

УДК 633.63

## Особливості впливу елементів технології вирощування на фотосинтетичну активність посівів буряків цукрових

М. В. Роїк, Н. О. Кононюк\*

*Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України, вул. Клінічна, 25, м. Київ, 03110, Україна, \*e-mail: nadiyakononuk@ukr.net*

**Мета.** Установити вплив елементів технології вирощування на фотосинтетичну активність посівів буряків цукрових. **Методи.** Польові, лабораторні. **Результати.** Дослідження показують, що на третю декаду червня рослини буряків цукрових в середньому по досліді формували листову поверхню на рівні 3,5 тис. см<sup>2</sup>/рослину, що цілком достатньо для ефективного фотосинтезу. А от на третю декаду липня збільшилась та в середньому по досліді на неудобрених варіантах становила 4,1, а на удобрених 5,3 та 5,5 тис. см<sup>2</sup>/рослину. Аналіз показує, що площа листової поверхні станом на третю декаду серпня була максимальною порівняно з іншими часовими інтервалами та становила на неудобрених варіантах 4,4, а на удобрених відповідно 6,0 та 6,3 тис. см<sup>2</sup>/рослину. За фотосинтетичним потенціалом за проміжок часу від третьої декади червня до третьої декади липня на варіанті без застосування мінеральних добрив кращими були: Софія, Уманський ЧС97, ІЦБ 0801, Весто та Злука, за застосування N<sub>150</sub>P<sub>150</sub>K<sub>150</sub>: Герой. Софія, Уманський ЧС97, ІЦБ 0801, Весто та Злука, а от за внесення N<sub>300</sub>P<sub>300</sub>K<sub>300</sub>: Герой. Софія, Уманський ЧС97, ІЦБ 0801, Весто, Злука та Уманський ЧС90. А от з третьої декади липня по третю декаду серпня фотосинтетичний потенціал становив 0,95–2,63 млн. м<sup>2</sup> × діб/га, що пов'язано з тим що площа листової поверхні зростає незначно, на 0,3–0,8 тис. см<sup>2</sup>/рослину. За чистою продуктивністю фотосинтезу в проміжок часу з третьої декади липня по третю декаду серпня максимальні значення були в досліді порівняно інших проміжків часу. Так, найкраще суху речовину одиницею площі листової поверхні накопичували наступні гібриди: Герой (5,21–7,25), Константа (3,09–4,94), Булава (3,67–5,68), Ромул (3,27–4,54) та Уманський ЧС90 (2,87–4,33 г/м<sup>2</sup> за добу). **Висновки.** Встановлено, що на третю декаду серпня максимальна площа листя була у гібридів: Олександрія, Уманський ЧС 90, Злука, ІЦБ 0801, Ромул, Кварта та Софія. А от з третьої декади серпня по третю декаду вересня максимальні значення фотосинтетичного потенціалу були в наступних гібридів: Софія (1,68), Український ЧС72 (1,13), Ромул (1,35), Кварта (1,35) та Злука (1,13). З третьої декади вересня по третю декаду жовтня кращі показники чистої продуктивності фотосинтезу були в гібридів: Весто (0,42–1,19) та Кварта (0,98–1,08 г/м<sup>2</sup> за добу).

**Ключові слова:** буряки цукрові; норма добрив; строки збирання; площа листя; фотосинтетичний потенціал; чиста продуктивність фотосинтезу.

### Вступ

Формування високопродуктивних агрофітоценозів буряків цукрових передбачає точне та послідовне виконання комплексу агротехнологічних операцій, спрямованих на отримання рівномірних та дружніх сходів, а в подальшому забезпечення швидкого росту та розвитку рослин з метою утворення достатньо ефективної площі листової поверхні на ранніх етапах розвитку рослин [1, 2].

Адже загальновідомо що на ранніх етапах буряки цукрові не контролюють поверхню поля, за рахунок малої кількості листків та невеликої їх площі. А тому втрата хоча б частини листової поверхні, особливо за непродуманої технології вирощування може призвести до значного відставання рослин в рості та розвитку [3, 4].

В той же час найбільш інтенсивне формування листового апарату спостерігається в період з 20 липня по 20 серпня, що відповідає формуванню асиміляційної поверхні на рівні

2500–3200 см<sup>2</sup>. І власне правильне використання агрозаходів дозволяє отримати бажаний рівень фотосинтетичної активності рослин для забезпечення високої їх продуктивності [5, 6].

*Мета досліджень* – визначити вплив елементів технології вирощування на фотосинтетичну активність посівів буряків цукрових.

### Матеріали та методика досліджень

Дослідження виконували в 2014–2016 рр. в ДП ДГ «Саливонківське» ІБКіЦБ НААН України, с. Ксаверівка-2, Васильківського р-ну, Київської обл.

Досліди закладались за наступною трифакторною схемою: фактор А. гібриди: ‘Анічка’, ‘Олександрія’, ‘Рамзес’, ‘БЦЧС 57’, ‘Герой’, ‘Константа’, ‘Булава’, ‘Ольжич’, ‘Софія’, ‘Уманський ЧС97’, ‘Український ЧС 72’, ‘ЩБ 0801’, ‘Весто’, ‘Ромул’, ‘Кварта’, ‘ІВП ЧС 84’, ‘Злука’, ‘Уманський ЧС 90’. Фактор Б. Строки збирання: III декада червня, III декада липня, III декада серпня, III декада вересня, III декада жовтня. Фактор В. Норми внесення добрив: N<sub>0</sub>P<sub>0</sub>K<sub>0</sub>, N<sub>150</sub>P<sub>150</sub>K<sub>150</sub>, N<sub>300</sub>P<sub>300</sub>K<sub>300</sub> (форма мінеральних добрив нітроамофоска N:P:K – 16:16:16).

Площа ділянок дослідів становила: посівної 30 м<sup>2</sup> а облікової 25 м<sup>2</sup>; повторність – триразова.

Ґрунт дослідного поля – чорнозем глибокий середньосуглинковий з вмістом гумусу – 2,58 %, азоту лужногідролізованого – 176 мг/кг ґрунту, рухомих сполук фосфору та калію – 160 і 95 мг/кг ґрунту відповідно, рН сольове – 6,75, сума ввібраних основ – 30,5 мг-екв/100 г ґрунту, гідролітична кислотність – 0,91 мг-екв/100 г.

