

УДК 633.62

МАРЧУК О. О., науковий співробітник

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН

e-mail: alexandra8@ukr.net

ВМІСТ РОЗЧИННИХ ВУГЛЕВОДІВ У СОКУ СТЕБЕЛ СОРГО ЦУКРОВОГО ЗАЛЕЖНО ВІД АГРОТЕХНІКИ ВИРОЩУВАННЯ

Наведено результати досліджень щодо зміни вуглеводної складової соку стебел сорго цукрового залежно від біологічних особливостей, різних доз внесених добрив на фоні хімічного захисту посівів від бур'янів. Встановлено, що використання досліджуваних агротехнічних заходів позитивно впливає на накопичення розчинних вуглеводів у сировині для виробництва біопалива. Зокрема, в середньому по всіх сортах і гібридах сорго цукрового підвищення вмісту сахарози за внесення дози добрив $N_{80}P_{80}K_{80}$ становило 5,4%, на фоні $N_{160}P_{160}K_{160}$ – 11,9%, порівняно з неудобреними ділянками. Використання гербіцидів для захисту посівів від бур'янів, сприяло отриманню від 10,73 до 14,0% загальних цукрів у соку стебел сорго цукрового у фазі повної стиглості.

Ключові слова: сорго цукрове, сорт, гібрид, вуглеводний склад, моноцукри, сахароза, мінеральні добрива, гербіциди.

Постановка проблеми. Зниження врожайності основних сільськогосподарських культур, внаслідок поступового глобального потепління та енергетична залежність України, створюють умови для підбору нових культур, які відрізняються високою продуктивністю, посухостійкістю та невибагливістю до умов вирощування [1].

Саме такою культурою є сорго цукрове, що містить у своїх стеблах від 14 до 20% загальних цукрів. Встановлено, що стебло сорго цукрового на 10–15% складається з клітковини та на 85–90% із водного розчину. У складі загальних цукрів переважають сахароза (55–75%), глюкоза і фруктоза (25–45% від кількості загальних цукрів), а також високомолекулярні сполуки (3–6,5% до маси сухих речовин), крохмаль – 0,2–3%, 19 амінокислот (7 незамінних) та значна кількість макро- та мікроелементів [2].

Результати досліджень вказують на те, що сьогодні у природі не існує іншої рослини, котра б могла так швидко синтезувати сахарозу, частка якої серед вуглеводів клітинного соку досягає 60–80% [3].

Такі біологічні особливості культури свідчать про перспективність використання сорго цукрового у паливно-енергетичному комплексі, як потенційної сировини для отримання біопалива. Що особливо актуально для України, яка відноситься до країн, які лише частково забезпечують себе традиційними видами енергоресурсів і змушена імпортувати близько 65% енергоносіїв [4, 5].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Питанням особливостей формування вуглеводної складової у соку стебел сорго цукрового залежно від різноманітних факторів впливу присвячено низку наукових досліджень.

Так, зокрема, Г. М. Шекун [6] досліджував сорго, як кормову культуру. Автором було проаналізовано зміну якісних показників зерна, вегетативної маси та силосу культури залежно від строків збирання та деяких інших прийомів агротехніки. За результатами досліджень встановлено, що більша кількість вуглеводів локалізована в нижніх частинах стебел, протеїну – у верхніх.

Малиновський Б. Н. [7], дослідивши понад 127 сортів, сортозразків та селекційних ліній сорго цукрового, відмічає, що у районованих сортів культури вміст цукрів у соку стебел становить 16–18%, а у окремих досліджуваних зразків може досягати 25–28%. При цьому вміст моноцукрів у зразках сорго цукрового коливається від 1,3 до 5%, але зустрічаються зразки з їхнім вмістом до 8% і вище.

Дослідження сорго цукрового, як альтернативної сировини для отримання харчового сиропу, проводились Н. О. Григоренко [2]. За їх результатами виявлено особливості

хімічного складу (вміст вуглеводів, амінокислот, мінеральних компонентів) сучасних сортів та гібридів сорго цукрового, що вирощуються в Україні.

