

Підвищення варіантності технологічної схеми продуктового відділення цукрового заводу

Н.І. Штангєєва, доктор технічних наук, професор, кафедра технології цукру і підготовки води, Національний університет харчових технологій

О.В. Грабовська, доктор технічних наук, професор, кафедра технології цукру і підготовки води, Національний університет харчових технологій

О.М. Молодницька, кандидат технічних наук, асистент, кафедра технології цукру і підготовки води, Національний університет харчових технологій

Л.А. Купчик, кандидат технічних наук, доцент, Інститут сорбції та проблем ендоекології НАН України

О.М. Лужков, ТОВ «Стирол-Біотех» Тріпільський біохімзавод

*Свеклосахарный завод, вызывая разведение
выгодного корнеплода в своих окрестностях,
рождает новые ценности, цену земли возвышает,
труд делает более производительным и доходным,
рождает вокруг себя новое довольство,
а с ним новые успехи образования и нравственности.*

Д.И. Менделеев

В статті наведено переваги бурякоцукрового виробництва у порівнянні з переробленням альтернативних цукровмісних культур. Наведено варіант розробленої технологічної схеми продуктового відділення цукрового заводу, якій дозволяє отримати цукор рафінадного татунку та переробити напівпродукти і побічну продукцію на харчовий сироп, амінокислоти та біоетанол.

Ключові слова: цукровий сироп, харчовий сироп, лізин, амінокислоти, технологічна схема, активоване вугілля, цукробурякове виробництво, цукор

В статье показаны преимущества свеклосахарного производства по сравнению с переработкой альтернативных сахаросодержащих культур. Приведен вариант разработанной технологической схемы продуктового отделения сахарного завода, который позволяет получить сахар-рафинад и переработать полупродукты и побочную продукцию с получением пищевого сиропа, аминокислот и биоэтанола.

Ключевые слова: сахарный сироп, пищевой сироп, лизин, аминокислоты, технологическая схема, активированный уголь, свеклосахарное производство, сахар.

The article shows the benefits of beet sugar production compared to the sugar-processing alternative crops. An option developed technological scheme grocery department sugar plant, which provides a sugar refinery brand and recycle by-products and intermediates in obtaining food syrup, amino acids, and bioethanol.

Keywords: sugar syrup, food syrup, lysine, an amino acid, technological scheme, activated carbon, beet-sugar industry, sugar.

Тривалий час Україна займає одне з провідних місць в світі у виробництві цукру. Вирощування цукрових буряків є досить трудомістким процесом, проте, крім отримання з них цукру та інших продуктів (органічних кислот, гліцерину, етилово-

го спирту, дріжджів, тощо), залишки цієї рослини збагачують ґрунт і роблять його більш придатним для вирощування як цієї ж культури, так і інших сільськогосподарських культур у відповідності до сівозміни.

Криза у цукровій промисло-

вості призвела до значного зменшення обсягів виробництва цукрових буряків і, відповідно, цукру. У сільському господарстві відчувається деяка розгубленість у наданні пріоритетного значення альтернативним культурам, що містять сахарозу та

МОДЕРНІЗАЦІЯ & ІННОВАЦІЇ

моносахариди, наприклад, цукровому сорго. Віддаючи належне цій культурі, слід відмітити, що вирощування цукрового сорго у чорноземних районах центральної частини України сприяє виснаженню ґрунту і ускладнює його оброблення для подальшого використання. В той же час, використання напівпродуктів та побічної продукції цукрового виробництва не вичерпані і, при економічно доцільному зменшенні виробництва цукру, значний економічний ефект може дати раціональне використання напівпродуктів та побічної продукції. При цьому зберігається на певному рівні потреба у виробництві цукрових буряків, що надає можливість зберегти робочі місця у сільській місцевості та утримати її інфраструктуру.

Дійсно, реалізація виробленого в Україні цукру на зовнішніх ринках з кожним роком ускладнюється. Це пов'язане зі світовим перевиробництвом цукру, яке за рік перевищить попит на 620 тис. тонн, в результаті чого його запаси сягнуть 79,89 млн. тонн. Такого обсягу вистачило б, щоб задовольнити попит 7 найбільших країн – споживачів цукру протягом року [1].