Аналіз показників елементів погоди за роки проведення досліджень показує нам що вегетаційний період 2014 року був помірно вологим, а у 2015 році відмічалась значна нестача опадів, а от у 2016 році – не інтенсивна посуха. Хоча загалом вегетаційні періоди 2014–2016 рр. були досить сприятливими для росту і розвитку рослин цукрових буряків, за виключенням 2015 р.

Площу листової поверхні визначали методом висічок, фотосинтетичний потенціал і чисту продуктивність фотосинтезу – розрахунковим методом за методикою А. О. Ничипоревича [7].

Статистичний аналіз результатів досліджень проводили за допомогою кореляційного, регресійного та дисперсійного методів з використанням прикладної програми Statistica 6 [8].

### Результати досліджень

Показники впливу біологічних особливостей гібридів, норм мінеральних добрив та строків збирання на формування площі листової поверхні рослин буряків цукрових висвітлено в таблиці 1.

Дослідження показують, що станом на третю декаду червня рослини буряків цукрових в середньому по досліді формували листову поверхню на рівні 3,5 тис. см<sup>2</sup>/рослину, що цілком достатньо для ефективного фотосинтезу.

Максимальні показники площі листової поверхні забезпечували неудообрених варіантах такі гібриди як: Софія (5,9 тис. см<sup>2</sup>/рослину), Весто (5,3), ЩБ0801 (5,0), Уманський ЧС 97 (4,9) та Злука (4,7 тис. см<sup>2</sup>/рослину). За застосування мінерального удобрення в дозі N<sub>150</sub>P<sub>150</sub>K<sub>150</sub> площа листової поверхні гібридів в середньому зростає до 3,9 тис. см<sup>2</sup>/рослину, також збільшилась проща листя вищеназваних нами кращих гібридів до рівня 5,2–6,6 тис. см<sup>2</sup>/рослину. А от за внесення мінерального живлення в дозі N<sub>300</sub>P<sub>300</sub>K<sub>300</sub> в середньому по досліді рослини буряків цукрових формували площу листя на рівні 4,0 тис. см<sup>2</sup>/рослину, а кращі гібриди відповідно 5,3–6,8 тис. см<sup>2</sup>/рослину.

Площа листової поверхні рослини буряків цукрових станом на третю декаду липня збільшилась та в середньому по досліді на неудообрених варіантах становила 4,1, а на удообрених 5,3 та 5,5 тис. см<sup>2</sup>/рослину.

Якщо аналізувати в розрізі по гібридах, то кращі параметри площі листової поверхні формувались в таких гібридів як: Софія (6,2–6,8 тис. см<sup>2</sup>/рослину), Герой (5,0–6,8),

## РОСЛИНИЦТВО

Уманський ЧС 97 (4,8–6,5), ІЦБ0801 (4,8–6,5), Весто (4,7–6,3), та Злука (4,6–6,3 тис. см<sup>2</sup>/рослину). Отримані закономірності формування максимальної площі листової поверхні були характерними для даних гібридів як на неудобрених так і удобрених варіантах, тому вважаємо що це свідчить про генетичні особливості онтогенетичного розвитку даних гібридів та їх перевагу на ранніх етапах росту й розвитку.

Таблиця 1

**Вплив біологічних особливостей гібридів, норм мінеральних добрив та строків збирання на площу листової поверхні, тис. см<sup>2</sup>/рослину**

Гібрид	Удобрення / строк збирання														
	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>					N <sub>150</sub> P <sub>150</sub> K <sub>150</sub>					N <sub>300</sub> P <sub>300</sub> K <sub>300</sub>				
	ІІ/06	ІІ/07	ІІ/08	ІІ/09	ІІ/10	ІІ/06	ІІ/07	ІІ/08	ІІ/09	ІІ/10	ІІ/06	ІІ/07	ІІ/08	ІІ/09	ІІ/10
Анічка	2,7	3,6	3,4	1,4	1,4	3,0	4,7	4,6	2,1	2,0	3,1	4,9	4,9	2,2	2,1
Олександрія	2,2	3,8	4,8	2,4	1,4	2,5	4,9	6,6	3,4	2,1	2,6	5,1	7,0	3,6	2,2
Рамзес	2,4	2,5	3,8	1,5	1,5	2,7	3,3	5,2	2,2	2,1	2,7	3,4	5,5	2,3	2,2
БЦЧС 57	2,1	2,7	3,8	2,1	1,8	2,4	3,5	5,2	3,0	2,6	2,4	3,7	5,5	3,2	2,7
Герой	3,7	5,0	4,0	2,3	2,0	4,1	6,6	5,5	3,3	2,8	4,2	6,8	5,8	3,4	3,0
Константа	2,6	3,5	3,7	2,5	1,7	2,9	4,5	5,1	3,6	2,5	3,0	4,7	5,3	3,8	2,6
Булава	3,7	3,2	3,6	2,6	2,2	4,1	4,1	5,0	3,7	3,1	4,2	4,3	5,2	3,9	3,3
Ольжич	2,9	3,9	3,3	1,9	1,6	3,3	5,1	4,5	2,7	2,3	3,4	5,3	4,7	2,9	2,4
Софія	5,9	6,2	6,4	4,8	3,1	6,6	8,0	8,8	6,8	4,4	6,8	8,3	9,2	7,2	4,6
Уманський ЧС97	4,9	4,8	3,5	2,7	2,1	5,4	6,2	4,8	3,8	3,0	5,6	6,5	5,0	4,0	3,2
Український ЧС 72	2,8	3,6	4,4	3,1	2,5	3,1	4,6	6,0	4,4	3,7	3,2	4,8	6,3	4,6	3,9
ІЦБ 0801	5,0	4,8	5,1	2,1	1,6	5,5	6,2	6,9	3,0	2,4	5,7	6,5	7,3	3,1	2,5
Весто	5,3	4,7	4,6	2,5	2,0	5,9	6,1	6,2	3,5	2,9	6,1	6,3	6,6	3,7	3,0
Ромул	2,3	3,8	5,1	3,9	2,6	2,5	4,9	7,0	5,6	3,8	2,6	5,1	7,3	5,8	4,0
Кварта	1,8	4,4	5,3	3,7	3,6	2,0	5,7	7,2	5,4	5,3	2,0	5,9	7,6	5,6	5,5
ІВП ЧС 84	4,2	4,0	4,2	2,5	1,8	4,7	5,3	5,7	3,6	2,5	4,8	5,5	6,0	3,7	2,7
Злука	4,7	4,6	4,9	2,6	2,2	5,2	6,0	6,8	3,7	3,2	5,3	6,3	7,1	3,8	3,4
Уманський ЧС 90	4,2	4,3	4,8	1,7	1,5	4,7	5,6	6,5	2,5	2,1	4,8	5,8	6,9	2,6	2,2
Середнє	3,5	4,1	4,4	2,6	2,0	3,9	5,3	6,0	3,7	2,9	4,0	5,5	6,3	3,9	3,1
НР <sub>0,05</sub>	0,4	0,5	0,4	0,2	0,2	0,4	0,5	0,4	0,2	0,2	0,4	0,5	0,4	0,2	0,2
Р, %	4,0%	3,9%	2,6%	2,6%	2,7%	4,0%	3,9%	2,6%	2,6%	2,7%	4,0%	3,9%	2,6%	2,6%	2,7%

