

ВМІСТ ЦУКРУ В СОКУ СТЕБЕЛ РІЗНИХ СОРТОЗРАЗКІВ СОРГО ЦУКРОВОГО**О. В. Яланський¹, В. І. Середа¹, М. Г. Носов¹, М. М. Таганцова²**¹ Державна установа Інститут зернових культур НААН, вул. Володимира Вернадського, 14, м. Дніпро, 49027, Україна² Український Інститут експертизи сортів рослин, вул. Генерала Родімцева, 15, м. Київ, 03041, Україна

Встановлено, що в середньому урожайність зеленої маси середньостиглих сортозразків сорго цукрового на 0,3 т/га більша, ніж у ранньостиглих, але на 2,5 т/га менша порівняно з пізньостиглими. Зворотна закономірність має місце і щодо урожайності зерна. Встановлено, що високоцукристі сорти – це пізньостиглі зразки з високою урожайністю зеленої маси і мінімальною кількістю волотей із зерном. Для них характерний незначний відсоток виходу волотей із зерном на час збирання зеленої маси. Простежується обернена залежність, чим менший збір зерна, тим більший вміст цукру в соку стебел. Для підтвердження цієї закономірності був закладений пошуковий дослід. Суть його полягала у вивчення вмісту цукру в соку стебел сортозразків із зерном і без зерна у волотях. Встановлено, що вміст цукру в соку стебел стерильних сортозразків вищий (19,2 %), ніж в таких самих, але з озерненими волотями (14,3 %) – у перших він коливався від 12,2 [F₁ (Сфремівське біле 2с x 12Т209 цукрове)] до 21,8 % F₁ (093094а зернове x Силосний Като), в других – від 8,8 [F₁ (430а цукрове x 12Т309)] до 17,2 % (Кріпт, F₁ (302а x 12Т313)), різниця може досягати 12 %.

Ключові слова: сорго, гібридизація, відбір, схрещування, розсадник, вміст цукру, біоенергетика.

Із поглибленням енергетичної кризи у світі, при вичерпності запасів нафтових та газових родовищ, перед людством вже зараз постає проблема пошуку альтернативних видів палива. В країнах Європи і західної півкулі нині посилюються темпи виробництва біоетанолу з таких культур, як цукрова тростина, кукурудза, пшениця, сорго, буряк цукровий. Однією з найперспективніших кормових, харчових і енергетичних культур є сорго цукрове (*Sorghum saccharatum* Pers.) – посухостійкіше, солевитривале і невибагливе до ґрунтів [1–4].

Сорго цукрове завдяки своїй здатності накопичувати цукор у соку стебел в фазі молочно-воскової та воскової стиглості зерна заслуговує особливої уваги як виробників рідинного цукру, так і спирту. В найближчі десятиріччя можна очікувати на появу в нашій країні заводів з переробки стебел і воло-

тей рослин сорго для одержання етанолу.

Головні переваги сорго цукрового – це здатність формувати високі врожаї зерна і зеленої маси, універсальність використання останньої – як на сіно, так і сінаж. До того ж сахарозо-фруктозо-мальтозний сироп – продукт переробки сорго цукрового можна розглядати як альтернативне джерело цукру замість буряка цукрового [5]. Для сорго характерний стан анабіозу, коли у період тривалої посухи рослина призупиняє ріст, а при перших опадах енергійно відновлює вегетацію [6]. Сорго вирізняється високою продуктивністю зеленої маси і широко використовується у харчових, кормових, технічних цілях [7].

На півдні України сорго цукрове на відміну від кукурудзи чи буряка можна вирощувати без зрошення і одержувати врожаї зеленої маси в фазі воскової стиглості

Інформація про авторів:

Яланський Олександр Володимирович, канд. с.-г. наук, завідувач лаб. селекції соргових культур, e-mail: Rus-art@ua.fm, <https://orcid.org/0000-0002-6686-4165>

Середа Володимир Іванович, науковий співробітник лаб. селекції соргових культур, e-mail: sereda81y@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-0393-2172>

Носов Максим Геннадійович, провідний фахівець лаб. селекції соргових культур, e-mail: maksimnosov0102@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-6649-905X>

Таганцова Марина Миколаївна, завідувач сектору експертизи кукурудзи, технічних і багаторічних видів рослин відділу експертизи на відмінність, однорідність та стабільність, e-mail: tagancova@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0003-3737-6477>

зерна на рівні 20 т/га у сухі роки та майже до 60 т/га у вологі. На зрошенні показники урожайності за роками більш стабільні і мають значно вищі значення – від 80 до 100 т/га.

