

**KAPITEL 8 / CHAPTER 8 ⁸****ENERGY SAVING TECHNOLOGY OF ROOT CHICORY GROWING WITH
COMBINED INTERWIDE ROW***ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧА ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ ЦИКОРІЮ КОРЕНЕПЛІДНОГО З
КОМБІНОВАНОЮ ШИРИНОЮ МІЖРЯДЬ***DOI: 10.30890/2709-2313.2022-08-02-011****Вступ**

Продуктивність рослин і особливо цикорію коренеплідного визначається насамперед їх фотосинтетичною діяльністю, що створює до 90-95 % сухої біомаси урожаю. Відповідно теорії фотосинтетичної продуктивності рослин, урожайність розглядається як «ценотичне» явище і є результатом продуктивності не стільки окремих рослин, скільки їх сукупністю. Тому, важливою умовою підвищення урожайності культури є створення такої структури посіву, при якій форма площі живлення і просторове розміщення рослин відносно центру її симетрії забезпечували б найбільш повне поглинання і використання рослинами поступаючої фотосинтетичної радіації (ФАР) з максимальним ККД фотосинтезу.

**8.1. Продуктивність цикорію коренеплідного залежно від способу
вирощування**

Однак, можливість підвищення продуктивності посівів цикорію коренеплідного за рахунок оптимізації густоти насадження рослин і рівномірності розміщення їх на площі далеко від їх реалізації в даний час. Крім того в цьому напрямку практично відчувається недостатність наукової інформації про реакцію сучасних сортів і гібридів на змінювання геометричної структури агроценозів як за довжиною рядків, так і за шириною міжрядь.

В зв'язку з цим була проведено ряд дослідів по вивченню геометричної структури площі живлення рослин і оптичних властивостей посівів цикорію як основних факторів їх фотосинтетичної продуктивності.

З метою створення різниці в світловому режимі рослин при інших рівних умовах в схеми дослідів було включено варіанти з однаковою площею живлення, але з різною її геометричною формою, яку умовно класифікували за такими ознаками:

1 - площа живлення прямокутна з розміщенням однієї, двох і трьох

⁸ Authors: Tkach O. V.



рослин з місцем положення їх в безпосередній близькості від центру симетрії площі живлення;

2 - площа живлення ромбічна з розміщенням однієї рослини в центрі напроти вільних від рослин проміжків в суміжних рядках;

3 - площа квадратна з розміщенням рослин в щільних посівах на суміжних рядках.

Вирощування рослин за такими способами розміщення проводили на 3-х фонах мінерального живлення.

Одержані дані показали, що при рівних площах живлення для однієї рослини (1012,5 см²), але при різних способах розміщення їх в рядку відносно центра її симетрії, різко змінюється освітленість асиміляційного апарату. З погіршенням умов освітленості (квадратно-гніздове зближене розміщення) спостерігалася посиленний ріст надземної маси і сповільнений ріст коренеплоду, підвищення показника відношення листя до маси коренеплоду.

Відзначена закономірність ще в більшій мірі виявилася при підвищених дозах добрив. Відношення загальної маси листя до маси листових пластинок наприкінці вегетації при квадратно-гніздовому розміщенні на підвищеному фоні живлення складає 70-75%, а при ромбічному лише 55-60% або в 1,3 разу менше.

Дослідження показали, що різниця у світловому режимі, створена різними способами розміщення рослин в рядках, істотного впливу на розміри фотосинтетичного апарату не спричиняє ($\Psi = 4,0; 3,7; 3,9$) і тільки при збільшенні кількості рослин в гнізді до трьох, спостерігалася незначне зменшення площі листової поверхні ($\Psi = 3,6$). Погіршення умов освітленості негативно позначалося на фотосинтетичній діяльності цикорію коренеплідного. Найбільш високими показниками чистої продуктивності фотосинтезу відрізнялися варіанти з розміщенням рослин поодиноці на площі (прямокутне 45×22,5 і ромбічне 45×22,5). Рівномірне розміщення рослин з інтервалом 20-25 см вздовж рядка позитивно впливає на урожайність коренеплодів та вміст у них полісахариду інуліну (табл. 1).

Отже, геометрична структура площі живлення з розміщенням рослин в поодиноці є важливою умовою для вирощування цикорію коренеплідного і забезпечення високої продуктивності коренеплодів з підвищеним вмістом полісахариду інуліну і високими технологічними якостями.

Особливої уваги заслуговує вивчення впливу на продуктивність раціональне розміщення рослин при формі площі живлення близької до квадрату.



Таблиця 1 - Вплив форми площі живлення на продуктивність цикорію коренеплідного та вихід інуліну

Показники	Форма площі живлення, см (фактор А)							
	прямокутна						ромбічна	
	45x22,5	45x(27+18)		45x(40+27)		22,5x45		
	Сорт насіння (фактор В)							
	Уманський-97	Уманський-99	Уманський-97	Уманський-99	Уманський-97	Уманський-99	Уманський-97	Уманський-99
Урожайність коренеплодів, т/га	28,2	28,7	27,4	27,8	26,5	26,8	28,5	28,9
Вміст інуліну, %	18,3	18,4	18,0	18,2	17,7	18,0	18,4	18,5
Збір інуліну, т/га	5,1	5,2	4,9	5,1	4,6	4,8	5,2	5,3

Примітка: 45 – ширина міжрядь, см; 22,5 – інтервал між рослинами в рядках, см; 27 і 40 – інтервал між букетами у рядках, см; 18 і 27 – довжина букету з двома і трьома рослинами, см; ЧПФ – чиста продуктивність фотосинтезу.