Аналіз показує, що площа листової поверхні станом на третю декаду серпня була максимальною порівняно з іншими часовими інтервалами та становила на неудобрених варіантах 4,4, а на удобрених відповідно 6,0 та 6,3 тис. см<sup>2</sup>/рослину.

В розрізі по гібридах встановлено, що на неудобрених варіантах кращими були: Олександрія, Уманський ЧС 90, Злука, ІЦБ 0801, Ромул, Кварта та Софія. За застосування максимальної дози мінерального удобрення нами було отримано в досліджуваних гібридів й відповідні максимальні значення площі листя з розрахунку на одну рослину.

На більш пізніх етапах росту та розвитку буряки цукрові втрачають кількість листків та відповідно й зменшується їх площа. А тому станом на третю декаду вересня площа листової поверхні була вдвічі менша від максимальних її значень. Так, встановлено що на неудобрених варіантах формувалось 2,6, а на удобрених відповідно 3,7 та 3,9 тис. см<sup>2</sup> листків/рослину.

Аналіз розподілу рослин за площею листової поверхні свідчить нам про те що в даний період складова змінилась в плані домінування інших досліджуваних нами гібридів. Так, максимальні показники площі листової поверхні відмічено в наступних гібридів: Софія (4,8–7,2), Український ЧС 72 (3,1–4,6), Ромул (3,9–5,8), Кварта (3,7–5,6 тис. см<sup>2</sup>/рослину).

За останнього строку збирання рослини буряків цукрових мали мінімальні показники площі листя, так як фізіологічні процеси інтенсивності фотосинтезу та накопичення запасних

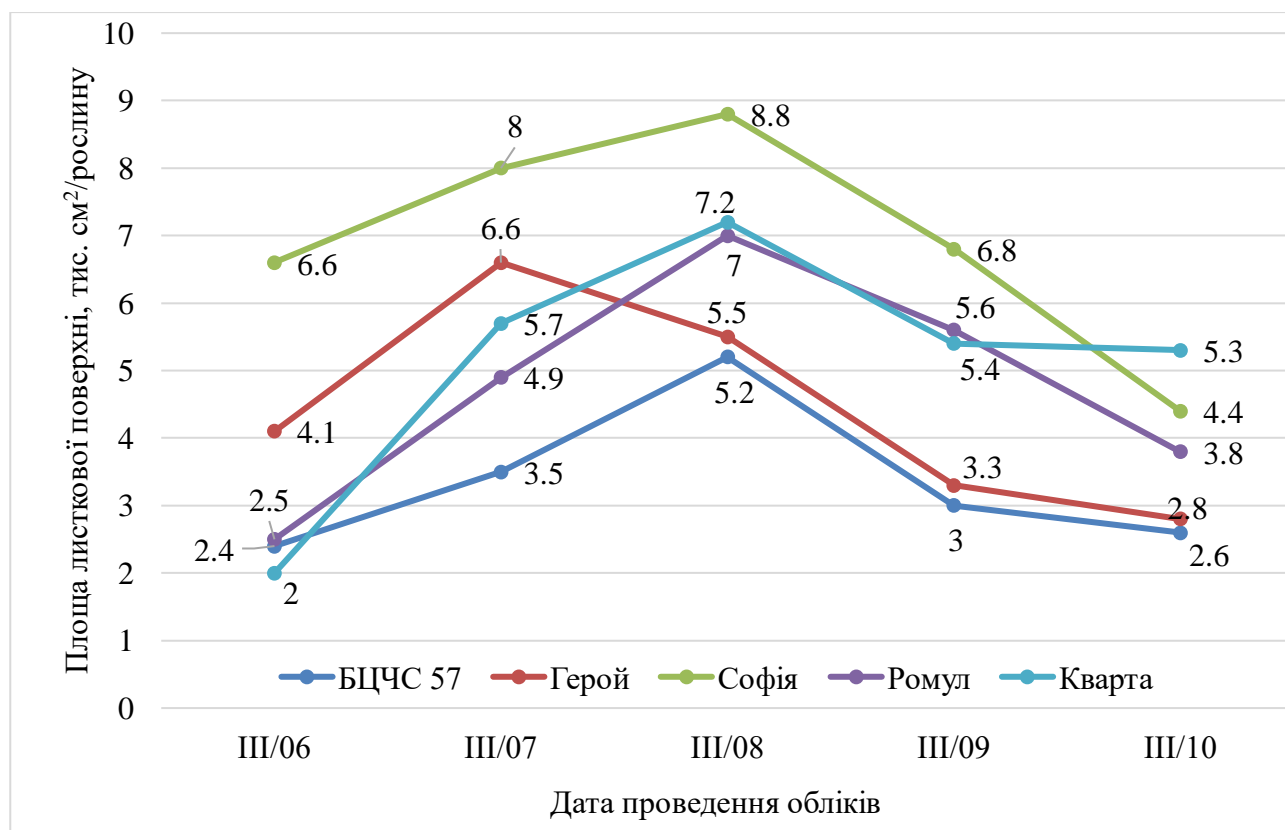
поживних речовин значно сповільнились порівняно з періодами активної вегетації. Встановлено, що на не удобрених варіантах площа листя була на рівні 2,0, а на удобрених відповідно 2,9 та 3,1 тис. см<sup>2</sup>/рослину.