В лабораторії селекції соргових культур робота з сорго цукровим проводиться в двох напрямках – для задоволення потреби кормовиробництва та одержання біоетанолу. Встановлено, що в соку стебел окремих зразків міститься до 21 % цукру, а найбільша його концентрація відмічається в середній частині стебла. У зв'язку з цим важливості набуває як вихід стебел, так і цукру з одиниці посівної площі сорго цукрового.

Більшість гібридів сорго цукрового створюються на основі стерильних ліній сорго зернового, через що їх здебільшого використовують для забезпечення потреби кормовиробництва. Такі гібридні рослини відзначаються крупними озерненими волотями і доброю залистяністю. Рівень цукру в соку стебел, як правило, становить 11–13 % і лише іноді досягає 15 %. Тому питання підвищення цукристості, встановлення залежності між вмістом цукру і довжиною вегетаційного періоду та виявлення впливу насінневої продуктивності на вміст цукру в соку стебел сорго цукрового є актуальними.

Мета дослідження – з'ясування вмісту цукру в соку стебел середньостиглих, ранньостиглих та пізньостиглих сортозразків із озерненими волотями і без зерен в них.

Матеріали і методи дослідження. В досліді здійснювали спостереження, обліки і вимірювання відповідно до "Методичних вказівок по вирощуванню сорго", "Методики проведення кваліфікаційної експертизи сортів рослин на придатність до поширення в Україні" і "Методики польового досліду" [8–10].

Біометричні вимірювання проводили на 10 рослинах у конкурсному і попередньому випробуваннях та на 5 рослинах – у контрольному розсаднику в несуміжних повтореннях. У конкурсному випробуванні передбачено 5 повторень, попередньому – 3 і контрольному – 2 повторення [11].

Вміст цукру в соку стебел вимірювали рефрактометром ATAGO Pocket Cat. No 3840 Pal-A.

Селекційні посіви сорго одночасно були закладені на полях сівозміни лабораторії се-

лекції соргових культур Синельниківської селекційно-дослідної станції та Генічеської дослідної станції в 2011–2015 рр. Попередник – пшениця озима.

У селекційних розсадниках досліджували генофонд соргових культур селекції Державної установи Інститут зернових культур НААН, Селекційно-генетичного інституту – НЦНС, Кримського ДАТУ та зразки, які походять з Росії і країн далекого зарубіжжя. Всього вивчалось 168 сортозразків.

У ході досліджень були виділені групи ранньостиглих – 55, середньостиглих – 58 та пізньостиглих – 55 зразків сорго цукрового. Найвищою урожайністю зеленої маси у сприятливі роки відзначались такі сортозразки, як: F₁₈ (К-576/І Minnesota Amber безостий х Силосне Генічеське) (17,6 т/га), Цукрове 1 (16,5 т/га) та F₁₈ (Силосне Генічеське х К-158 Amber Dacota Cane, США) № 24 (16,3 т/га). При цьому врожайність сорту-стандарту Силосне 3 покращене становила 12,4 т/га. Найвищий вміст цукру був у сортів Цукрове 1 і F₁₉ (К-580 Sorghum Orange, США х К-1064 Сорго Медове, Кубань) № 23 – відповідно 19 і 20 %. За масою стебел (10,4 проти 7,6 т/га) значну перевагу мав сорт Цукрове 1. Тривалість періоду "сходи – цвітіння" найдовшою була у сортозразків, що формували більшу врожайність зеленої маси і відзначались соковитими стеблами – від 64 до 74 діб.

Середні показники урожайності і цукристості сортозразків наведені в таблиці 1.

Слід відзначити, що середня урожайність зеленої маси у сортозразків за групами стиглості становить: пізньостиглі – 19,3 т/га, ранньостиглі – 16,5, середньостиглі – 16,8 т/га. Дещо інша закономірність спостерігалась за урожайністю зерна: ранньостиглі – 4,5 т/га, середньостиглі – 3,7, пізньостиглі – 3,2 т/га.