Одержані дані показали, що при рівних площах живлення для однієї рослини (1012 см²), але при різних способах розміщення їх у рядку значно змінюється освітленість асиміляційного апарата. З погіршенням умов освітленості (квадратно-гніздове зближене розміщення) спостерігався посилений ріст надземної маси і сповільнений ріст коренеплодів, підвищення показника відношення листя до маси коренеплоду (рис.1).

Погіршення умов освітленості негативно позначалося на фотосинтетичній діяльності цикорію коренеплідного. Найбільш високими показниками чистої продуктивності фотосинтезу відрізнялись варіанти з розміщенням рослин поодинці (прямокутне і ромбічне 45x22,5 см).

Отже, однією із умов одержання високої врожайності коренеплодів з підвищеною цукристістю і високим технологічними якостями є геометрична структура площі живлення з розміщенням рослин поодинці.

Особливої уваги заслуговує вивчення впливу раціонального розміщення рослин (при формі площі живлення близькій до квадрата) на продуктивність цикорію коренеплідного. У цьому напрямі нами були проведені дослідження, в яких сукупність геометричної структури посівів створювали у вигляді квадратної



форми площі живлення для однієї рослини – 25×25; 30×30; 35×35, 45×45; 60×60 см і прямокутної – 45×22,5 см. Дані досліджень свідчать про те, що посіви з квадратною формою площі живлення 35×35 см і густотою рослин 81,6 тис./га забезпечили більший збір коренеплодів, що на 1,4 т/га більше ніж на контролі (45×22,5 см з густотою рослин 98,8 тис./га) (табл.2).

Таблиця 2 - Фотосинтетичний потенціал (ФП, млн.м² діб/га) і чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ, г/м² листа за добу) в залежності від густоти рослин, величини і форми площі живлення

Показник	Форма площі живлення, см (Фактор А)							
	60×60		45×45(к)*		35×35		45×22,5	
Густота рослин, тис./га	30		50		80		100	
Площа живлення, см ²	3600		2025		1225		1012,5	
Сорт насіння (Фактор В)	Уманський-97	Уманський-99	Уманський-97	Уманський-99	Уманський-97	Уманський-99	Уманський-97	Уманський-99
Дні обліку	ЧПФ, г/м ² добу							
10.07	3,5	3,7	3,7	3,9	3,9	4,2	3,5	3,6
26.07	7,8	8,1	7,3	7,5	7,1	7,3	5,8	6,0
28.08	6,7	7,0	5,7	5,9	6,0	6,2	3,7	3,9
30.09	5,3	5,5	3,8	3,9	3,3	3,4	2,9	3,1
Дні обліку	ФП, тис. м ² /га добу							
10.07	0,6	0,7	1,0	1,1	1,3	1,5	1,2	1,4
26.07	2,7	2,9	3,1	3,3	3,5	3,7	3,2	3,5
28.08	5,8	6,0	6,8	7,1	7,6	7,7	7,4	7,5
30.09	9,2	9,3	9,8	10,1	10,6	10,8	10,2	10,4

Примітка: (к)* - контроль

В цьому напрямку були проведені додаткові польові дослідження, в яких сукупність геометричної структури посівів створювали у вигляді квадратної форми площі живлення для однієї рослини – 25×25; 30×30; 45×45; 60×60 см і прямокутної 45×22,5 см.

Дані досліджень на рис. 1, табл. 2, 3 свідчать про те, що в перший період вегетації внаслідок малих розмірів асиміляційної поверхні листового апарату рослин частина використання ФАР для всіх варіантів незначна, але різниця між