Залежність продуктивності і вуглеводного складу від сортових особливостей та мінерального живлення цукрового сорго представлено у дослідженнях О. М. Ганженка та Н. О. Григоренко [8]. Встановлено, що внесення мінеральних добрив ($N_{120}P_{120}K_{120}$) позитивно впливає на накопичення вуглеводів у соку стебел культури.

Разом із тим, у цих дослідженнях не приділено достатньої уваги вивченню впливу різних агротехнічних заходів вирощування сорго цукрового на зміну вуглеводного складу соку його стебел. Зважаючи на це, оптимізація елементів технології вирощування сорго, перш за все як сировини для виробництва біопалива, наразі є актуальним для України напрямком досліджень і потребує поглибленого вивчення.

Метою досліджень було дослідити вміст розчинних вуглеводів у соку сорго цукрового та встановити динаміку його зміни залежно від сортових особливостей культури, систем удобрення та методів захисту посівів від бур'янів.

Матеріали та методика досліджень. Польові дослідження проводились протягом 2011–2014 рр. в умовах Уладово-Люлинецької дослідно-селекційної станції Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН.

Ґрунт дослідних ділянок – чорнозем глибокий малогумусний. В орному шарі вміст гумусу складає 3,7%, легкогідролізованого азоту (за Корнфільдом) – 10,3, рухомих форм фосфору та калію (за Чиріковим) – 23,3 і 13,5 мг на 100 г ґрунту відповідно, рН ґрунтового розчину – 5,6, гідролітична кислотність – 1,5 мг-екв/100 г ґрунту.

Визначення вмісту розчинних вуглеводів у соку стебел сорго цукрового проводили на різних сортах та гібридах культури (сорт – Силосне 42, Фаворит, Нектарний та гібрид Медовий) на трьох фонах удобрення (контроль – без добрив, $N_{80}P_{80}K_{80}$ та $N_{160}P_{160}K_{160}$) за використання хімічних засобів захисту посівів від бур'янів (гербіцид Діален Супер 464 SL, в.р.к.).

Дослід закладався за методом систематичних повторювань. Площа посівної ділянки становила 75 м², облікової – 50 м², повторюваність досліду – триразова. Сівбу проводили на глибину 5 см з шириною міжрядь 30 см, нормою висіву 5–6 кг/га, що забезпечує густоту рослин 300 тис. шт./га. Мінеральні добрива вносили врозкид під оранку згідно зі схемою досліду. Обприскування розчином гербіциду Діален Супер здійснювали у фазі 3–5 листків культури за норми внесення 1,0–1,25 л/га штанговим обприскувачем ОП-2000, норма витрати робочої рідини – 220–250 л/га. Обприскування здійснювали у сонячну суху погоду за температури повітря від 16 до 24 °С.

Вміст розчинних вуглеводів у соку стебел визначали на різних етапах вегетації сорго цукрового за міднометричним методом Люфа–Шоорля [6, 7].

Результати досліджень. За результатами проведених досліджень встановлено, що вміст загальних цукрів у стеблах сорго значною мірою залежав від сортових особливостей, доз внесених добрив та заходів захисту від бур'янів, а також погодних умов, що склалися впродовж вегетації культури. Максимальні значення даного показника в середньому по всіх варіантах досліду – 9,47–16,64%, спостерігались у фазу молочної стиглості. У подальшому відмічається тенденція до зниження вмісту розчинних вуглеводів у соку стебел. Так, вміст загальних цукрів у фазу повної стиглості у сорту Силосне 42 (в середньому по варіантах досліду) зменшувався на 15,9%, гібрида Медовий – на 18,2%, у сортів Нектарний та Фаворит – на 18,0 та 22,4% відповідно (рис.).

Відмічено позитивний вплив внесених мінеральних добрив на накопичення вуглеводів рослинами сорго цукрового. Вміст загальних цукрів за внесення $N_{80}P_{80}K_{80}$ зростав в середньому на 5,6%, на фоні $N_{160}P_{160}K_{160}$ – на 11,7%, порівняно з неудобреними варіантами. Це пов'язано з тим, що під впливом мінерального живлення у рослинах синтезується більша кількість загальних цукрів, які використовуються рослиною на формування генеративних органів, що, як наслідок, позитивно позначається на продуктивності сорго цукрового.