Аналогічна закономірність простежувалась щодо виходу волотей із зерном до урожайності зеленої маси: ранньостиглі зразки – 28 %, середньостиглі і пізньостиглі – 22 і 17 % відповідно.

Щодо вмісту цукру в соку стебел, то у середньостиглих сортозразків він становив 15,9 %, що вище порівняно з ранньостиглими на 0,3 %, але менше на 2,4 %, ніж у пізньостиглих.

1. Середні показники урожайності та цукристості сортозразків сорго цукрового

Група стиглості	Рік	Середня урожайність, т/га		Відношення урожаю волотей до урожайності зеленої маси, %	Вміст цукру в соку стебел, %
		зеленої маси	волотей		
Ранньостиглі	2011	12,2	3,0	25	18,0
	2012	16,7	4,1	24	13,8
	2013	12,3	4,1	33	14,6
	2014	12,8	3,7	29	14,9
	2015	28,3	7,7	27	16,7
<i>Середнє</i>		16,5	4,5	28	15,6
Середньостиглі	2011	12,4	2,8	23	16,7
	2012	18,9	4,0	22	12,9
	2013	12,7	3,1	24	17,3
	2014	15,5	3,1	20	17,0
	2015	24,4	5,4	22	15,6
<i>Середнє</i>		16,8	3,7	22	15,9
Пізньюстиглі	2011	13,8	1,7	14	18,7
	2012	24,1	3,4	14	18,5
	2013	13,7	2,3	17	19,3
	2014	15,2	3,0	20	17,6
	2015	29,7	5,7	19	17,4
<i>Середнє</i>		19,3	3,2	17	18,3

У результаті вивчення 168 сортозразків сорго цукрового встановлено:

- найвища урожайність зеленої маси відмічалась у пізньюстиглих, а найменша – у ранньостиглих зразків;

- максимальний вихід озернених волотей був у ранньостиглих, мінімальний – у пізньюстиглих сортозразків;

- найбільшим відсотковим співвідношенням виходу волотей із зерном до урожайності зеленої маси характеризувались ранньостиглі зразки і найменшим – пізньюстиглі;

- найбільший вміст цукру в соку стебел відмічався у пізньюстиглих, найменший – у ранньостиглих сортозразків.

На підставі одержаних даних встановлено, що високоцукристі, як правило, – це пізньюстиглі зразки з високою урожайністю зеленої маси та найменшим виходом озернених волотей. Тобто для них характерний низький відсоток виходу волотей із зерном порівняно з урожайністю зеленої маси. Спостерігається закономірність, чим менша урожайність зерна, тим більший вміст цукру в соку стебел. Для її підтвердження був закладений пошуковий дослід. Він передбачав вивчення вмісту цукру в соку стебел сортозразків із озерненими воло-

тями і без зерна в них, тобто фертильних і стерильних форм. Дослідження проводилися в розсаднику конкурсного сортовипробування цукрового сорго і розмноження стерильних ліній.

Спираючись на результати досліджень з'ясовано, що вміст цукру в соку стебел різних сортозразків сорго цукрового різнився і в середньому у стерильних становив 19,2 % і був вищий, ніж у таких самих зразків, але із озерненими волотями – 14,3 % (табл. 2).

Вміст цукру в соку стебел стерильних сортозразків із озерненими волотями коливався від 8,8 [F₁ (430a цукрове x 12Т309)] до 17,2 % (Кріпт, F₁ (302a x 12Т313)), а в стерильних зразків – від 12,2 [F₁ (Єфремівське біле 2с x 12Т209 цукрове)] до 21,8 % F₁ (093094a зернове x Силосний Като).

Найбільша різниця за вмістом цукру в соку стебел сорго відмічалася у F₁ стерильних гібридів сорго цукрового: 093094a зернове x Силосний Като (+11,9 %), найменша – у Єфремівське біле 2с x 12Т209 цукрове (1,3 %).