Аналогічно до попереднього строку максимальні показники площі листкової поверхні спостерігались в наступних гібридів: Кварта (3,6–5,5 тис. см<sup>2</sup>/рослину), Ромул (2,6–4,0), Український ЧС 72 (2,5–3,9), Софія (3,2–3,4) та Булава (2,2–3,3 тис. см<sup>2</sup>/рослину).

Відповідно стратегія формування та збереження відносно великої площі листя на пізніх етапах росту та розвитку буряків цукрових позитивно позначається на засвоєнні мини енергії сонця та накопиченні в коренеплодах сахарози. Однак, в випадку відсутності довгий час активної сонячної інсоляції велетенська маса листового апарату може призводити до зворотного процесу – витрати запасних поживних речовин на дихання.

Значне зростання площі листя буряків цукрових призводить до взаємозатінення та не ефективної роботи головного фотосинтезуючого органу рослин. А тому важливо правильно оптимізувати удобрення, оскільки за удобрення N<sub>150</sub>P<sub>150</sub>K<sub>150</sub> в середньому по досліді отримано прибавку 0,4–1,6 тис. см<sup>2</sup>/рослину, то на варіантах внесення N<sub>300</sub>P<sub>300</sub>K<sub>300</sub> спостерігалась різниця лише на 0,1–0,3 тис. см<sup>2</sup>/рослину, що відповідає рівню похибки досліді. А тому варіант удобрення буряків цукрових з нормою N<sub>150</sub>P<sub>150</sub>K<sub>150</sub> можна вважати таким що забезпечував найбільш оптимальні параметри приросту площі листкової поверхні в досліді з розрахунку на одиницю витрачених добрив.

Дані динаміки площі листкової поверхні залежно від біологічних особливостей гібридів за норми мінерального удобрення N<sub>150</sub>P<sub>150</sub>K<sub>150</sub> подано на рис. 1.



**Рис. 1.** Динаміка площі листкової поверхні залежно від біологічних особливостей гібридів за норми мінерального удобрення N<sub>150</sub>P<sub>150</sub>K<sub>150</sub>, тис. см<sup>2</sup>/рослину

Для аналізу динаміки ми відібрали різні типи формування рослинами буряків цукрових площі листкової поверхні. Так, такі гібриди як Герой та БЦЧС 57 не відрізняються значними параметрами площі листкової поверхні впродовж вегетації та в переважній більшості їх показники розташовуються нижче середньогрупових значень. Гібриди Ромул та Кварта формують максимальні параметри площі листя в другій половині вегетації в період часу з

серпня по жовтень, а от гібрид Софія має стабільно максимальну площу листя не залежно від календарного строку.

Відповідно до біологічних закономірностей досліджуваних нами гібридів можна виділити закономірності динаміки площі листової поверхні. Так, в першому випадку, коли максимальні значення не притаманні досліджуванім гібридам (Герой та БЦЧС 57) збільшення площі листя відбувається плавно з максимумом відповідно в третю декаду липня та в третю декаду серпня – 6,6 і 5,2 тис. см<sup>2</sup>/рослину. В подальшому рослини зменшують площу листя до 3,0–3,3 тис. см<sup>2</sup>/рослину з незначним зниженням станом на третю декаду жовтня 2,6–2,8 тис. см<sup>2</sup>/рослину.

Решта досліджуваних нами гібридів має пікові значення площі листової поверхні станом на третю декаду серпня (7,0–8,8 тис. см<sup>2</sup>/рослину), а от зменшення площі листя в третю декаду вересня відбувається менш інтенсивно ніж в вищеописаних гібридів. Хоча в подальшому в гібридів Софія та Ромул немає стабілізації площі листя як в гібриду Кварта (5,3 тис. см<sup>2</sup>/рослину). А тому Софія та Ромул в третю декаду жовтня мають показники площі листя на рівні 3,8 та 4,4 тис. см<sup>2</sup>/рослину.

Отже, отримані закономірності свідчать про значний біологічний вклад гібридів у формування площі листя, та підкреслюють необхідність розробки індивідуальних елементів технології з ціллю максимізації отриманого рівня продуктивності за рахунок ефективної роботи фотосинтетичного апарату.

Специфіка впливу біологічних особливостей гібридів, норм мінеральних добрив та строків збирання на фотосинтетичний потенціал (ФП) наведена в таблиці 2.

Таблиця 2

**Вплив біологічних особливостей гібридів, норм мінеральних добрив та строків збирання на ФП, млн м<sup>2</sup> × діб/га**

Гібрид	Удобрення / строк збирання											
	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>				N <sub>150</sub> P <sub>150</sub> K <sub>150</sub>				N <sub>300</sub> P <sub>300</sub> K <sub>300</sub>			
	III/06-07	III/07-08	III/08-09	III/09-10	III/06-07	III/07-08	III/08-09	III/09-10	III/06-07	III/07-08	III/08-09	III/09-10
Анічка	2,39	1,05	0,72	0,42	2,93	1,40	1,01	0,62	3,04	1,47	1,07	0,65
Олександрія	2,28	1,29	1,08	0,57	2,81	1,73	1,50	0,83	2,93	1,82	1,59	0,87
Рамзес	1,86	0,95	0,80	0,45	2,28	1,28	1,11	0,65	2,32	1,34	1,17	0,68
БЦЧС 57	1,82	0,98	0,89	0,59	2,24	1,31	1,23	0,84	2,32	1,38	1,31	0,89
Герой	3,31	1,35	0,95	0,65	4,07	1,82	1,32	0,92	4,18	1,89	1,38	0,96
Константа	2,32	1,08	0,93	0,63	2,81	1,44	1,31	0,92	2,93	1,50	1,37	0,96
Булава	2,62	1,02	0,93	0,72	3,12	1,37	1,31	1,02	3,23	1,43	1,37	1,08
Ольжич	2,58	1,08	0,78	0,53	3,19	1,44	1,08	0,75	3,31	1,50	1,14	0,80
Софія	4,60	1,89	1,68	1,19	5,55	2,52	2,34	1,68	5,74	2,63	2,46	1,77
Уманський ЧС97	3,69	1,25	0,93	0,72	4,41	1,65	1,29	1,02	4,60	1,73	1,35	1,08
Український ЧС 72	2,43	1,20	1,13	0,84	2,93	1,59	1,56	1,22	3,04	1,67	1,64	1,28
ЩБ 0801	3,72	1,49	1,08	0,56	4,45	1,97	1,49	0,81	4,64	2,07	1,56	0,84
Весто	3,80	1,40	1,07	0,68	4,56	1,85	1,46	0,96	4,71	1,94	1,55	1,01
Ромул	2,32	1,34	1,35	0,98	2,81	1,79	1,89	1,41	2,93	1,86	1,97	1,47
Кварта	2,36	1,46	1,35	1,10	2,93	1,94	1,89	1,61	3,00	2,03	1,98	1,67
ІВП ЧС 84	3,12	1,23	1,01	0,65	3,80	1,65	1,40	0,92	3,91	1,73	1,46	0,96
Злука	3,53	1,43	1,13	0,72	4,26	1,92	1,58	1,04	4,41	2,01	1,64	1,08
Уманський ЧС 90	3,23	1,37	0,98	0,48	3,91	1,82	1,35	0,69	4,03	1,91	1,43	0,72