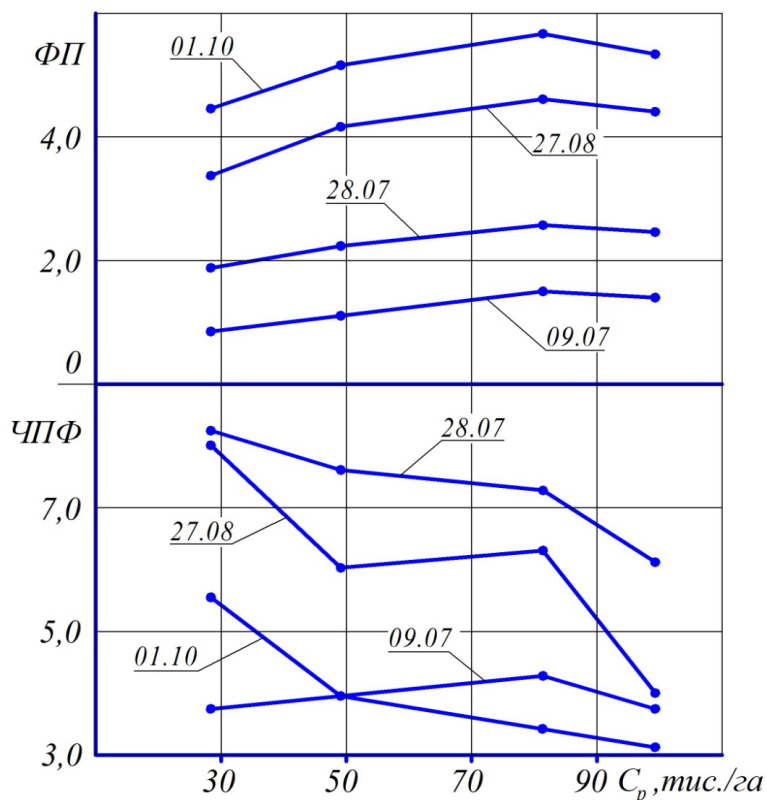


Рисунок 1 - Залежність фотосинтетичного потенціалу (ФП, млн.м² діб/га), чистої продуктивності фотосинтезу цикорію коренеплідного (ЧПФ, г/м² листа за добу) від густоти насадження рослин (C_p, тис./га), величини і форми площі живлення.

варіантами була помітна. При чому у варіантах з більшою площею живлення використання ФАР цикорієм коренеплідним було меншим, ніж у варіантах з більшою густотою рослин.

На використання ФАР значно впливають дози внесення добрив. Так у варіанті без добрив (45×45 см) використання ФАР в кінці липня було лише 0,759 %, а на фоні підвищеної дози добрив воно було в 2,3 рази більше. При цьому найбільше поглинання і використання сонячної енергії спостерігалася в другу половину вегетаційного періоду, коли листкова поверхня рослин досягала своєї найбільшої величини.

Зміни у фотосинтетичній діяльності рослин, які викликані різними умовами світлового режиму і коренеплідного живлення, в кінцевому підсумку визначають продуктивність цикорію коренеплідного, як інтегрованого результату усіх біологічних процесів, що підтверджується даними табл. 3.3, які свідчать про те, що посіви з квадратною формою площі живлення (35×35 см) і густотою рослин 81,6 тис./га забезпечили збір полісахариду інуліну 5,6 т/га або на 0,7 т/га більше ніж на контролі (45×22,5 см з густотою рослин 98,8 тис./га). Така ж закономірність спостерігалась і при збільшених дозах добрив.



Отже, одержані дані підтверджують висновки, що для формування високої продуктивності посівів цикорію коренеплідного, рівномірність розподілу рослин на площі має більше значення, ніж їх загальна кількість на одиниці площі. До того ж чим більше площа живлення відхиляється від оптимуму (квадрату), тим значніше спостерігається зниження урожайності.

Аналіз результатів досліджень показав, що відносно високий урожай коренеплодів можна отримати як в розріджених, так і загущених агроценозах (табл. 3). Проте в першому випадку урожай формується за рахунок більшої маси окремих коренеплодів, а в другому – при більшій їх кількості на площі.

Таблиця 3 - Продуктивність цикорію коренеплідного в залежності від форми площі живлення рослин

Показник	Форма площі живлення, см (фактор А)							
	квадратна						прямокутна	
	60×60		45×45(к)*		35×35		45×22,5	
	Сорт насіння (фактор В)							
	Уманський-97	Уманський-99	Уманський-97	Уманський-99	Уманський-97	Уманський-99	Уманський-97	Уманський-99
Урожайність коренеплодів, т/га	24,0	24,1	30,1	30,3	31,1	32,4	27,5	28,7
Вміст інуліну, %	16,7	16,8	17,7	17,9	18,5	18,7	18,2	18,4
Збір інуліну, т/га	3,3	3,4	5,3	5,4	5,9	6,1	5,1	5,2

Примітка (к)* - контроль

Так, при густоті рослин 60 і 120 тис./га (табл. 3.4) урожайність коренеплодів складає в межах 30 т/га. Середня маса коренеплоду відповідно – 500 і 250 г., вміст інуліну полісахариду – 15,3 і 17,0 %, вихід інуліну – 3,88 і 4,32 т/га. При цьому в розрідженому посіві в загальній масі урожаю коренеплоди масою більше 500 г. складають біля 55 %, а в загущеному – 1,3 %. Дані табл. 3-4 також показують, що під час збирання частина головки великих коренеплодів становить 12,3 % маси, середня частина коренеплоду – 82,7 %, хвостова – 5,0 %. Це свідчить про те, що вміст інуліну в коренеплоді в цілому в значній мірі визначається питомою масою головки коренеплоду, що має низький його вміст. Необхідно також відмітити, що при зрідженій густоті рослин збільшується кількість дуплистих коренеплодів, відповідно у варіанті 60



тис/га їх було – 12,3 %, то при 120 тис/га – 0,9 %.