Щодо сорго зернового, встановлено, що середній вміст цукру в соку стебел стерильних сортозразків (20,0 %) був вищий на 5,4 % порівняно з такими ж, але фертильними. Вміст цукру в соку стебел стерильних

2. Вміст цукру (%) в соку стебел сортотразків сорго цукрового

Зразок	Вміст цукру в соку стебел, %		Різниця ±
	волоть		
	з зерном	без зерна	
Кріпт	17,2	18,3	+1,1
Приазовське	14,4	17,9	+3,5
Сиваський 85	15,9	20,9	+5,0
F ₁ (Кафрське кормове 186с x 12Т313 цукрове)	14,0	19,8	+5,8
F ₁ (Єфремівське біле 2с x 12Т209 цукрове)	13,5	12,2	-1,3
F ₁ (093094а зернове x Силосний Като)	9,9	21,8	+11,9
F ₁ (430а цукрове x 12Т309)	8,8	21,0	+11,1
F ₁ (302а x 12Т313)	17,2	20,1	+2,9
F ₁ (Дн-5с x Силосний Като)	13,3	21,5	+8,2
Середнє	14,3	19,2	+4,9

ліній із озерненими волотями коливався від 10,1 (А 158) до 20,5 % [F₁ (Коричневе 11с x Дн 13ф) x Дн 13ф)], а в соку стебел стерильних сортотразків – від 15,7 (Дн 37с (Г) до 22,8 % (Низькоросле 81с) (табл. 3). Найбільша різниця за вмістом цукру в соку стебел сорго зернового відмічалася у стерильної лінії Низькоросле 81с (+8,8 %),

3. Вміст цукру в соку стебел сортотразків сорго зернового

Зразок	Вміст цукру в соку стебел, %		Різниця ±
	волоть		
	з зерном	без зерна	
F ₁ (Іскра с x Дн 13ф)	13,9	18,0	+4,1
F ₁ (Коричневе 11с x Дн 5ф)	16,9	21,7	+4,8
Дн 5с	14,5	21,4	+6,9
Дн 37 с	11,6	19,6	+8,0
F ₁ (А158 x Кафрське кормове 186ф)	17,5	19,7	+2,2
А 158	10,1	17,4	+7,3
Єфремівське біле 2с	14,5	20,8	+6,3
Дн 37с (1)	14,1	18,2	+4,1
F ₁ (Коричневе 11с x Дн 13ф) x Дн 13ф	20,5	20,8	+0,3
F ₁ (Коричневе 11с x Низькоросле 93ф) x Дн 5ф	13,4	17,4	+4,0
А 326	14,0	21,9	+7,9
Дн 53с x Дн 23ф	14,4	20,7	+6,3
F ₁ (Коричневе 11с x Дн 13ф) x Дн 39ф	12,6	19,2	+6,6
Дн 37с (Г)	10,4	15,7	+5,3
Низькоросле 93с	19,2	22,3	+3,1
Дн 53с	15,3	22,2	+6,9
Дн 71с	16,4	20,8	+4,4
Низькоросле 81с	14,0	22,8	+8,8
Середнє	14,6	20,0	+5,4

найменша (+0,3 %) – у F₁ [(Коричневе 11с x Дн 13ф) x Дн 13ф].

Дослідами встановлено, що вміст цукру в соку стебел сортотразків без зерна вищий, різниця може досягати 12 %.

Висновки

1. Встановлено, що високоцукристі, як правило, – це пізньостиглі сорти з високою урожайністю зеленої маси та міні-

мальним виходом волотей із зерном. Простежується закономірність: чим нижча урожайність зерна, тим більший вміст цукру в соку стебел.

2. З'ясовано, що середній вміст цукру в соку стебел стерильних гібридів сорго цукрового вищий (19,2 %) порівняно з такими самими сортотразками, але з озерненими волотями (14,3 %).

3. Виявлено, що середній вміст цукру в соку стебел стерильних ліній зернового сорго вищий (20,0 %), ніж у тих самих ліній із озерненими волотями (14,6 %). Вміст цукру в соку стебел стерильних ліній з озерненими волотями коливався від 10,1 (А 158) до 20,5 % [F₁ (Коричневе 11с х Дн 13ф) х Дн 13ф)], а за відсутності зерна у волотях – від 15,7 (Дн 37с (Г) до 22,8 % (Низькоросле 81с).

Максимальна різниця за вмістом цукру в соку стебел сорго зернового відмічалась у стерильної лінії Низькоросле 81с (+8,8 %), мінімальна (+0,3 %) – у F₁ [(Коричневе 11с х Дн 13ф) х Дн 13ф].