Фотосинтетичний потенціал вважається хорошим в випадку коли його показники за 100 діб вегетації дорівнюють 3 млн м<sup>2</sup> × діб/га, однак в оптимальних умовах він становить 5–6 млн м<sup>2</sup> × діб/га [7].

Аналіз параметрів фотосинтетичного потенціалу за проміжок часу від третьої декади червня до третьої декади липня дозволяє відзначити кращі за показником фотосинтетичного



потенціалу гібриди. На варіанті без застосування мінеральних добрив такими були: Софія, Уманський ЧС97, ІЦБ 0801, Весто та Злука, за застосування  $N_{150}P_{150}K_{150}$ : Герой. Софія, Уманський ЧС97, ІЦБ 0801, Весто та Злука, а от за внесення  $N_{300}P_{300}K_{300}$ : Герой. Софія, Уманський ЧС97, ІЦБ 0801, Весто, Злука та Уманський ЧС90.

Фотосинтетичний потенціал наступного періоду з третьої декади липня по третю декаду серпня можна охарактеризувати як такий що мав набагато менші рівні значень порівняно з попереднім проміжком росту та розвитку рослин ( $0,95-2,63$  млн  $m^2 \times$  діб/га). І це не дивно, так як за даний часовий інтервал площа листкової поверхні зростає лише на  $0,3-0,8$  тис.  $cm^2$ /рослину. Максимальні параметри фотосинтетичного потенціалу спостерігались на варіанті без застосування мінеральних добрив в наступних гібридах: Софія, ІЦБ 0801, Весто, Кварта, Злука та Уманський ЧС90, аналогічно кращими ці ж гібриди були і за застосування  $N_{150}P_{150}K_{150}$  та за внесення  $N_{300}P_{300}K_{300}$ .

За період з третьої декади серпня по третю декаду вересня максимальні значення фотосинтетичного потенціалу на варіанті без застосування мінеральних добрив були в наступних гібридах: Софія (1,68), Український ЧС72 (1,13), Ромул (1,35), Кварта (1,35) та Злука (1,13), за застосування  $N_{150}P_{150}K_{150}$  та  $N_{300}P_{300}K_{300}$  ми отримали аналогічні закономірності.

В проміжок часу з третьої декади вересня по третю декаду жовтня фотосинтетичний потенціал буряків цукрових був мінімальним в досліді. Так як площа листкової поверхні втрачалась а не зростала. Встановлено, що кращі параметри досліджуваної ознаки за усіх варіантів удобрення були в гібридах: Софія, Український ЧС72, Ромул та Кварта.

Отже, за показниками фотосинтетичного потенціалу першу половину вегетації буряків цукрових можна віднести до такої в яку умови для проходження фотосинтезу є оптимальними. А тому надзвичайно важливо, для отримання високого рівня продуктивності, забезпечити формування листкової поверхні на ранніх етапах вегетації та зберегти її в проміжок часу з вересня по жовтень.

Наступним важливим показником продуктивності рослин є чиста продуктивність фотосинтезу, яка відображає кількісну характеристику роботи листкового апарату рослин. Фактично це показник інтенсивності синтезу органічної речовини за комплексного впливу умов вирощування та елементів технології. Так, відповідно до праць А. А. Ничипоровича чиста продуктивність фотосинтезу може істотно змінюватися в межах навіть одного сорту залежно від його умов вегетації [7].

Що стосується чисельного вираження параметрів чистої продуктивності фотосинтезу, то в умовах природних агрофітоценозів рослини здатні накопичувати в середньому від  $0,2$  до  $22$  г сухої речовини на  $1 m^2$  листкової поверхні за добу. Оптимальні параметри сучасних агрофітоценозів сприяють більш ефективній реалізації біологічного потенціалу культурними рослинами. А тому в злаків в періоди інтенсивного росту показники чистої продуктивності фотосинтезу можуть бути в межах від  $30$  до  $50$  г сухої речовини на  $1 m^2$  листкової поверхні за добу [3, 9].

Дані з визначення чистої продуктивності фотосинтезу (ЧПФ) за впливу біологічних особливостей гібридів, норм мінеральних добрив та строків збирання подано в таблиці 3.

В результаті проведених досліджень можна стверджувати, що максимальні показники накопичення сухої речовини на одиницю площі листків в проміжок часу з третьої декади червня по третю декаду липня були в гібридів: Анічка, Олександрія, Рамзес, БЦЧС 57, Константа, Український ЧС 72, Ромул та Кварта. Отримані закономірності в формуванні максимального рівня ознак були притаманні як на неудобрених так і удобрених варіантах досліді.

В проміжок часу з третьої декади липня по третю декаду серпня ми отримали максимальні значення чистої продуктивності фотосинтезу в досліді порівняно інших проміжків часу. Так, найкраще суху речовину одиницею площі листкової поверхні накопичували наступні гібриди: Герой ( $5,21-7,25$ ), Константа ( $3,09-4,94$ ), Булава ( $3,67-5,68$ ), Ромул ( $3,27-4,54$ ) та Уманський ЧС90 ( $2,87-4,33$  г/ $m^2$  за добу).