Аналіз даних (табл. 4) показує, що між якісними ознаками цикорію коренеплідного і густотою рослин – агроценозом C_p в межах 60-120 тис./га при майже постійній урожайності коренеплідів 30 т/га, а саме: масою коренеплоду – P_k , г; добовим приростом маси коренеплоду за вегетаційний період – $m_{кц}$, г; масою головки коренеплоду – $m_{гк}$, % по відношенню до маси коренеплоду – P_k ; дуплистістю коренеплідів – D , %; розчиненою золюю – P_z , % існує аналітична залежність, яка визначається рівнянням показової функції виду:

$$\bar{y} = a \times b^x \quad (1)$$

А між вмістом інуліну полісахариду – C , %; збором Z_{in} і виходом інуліну полісахариду – B_{in} з одного гектару, т /га; масою середньої частини коренеплоду – $m_{счк}$, % – рівнянням логарифмічної кривої виду:

$$\bar{y} = b \times \log x - a; \quad (2)$$

між масою хвостової частини коренеплоду – $m_{хвч}$, %; а також між вмістом інуліну полісахариду – C , % коренеплоду і масою його головки – $m_{гк}$, % – рівнянням прямої виду:

$$\bar{y} = a + bx \quad (3)$$

Таблиця 4 - Взаємозв'язок густоти рослин цикорію коренеплідного з її якісними ознаками

Показник	Густота рослин, тис./га			
	60	80	100	120
Середня маса коренеплоду, г	500	375	300	250
Добовий приріст маси коренеплоду, г	4,16	3,12	2,5	2,08
Вміст інуліну, %	17,3	18,1	18,7	19,0
Збір інуліну, т/га	5,19	5,43	5,64	5,7
Кількість розчиненої золи, %	0,362	0,271	0,217	0,181
Відношення загальної маси коренеплоду, % до маси:				
голівки	12,3	9,5	7,1	5,1
середньої частини	82,7	84,2	87,2	91,6
хвостової частини	5,0	6,3	5,7	3,3



Розрахункові значення коефіцієнтів «a» і «b» рівнянь, які одержані методом найменших квадратів приведені у таблиці 5.

Таблиця 5 - Математичні моделі залежності якісних ознак цикорію коренеплідного від густоти рослин, C_p тис./га

Показник	Рівняння регресії	Множинний коефіцієнт кореляції, r	Коефіцієнт детермінації, R^2
P_k , Г	$y = -82,5x + 562,5$	0,95	0,96
$m_{кц}$, Г	$y = -0,686x + 4,68$	0,98	0,96
C , %	$y = 1,2458 \ln(x) + 17,285$	0,96	0,99
Z_{in} , т/га	$y = 0,174x + 5,055$	0,97	0,94
P_z , %	$y = -0,131 \ln(x) + 0,3618$	0,98	0,99

Примітка. P_k – маса коренеплоду, г; $m_{кц}$ – добовий приріст маси коренеплоду за вегетаційний період, г; $m_{гк}$ – маса головки коренеплоду по відношенню до загальної маси P_k , %; D – дуплістність коренеплодів, %; P_z – розчинена зола, %; C – вміст інуліну полісахариду в коренеплодах, %; Z_{in} і V_{in} – збір і вихід полісахариду інуліну з одного гектару, т/га; $m_{счк}$ і $m_{хвч}$ – маса середньої і хвостової частин коренеплоду по відношенню до загальної маси P_k , % (рис. 2).

Отже, встановлені аналітичні залежності між густотою рослин цикорію коренеплідного (в межах 60-120 тис/га) і її якісними ознаками дозволяють на підґрунті комплексного методичного підходу відшукати можливість реалізації біологічного потенціалу цикорію коренеплідного по відношенню до його продуктивності (поряд з живильним режимом, розміщенням в сівозміні і іншими факторами), перш за все за рахунок оптимізації густоти рослин і рівномірності їх розміщення на площі шляхом створення геометричної структури агроценозів (посівів) з формою площі живлення, що наближається до оптимуму (квадрату) з врахуванням технологічної якості коренеплодів, що забезпечуватимуть максимальний збір первинної сировини і вихід інуліну полісахариду при обробці.

Крім того, одержані залежності можуть бути використані як вихідні дані для розрахунку і обґрунтування оптимально необхідної площі посіву і можливого її скорочення без зменшення обсягу виробництва інуліну полісахариду для задоволення потреб у ньому як всередині країни, так і експортній реалізації за її межами.

