - не менше 170 днів [1].

Методика досліджень. Чотирифакторний польовий дослід з вивчення впливу строків сівби й збирання та густоти рослин на продуктивність сорту й гібридів цукрових буряків проводили в Буцацькому радгоспі-технікумі (Тернопільська область) протягом 1995-1997 рр.

Схема дослідів:

1. Строки сівби (разом із сівбою ярих зернових і через 10 днів).
2. Сорт Ялтушківський однонасінний 64, диплоїд Український ЧС 70, триплоїд Слов'янський ЧС 94.
3. Густота рослин, тис. /га: 80, 100, 120.
4. Строки збирання: 15. IX і 15. X.

Площа посівної ділянки першого порядку - 972 м², другого - 324, третього - 108 м². Площа елементарної облікової ділянки - 50 м² (4,45x11 м). Повторність - трикратна. Дослід закладався за методом розщеплених ділянок.

Результати досліджень. У роки досліджень на час збирання цукрові буряки першого строку сівби мали період вегетації відповідно до 180 і 160 днів, а другого - відповідно 170, 150 днів. Динаміка росту коренеплоду і листя визначали подекадно шляхом аналізу 10 рослин підряд з рядка кожної ділянки у чотириразовій аналітичній повторності.

Динаміка росту коренеплоду і листя найбільш продуктивного гібриду Слов'янський ЧС 94 наведена на рис. 1.

Спочатку темпи росту листя суттєво випереджають коренеплід. Максимальна маса листя утворюється в першій декаді серпня і утримується до кінця серпня. Із завершенням формування листкового апарату прискорюються темпи росту коренеплоду. Поступово маса коренеплоду і листя вирівнюється. У вересні маса листя починає зменшуватися, а коренеплоду продовжує зростати.

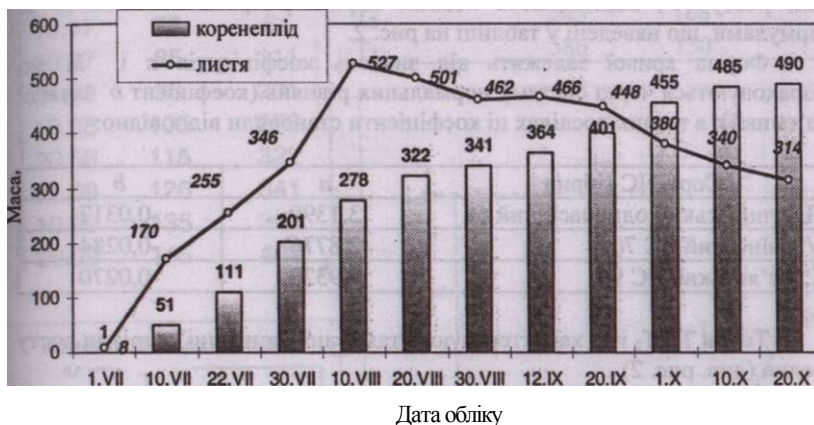


Рис. 1. Динаміка наростання маси коренеплоду і листя (гібрид Слов'янський ЧС 94, перший строк сівби, другий строк збирання, густота рослин 100 тис. /га, середнє за 1995-1997 рр.)

Математичний аналіз динаміки росту цукрових буряків ґрунтується на морфогенезі рослин - законі незворотного збільшення розмірів рослин або їх органів внаслідок відтворення живої речовини протягом онтогенезу за S-подібною кривою: *спочатку ріст йде повільно, потім прискорюється, досягає максимальної швидкості, потім починає уповільнюватися і врешті припиняється* [2].

Якщо ріст рослин описується симетричною сигмоїдною кривою, використовують логістичну функцію Ферхюльста:

$$y = \frac{A}{1 + 10^{-bx}}$$

де y - значення точки на S-подібній кривій;

A - відстань між нижньою і верхньою асимптотою (кінцевий розмір рослини або органа), $A > 0$;

x - час, що минув з початку росту;

a і b - константи, що обумовлюють нахил, перегин і точку перегину кривої; $a > 0$, $b < 0$;

10 - основа десяткового логарифму,

e - основа натурального логарифму ($e = 2,71828$),

C - вихідний розмір (якщо ріст описується спочатку, $C=0$).