**Вплив біологічних особливостей гібридів, норм мінеральних добрив та строків збирання на ЧПФ, г/м<sup>2</sup> за добу**

Гібрид	Удобрення / строк збирання											
	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>				N <sub>150</sub> P <sub>150</sub> K <sub>150</sub>				N <sub>300</sub> P <sub>300</sub> K <sub>300</sub>			
	III/07	III/08	III/09	III/10	III/07	III/08	III/09	III/10	III/07	III/08	III/09	III/10
Анічка	2,66	3,39	0,52	-0,84	2,30	2,26	0,02	-0,54	2,08	1,86	0,17	-0,82
Олександрія	3,04	3,33	1,55	-2,11	2,64	2,60	1,00	-2,04	2,41	2,30	1,00	-2,25
Рамзес	2,65	4,11	1,79	0,56	2,18	3,22	0,86	0,34	1,96	2,92	0,86	-0,10
БЦЧС 57	2,75	7,25	2,74	-0,06	2,32	5,77	2,02	0,36	2,10	5,21	1,98	0,19
Герой	1,12	4,05	3,93	0,38	1,09	3,03	2,85	0,48	1,00	2,67	2,84	0,26
Константа	2,99	4,94	1,21	-1,28	2,58	3,54	1,23	-1,16	2,34	3,09	1,39	-1,36
Булава	2,11	5,68	2,16	0,13	1,83	4,23	1,87	0,20	1,66	3,67	2,08	-0,07
Ольжич	2,34	2,37	4,34	0,51	2,02	1,42	3,32	0,23	1,83	1,07	3,29	-0,03
Софія	1,78	2,40	3,62	-2,68	1,62	1,90	2,98	-2,23	1,51	1,68	2,95	-2,23
Уманський ЧС97	1,54	1,93	3,41	-1,33	1,40	1,09	2,76	-0,94	1,26	0,73	2,86	-1,07
Український ЧС 72	2,57	3,03	3,57	-0,11	2,23	2,40	2,80	-0,05	2,02	2,10	2,79	-0,20
ЩБ 0801	1,82	2,23	-0,10	-0,63	1,65	1,64	-0,23	-0,59	1,50	1,39	-0,12	-0,82
Весто	1,64	2,86	1,86	1,19	1,44	2,20	1,22	0,75	1,31	1,92	1,28	0,42
Ромул	2,52	4,54	2,66	-1,26	2,21	3,61	2,29	-1,37	1,99	3,27	2,36	-1,50
Кварта	2,67	2,61	4,56	1,03	2,41	2,09	3,70	1,08	2,27	1,80	3,68	0,98
ІВП ЧС 84	1,55	2,53	3,07	0,54	1,37	1,90	2,19	-0,01	1,23	1,60	2,25	-0,35
Злука	1,32	3,94	2,12	-0,57	1,21	2,89	1,57	-0,77	1,10	2,53	1,68	-1,07
Уманський ЧС 90	1,33	4,33	0,17	-1,41	1,22	3,25	-0,37	-1,47	1,11	2,87	-0,27	-1,89

В третій часовий проміжок показники чистої продуктивності фотосинтезу дещо зменшились, що пов'язано з зменшенням площі та відповідно опаданням частини листового апарату. Кращими можна відмітити такі гібриди як: Герой (2,84–3,93), Ольжич (3,29–4,34), Софія (2,95–3,62), Уманський ЧС97 (2,86–3,41), Український ЧС 72 (2,79–3,57), Ромул (2,36–2,66), Кварта (3,68–4,56) та ІВП ЧС 84 (2,25–3,07 г/м<sup>2</sup> за добу). В той же час такі гібриди як ЩБ 0801 та Уманський ЧС 90 мали від'ємні показники чистої продуктивності фотосинтезу. Це означає що рослини занадто багато втратили листового апарату, а відповідно параметри вмісту сухої речовини в наступний обліковий період були нижчими а ніж в попередній. В випадку з іншими культурами така ситуація малоімовірна, а от щодо буряків цукрових. То за вмісту в листках на пізніх етапах вегетації 18–20 % сухої речовини навіть втрата одного листка доволі суттєва для рослини.

В проміжок часу з третьої декади вересня по третю декаду жовтня кращими показники чистої продуктивності фотосинтезу були в гібридів: Весто (0,42–1,19) та Кварта (0,98–1,08 г/м<sup>2</sup> за добу). В гібридів Рамзес, Герой, Булава, Ольжич та ІВП ЧС 84 параметри ЧПФ були вищими за нуль за відсутності удобрення, за удобрення N<sub>150</sub>P<sub>150</sub>K<sub>150</sub> такими були: Рамзес, БЦЧС 57, Герой, Булава, Ольжич, за удобрення N<sub>300</sub>P<sub>300</sub>K<sub>300</sub>: БЦЧС 57 та Герой, а от решта гібридів за збирання в пізні строки втрачала суху речовину і фотосинтез в цей період не міг компенсувати обсяги втрати.

Отже, за збирання буряків цукрових в пізні строки, для перероблення на біопаливо, важливо дотримуватись біологічно обґрунтованих дат, щоб втрати сухої речовини не перевищили її надходження. Тим самим пізні строки збирання не завжди є оптимальними стосовно загальних обсягів збору сухої речовини в вигляді гички та коренеплодів буряків цукрових.

## Висновки

Встановлено, що площа листової поверхні буряків цукрових на третю декаду серпня була максимальною порівняно з іншими часовими інтервалами та становила на неудобрених варіантах 4,4, а на удобрених відповідно 6,0 та 6,3 тис. см<sup>2</sup>/рослину. Максимальні параметри площі листя формували наступні гібриди: Олександрія, Уманський ЧС 90, Злука, ПЦБ 0801, Ромул, Кварта та Софія. За застосування мінерального удобрення нами було отримано кращі значення площі листя з розрахунку на одну рослину.

За показниками фотосинтетичного потенціалу першу половину вегетації буряків цукрових можна віднести до такої в яку умови для проходження фотосинтезу є оптимальними. А от з третьої декади серпня по третю декаду вересня максимальні значення фотосинтетичного потенціалу на варіанті без застосування мінеральних добрив були в наступних гібридів: Софія (1,68), Український ЧС72 (1,13), Ромул (1,35), Кварта (1,35) та Злука (1,13), за застосування N<sub>150</sub>P<sub>150</sub>K<sub>150</sub> та N<sub>300</sub>P<sub>300</sub>K<sub>300</sub> ми отримали аналогічні закономірності.

