

УДК 633.63:581.132(292.485)(1-15) , DOI 10.31210/visnyk2018.04.33
© 2018

Тирус М. Л., аспірант

*(науковий керівник – доктор сільськогосподарських наук, член-кореспондент НААН В. В. Лихочвор)
Львівський національний аграрний університет*

ФОТОСИНТЕТИЧНА ПРОДУКТИВНІСТЬ БУРЯКА ЦУКРОВОГО ЗАЛЕЖНО ВІД РІВНІВ УДОБРЕННЯ ТА ГУСТОТИ СТОЯННЯ РОСЛИН В УМОВАХ ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ

Рецензент – доктор сільськогосподарських наук, професор П. С. Гнатів

Висвітлено результати досліджень з вивчення впливу норм удобрення та густоти стояння рослин на показники фотосинтетичної продуктивності буряка цукрового в умовах Західного Лісостепу. Встановлено, що застосування густоти стояння рослин 120–130 тис. шт./га за норми $N_{300}P_{225}K_{350}$ створювало кращі умови для формування і росту листків рослин буряка цукрового. Площа листків станом на 15 серпня була на 28634 м²/га більша порівняно до контрольного варіанту без мінерального удобрення за цієї ж густоти стояння. Оптимальна площа живлення рослин буряка цукрового та формування кращого асиміляційного апарату листкової поверхні за густоти 120–130 тис. шт./га за норми $N_{300}P_{225}K_{350}$ зумовило найвищі показники продуктивності фотосинтезу: фотосинтетичний потенціал становив 1,46 млн м² днів/га та чиста продуктивність фотосинтезу – 4,53 г сух. реч. на м² лист. пов. за добу.

Ключові слова: буряк цукровий, норми добрив, густина стояння, фотосинтез, листова поверхня.

Постановка проблеми. Фотосинтез – основний фізіологічний процес, у результаті якого утворюється суха речовина рослин. До 90–95 % накопичення сухої маси урожаю буряка цукрового в процесі фотосинтезу відбувається у листках. Збільшення площі листків і, відповідно, їх маси в кінцевому результаті приводить до збільшення маси коренеплоду, а отже, й продуктивності буряка цукрового в цілому [16]. Найвищі та найкращі за якістю врожаї можна отримати тільки в посівах, які мають оптимальну за розмірами площу листя і оптимальним ходом її формування, що буде забезпечуватись раціональним використанням елементів мінерального живлення [5, 12].

Аналіз останніх досліджень і публікацій, у яких започатковано розв'язання проблеми. Раціональне розміщення рослин по площі поля є одним з важливих елементів технології. Впродовж багатьох років триває дискусія щодо зміни напрямів густоти стояння рослин буряка цукрового при підвищеній родючості ґрунту за раху-

нок внесення добрив. Залежно від кількості внесених добрив, густоту стояння рослин можна регулювати [4]. Чим більша густина насадження буряка цукрового, тим менша площа живлення рослин. А це відповідно зменшується використання вологи, поживних речовин, об'єм повітря і вуглекислого газу, який воно містить. Саме від площі живлення залежить коефіцієнт використання ФАР [6, 8]. Ще Тімірязев К. А. зазначав, що продуктивність культури в кінцевому рахунку визначається не кількістю вологи і добрив, якими ми можемо забезпечити рослину, а кількістю і якістю світла, яке надходить на одиницю площі посіву [15]. Густина насадження є одним із головних чинників підвищення продуктивності фотосинтезу. За даними досліджень частини науковців, при збільшенні густоти насадження зменшується площа листкової поверхні. Підвищення густоти рослин з 90–100 до 101–110 тис./га не призвело до зменшення площі листкової поверхні. Подальше збільшення густоти до 136–145 тис./га призводило до зменшення площі листкової поверхні, фотосинтетичного потенціалу, і, відповідно, – до зниження чистої продуктивності фотосинтезу та урожайності коренеплодів буряка цукрового [8, 9, 13].