Координати точок кривої росту (T_1 , T_2 і T_3) та тривалість основної фази росту (Φ) відповідають певним параметрам, які визначають за формулами, що наведені у таблиці на рис. 2.

Форма кривої залежить від значень коефіцієнтів a і b , які розраховуються через систему нормальних рівнянь (коефіцієнт b завжди від'ємний); в наших дослідках ці коефіцієнти становили відповідно:

Сорт, ЧС гібрид	a	b
Ялтушківський однонасінний 64	3,1390	-0,0317
Український ЧС 70	2,8776	-0,0284
Слов'янський ЧС 94	2,9329	-0,0270

Точки T_1 , T_2 і T_3 характеризують так звані "критичні" періоди росту рослин (див. рис. 2).

У точці T_1 рослина або її орган за логістичною кривою досягає 21% кінцевої маси (остання у формулі позначена літерою/1); перший критичний період характеризується максимальним прискоренням швидкості росту.

У точці T_2 рослина або її орган за логістичною кривою набуває 50% кінцевого розміру; другий критичний період характеризується нульовим прискоренням швидкості росту та максимальної швидкості росту.

Підчас третього критичного періоду (T_3) рослина сягає за логістичною кривою 79% кінцевого розміру; це період максимального гальмування росту.

Основна фаза росту (Φ) припадає на період, що лежить між точками T_1 та T_3 .

Обліки динаміки росту коренеплодів досліджуваних сорту і ЧС гібридів велися таким чином: визначали сходи ($C=0$); масу коренеплодів починали визначати з першого червня и проводили кожен декаду шляхом зважування 10 рослин у чотириразовій повторності (табл. на рис. 2).

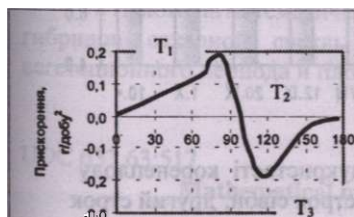
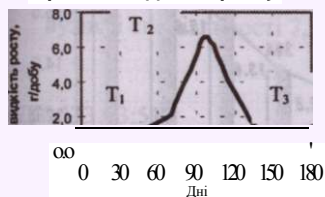
Динаміка наростання
маси коренеплоду

Дата обліку	День від сходів	Маса, г
25.04	0	0
01.07	66	23
10.07	75	51
20.07	85	111
01.08	96	201
10.08	105	278
20.08	115	322
01.09	126	341
10.09	135	364
20.09	145	401

Параметри кривої росту коренеплоду

Точки росту	Ордината, у, маса, г	Абсциса, діб	Тривалість фази, діб
T ₁	84	87	
T ₂	245	108	
T ₃	386	130	42

Крива швидкості росту



Крива прискорення
росту

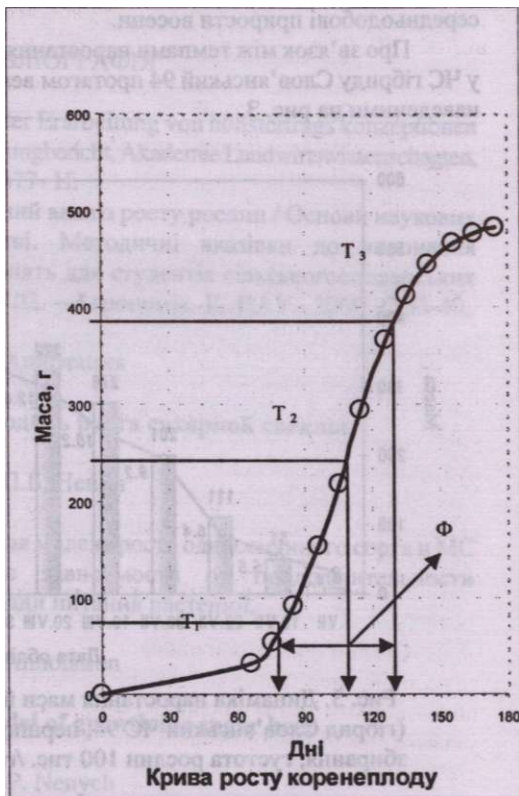


Рис. 2. Крива росту коренеплоду гібриду Слов'янський ЧС 94 (середнє за 1995-1997 рр.)