На внутрішньому ринку України попит на цукор також не збільшується, оскільки харчові галузі, які традиційно використовують цукор як сировину (виробництво безалкогольних напоїв, кондитерська та консервна промисловість) значною мірою використовують цукрозамінники і синтетичні підсолоджувачі, які мають в десятки і сотні разів вищу солодкість за цукор, тому використання їх для виробників економічно більш вигідне, незважаючи на те, що вони не є корисними, а часто і шкодять організму людини [2].

У цій ситуації необхідним постає пошук та впровадження альтернативних технологій з метою зміни та розширення асортименту продукції цукрового виробництва та її здешевлення,

а також раціонального використання побічної продукції.

У світовій практиці спостерігається тенденція до збільшення виробництва і споживання рідких цукропродуктів. Їх перевага полягає в значному зменшенні витрат на виробництво, розвантажувально-навантажувальні роботи та транспортування, а також у розширенні асортименту продукції цукрових заводів та зниженні її собівартості.

Науковцями кафедри технології цукру та підготовки води розроблено і запропоновано технології харчового сиропу та глюкозно-фруктозних сиропів, які мають підвищену біологічну цінність і можуть вироблятися на цукрових заводах без значних капітальних витрат. Крім того, ці технології є менш енерговитратними [3, 4].

Слід також відзначити низький рівень зв'язку між виробниками цукру та галузями, що використовують цукор та побічну продукцію цукрового виробництва у якості сировини. Наразі у мікробіологічній промисловості, наприклад, для виробництва L-лізину та L-гомосерину, які є незамінними амінокислотами, в якості вуглеводної компоненти використовують мелясу, але часто – і білий кристалічний цукор [5]. Таке використання харчового продукту є недоцільним ще й тому, що білий кристалічний цукор майже не містить біологічно активних, мінеральних речовин, мікроелементів та інших компонентів, необхідних для синтезу амінокислот.

У той же час в світі підвищується попит на мелясу, яку використовують для виробництва біоетанолу, етилового спирту, дріжджів, гліцерину, лимонної та молочної кислот амінокислот, бетаїну, тощо. У цій ситуації, на нашу думку, доцільно удосконалити технологічну схему продуктового відділення, зробити її більш гнучкою і виробляти ту продукцію, на яку в даний момент є попит.

Якість білого кристалічно-

го цукру регламентується ДСТУ 4623:2006 «Цукор білий, технічні умови», яким допускаються критерії фізико-хімічних показників дещо нижчі, ніж Директивою ЄС 793/72. Слід зазначити, наразі стандартом України навіть не визначенні сучасні вимоги до цукру-рафінаду, більше того, цукор-рафінад, поляризація якого не менше 99,9% в Україні фактично не випускається. На полицях магазинів можна знайти лише пресований цукор, поляризація якого не перевищує 99,7%.

Дослідженнями якості напівпродуктів різних заводів України встановлено, що кольоровість клеровки жовтого цукру другої кристалізації знаходиться в межах 780...850 од. ICUMSA, клеровки афінованого жовтого цукру третьої кристалізації – 1480...1600 од. ICUMSA, а білого кристалічного цукру – 127...129 од. ICUMSA [5]. Це свідчить про необхідність додаткового очищення сиропу з випарної станції за допомогою адсорбентів з метою підвищення його якості та недоцільності повернення клеровки жовтого цукру на уварювання утфелю першої кристалізації для отримання білого цукру рафінадного ґатунку з чистотою 99,9%. Жовтий цукор другої кристалізації можна використати для отримання харчового сиропу, а відтоки, отримані при центрифугуванні утфелю другої кристалізації, відповідно – для отримання біоетанолу та амінокислот. Запропонована принципова технологічна схема представлена на **рис. 1**.