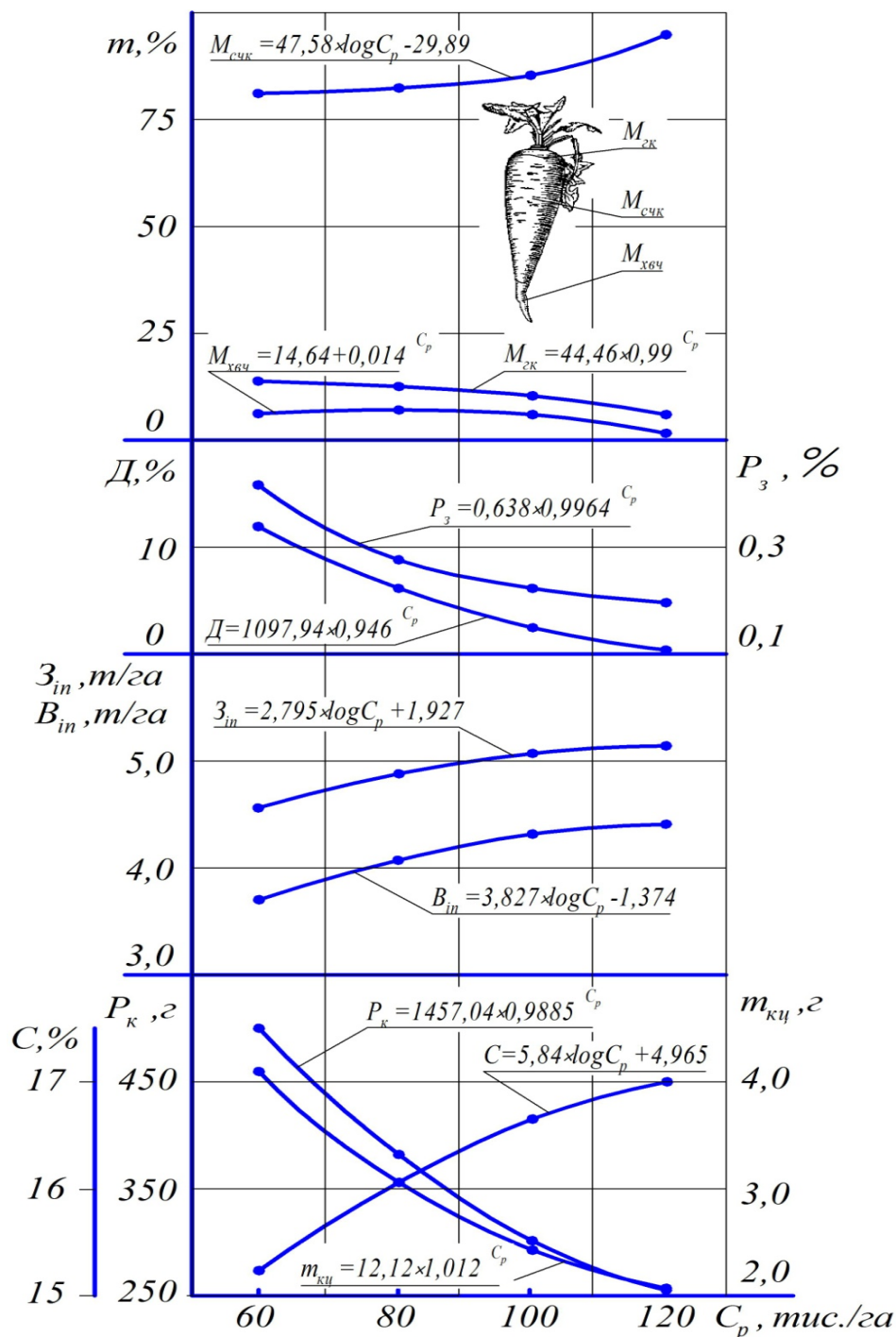


Рисунок 2 - Залежність якісних ознак цикорію коренеплідного від густоти рослин C_p , тис./га

Показники агротехнічного стану дослідної ділянки цикорію коренеплідного за розподілом відстані між коренеплодами, величиною, формою і співвідношенням сторін площі живлення, а також за розподілом коренеплодів відносно розмірів і маси та їх значимості у формуванні урожаю при вихідних параметрах до збирання: густоті рослин 90 тис./га, урожайності коренеплодів 32,0 т/га і листя 19,0 т/га приведені в таблицях 6 і 7.



Таблиця 6 - Показники площі живлення та інтервали між коренеплодами цикорію сорту Уманський-99 перед збиранням

Показник	Інтервали між коренеплодами, см			
	0-15	15-30	30-45	45-60
Площа живлення, $\frac{\text{см}^2}{\%}$	337,5	1012,5	1687,5	2362,5
	24,3	47,6	20,9	7,2
Форма площі живлення, см \times см	7,5 \times 45	22,5 \times 45	37,5 \times 45	52,5 \times 45
Відношення сторін площі живлення, $K = \frac{L_p}{M}$	0,17	0,5	0,83	1,17

Примітка. L_p – відстань між коренеплодами в рядку; M – ширина міжрядь ($M = 45$ см).

Аналіз даних (табл. 6) показав, що площа живлення рослин цикорію коренеплідного, яка обумовлюється структурою посіву при існуючій технології вирощування з шириною міжрядь 45 см при густоті рослин майже 90 тис/га (близькій до оптимуму) змінюється у великих межах ($V = 64,5$ %). Причому кількість рослин з розміщенням на зближених інтервалах в рядку (0-15 см) і площею живлення 337,5 см² досягала 24,3 %. Це призводить до зниження ступеня освітленості листяного апарату (затіненню) суміжних рослин, а також до зниження чистої продуктивності фотосинтезу (ЧПФ). І навпаки, при розміщенні рослин з інтервалами 40 см з площею живлення біля 2000 см² ЧПФ підвищується (рис. 1). Проте, на таких інтервалах розміщується тільки 7,2 % рослин. Збільшення ж площі живлення, як правило, зв'язане із зменшенням густоти рослин, а тому із зниженням продуктивності цикорію коренеплідного на одиниці площі.

Отже, оптимальну площу живлення рослин цикорію коренеплідного, яка наближається до квадрату, слід формувати структурою посіву з урахуванням її біологічних особливостей як за рахунок вибору раціональної ширини міжрядь, так і за рахунок рівномірного розміщення рослин в рядках з інтервалами не менше 25 і не більше 35 см із співвідношенням сторін площі живлення, що відповідає прямокутнику $K = 0,8-1,2$.