Ріст коренеплоду сорту Ялтушківського однонасіння 64 в активний період проходив досить швидко. Затузання темпів приросту спостерігається в середньому з 117 дня вегетації, максимальний середньодобові приросту в період активного росту, який становив 36 днів, сягали 4,6-6,5 г. У гібридів Український ЧС 70 та Слов'янський ЧС 94 накопичення маси проходило за більш тривалий активний період росту (відповідно 40 і 42 дні) з показниками середньодобових приростів відповідно 4,5-6,2 та 5,0-6,5 г. Серед ЧС гібридів кращим за загальним накопиченням маси коренеплодів був Слов'янський ЧС 94, який у порівнянні з Українським ЧС 70 мав більш тривалий активний період вегетації і поступово уповільнював середньодобові прирости восени.

Про зв'язок між темпами наростання маси коренеплоду і цукристості у ЧС гібриду Слов'янський 94 протягом вегетації можна судити заданими, наведеними на рис. 3.

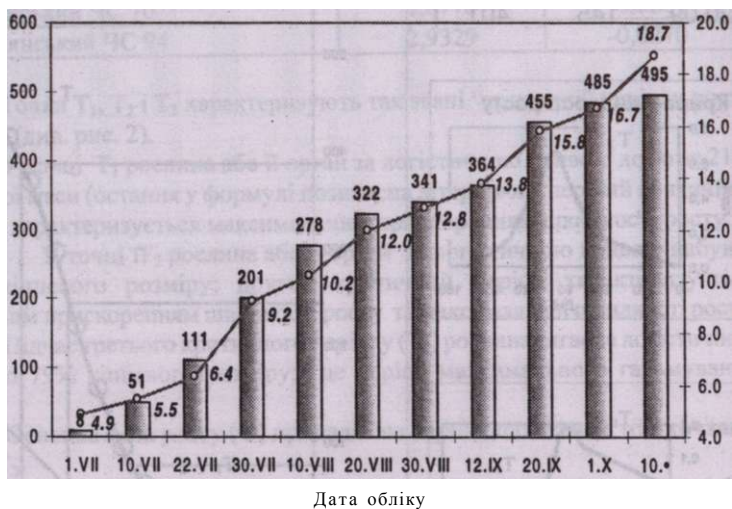


Рис. 3. Динаміка наростання маси й цукристості коренеплоду (гібрид Слов'янський ЧС 94, перший строк сівби, другий строк збирання, густина рослин 100 тис. /га, середнє за 1995-1997 рр.)

Накопичення маси коренеплоду і його цукристості досить тісно й позитивно взаємопов'язані (коефіцієнт кореляції становить $r = 0,99$, який діє в межах 99% вибірки ($R^2 = 0,98$); ця залежність апроксимується за рівнянням регресії $y = 0,027x + 3,804$, рис.4).

Аналогічні залежності були і у сорту Ялтушківський однонасінний 64 та гібриду Український ЧС 70.

У варіантах різних строків сівби та збирання коренеплодів маса коренеплоду змінювалася відповідно до тривалості вегетаційного періоду. За варіантами різної густоти рослин цукрових буряків маса коренеплоду змінювалася відповідно до площі живлення

Висновок. Математична модель росту дозволяє всебічно аналізувати сучасний стан росту й розвитку рослин і за певними параметрами прогнозувати наперед хід продукційного процесу під час виробництва цукрових буряків.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Abraham V. Erfahrungen bei der Erarbeitung von hohstertrags konzeptionen in Zuckerrubenproduktion.-Tagungsbericht, Akademie Landwirtschaftswissenschaften, 1985, Bd 224, s 353-357 -31477- Н.
2. Ермантраут Е.Р. Математичний аналіз росту рослин / Основи наукових досліджень у рослинництві. Методичні вказівки до виконання лабораторно-практичних занять для студентів сільськогосподарських вузів зі спеціальності 7.130102. - Агрономія.-К.:НАУ.- 2000.-С.33-40.

Аннотация

УДК 633.63:517

Математическая модель роста сахарной свеклы

П.Б. Ненич

Изложена математическая модель роста односемянного сорта и MS гибридов сахарной свеклы в зависимости от продолжительности вегетационного периода и площади питания растений.

Annotation

UDC 633.63:517

Mathematical model of growth for sugar beet

P. Nenyich

A mathematical model of growth of the monogerm variety and MS hybrids of sugar beet is given depending on duration of the vegetation period and feeding area of plants.