Позитивна дія мінеральних добрив на вуглеводну складову спостерігається також на фоні внесення гербіцидів у фазі 3–5 листків сорго цукрового. Обробка посівів сорго

цукрового гербіцидом Діален Супер за норми 1,0–1,25 л/га дозволила знищити до 58,4% бур'янів. Зменшення кількості бур'янів у посівах культури покращувало умови для росту й розвитку рослин та накопичення загальних цукрів. Так, на варіантах без застосування гербіцидів (контроль) вміст загальних цукрів був дещо нижчим і становив у фазі повної стиглості 8,54–10,49%, порівняно з варіантами, обробленими гербіцидами (10,73–14,00%).

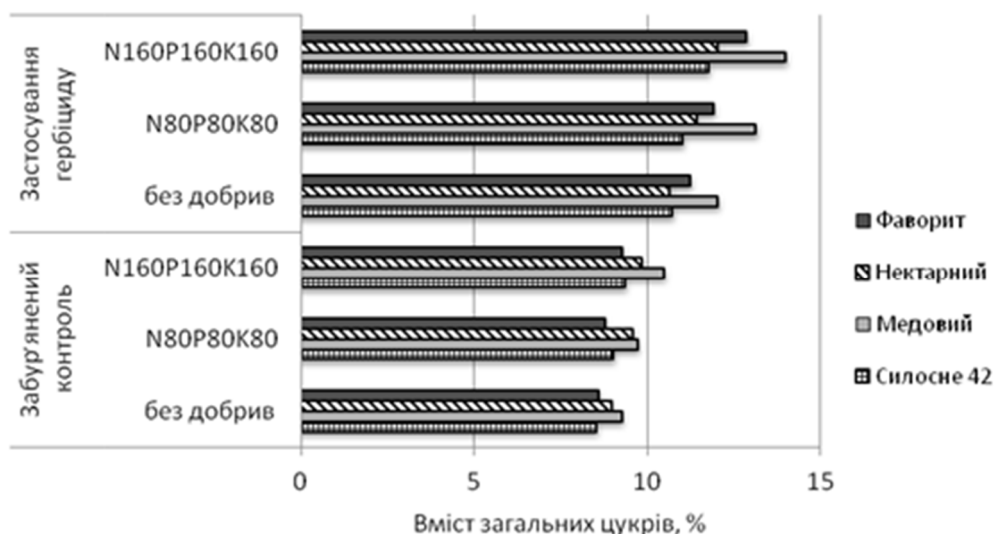


Рис. Вміст загальних цукрів у соку стебел різних сортів та гібридів сорго цукрового, залежно від дози внесених добрив за умови хімічного захисту посівів від бур'янів у фазу повної стиглості, % (середнє за 2011–2013 рр.)

Встановлено, що накопичення розчинних вуглеводів на початкових фазах розвитку відбувалося переважно за рахунок моноцукрів. Так, у період викидання волоті загальний вміст розчинних вуглеводів становив 55,49–58,36% від загальної кількості цукрів, тоді як цукрози – 41,64–44,21%. Вміст останньої на удобрених варіантах був вищим, порівняно із контролем. Зокрема, на варіантах з внесенням $N_{80}P_{80}K_{80}$ вміст цукрози підвищувався на 0,12%, на варіантах з $N_{160}P_{160}K_{160}$ – на 0,24%.

Разом із тим, уже у фазі формування та росту зернівки вміст цукрози суттєво підвищується – до 2,46–4,79%, порівняно з вмістом редукувальних речовин (1,93–3,47%).

У фазу молочної стиглості вміст редукувальних речовин досягав своїх максимальних значень – 3,47–4,77%, тоді як вміст цукрози перебував на рівні 6,00–12,32%.

Аналізуючи результати досліджень, слід відмітити, що незважаючи на те, що максимальний вміст загальних цукрів у стеблах спостерігається у фазу молочної стиглості зерна, їх перегруповання продовжується до фази повної стиглості (табл.). Саме у цей період вміст цукрози в соку стебел був найвищим – 76,34–88,80% від загальної кількості цукрів, а вміст редукувальних цукрів знижувався до 11,20–23,76%.