8.2. Обґрунтування вибору раціональної схеми розміщення рослин цикорію коренеплідного з комбінованою шириною міжрядь

Величина і форма площі живлення мають значний вплив на розміри і масу коренеплодів, а отже на і формування маси урожаю (табл. 7). Якщо



кількість коренеплодів діаметром 10-20 мм відповідала відсотковому значенню 9% від загального їх збору, то їх значимість у формуванні маси урожаю складала лише 2,1 %. Тоді як при 7% коренеплодів діаметром 80-100 мм значимість їх маси складала 16,7% урожаю або 5,3 т/га, тобто у вісім разів більше, ніж маса коренеплодів фракції 10-20 мм.

Таблиця 7 - Розподіл якісних показників сорту Уманський-99 залежно від діаметра коренеплоду

Показник	Діаметр коренеплоду, мм				
	10-20	20-40	40-60	60-80	80-100
Кількість коренеплодів, %	19	41	26	11	3
Значимість у формуванні маси урожаю, %	12,1	15,2	34,5	27,5	10,7
Маса коренеплоду P_k , г	77,9	164,4	274,2	384,3	575,7
Відношення маси листя до коренеплоду, P_l/P_k	1,68	1,57	1,14	0,82	0,69

Слід відмітити, що найбільшим утрудненням для якісного зрізу листя являються коренеплоди малих розмірів ($d_k = 10-20$ мм), які, як правило, розміщуються в рядку на малих інтервалах (до 10 см) і залягають нижче рівня поверхні ґрунту, тому потрапляючи у кагати (бурти) коренеплодів не зрізаними або з високим зрізом листя, забруднюють його зеленою масою більше встановленої норми (3%).

У зв'язку з цим, як за показниками підвищення якості сировини цикорію при збиранні урожаю, так і за підвищенням виходу інуліну полісахариду при заводській переробці, даним вимогам відповідають коренеплоди розміром від 40 до 90 мм, яких повинно бути не менше 85% за масою.

Недостатня густина рослин (зрідженість посівів) і нерівномірність їх розміщення – одна із основних причин недобору урожаю і особливо зниження вмісту інуліну полісахариду та технологічної якості коренеплодів. Для прикладу якщо цикорієва плантація господарства займає 700 га, то при густоті рослин 65 тис/га (при оптимальній густоті 100 тис/га) безпосередньо цикорієм зайнято 455 га, що відповідає 35 % посівної площі, то при низькій культурі землеробства 245 га знаходиться під бур'янами. В даному випадку при урожайності 30 т/га і вмісту інуліну полісахариду 16 % недобір урожаю коренеплодів складає 7350 т, а дефіцит інуліну полісахариду 1176 т.

Крім того, зрідженість посівів поряд з недобором урожайності приводить до значного ущільнення ґрунту в рядках (особливо в сухий період) в місцях пропусків, що погіршує збирання урожаю, сприяє збільшенню забрудненості



зібраної маси коренеплодів грудками землі до 20-30 % а отже і вимушеного підвищення енерговитрат на перевезення близько 15,0 тис. тон верхнього шару ґрунту. Все це також змушує застосовувати більш затратний перевалочний спосіб збирання, при якому додаткові втрати урожайності сягають 2,0-3,0 т/га.

Перехід до інтенсивних технологій виробництва та необхідності розширення енергозберігаючих технологій вирощування цикорію коренеплідного з малими нормами висіву насіння сучасних сортів і гібридів, що вимагає забезпечення густоти рослин 90-110 тис/га з рівномірним їх розміщенням при існуючих 45 см міжряддях пов'язано із великими труднощами. При цьому збільшення густоти рослин понад 120 тис/га не забезпечує подальшого росту урожайності і збільшення збору інуліну полісахариду.

Результати польових і виробничих дослідів, проведених в різних ґрунтово-кліматичних зонах України, показали, що важливим резервом підвищення продуктивності цикорію коренеплідного є створення оптимальної густоти рослин з необхідною формою площі живлення, що наближається до квадрату за рахунок зменшення ширини міжрядь і збільшення відстані між рослинами в рядках.

Теоретично і експериментально встановлено, що раціональною формою площі живлення кожної окремо взятої рослини є приближення її до квадрату. На основі цих передумов і можливості здійснення механізованого догляду за посівами і збиранням цикорію коренеплідного нами розроблена методика досліджень щодо вибору раціональної схеми розміщення рослин на площі при комбінованій ширині міжрядь.

При міжряддях 45 см форма площі живлення рослин у вигляді квадрату забезпечується співвідношенням сторін, що дорівнює:

$$K = \frac{L_p}{M} = \frac{45 \text{ см}}{45 \text{ см}} = 1,0$$

де L_p – сторона квадрата вздовж рядка, см;

M – ширина міжряддя, см.

При наближенні площі живлення до квадрата, тобто розміщення рослин в рядках з інтервалом 45 см, значно знижується густина рослин (до 49,4 тис/га), що негативно відзначається на продуктивності цикорію коренеплідного.

При необхідній густоті рослин цикорію коренеплідного до збирання, близької до 110 тис/га або 5 шт. (коренеплодів) на метрі з розміщенням на



інтервалах $L_p = 20$ см, норма висіву при 90% польовій схожості насіння повинна складати 10-12 шт./м. В цьому випадку конфігурація площі живлення приймає вид прямокутника, витягнутого в бік міжрядь, із співвідношенням сторін:

$$K = \frac{L_p}{M} = \frac{20 \text{ см}}{45 \text{ см}} = 0,44$$

що свідчить про значне її відхилення від раціональної площі живлення – квадрата.

