

## МЕХАНІЗАЦІЯ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

УДК 633.63:631.543.2

**ВОЛОХА М.П.**, кандидат техн. наук, доцент, докторант

Національний авіаційний університет

**БАЛАН В.М.**, доктор с.-г. наук, професор

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН

e-mail: volmp@i.ua

### РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО КОМПЛЕКСУ МАШИН ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ З КОМБІНОВАНОЮ ШИРИНОЮ МІЖРЯДЬ

*Наведено результати досліджень по розробці способу вирощування і збирання цукрових буряків з комбінованими міжряддями і комплексу машин для його реалізації.*

**Ключові слова:** цукрові буряки, площа живлення, ширина міжрядь, урожайність, технологія виробництва, комплекс машин

**Вступ.** У буряківництві головною проблемою залишається підвищення продуктивності, поліпшення технологічних якостей врожаю, зниження витрат праці і коштів. Серед різноманіття факторів, одним з провідних є отримання науково обгрунтованої густоти стояння рослин, у тому числі шляхом оптимізації площі їх живлення, з вибором раціональної схеми сівби, здатної забезпечити збільшення врожаю до 35-40%, що доводив ще в минулому столітті академік В.І. Едельштейн.

*Аналіз останніх досліджень і публікацій.* На даний час у світовій практиці застосовуються посіви цукрових буряків (ЦБ) із шириною міжрядь від 35 до 90 см і більше, що залежить від природно-кліматичних умов і різних виробничих факторів, головним чином – від застосовуваного комплексу машин. У Німеччині, Голландії, Бельгії ширина міжрядь становить 40, 41, 45 і 51 см; у Франції – 38, 42 і 45 см; у Польщі, Румунії, Чехії – 43 см; в Англії – 50 і 53 см; в Італії – 40 і 50 см [1].

Найбільшого поширення в США, завдяки застосуванню комплексу досконалих машин ВІК фірми «Аміті Технолоджі», отримали міжряддя 56 см (90 % від загального обсягу площ), хоча їх ширина коливається в широких межах (45-90 см). В Японії прийнятий розсадний спосіб вирощування цукрових буряків з міжряддями 50-60 см.

В Україні, як відомо, відповідно до уніфікації комплексу машин для буряківництва у країнах Ради економічної взаємодопомоги (РЕВ), ширина міжрядь складає 45 см. Поряд із цим, теоретично і польовими агротехнічними дослідженнями вчених-фізіологів ВНИС (Г.І. Гнатюк, К.А. Маковецький, В.О. Бюрисюк, В.В. Захарова та ін.) та недавніми показовими дослідженнями А.Ф. Нікітіна, А.В. Куриндіна, П.Н. Ренгача та ін. (Всеросійський НДІ цукрових буряків і цукру) [1, 2] було доведено, що раціональною конфігурацією площі живлення буряка є її наближення до квадрата 30×30 см (в ідеалі – коло), що відповідає біологічно обгрунтованій площі живлення рослини ( $\approx 900 \text{ см}^2$ ) і тому міжряддя посівів ЦБ, що до 30-х років минулого століття вирощувались та збирались вручну, мали ширину 30 і 36 см. Такі міжряддя виконували роль як основних, так і технологічних. У середині ХХ століття у зв'язку із впровадженням механізації у виробництво ЦБ з очевидних причин з'явилися технологічні міжряддя шириною 45 см, які стали також і основними. Наслідком такого «розширення» міжрядь з 30 до 45 см стало «загущення» рослин уздовж рядків із тим, щоби загалом отримати оптимальну густоту їх стояння ( $\approx 110$  тис. шт./га, або 5 шт. на 1 м довжини рядка) на площі поля, що є основою отримання стабільно високої

врожайності ЦБ. Це, в свою чергу, призвело до відхилення від квадратної форми площі живлення рослини і видовження її перпендикулярно по відношенню до осі рядка і, як наслідок, до зниження врожайності культури.