Із збільшенням густоти насаджень і чим краще розвинені рослини, тим менша інтенсивність фотосинтезу у більшості листків. При загущеному посіві добре освітлюються верхні листки, що перебувають у стадії росту, і виконують основну роль в утворенні цукру, а нижні освітлюються лише фільтрованим світлом. Тому нижні листки посилено дихають, випаровують вологу, тобто витрачають цукор, який нагромаджують верхні листки [2, 7]. У разі збільшення площі живлення поліпшуються умови освітлення рослин, але при цьому покращується кореневе живлення, що посилює ростові процеси і знижує цукристість [1, 17]. Загущені посіви здатні дати лише дрібні і витягнуті коренеплоди, значна частина яких втрачається при механізованому збиранні. І навпаки, при зріджених посівах не ефективно ви-

користується посівна площа, зростає забур'яненість полів, коренеплоди утворюються масивні і при механізованому збиранні значно пошкоджуються викопувальними органами бурякозбиральних комбайнів [18, 3, 14, 10].

Питання встановлення оптимальної густоти стояння рослин буряка цукрового за високих норм удобрення в умовах достатнього зволоження Західного Лісостепу є актуальним, так як дослідних даних є недостатньо.

Метою досліджень було вивчення фотосинтетичної продуктивності буряка цукрового в умовах Західного Лісостепу залежно від елементів системи удобрення і густоти стояння рослин.

Завдання досліджень: дослідити особливості росту та розвитку рослин буряка цукрового за різних рівнів удобрення та густоти стояння рослин; встановити залежність формування площі листової поверхні від досліджуваних факторів; встановити показники фотосинтетичної продуктивності буряка цукрового залежно від досліджуваних елементів технології.

Матеріали та методики досліджень. Польові дослідження проводили в умовах Західного Лісостепу України, впродовж 2009–2011 років, на темно – сірих опідзолених легкосуглинкових ґрунтах на кафедрі технологій у рослинництві Львівського національного аграрного університету. В результаті досліджень передбачалось встановити сукупний вплив густоти стояння на продуктивність буряка цукрового залежно від рівнів удобрення.

Агрохімічна характеристика ґрунту дослідних ділянок: вміст гумусу – 2,00 %, рН – 5,98, лужногідралізований азот – 116 мг/кг ґрунту, рухомі форми фосфору – 126 мг/кг ґрунту, рухомі форми калію – 112 мг/кг ґрунту.

Агрометеорологічні умови за роки проведення досліджень характеризувались деякими відхиленнями від середніх багаторічних показників, але в цілому вони були сприятливими для вирощування буряка цукрового.

Дослід включав чотири варіанти рівнів удобрення: 1 – контроль, 2 – $N_{180}P_{135}K_{210}$, 3 – $N_{240}P_{180}K_{280}$, 4 – $N_{300}P_{225}K_{350}$ та чотири варіанти густоти стояння рослин цукрових буряків: 80–90 тис./га, 100–110 тис./га, 120–130 тис./га, 140–150 тис./га. Дослід закладали методом розщеплених ділянок у триразовому повторенні. Польові дослідні проводили з використанням гібрида буряка цукрового Лавінія KWS.

Показники фотосинтетичної діяльності (фотосинтетичний потенціал, чиста продуктивність фотосинтезу) визначали за загальноприйнятими методиками [11, 13].

Результати досліджень. У результаті проведених досліджень встановлено, що площа листового апарату однієї рослини буряка цукрового зростала із збільшенням рівня мінерального живлення та зменшувалась із загущенням рослин (табл. 1).

Застосування норми $N_{300}P_{225}K_{350}$ забезпечило найбільшу листову площу буряка цукрового порівняно з іншими варіантами. Приріст стосовно контрольного варіанту залежно від густоти стояння рослин був в межах: станом на 15 липня – 1999–3435 см²/рослину, на 15 серпня – 1725–2739 см²/рослину.

Кореляційний аналіз показав прямий середній зв'язок між рівнями удобрення та площею листової поверхні: станом на 15 липня – $r=0,46$, на 15 серпня – $r=0,55$.

Аналізуючи дані обліку проведеного 15 липня із впливу густоти стояння рослин на площу листової поверхні рослин буряка цукрового, було встановлено, що за густоти 80–90 тис. шт./га була сформована найбільша листовая поверхня на одну рослину – 2015–4754 см²/рослину, і станом на 15 серпня 2798–6233 см²/рослину залежно від рівня удобрення. Загущення до 100–110 і 120–130 тис. шт./га призвело до зменшення листової площі відносно попереднього варіанту: станом на 15 липня відповідно на 351–1070 см²/рослину і 614–1791 см²/рослину. Найменшу листову площу в межах 1118–2843 см²/рослину залежно від рівня удобрення забезпечила густота стояння рослин 140–150 тис./га.