Встановлено що за збирання буряків цукрових в пізні строки, для переробляння на біопаливо, важливо дотримуватись біологічно обґрунтованих дат, щоб втрати сухої речовини не перевищили її надходження. Так, з третьої декади вересня по третю декаду жовтня кращими показники чистої продуктивності фотосинтезу були в гібридів: Весто (0,42–1,19) та Кварта (0,98–1,08 г/м<sup>2</sup> за добу). В гібридів Рамзес, Герой, Булава, Ольжич та ІВП ЧС 84 параметри ЧПФ були вищими за нуль за відсутності удобрення, за удобрення N<sub>150</sub>P<sub>150</sub>K<sub>150</sub> такими були: Рамзес, БЦЧС 57, Герой, Булава, Ольжич, за удобрення N<sub>300</sub>P<sub>300</sub>K<sub>300</sub>: БЦЧС 57 та Герой, а от решта гібридів за збирання в пізні строки втрачала суху речовину і фотосинтез в цей період не міг компенсувати обсяги втрати.

## Використана література

1. Kenter C., Hoffmann C. M., Märlander B. Effects of weather variables on sugar beet yield development (*Beta vulgaris* L.). *Eur. J. Agron.* 2006. Vol. 24, Iss. 4. P. 62–69. doi: 10.1016/j.eja.2005.05.001
2. Milford G. F. J., Houghton B. J. An analysis of the variation in crown size in sugar-beet (*Beta vulgaris*) grown in England. *Ann. Appl. Biol.* 1999. Vol. 134. P. 225–232.
3. Taiz L., Zeiger E., Moller I. M., Murphy A. *Plant Physiology*. 6th ed. Sunderland, MA, USA : Sinauer Associates Inc., 2015.
4. Martínez Quesada J. J., Morillo Velarde R., Aguilera García Y., Infante Vázquez J. M. Growth of sugar beet under limited nitrogen conditions. In *Sugar Beet Growth and Growth Modelling. Advances in Sugar Beet Research; Institut International de Recherches Betteravieres: Brussels, Belgium, 2003. Vol. 5. P. 33–45.*
5. Van Heemst H. D. J. Physiological principles. *Modelling of Agricultural Production: Weather, Soils and Crops / van Keulen, H., Wolf, J. (Eds.). Wageningen, The Netherlands : Pudoc, 1986. P. 13–26.*
6. Allison M. F., Armstrong M. J., Jaggard K. W., Todd A. D., Milford G. F. J. An analysis of the agronomic, economic and environmental effects of applying N fertilizer to sugarbeet (*Beta vulgaris*). *J. Agric. Sci.* 1996. Vol. 127. P. 475.
7. Ничипорович А. А. Методические указания по учету и контролю важнейших показателей процессов фотосинтетической деятельности растений в посевах. Москва : ВАСХНИЛ, 1969. 93 с
8. Ермантраут Е. Р., Присяжнюк О. І., Шевченко І. Л. Статистичний аналіз агрономічних дослідних даних в пакеті Statistica 6. Київ : ПоліграфКонсалтинг, 2007. 56 с.
9. Jaggard K. W., Clark C. J. A., Draycott A. P. The weight and processing quality of components of the storage roots of sugar beet (*Beta vulgaris* L.). *J. Sci. Food Agric.* 1999. Vol. 79. P. 1389–1398.



## References

1. Kenter, C., Hoffmann, C. M., & Märlander, B. (2006). Effects of weather variables on sugar beet yield development (*Beta vulgaris* L.). *Eur. J. Agron.*, 24, 62–69.
2. Milford, G. F. J., & Houghton, B. J. (1999). An analysis of the variation in crown size in sugar-beet (*Beta vulgaris*) grown in England. *Ann. Appl. Biol.*, 134, 225–232.
3. Taiz, L., Zeiger, E., Moller, I. M., & Murphy, A. (2015). *Plant Physiology*. (6th ed.). Sunderland, MA, USA: Sinauer Associates Inc.
4. Martínez Quesada, J.J.; Morillo Velarde, R.; Aguilera García, Y.; Infante Vázquez, J.M. Growth of sugar beet under limited nitrogen conditions. In *Sugar Beet Growth and Growth Modelling. Advances in Sugar Beet Research*; Institut International de Recherches Betteravieres: Brussels, Belgium, 2003; Volume 5, pp. 33–45.
5. Van Heemst, H. D. J. (1986). Physiological principles. In H. van Keulen, & J. Wolf (Eds.), *Modelling of Agricultural Production: Weather, Soils and Crops* (pp. 13–26). Wageningen, The Netherlands: Pudoc.
6. Allison, M. F., Armstrong, M. J., Jaggard, K. W., Todd, A. D., & Milford, G. F. J. (1996). An analysis of the agronomic, economic and environmental effects of applying N fertilizer to sugarbeet (*Beta vulgaris*). *J. Agric. Sci.*, 127, 475.
7. Nichiporovich, A. A. (1969). Guidelines for the accounting and control of the most important indicators of the processes of photosynthetic activity of plants in crops. Moscow: VASKHNIL. [in Russian]
8. Ermantraut, E. R., Prysiashniuk, O. I., & Shevchenko, I. L. (2007). *Statystychnyi analiz ahronomichnykh doslidnykh danykh v paketi Statistica 6* [Statistical analysis of agronomic research data in package Statistica 6.0]. Kyiv: PolygraphConsaltyng. [in Ukrainian]
9. Jaggard, K. W., Clark, C. J. A., & Draycott, A. P. (1999). The weight and processing quality of components of the storage roots of sugar beet (*Beta vulgaris* L.). *J. Sci. Food Agric.*, 79, 1389–1398.

УДК 633.63

**Роик М. В., Кононюк Н. А.\*** Особенности влияния элементов технологии выращивания на фотосинтетическую активность посевов сахарной свеклы // Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. 2019. Вып. 27. С. 67–76.