Таким чином, отримані результати свідчать, що вміст сахарози в соку стебел сорго підвищується від фази викидання волоті до фази повної стиглості, а показники глюкози і фруктози досягають своїх максимальних значень у фазу молочної стиглості зерна.

Формування вуглеводів у досліджуваних сортах та гібридах також відбувалось порізному. Так, у гібрида Медовий, сортів Нектарний та Фаворит вміст сахарози у фазу повної стиглості зерна мав суттєву перевагу (88,53–88,86% від загальної кількості цукрів) над редукувальними речовинами (відповідно 11,20–11,47%). У сорту Силосне 42 це співвідношення становило 76,34 і 23,76% відповідно.

Вміст сухих речовин у соку стебел сорго цукрового незначно зростав ближче до фази повної стиглості. Найвищих же значень даний показник досягав у фазу повної стиглості зерна і становив у сорту Силосне 42 12,54–17,02%, гібрида Медовий – 12,74–18,63%, сортів Нектарний та Фаворит – 12,18–17,84 та 12,44–18,69% відповідно.

Таблиця

**Накопичення розчинних вуглеводів у соку стебел різних сортів та гібридів
сорго цукрового залежно від агротехніки вирощування у фазі повної стиглості
(середнє за 2011–2013 рр.)**

Сорт, гібрид	Удобрєння	Забур'янений контроль			Застосування гербіциду		
		вміст					
		сухих речовин, %	редуку- вальних речовин, %	сахарози, %	сухих речовин, %	редуку- вальних речовин, %	сахарози, %
Силосне 42	без добрив	12,54	1,87	6,67	15,25	2,57	8,16
	N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀	13,46	2,22	6,81	16,81	2,59	8,44
	N ₁₆₀ P ₁₆₀ K ₁₆₀	14,08	2,24	7,17	17,02	2,82	8,95
Медовий	без добрив	12,74	1,11	8,16	17,54	1,32	10,73
	N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀	14,61	1,12	8,61	18,11	1,44	11,71
	N ₁₆₀ P ₁₆₀ K ₁₆₀	15,29	1,15	9,34	18,63	1,54	12,46
Нектарний	без добрив	12,18	1,07	7,90	15,94	1,18	9,47
	N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀	14,13	1,09	8,51	16,69	1,26	10,16
	N ₁₆₀ P ₁₆₀ K ₁₆₀	15,02	1,12	8,73	17,84	1,29	10,74
Фаворит	без добрив	12,44	1,12	7,50	16,00	1,26	9,99
	N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀	14,15	1,14	7,65	16,83	1,29	10,63
	N ₁₆₀ P ₁₆₀ K ₁₆₀	15,13	1,16	8,14	18,69	1,34	11,54
НІР _{0,05}		0,39	0,03	0,24	0,37	0,03	0,027

Висновки. Таким чином, найсприятливіші умови для накопичення загальних вуглеводів у соку стебел сорго цукрового відмічаються за внесення мінеральних добрив на фоні обробки посівів гербіцидами. Вміст загальних цукрів за внесення N₈₀P₈₀K₈₀ на фоні обробки гербіцидом у середньому по всіх сортах і гібридах становив 11,9%, на фоні N₁₆₀P₁₆₀K₁₆₀ – 12,7%. Проведення хімічних обробітків посівів сприяло підвищенню вмісту загальних цукрів на 27,9% на фоні N₈₀P₈₀K₈₀ і на 29,9% на фоні N₁₆₀P₁₆₀K₁₆₀, порівняно з варіантами, де гербіциди не вносились.