Тоді, як в перерахунку на гектар найбільша листовая поверхня була сформована за густоти 120–130 тис. т/га і становила станом на 15 липня 17966–41995 м²/га та на 15 серпня 26802–55436 м²/га, що є на 807–122 м²/га та на 1446–1199 м²/га більше контрольної густоти 100–110 тис. шт./га (табл. 1).

Між площею листової поверхні та густотою стояння рослин спостерігався середній зворотній зв'язок: станом на 15 липня – $r = -0,54$, на 15 серпня – $r = -0,56$.

За результатами досліджень показники фотосинтетичної діяльності рослин буряка цукрового максимально залежали від рівнів удобрення. Встановлено, що ФП закономірно зростає при покращенні умов живлення (табл. 1).

За А. О. Ничипоровичем, посіви вважаються добрими, коли їх фотосинтетичний потенціал становить 2,2–3,0 млн м² діб/га, середніми – 1,0–1,5 млн м² діб/га, незадовільними – за 0,5–0,7 млн м² діб/га [7].

СТОРІНКА МОЛОДОГО ВЧЕНОГО

1. Площа листової поверхні залежно від норм удобрення та густоти стояння рослин, 2009–2011 рр.

Норми добрив	Густота рослин	см ² / рослину		м ² / га	
		15 липня	15 серпня	15 липня	15 серпня
контроль	80–90 тис. шт./га	2015	2798	17047	23671
	100–110 тис. шт./га	1656	2447	17159	25356
	120–130 тис. шт./га	1464	2184	17966	26802
	140–150 тис. шт./га	1118	1712	15814	24216
N ₁₈₀ P ₁₃₅ K ₂₁₀	80–90 тис. шт./га	2953	4668	25142	39743
	100–110 тис. шт./га	2431	3987	25324	41533
	120–130 тис. шт./га	2178	3578	26842	44095
	140–150 тис. шт./га	1767	2927	25127	41622
N ₂₄₀ P ₁₈₀ K ₂₈₀	80–90 тис. шт./га	3767	5730	32174	48940
	100–110 тис. шт./га	3169	4819	33151	50412
	120–130 тис. шт./га	2688	4168	33337	51692
	140–150 тис. шт./га	2099	3476	30005	49689
N ₃₀₀ P ₂₂₅ K ₃₅₀	80–90 тис. шт./га	4754	6233	40903	53629
	100–110 тис. шт./га	3986	5163	41873	54237
	120–130 тис. шт./га	3365	4442	41995	55436
	140–150 тис. шт./га	2843	3711	40897	53383

На контрольному варіанті без внесення мінеральних добрив фотосинтетичний потенціал був незадовільним і становив, залежно від густоти стояння рослин, 0,60–0,67 млн м² днів/га (табл. 2).

У випадку застосування норми добрив N₁₈₀P₁₃₅K₂₁₀ коливається в межах 0,97–1,06 млн м² днів/га, на фоні N₂₄₀P₁₈₀K₂₈₀ – 1,20–1,28 млн м² днів/га і на варіантах з внесенням N₃₀₀P₂₂₅K₃₅₀ перебуває в межах 1,41–1,46 млн м² днів/га.

Найвищим ФП та ЧПФ був на варіанті з густотою стояння рослин 120–130 тис. шт./га – 0,64–1,46 млн м² днів/га та 3,09–4,53 г сух. реч. на м² лист. пов. за добу відповідно.

За густоти стояння 100–110 тис. шт./га і 80–90 тис. шт./га ФП був на дещо нижчому рівні і становив 0,67–1,44 млн м² днів/га і 0,61 – 1,42 млн м² днів/га.

Загущення посіву буряка цукрового до 140 тис. шт./га призвело до зниження показників ФП і ЧПФ – 0,60–1,41 млн м² днів/га і 3,82–4,11 г сух. реч. на м² лист. пов. за добу.

Тоді як за густоти 100–110 тис. шт./га і 80–90 тис. шт./га ЧПФ був, залежно від рівня удобрен-

ня, в межах 3,46–4,17 г сух. реч. на м² лист. пов. за добу і 2,89–3,90 г сух. реч. на м² лист. пов. за добу.

Маса сухих речовин рослин коливалася в межах 1768–6614 кг сух. реч. на 1 га.

На контролі без добрив за густоти 80–90 тис. шт./га цей показник є найменшим і становить 1768 г та зростає з рівнем удобрення і з загущенням посіву.