Як у минулому, так і у теперішній час зворотній перехід до міжрядь шириною всуціль 30 см унеможлиблюється у зв'язку із нетехнологічністю проведення основних операцій по догляду за посівами і збиранню врожаю та проблемою проходження у міжряддях рушіїв енергетичних засобів і робочих органів просапних та збиральних агрегатів. Але альтернативою є технологія з комбінованими міжряддями.

*Метою досліджень* є пошук способу виробництва цукрових буряків за такої схеми сівби, що раціонально поєднує (комбінує) основні (30 см) і технологічні (45 см) міжряддя з урахуванням оптимальної площі живлення кожної рослини, і розробка комплексу машин для висіву насіння, догляду за рослинами, збирання гички і коренеплодів при комбінованій ширині міжрядь.

**Матеріали та методика досліджень.** Лабораторно-польові виробничі дослідження проводили на Білоцерківській ДСС ІБКІЦБ НААН із використанням комплексу експериментальних зразків машин, виготовлених на базі серійних: 1) сівалки ССТ-12Б; 2) культиватора УСМК-5,4Б; 3) гичкозбиральної машини БМ-6Б; 4) очисника головок коренеплодів ОГД-6; 5) коренезбиральної машини КС-6Б-05. Статистична обробка експериментальних даних проводилась відповідно до загальноприйнятих методик [3].

**Результати досліджень.** Перехід на малі норми висіву сортів однонасінних ЦБ при вирощуванні їх з шириною міжрядь 45 см пов'язаний із ризиком отримання достатньої густоти стояння із рівномірним розміщенням рослин. В основному це відбувається внаслідок значного варіювання польової схожості насіння у різних ґрунтово-кліматичних умовах.

Теоретичні дослідження показують, що знизити зрідженість сходів при малих нормах висіву можливо застосувавши більш вузькі міжряддя. Вони володіють рядом очевидних переваг: а) подовження рядків на гектарі дозволить отримати необхідну кількість рослин при сівбі на кінцеву густоту стояння; б) раннє змикання листя рослин у рядках буде сприяти їх росту і зниженню розвитку бур'янів та їх пригніченню; в) створюється можливість рівномірніше розмістити рослини на площі за рахунок компенсації пропусків у сусідніх рядках при більшій їх загальній кількості [2, 4].

Сутність альтернативної технології виробництва ЦБ [5, 6] полягає у чергуванні основних і технологічних міжрядь у робочому захваті посівного агрегату за схемою:

$$B = (nm + M) \cdot i, \quad (1)$$

де  $B$  – ширина робочого захвату посівного агрегату, м;

$n$  – кількість основних міжрядь у блоці;

$m$  – ширина основних міжрядь = 0,3 м;

$M$  – ширина технологічних міжрядь = 0,45 м;

$i$  – кількість блоків  $(nm + M)$ , поєднаних у робочому захваті сівалки.

Сівба буряків на задану густоту стояння рослин виконується у відповідності до встановленої схеми, при якій площа живлення кожної рослини приймається рівною прямокутнику із співвідношенням сторін  $k = 0,9-1,2$ , що визначається за формулою:

$$k = \frac{l_p}{m} = \frac{10\,000(n+1)^2}{c(nm+M)^2}, \quad (2)$$

де:  $k$  – співвідношення сторін прямокутника

$l_p$  – сторона прямокутника, рівна сумі двох півінтервалів відносно сусідніх рослин у рядку або інтервалу між рослинами, м. (рис. 1);

$c$  – густота стояння рослин, тис. шт./га.

Наприклад, при  $c = 100\,000$  шт./га;  $n = 3$ ;  $m = 0,3$  і  $M = 0,45$  відповідно до формули (2)  $k = 0,9$ , тобто співвідношення сторін прямокутника площі живлення рослини близьке до співвідношення сторін квадрата.