4. Впровадження пізньостиглих стерильних гібридів сорго цукрового є обґрунтованим селекційним заходом для підвищення урожаю цукру з гектара посівної площі.

Використана література

1. Калашник Н. С., Олексенко Ю. Ф. Сорго. Киев: Урожай, 1978. 72 с.
2. Исаков Я. И. Сорго. Москва: Россельхозиздат, 1982. 134 с.
3. Шепель Н. А., Еримизин Н. Н. Селекция цукрового сорго. *Корми і кормовиробництво*. Київ: Аграр. наука, 1998. № 45.
4. Кадиров С. В. Особенности выращивания и использования сорго на корм в условиях ЦЧР. *Зберігання і переробка зерна*. 2012. № 5. С. 19–22.
5. Середя В. І. Сорго цукрове резервна культура для виробництва цукру і не тільки. *Зерно*. 2013. № 8. С. 78–79.
6. Шепель Н. А. Селекция и семеноводство гибридного сорго. Ростов-на-Дону: Ростовский ун-т, 1985. 256 с.
7. Мороз О. М., Смирних В. С., Шопіша Г. М. Сорго цукрове як енергетична культура. *Агроном*. 2013. № 1. С. 204–209.
8. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.
9. Методика проведення експертизи на відмінність, однорідність і стабільність / Укр. Ін-т експертизи сортів рослин. Київ. 2009. С. 5–18.
10. Методика проведення кваліфікаційної експертизи на придатність до поширення в Україні (Загальна частина), затверджена Наказом Міністерства аграрної політики та продовольства України 12 грудня 2016 року № 540.
11. Лакин Г. Ф. Биометрия. Москва: Высш. шк., 1990. 352 с.

References

1. Kalashnik, N. S., Oleksenko, Yu. F. (1978). *Sorgo*

УДК 631.174: 631.527

Яланский А. В.¹, Середя В. И.¹, Носов М. Г.¹, Таганцова М. Н.² Содержание сахара в соке стеблей сорго сахарного в зависимости от семенной продуктивности. *Зерновые культуры*. 2018. Т. 2. № 2. С. 212–217.

¹Государственное учреждение Институт зерновых культур НААН, ул. Владимира Вернадского, 14, г. Днепр, 49027, Украина

²Украинский Институт экспертизы сортов растений, ул. Генерала Родимцева, 15, г. Киев, 03041, Украина

Установлено, что в среднем урожайность зеленой массы среднеспелых сортообразцов сорго сахарного на 0,3 т/га выше, чем у раннеспелых, но на 2,5 т/га меньше в сравнении с позднеспелыми. Обратная закономерность наблюдается относительно урожайности зерна. Установлено, что

[Sorghum]. Kiev: Harvest. [in Russian]

2. Isakov, Ya. I. *Sorgo* [Sorghum]. (1982). Moscow: Rosselkhozizdat. [in Russian]
3. Shepel, N. A., Erimizin, N. N. (1998). Selection of sugar sorghum. *Kormy i kormovyrobnytstvo* [Forage and feed production]. Kyiv: Agrarian Science, 45, [in Ukrainian]
4. Kadyrov, S. V. (2012). Features of growing and using sorghum on feed in the conditions of TSCHR *Zberigannya I pererobka zerna* [Storage and processing of grain], 5, 19–22. [in Ukrainian]
5. Sereda, V. I. (2013). Sorgho sugar reserve culture for sugar production and not only. *Zerno* [Corn], 8, 78–79. [in Ukrainian]
6. Shepel, N. A. (1985). *Selektsiya i cemenovodstvo gibridnogo sorgo* [Selection and seed production of hybrid sorghum]. Rostov-on-Don: Rostov University. [in Ukrainian]
7. Moroz, O. M., Smirnykh, V. S., Shopper, G. M. (2013). Sorghum Sugar as an Energy Culture. *Agronom* [Agronomist], 1, 204–209. [in Ukrainian]
8. Dospekhov, B. A. *Metodika polevogo opyta s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov isledovaniy* [Methodology of field experience with the basics of statistical processing of research results] (5th ed. rev.). Moscow: Ahropromizdat. [in Russian]
9. *Metodika provedeniya expertyzy na vidminnict, odnorodnist i stabilnist* [Methodology of examination for difference, homogeneity and stability]. (2009). Kyiv: N. p. 5–18. [in Ukrainian]
10. Methodology of conducting qualification examination on suitability for distribution in Ukraine (General part), approved by the Order of the Ministry of Agrarian Policy and Food of Ukraine December 12, 2016, No 540. [in Ukrainian]
11. Lakin, G. F. (1990). *Biometriya* [Biometrics]. Moscow: Vyssha shkola. [in Russian]