Густота стояння рослин 120–130 тис. шт./га за норми удобрення N₃₀₀P₂₂₅K₃₅₀ забезпечила найвищий рівень продуктивності фотосинтезу – 6614 кг сух. реч. на 1 га.

Між рівнями удобрення і фотосинтетичним потенціалом рослин буряка цукрового було встановлено прямий сильний зв'язок: $r = 0,98$ та між рівнями удобрення і чистою продуктивністю фотосинтезу виявлено слабкий прямий зв'язок: $r = 0,28$.

Тоді як, між густотою стояння рослин, фотосинтетичним потенціалом та чистою продуктивністю фотосинтезу існує слабкий прямий зв'язок відповідно: $r = 0,01$ і $r = 0,09$.

СТОРІНКА МОЛОДОГО ВЧЕНОГО

2. Показники фотосинтетичної діяльності рослин буряка цукрового залежно від норм удобрення та густоти стояння рослин, 2009–2011 рр.

Норми добрив	Густота рослин	Фотосинтетичний потенціал, млн. м ² днів/га	Чиста продуктивність фотосинтезу, г сух. реч. на м ² лист. пов. за добу	Продуктивність фотосинтезу, кг сух. реч. на 1 га
		16 липня – 15 серпня		
контроль	80–90 тис. шт./га	0,61	2,89	1768
	100–110 тис. шт./га	0,64	3,46	2207
	120–130 тис. шт./га	0,67	3,09	2074
	140–150 тис. шт./га	0,60	3,82	2291
N ₁₈₀ P ₁₃₅ K ₂₁₀	80–90 тис. шт./га	0,97	4,76	4632
	100–110 тис. шт./га	1,00	5,55	5563
	120–130 тис. шт./га	1,06	5,39	5731
	140–150 тис. шт./га	1,00	4,76	4764
N ₂₄₀ P ₁₈₀ K ₂₈₀	80–90 тис. шт./га	1,22	4,20	5108
	100–110 тис. шт./га	1,25	4,65	5827
	120–130 тис. шт./га	1,28	4,47	5705
	140–150 тис. шт./га	1,20	3,95	4717
N ₃₀₀ P ₂₂₅ K ₃₅₀	80–90 тис. шт./га	1,42	3,90	5532
	100–110 тис. шт./га	1,44	4,17	6009
	120–130 тис. шт./га	1,46	4,53	6614
	140–150 тис. шт./га	1,41	4,11	5812

Висновок. Встановлено, що застосування густоти стояння рослин 120–130 тис. шт./га створювало кращі умови для формування і росту листків рослин буряка цукрового за норми N₃₀₀P₂₂₅K₃₅₀. Площа листків станом на 15 серпня була на 28634 м/га більша порівняно до контрольного варіанту без мінерального удобрення за цієї ж густоти стояння.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Глеваський І. В. Буряківництво. – К. : Вища школа, 1991. – 316 с.
2. Гринів С. М. Густота стояння рослин і строки збирання буряків цукрових як фактори підвищення їхньої продуктивності. – Вісник аграрної науки. – 2012. – №7. – С. 34–35.
3. Гусев Е. А. Площа живлення та її оптимальні параметри. Цукрові буряки. – 2010. – №4. – С. 22–23.
4. Заришняк А. С., Гринів С. М. Вплив рівня мінерального живлення, густоти стояння на урожайність та якість коренеплодів цукрових буряків. Вісник аграрної науки. – 2010. – №9. –

Оптимальна площа живлення рослин буряка цукрового та формування кращого асиміляційного апарату листкової поверхні за густоти 120–130 тис. шт./га за норми N₃₀₀P₂₂₅K₃₅₀ зумовило найвищі показники продуктивності фотосинтезу: фотосинтетичний потенціал становив 1,46 млн м² днів/га та чиста продуктивність фотосинтезу – 4,53 г сух. реч. на м² лист. пов. за добу.

- С. 11–14.
5. Карпенко П. В., Саитова Д. И. Влияние удобрений на продуктивность фотосинтеза сахарной свеклы. Сахарная свекла. – 1968. – №3. – С. 26–27.
6. Карпук Л. М. Особливості росту і розвитку цукрових буряків різних гібридів. Збірник наукових праць Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України. – Київ, 2012. – Вип. 15. – С. 108–111.
7. Карпук Л. М. Фотосинтетична продуктивність цукрових буряків залежно від агротехноло-

гічних прийомів вирощування. Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків: зб. наук. праць / Ін-т біоенергет. культур і цукр. буряків, Нац. акад. аграр. наук України. – Київ : ФОП Корзун Д. Ю., 2014. – Вип. 21. – С. 84–92.