Сироп з випарної станції з температурою 80 °С обробляють активним вугіллям СКН-3 або КАУ-1 в кількості 0,2% до маси сухих речовин, витримують протягом 20 хв., фільтрують з застосуванням фільтроперліту і подають на уварювання утфелю першої кристалізації. З отриманого після центрифугування білого цукру високої чистоти (Ч=99,9%) можна виробляти

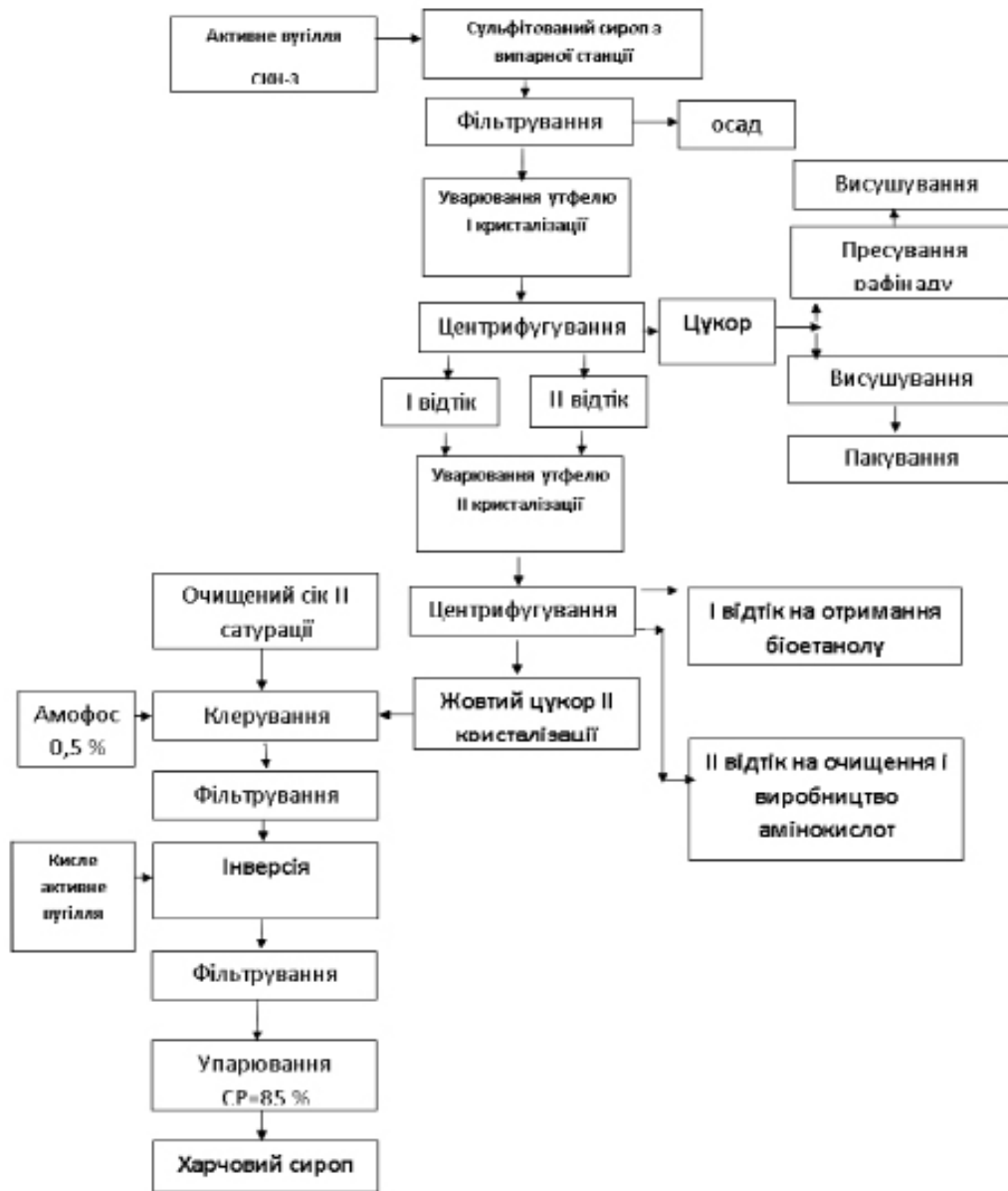


Рис. 1. Варіант технологічної схеми продуктового відділення цукрового заводу

рафінад. Після уварювання відтоків з отриманням утфелю другої кристалізації його центрифугують і отримують жовтий цукор другої кристалізації, який направляють на клерування і виробництво харчового сиропу.