В практиці вирощування коренеплодів відомий спосіб сівби цикорію коренеплідного з більш вузькими (30-35 см) міжряддями. За такої ширини міжрядь найбільш імовірно зниження зрідженості сходів цикорію коренеплідного, а отже, при малих нормах висіву, можливе більш раціональне розміщення рослин з оптимальною площею живлення. В цьому випадку для одержання заданої густоти рослин до 110 тис/га при міжряддях 30 см і раціональній площі живлення рослин, близькій до квадрату ($K = \frac{30 \text{ см}}{30 \text{ см}} = 1,0$), з розміщенням в рядках з інтервалом 30 см норму висіву насіння при 90 % польовій схожості можна зменшити до 7-8 шт. на метр рядка. Отже, при зменшених (30 см) міжряддях виникають такі можливі позитивні наслідки:

- більша кількість рядків на одиниці площі, що дозволить одержати необхідне число рослин при сівбі на кінцеву густоту з більш рівномірним їх розміщенням за рахунок компенсації пропусків в суміжних рядках;

- раніше змикання листя рослин в міжряддях сприятиме зниженню розвитку бур'янів та їх пригніченню.

Тому, при росту і такій ширині міжрядь можливе збільшення виходу товарних коренеплодів з одиниці площі придатних до машинного садіння при висадковому насінництві цикорію коренеплідного. Проте при сучасному стані вітчизняної техніки та відповідно до неспроможності малих та середніх господарств забезпечитися новою сучасною імпортною технікою і комплексній механізації технологічних процесів вирощування цикорію коренеплідного при зменшених (30-35 см) міжряддях, практично не вирішується проблема механізованого догляду за посівами рослин і збирання урожаю.

В зв'язку з цим для підвищення продуктивності цикорію коренеплідного і забезпечення механізованого догляду за посівами та збирання урожаю пропонується технологія виробництва фабричного і маточного цикорію коренеплідного при комбінованій ширині міжрядь з чергуванням основних і



технологічних міжрядь в робочому захваті посівного агрегату за схемою:

$$B = (n \times m + M) \times i, \quad (4)$$

де B – ширина робочого захвату посівного агрегату, м;

n – кількість основних міжрядь в блоці;

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

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

i – число сполучень (блоків), що повторюються в робочому захваті сівалки $(n \times m + M)$.

При цьому сівбу цикорію коренеплідного на задану густоту рослин здійснюють відповідно до встановленої схеми, при якій площа живлення кожної рослини приймається рівною прямокутнику із співвідношенням сторін $K = 0,9-1,2$, що визначається за формулою:

$$K = \frac{L_p}{\bar{M}}, \quad (5)$$

де L_p – сторона прямокутника, яка дорівнює сумі двох півінтервалів відносно рослини в рядку;

\bar{M} – середня ширина міжряддя.

$$L_p = \frac{N}{C}, \quad (6)$$

де N – число лінійних метрів рядків на 1 га, м;

C – густина насадження, тис./га.

$$N = \frac{S}{M'}, \quad (7)$$

де S – площа рівна 1,0 га, $S = 10000$ м².

$$\bar{M} = \frac{n \times m + M}{n + 1}, \quad (8)$$

де n – кількість основних (вузьких) міжрядь в блоці, які розміщуються між технологічними міжряддями M ;

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

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

$$\bar{M} = \frac{3 \times 0,3 + 0,45}{3 + 1} = 0,3375 \text{ м.}$$

Підставивши (5) в (4) матимемо:

$$N = \frac{S \times (n + 1)}{n \times m + M} \quad (9)$$

$$N = \frac{10000 \times (3 + 1)}{3 \times 0,3 + 0,45} = 29630 \text{ м.}$$



Тоді відстань між рослинами L_p буде дорівнювати:

$$L_p = \frac{S \times (n + 1)}{C \times (n \times m + M)} \quad (10)$$

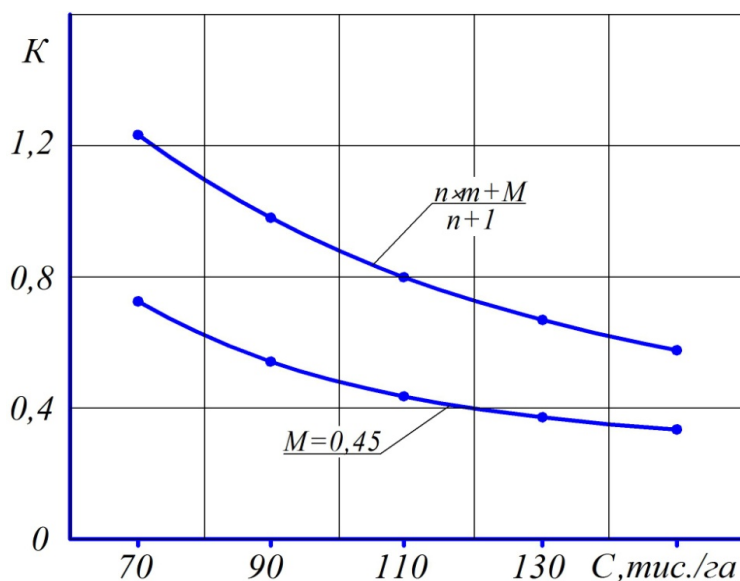


Рисунок 3. - Вплив ширини технологічних міжрядь "М" і густоти насадження "С" на співвідношення сторін "К" площі живлення рослин:

$$K = \frac{L_p}{\bar{m}} = \frac{S \times (n + 1)^2}{C \times (n \times m + M)^2}$$