8. Карпук Л. М. Фотосинтетична продуктивність цукрових буряків залежно від густоти насадження рослин. – Агробіологія: зб. наук. праць. – Біла Церква, 2013. – Вип. 10 (100). – С. 13–18.

9. Колібабчук Т. В. Продуктивність цукрових буряків залежно від системи удобрення в польовій сівозміні. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. – Ч. 1: агрономія. – Умань, 2009. – Вип. 71. – С. 73–77.

10. Липитан Р. М., Слободяник В. К. Вплив густоти насадження цукрових буряків на забур'яненість посівів та продуктивність культури. Збірник наукових праць Інституту цукрових буряків УААН. – Київ, 2008. – Вип. 10. – С. 360–366.

11. Методика исследований по сахарной свекле / Ред. коллегия В. Ф. Зубенко и др. – Киев, 1986. – 292 с.

12. Ничипорович А. А. Фотосинтез и теория

ANNOTATION

Tyrus M. L. Photosynthetic efficiency of sugar beet, depending on the levels of fertilizer and plant density in the conditions of the western forest-steppe

Photosynthesis is the main physiological process that results in the formation of plant dry matter. Up to 90-95% of the accumulation of the dry mass of the sugar beet harvest during photosynthesis occurs in the leaves. The highest yields and the best yields can be obtained only in crops that have an optimal leaf area and with an optimal course of its formation, will be ensured by the rational use of mineral nutrition elements. For many years, the debate continues on changing the direction of the density of the standing of sugar beet plants with increased soil fertility due to fertilization. Depending on the amount of fertilizer applied, plant density can be adjusted.

In the conditions of the western forest-steppe, a research was conducted to study the effect of fertilizer norms and plant density on the indicators of sugar beet photosynthetic productivity. It has been established that the use of plant density of 120-130 thousand pieces per hectare with the norm of $N_{300}P_{225}K_{350}$ created the best conditions for the

получения высоких урожаев. – М. : Изд-во АН СССР, 1956. – 95 с.

13. Ничипорович А. А., Строгонова Л. Е., Чмо-ра С. Н. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах. Методы и задача учета в связи с формированием урожаев. – М. : Изд-во АН СССР, 1961. – 133 с.

14. Павленко К. М., Калаєв Д. С. Сучасні технології вирощування цукрових буряків на базі оптимізованої площі живлення рослин. – Цукрові буряки. – 2010. – №4. – С. 5–21.

15. Тімірязєв К. А. Життя рослин. Десять загальнодоступних лекцій. – М. : Сільгоспвидав, 1953. – 214 с.

16. Філоненко С. В. Продуктивність і технологічні якості коренеплодів цукрових буряків залежно від позакореневого внесення регулятора росту «Марс-1». – Вісник Полтавської державної аграрної академії. – 2013. – №4. – С. 14–18.

17. Hessland F. Pflanzenbau im Trockengebiet. Anpassungsstrategien bei Sortenwahl, Saatlücke, Düngung und Pflanzenschutz im Zuckerrübenanbau. Zuckerrübe. – 1993. – №5. – S. 269–272.

18. Marschner H. Mineral Nutrition of Higher Plants. London: Academic Press, 1995. – 889 p.

formation and growth of leaves of sugar beet plants. The area of leaves as of August 15 was 28,600 square meters per hectare more compared to the control variant without mineral fertilizer, with the same density of standing.

Thickening of sowing to 140-150 thousand pieces per hectare led to a decrease in leaf area by 2-2.6 thousand square meters per hectare.

The optimal area of nutrition of sugar beet plants and the formation of the best assimilation apparatus of the leaf surface for densities of 120-130 thousand pieces per hectare at a rate of $N_{300}P_{225}K_{350}$ determined high rates of photosynthesis productivity: photosynthetic potential was 1.46 million m^2 days / ha and net photosynthesis productivity – 4.53 g dry substances per square meter of leaf surface per day.

As a result of the correlation analysis, a strong relationship between fertilizer levels and the photosynthetic potential of sugar beet plants ($r = 0.98$) and a weak direct relationship between fertilizer levels and net photosynthetic productivity ($r = 0.28$) was established.

Key words: sugar beet, fertilizer norms, standing density, photosynthesis, leaf surface.