*Институт биоэнергетических культур и сахарной свеклы НААН Украины, ул. Клиническая, 25, г. Киев, 03110, Украина, \*e-mail: nadiyakononuk@ukr.net*

**Цель.** Установить влияние элементов технологии выращивания на фотосинтетическую активность посевов сахарной свеклы. **Методы.** Полевые, лабораторные. **Результаты.** Исследования показывают, что на третью декаду июня растения сахарной свеклы в среднем по опыту формировали листовую поверхность на уровне 3,5 тыс. см<sup>2</sup>/растение, что вполне достаточно для эффективного фотосинтеза. А вот на третью декаду июля увеличилась и в среднем по опыту на неудобрённых вариантах составила 4,1, а на удобренных 5,3 и 5,5 тыс. см<sup>2</sup>/растение. Анализ показывает, что площадь листовой поверхности состоянию на третью декаду августа была максимальной по сравнению с другими временными интервалами и составила на неудобрённых вариантах 4,4, а на удобренных соответственно 6,0 и 6,3 тыс. см<sup>2</sup>/растение. По фотосинтетическим потенциалом за промежуток времени с третьей декады июня до третьей декады июля на варианте без применения минеральных удобрений лучшими были: София, Уманский ЧС97, ИСС 0801, Весто и Соединение, за применение N<sub>150</sub>P<sub>150</sub>K<sub>150</sub> Герой. София, Уманский ЧС97, ИСС 0801, Весто и Соединение, а вот за внесение N<sub>300</sub>P<sub>300</sub>K<sub>300</sub> Герой. София, Уманский ЧС97, ИСС 0801, заработная плата, Соединение и Уманский ЧС90. А вот с третьей декады июля по третью декаду августа фотосинтетический потенциал составлял 0,95–2,63 млн м<sup>2</sup> × суток/га, что связано с тем, что площадь листовой поверхности выросла незначительно, на 0,3–0,8 тыс. см<sup>2</sup>/растение. По чистой производительности фотосинтеза в промежуток времени с третьей декады июля по

третью декаду августа максимальные значения были в опыте по сравнению других промежутков времени. Так, лучше сухое вещество единицей площади листовой поверхности накапливали следующие гибриды: Герой (5,21–7,25), Константа (3,09–4,94), Булава (3,67–5,68), Ромул (3,27–4,54) и Уманский ЧС90 (2,87–4,33 г/м<sup>2</sup> в сутки). **Выводы.** Установлено, что на третью декаду августа максимальная площадь листьев была у гибридов Александрия, Уманский ЧМ 90, Соединение, ИСС 0801, Ромул, Кварта и София. А вот с третьей декады августа по третью декаду сентября максимальные значения фотосинтетического потенциала были в следующих гибридов: София (1,68), Украинский ЧС72 (1,13), Ромул (1,35), Кварта (1,35) и Соединение (1,13). С третьей декады сентября по третью декады октября лучшие показатели чистой продуктивности фотосинтеза были у гибридов Веста (0,42–1,19) и Кварта (0,98–1,08 г/м<sup>2</sup> в сутки).

**Ключевые слова:** сахарная свекла; норма удобрений; сроки уборки; площадь листьев; фотосинтетический потенциал; чистая продуктивность фотосинтеза.

UDC 633.63

**Roik, M. V., & Kononiuk, N. O.\*** (2019). Peculiarities of influence of growing technology elements on the photosynthetic activity of sugar beet crops. *Nauk. pracì Inst. bioenerg. kul't. cukrov. burâkiv* [Scientific Papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet], 27, 67–76. [in Ukrainian]

*Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet, NAAS of Ukraine, 25 Klinichna St., Kyiv, 03110, Ukraine, \*e-mail: nadiyakononuk@ukr.net*

**Purpose.** To determine the influence of elements of cultivation technology on the photosynthetic activity of sugar beet crops. **Methods.** Field, laboratory. **Results.** Studies show that by the third decade of June, sugar beet plants on average have formed a leaf surface at the level of 3.5 thousand cm<sup>2</sup>/plant, which is sufficient for effective photosynthesis. But in the third decade of July, it increased and on the average in the experiment on the ungrounded variants amounted to 4.1, and in the fertilized 5.3 and 5.5 thousand cm<sup>2</sup>/plant. The analysis shows that as of the third decade of August, the area of the leaf surface was maximum compared to other time intervals, amounting to 4.4, and 6.0 and 6.3 thousand cm<sup>2</sup>/plant fertilized respectively. Photosynthetic potential for the period from the third decade of June to the third decade of July in the version without the use of mineral fertilizers the best were: Sofia, Umansky BS97, ICB 0801, Vesto and Zluka, using N<sub>150</sub>P<sub>150</sub>K<sub>150</sub>: Hero. Sofia, Uman BS97, ICB 0801, Vesto and Zluka, but for the introduction of N<sub>300</sub>P<sub>300</sub>K<sub>300</sub>: Hero. Sofia, Uman ES97, ICB 0801, Vesto, Zluka and Uman ES90. But from the third decade of July to the third decade of August, the photosynthetic potential was 0.95–2.63 million m<sup>2</sup> × days/ha, due to the fact that the leaf area increased slightly, by 0.3–0.8 thousand. cm<sup>2</sup>/plant. In terms of net photosynthesis performance in the period from the third decade of July to the third decade of August, the maximum values were in the experiment compared to other intervals. So, the best dry matter per unit area of leaf surface accumulated the following hybrids: Hero (5,21–7,25), Constant (3.09–4.94), Mace (3.67–5.68), Romulus (3,27–4.54) and Uman FM90 (2.87–4.33 g/m<sup>2</sup> per day). **Conclusions.** It was established that in the third decade of August the maximum leaf area was in hybrids: Alexandria, Umansky Emergency 90, Zluka, ICB 0801, Romulus, Quarto and Sofia. But from the third decade of August to the third decade of September, the maximum values of photosynthetic potential were in the following hybrids: Sofia (1.68), Ukrainian World Cup72 (1.13), Romulus (1.35), Quart (1.35) and Zluka (1,13). From the third decade of September to the third decade of October, the best net photosynthesis productivity was observed in hybrids: Vesto (0.42–1.19) and Quart (0.98–1.08 g/m<sup>2</sup> per day).

**Keywords:** sugar beets; fertilizer rate; terms of collection; leaf area; photosynthetic potential; pure photosynthesis performance.

*Надійшла / Received 15.09.2019*

*Погоджено до друку / Accepted 04.11.2019*