де L_p – сторона прямокутника, яка дорівнює сумі двох напівінтервалів між рослинами в рядку, м;

$\bar{m} = \frac{n \times m + M}{n + 1}$ – середня ширина міжряддя при комбінації основних $m = 0,3$ м з

технологічним $M = 0,45$ м; $n = 3$ – число основних міжрядь в блоці;

$S = 10000$ м² – площа 1 га.

Тобто, при густоті рослин 100 тис/га з комбінованою шириною міжрядь співвідношення сторін прямокутника площі живлення рослин близьке до квадрату (рис. 3).

При такому розміщенні рослин, з площею живлення наближеною до конфігурації квадрату, забезпечується підвищення продуктивності цикорію коренеплідного при гарантованій густоті рослин 100-110 тис/га через збільшення на площі вирощування кількості лінійних метрів в 1,33 рази або на 33-34% порівняно з вирощуванням цикорію з міжряддями 45 см.

Крім того, при комбінуванні основних міжрядь « m » з необхідною кількістю технологічних міжрядь « M » = 45 см, які в 1,5 рази більше основних, забезпечується більш якісний механізований догляд за рослинами і збирання



цикорію коренеплідного.

За формулою $K = \frac{S \times (n+1)^2}{C \times (n \times m + M)^2}$, яка враховує конфігурацію площі живлення рослин, проведено розрахунок і вибір схеми розміщення рослин при комбінованій ширині міжрядь. Результати розрахунків приведені в таблиці 8.

Таблиця 8 - Вибір схеми комбінованої ширини міжрядь залежно від співвідношення сторін "K" прямокутника і площі живлення рослин (густота рослин 100 тис./га)

Варіанти	Параметри формули	Формула: $K = \frac{(n+1)^2}{10 \times (n \times m + M)^2}$	Чисельник формули $(n+1)^2$	Знаменник формули $10(n \times m + M)^2$	Довжина рядка з рослинами, м/Га
1	2	3	4	5	6
1	n = 5; m = 0,3 м; M = 0,45 м	0,95	36	38,025	30770
2	n = 3; m = 0,3 м; M = 0,45 м	0,9	16	18,225	29630
3	n = 5; m = 0,3 м; M = 0,6 м	0,82	36	44,1	28571
4	n = 3; m = 0,3 м; M = 0,6 м	0,77	16	22,5	26667
5	n = 3; m = 0,3 м; M = 0,7 м	0,63	16	25,6	25000

Дані таблиці 8 показують, що у варіантах 1 і 2 при комбінації основних міжрядь «m» = 0,3 м в кількості «n» = 3-5 з чергуванням технологічного міжряддя «M» = 0,45 м за схемою $(n \times m + M) = [(3-5) \times 0,3 + 0,45]$ забезпечується збільшення кількості метрів рядків з рослинами на площі 1 га порівняно з іншими варіантами на 3,0-4,0 тис. метрів, а порівняно із звичайною (існуючою) шириною міжрядь 45 см – на 7,5-8,5 тис. метрів, що дозволяє одержати оптимальну густоту рослин на період збирання 100 тис/га з площею живлення близькою до квадрату із співвідношенням сторін $K = 0,9 - 0,95$, при якій підвищується продуктивність, а отже і вихід полісахариду інуліну цикорію коренеплідного.



Висновки

1. Аналіз результатів досліджень вирощування цикорію коренеплідного з різною шириною міжрядь показав, що для підвищення їх продуктивності оптимальною є ширина міжрядь 22-30 см. Але при такій ширині міжрядь та існуючому у виробництві комплексі машин неможливо провести сівбу, механізований догляд за посівами і збирання врожаю відповідно до агротехнічних вимог.

2. У зв'язку з цим, розроблено методику вибору раціональної схеми розміщення рослин цикорію коренеплідного при комбінованій (3×30+45 см) ширині міжрядь за коефіцієнтом «К» з урахуванням співвідношення сторін прямокутника площі живлення близької до квадрату ($K = 0,9-1,2$) і можливості забезпечення виконання механізованих технологічних процесів: сівби, догляду за посівами та збирання цикорію коренеплідного.

3. При вирощуванні цикорію коренеплідного з комбінованою шириною міжрядь цілком виправдана мала норма висіву насіння (8-10 шт. на 1 метр рядка при 85 % польовій схожості), яка майже при повній частоті ризику в зрідженості сходів дозволяє сформувати оптимальну густоту насадження в процесі сівби з площею живлення рослин близькою до квадрату. Додатково одержати з 1 га 6,0-8,0 т коренеплодів з підвищеним вмістом інуліну полісахариду на 0,6-0,95 пунктів, із зниженням вмісту зольних елементів на 10 %, нітратного азоту і зменшення дуплистості коренеплодів.