При такому розміщенні рослин, коли площа живлення кожної з них за формою наближається до квадрата, забезпечується підвищення продуктивності ЦБ при гарантованій

густоті стояння 100-110 тис. шт. за рахунок збільшення на площі одного гектара числа лінійних метрів рядка в 1,33 рази або на 33-34% у порівнянні із 45-сантиметровими міжряддями.

Головною ж перевагою такого поєднання основних міжрядь  $m$  з необхідною кількістю технологічних міжрядь  $M$ , які у 1,5 рази ширші від основних, є забезпечення механізованого догляду за посівами і збирання урожаю ЦБ.

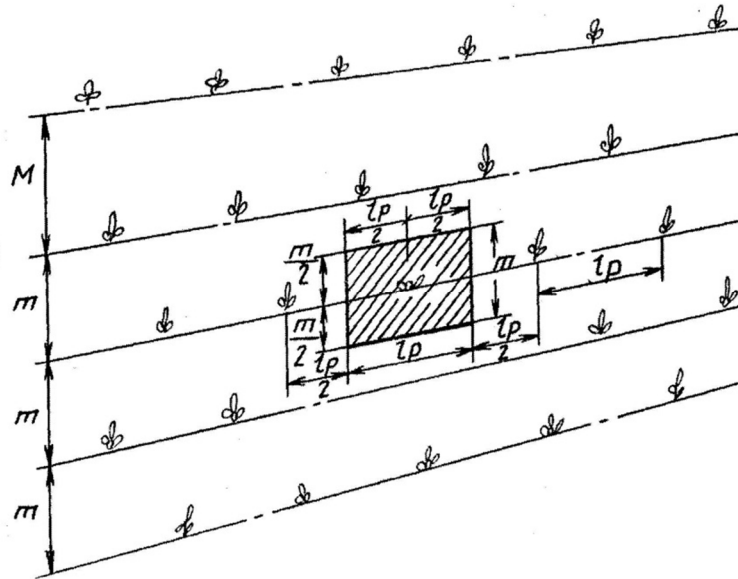


Рис. 1. До визначення площі живлення рослини

За формулою (2), яка враховує конфігурацію площі живлення рослини, проведені розрахунки з вибору схеми розміщення рослин при комбінованій ширині міжрядь. Результати зведені у таблицю 1.

Таблиця 1

**Вибір схеми комбінованого поєднання ширини міжрядь в залежності від співвідношення  $k$  сторін прямокутника площі живлення рослин (густота стояння 100 тис. шт./га).**

Можливі варіанти	Параметри формули	Чисельник формули $(n+1)^2$	Знаменник формули $10(nm+M)^2$	$k = \frac{(n+1)^2}{10(nm+M)^2} = 0,9 - 1,2$	Число лінійних метрів на 1га.
I	$n=3$ $m=0,3m$ $M=0,45m$	16	18,225	0,9	29630
II	$n=5$ $m=0,3m$ $M=0,45m$	36	38,025	0,95	30770
III	$n=5$ $m=0,3m$ $M=0,6m$	36	44,1	0,82	28571
IV	$n=3$ $m=0,3m$ $M=0,6m$	16	22,5	0,77	26667
V	$n=3$ $m=0,3m$ $M=0,7m$	16	25,6	0,63	25000
VI	$n=3$ $m=0,3m$ $M=0,8m$	16	28,9	0,55	23530

Дані таблиці показують, що у варіантах I і II при поєднанні 3-5 основних міжрядь  $m = 0,3$  м у комбінації з технологічним міжряддям  $M = 45$  см на 7,5-8,5 тис. метрів, у порівнянні із 45-сантиметровими міжряддями, збільшується довжина рядків на кожному гектарі при оптимальній густоті стояння і площі живлення кожної рослини, близькій за формою до квадрата ( $k = 0,9-0,95$ ), що, в цілому, забезпечує суттєве підвищення продуктивності цукрових буряків.

Для експериментальної перевірки ефективності пропонованої альтернативної технології у КСП «Перемога» Дубнівського району Рівненської області проводились демонстраційні виробничі досліді на площі 50 га.