Список використаних літературних джерел

1. Ковальчук В. П. Цукрове сорго – цукровмісна сировина та потенційне джерело енергії / В. П. Ковальчук, Н. О. Григоренко, О. І. Костенко // Цукрові буряки. – 2009. – № 6. – С. 6–7.
2. Григоренко Н. О. Удосконалення технології харчового сиропу із цукрового сорго : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.18.05 «Технологія цукристих речовин та продуктів бродіння» / Н. О. Григоренко. – К., 2010. – 20 с.
3. Гументик М. Я. Цукроносні культури як сировина для виробництва етанолу / М. Я. Гументик, В. С. Бондар // Цукрові буряки. – 2006. – № 6. – С. 20–21.
4. Балан В. М. Вирощування цукрового сорго як біоенергетичної культури / В. М. Балан, Л. І. Сторожик // Цукрові буряки. – 2010. – № 5. – С. 14–15.
5. Григоренко Н. О. Цукрове сорго дає високі й стабільні врожаї зерна та зеленої маси за складних кліматичних умов / Н. О. Григоренко // Зерно і хліб. – 2011. – № 3. – С. 48–49.
6. Шекун Г. М. Культура сорго в СССР и ее биологические особенности / Г. М. Шекун. – М. : Колос, 1964. – 140 с.
7. Малиновский Б. Н. Сорго как источник высокосахаристой продукции / Б. Н. Малиновский, А. С. Казакова, Л. А. Смиловенко // Сахарная промышленность. – 1986. – № 2. – С. 54–57.
8. Ганженко О. М. Залежність продуктивності і вуглеводного складу від сортових особливостей та мінерального живлення цукрового сорго / О. М. Ганженко, Н. О. Григоренко // Цукор України. – 2011. – № 4 (64). – С. 27–32.

9. Технологія цукристих речовин. Лабораторний практикум / М. П. Купчик, Л. П. Рева, Н. І. Штангеева [та ін.]. – К. : НУХТ, 2007. – 393 с.
10. Добжицкий Я. Химический анализ в сахарном производстве / Я. Добжицкий. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.

Аннотация

Марчук А. О.

Содержание растворимых углеводов в соке стеблей сорго сахарного в зависимости от агротехники выращивания

Приведены результаты исследований по изменению углеводной составляющей сока стеблей сорго сахарного в зависимости от сортовых особенностей, различных доз вносимых удобрений на фоне химической защиты посевов от сорняков. Показано, что использование изучаемых агротехнических приемов положительно влияет на накопление растворимых углеводов в сырье для производства биотоплива. В частности, в среднем по всем сортам и гибридам повышение содержания сахарозы на фоне внесения $N_{80}P_{80}K_{80}$ составило 5,4%, на фоне $N_{160}P_{160}K_{160}$ – 11,9%, по сравнению с неудобренными участками. Использование гербицидов для защиты посевов от сорняков способствовало получению от 10,73 до 14,0% общих сахаров в фазе полной спелости.

Ключевые слова: сорго сахарное, сорт, гибрид, углеводный состав, моносахара, сахароза, минеральные удобрения, гербициды.

Annotation

Marchuk O. O.

The content of soluble carbohydrates in juice of sweet sorghum stalks, depending on cultivation practices

The article presents research results on changing carbohydrate constituent in juice of sweet sorghum stalks, depending on biological characteristics, different doses of fertilizers against the background of chemical weed control. It is found that farming practices under investigation positively affect the accumulation of soluble carbohydrates in the raw material for the production of biofuels. In particular, the average increase in sucrose content for all varieties and hybrids, under applying $N_{80}P_{80}K_{80}$, reached 5.4% versus $N_{160}P_{160}K_{160}$, under which this increasing amounted to 11.9% if comparing with unfertilized areas. The use of herbicides for weed control contributed to obtaining 10.73 to 14.00% of total sugars in the juice of sugar sorghum stalks in a phase of full ripeness.

Keywords: sweet sorghum; variety; hybrid; carbohydrate composition; monosaccharides sucrose; mineral fertilizer; herbicides.

Надійшла 25.03.2015

УДК 633.12:631.53.02:631.53.04:631.82

ПОЛТОРЕЦЬКИЙ С. П., кандидат с.-г. наук, доцент
Уманський національний університет садівництва
e-mail: poltorec@yandex.ru

ВРОЖАЙНІ ВЛАСТИВОСТІ НАСІННЯ ПРОСА СФОРМОВАНІ ПІД ДІЄЮ РІЗНИХ ПАРАМЕТРІВ СІВБИ

Наведено результати досліджень з вивчення особливостей формування врожайних властивостей насіння проса залежно від впливу різних способів сівби та норм висіву в умовах нестійкого зволоження Правобережного Лісостепу України.

Ключові слова: просо, насінницький посів, перше насіннєве потомство, спосіб сівби, норма висіву, врожайні властивості.