высокосахаристые сорта – это позднеспелые образцы с высокой урожайностью зеленой массы и наименьшим выходом метелки с зерном. Для них характерен низкий процент выхода метелки с зерном при уборке зеленой массы. Наблюдается закономерность, чем меньше зерна, тем больше содержание сахара в соке стеблей. Для подтверждения этой закономерности был заложен поисковый опыт. Он включал изучение содержания сахара в соке стеблей сортообразцов, которые формируют зерно и в которых оно отсутствует. Установлено, что содержание сахара в соке стеблей стерильных сортообразцов (19,2 %) выше, чем у тех же сортообразцов, но с зерном (14,3 %). У первых он колебался от 12,2 [F₁ (Ефремовское белое 2с x 12Т209 сахарное)] до 21,8 % F₁ (093094а зерновое x Силосный Като), у вторых – от 8,8 [F₁ (430 сахарное x 12Т309)] до 17,2 % (Крипт, F₁ (302а x 12Т313)), разница может достигать 12 %.

Ключевые слова: сорго, гибридизация, отбор, скрещивание, питомник, содержание сахара, биоэнергетика.

UDK 631.174: 631.527

Yalansky O. V.¹, Sereda V. I.¹, Nosov M. G.¹ Tagantsova M. M.² The sugar content in the juice of the stalks of sugar sorghum, depending on seed productivity. Grain Crops. 2018. 2 (2). 212–217.

¹ SE Institute of Grain Crops of the National Academy of Agrarian Sciences, 14 Vladimir Vernadskyi Str., Dnipro, 49027, Ukraine

² Ukrainian Institute for Plant Varieti Examination, 15 Heneral Rodimtsev Str., Kyiv, 03041, Ukraine

The groups of early fall (55), mid-late (58) and late-frosty (55) samples of sugar sorgh in accordance with the growing season were allocated. It is established that high-sugar varieties are late-ripening samples with a high yield of green mass and the lowest yield of the whisk with the grain. That is, they are characterized by a low percentage of panicle yield with grain in the yield of green mass. There is a pattern, the smaller the grain, the greater the sugar content in the juice of the stems. To confirm this pattern, a search experience was laid in 2017 at the Sinelnikovskiy breeding and experimental station.

Search experience included the study of the content of sugars in the juice of the stalks of variety samples with and without grain, that is, fertile and sterile forms. Studies were conducted in the nursery of competitive sugar sorghum and breeding sterile lines.

As a result of the research, different content of sugars in the juice of the stems of sorghum samples was observed.

As a result of studies of sugar sorghum, it was found that the content of sugars in the juice of the stems of sterile variety samples is 19.2 % higher than in the same variety samples with a grain of 14.3 %. The sugar content in the juice of the stems of sterile variety samples with grain ranged from 8.8 % [F₁ (430 sugar x 12Т309)] to 18.4 % (Pineapple). The sugar content in the juice of the stems of sterile varieties without grain varied from 12.2 % [F₁ (Efremov white 2s x 12Т209 sugar)] to 21.8 % F₁ (093094a grain x Silo Kato)

It was also established that the average yield of green mass of mid-season variety samples is – 16.8 t/ha higher than that of early ripening – 16.5 t/ha, but less late-ripening – 19.3 t/ha. The inverse pattern is observed in grain yield. It was established that the percentage of panicle yield with grain in the yield of green mass of middle-aged variety samples is 22 % higher than in late-ripe – 17 %, but less early-ripening 28 %. There is a pattern, the smaller the grain, the greater the sugar content in the juice of the stems.

Keywords: sorghum, hybridization, selection, crossing, nursery, maintenance of sugar, power engineering biospecialist.