Сівбу насіння ЦБ проводили спеціально переобладнаною на базі серійної вітчизняної сівалки ССТ-12Б по заданій схемі (рис. 2) 16 - рядною сівалкою в агрегаті з трактором Т-70С (рис. 3).

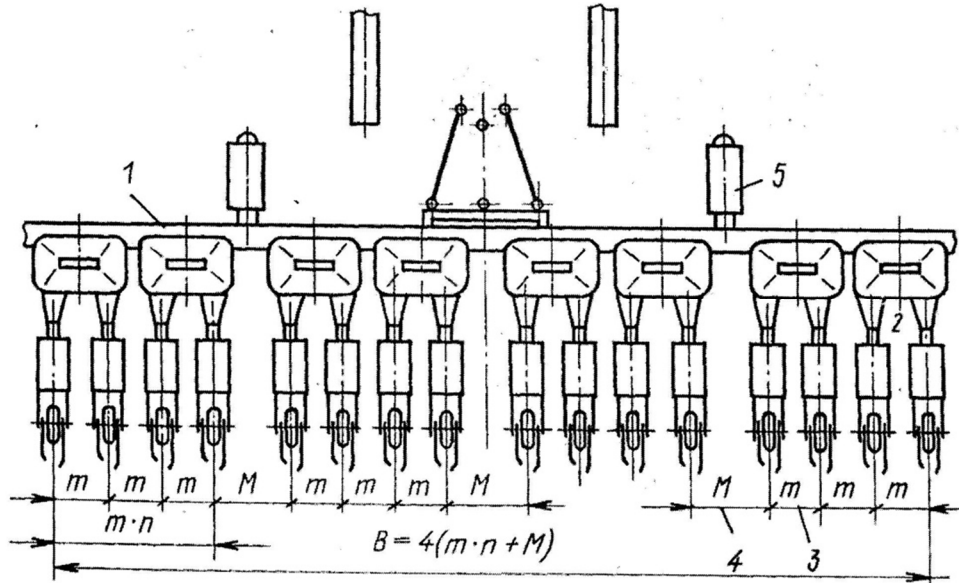


Рис. 2. Схема розміщення посівних секцій на рамі сівалки:  
1 – основна рама сівалки; 2 – посівна секція; 3 – основне міжряддя (30 см);  
4 – технологічне міжряддя (45 см); 5 – опоро-привідне колесо

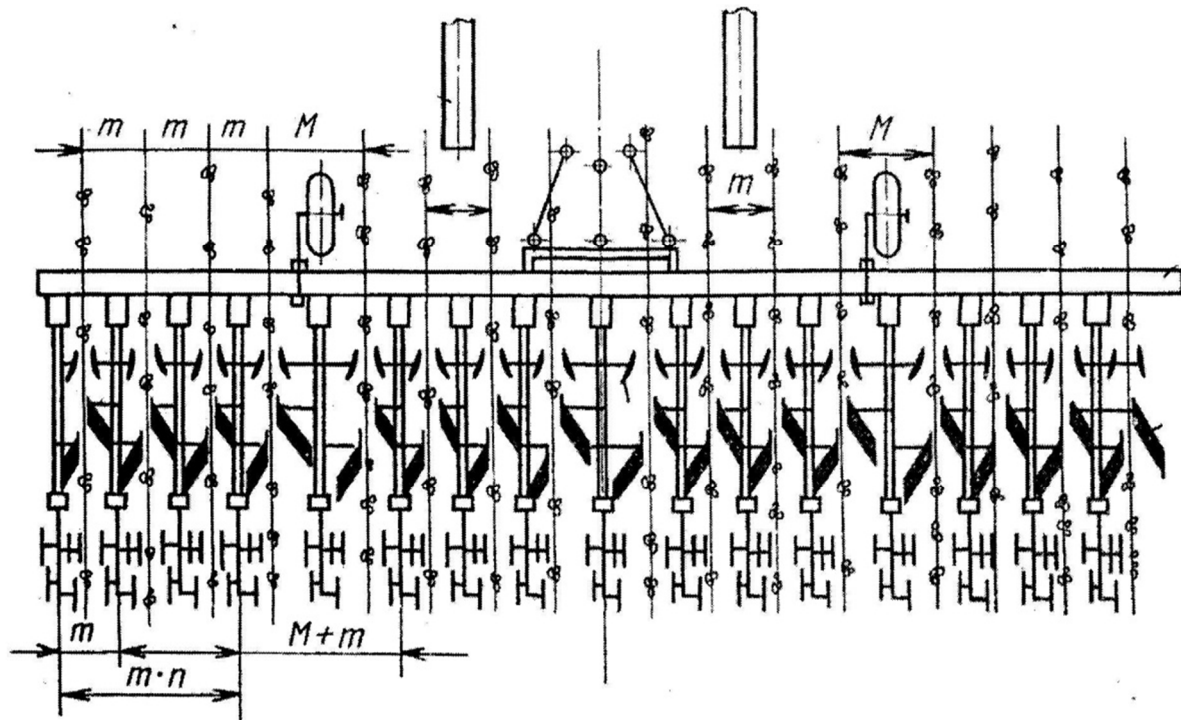


Рис. 3. 16 - рядна сівалка в агрегаті з трактором Т-70С



Рихлення міжрядь при догляді за посівами проводили переобладнаним 16 - рядним культиватором УСМК-5,4Б в агрегаті з Т-70С (рис. 4).

Оцінка біологічної урожайності ЦБ, проведена безпосередньо перед збиранням за відповідними методиками відбору проб і статистичної обробки отриманих даних [3], показала достовірну прибавку врожаю буряків 4,2-5,8 т/га (у залежності від густоти стояння 90-105 тис. шт./га) на фоні отриманої на контролі (технологія з міжряддями 45 см) урожайності 48,0-49,6 т/га.



**Рис. 4. Схема розміщення робочих органів на рамі культиватора для проведення рихлень міжрядь**

Збирання коренеплодів, вирощених із комбінованою шириною міжрядь, проводили переобладнаними на Тернопільському комбайновому заводі із 6 - рядних серійних машин у 8 - рядні експериментальні (рис. 5, 6): гичкозбиральною машиною, виконаною на базі БМ-6Б; очисником – на базі ОГД-6; коренезбиральною машиною – на базі КС-6Б-05 (рис. 7).

Кожна із двох секцій гичкозбиральної машини складалась із чотирьох різальних апаратів для безкопінного зрізування гички з трьома прямокутними шаблеподібними ножами, змонтованими під кутом  $120^\circ$  один до одного. Агрегатувалась машина з трактором Т-70С при боковому зміщенні вліво відносно центральної осі машини на 675 мм (половина ширини колії трактора), що дозволяє лівій гусениці трактора рухатись по зібраному полю. Висота ножів відносно поверхні поля регулювалась опоро – копіювальним колесом з таким розрахунком, щоб відходи маси голівок коренеплодів при зрізуванні не перевищували 0,5-1,0 %. Швидкість руху агрегату – до 5,3 км/год.

Очисник голівок коренеплодів двохвальний, переобладнаний із навісного ОГД-6 у причіпний з опоро-копіювальними колесами, що мимовільно спрямовуються вздовж міжрядь коренеплодів. Агрегатується очисник з трактором Т-70С.

Для переобладнання коренезбиральної машини КС-6Б-05 у 8 -рядну виготовили балку переднього моста на ширину колії 2,7 м.

Викопувальні робочі органи машини виконані у вигляді сферичних дисків у поєднанні зі стрілочастими підкопувальними лапами. Від землі і рослинних решток щойно викопані коренеплоди очищались за допомогою трьох пруткових турбін з вертикальною віссю обертання (рис. 8). Для забезпечення поперечної стійкості ходу рама копачів фіксувалась розтяжками. Машина надійна в роботі на легких і середніх ґрунтах.