Для видалення розчинних солей кальцію, які надають харчовому сиропу гіркуватого присмаку, клеровку обробляють амофосом, кількість якого розраховують в залежності від вмісту солей кальцію [6]. Профільтрований розчин обробляють кислим активним вугіллем марки СКН-3К або КАУ-1К для проведення інверсії сахарози [7]. З цією метою можна також використати лимонну, молочну кислоти та ферментні препарати. Профіль-

трований сироп концентрують до вмісту сухих речовин 82...85% і направляють на зберігання. Для упарювання у виробничих умовах слід використовувати плівкові випарні апарати. Отриманий сироп можна використовувати у кондитерській, хлібопекарській, консервній промисловості, виробництві безалкогольних напоїв, тощо. Застереженням при цьому є можливе утворення оксиметилфурфуролу у готовому харчовому сиропі. Проведені нами дослідження показали, що вміст оксиметилфурфуролу в харчовому сиропі знаходиться в межах 1-3 мг на 100 г сухих речовин при допустимому його вмісті 100мг/кг, тобто зна-

чно менше граничної його концентрації.

У відповідності до наведеної технологічної схеми (рис.1), перший відтік, що утворюється при центрифугуванні утфелю другої кристалізації направляється на виробництво біоетанолу, а другий відтік (в подальшому цукропродукт) – на очищення для виробництва амінокислоти – L-лізину.

Розроблена технологія кормового лізину, принципова технологічна схема якої представлена на рис. 2. Додавка лізину до кормів для худоби значно підвищує засвоєння цих кормів, покращує метаболізм вуглеводних сполук, баланс азотистих речовин та транспорт каль-

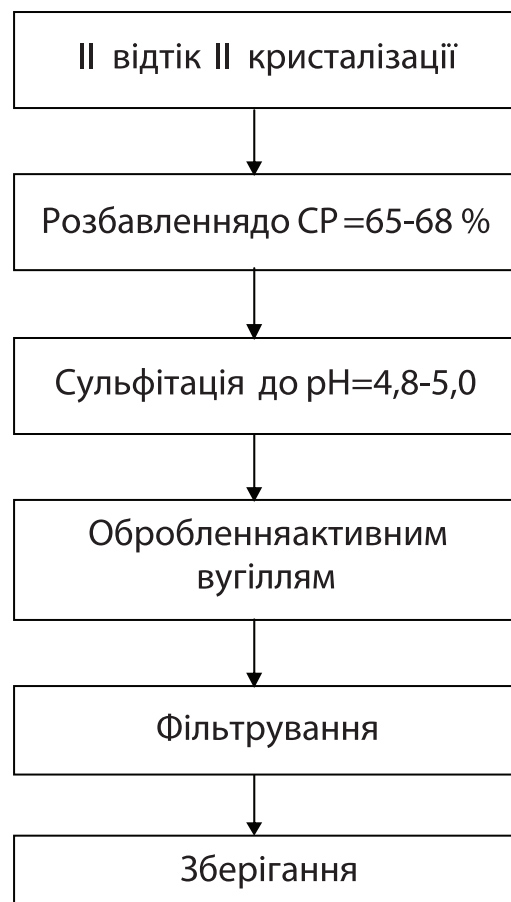


Рис.2. Принципова технологічна схема підготовки II відтоку II кристалізації до біосинтезу лізину

цію у клітини. Завдяки добавок лізину в корм, яйценосність курей збільшується на 10%, маса птиці та тварин на 10...30%, надоді молока підвищуються на 12%. Лізин сприяє засвоєнню кальцію та фосфору, приймає участь в окисно-відновних реакціях, впливає на формування еритроцитів. Добові норми добавок лізину до кормів наступні: всі види птиці – 0,5...2,5%; свинюматки – 0,5...1,0%; підсвинки – 1,5...2,5%; вівцюматки – 1,0...1,5%; ягнята – 1,5...2,0% [8].

Підготовка вуглеводної ком-

поненти другого відтоку другої кристалізації до біосинтезу лізину включає наступні технологічні операції.

Основними стадіями даної технології є поглиблена сульфатація розчину до рН=4,8...5,0 з метою освітлення, зменшення в'язкості, стерилізації розчину та стабілізації моносахаридів і азотистих речовин для запобігання утворенню меланоїдинів. Додаткове знебарвлення видалення надлишку сірчистої кислоти до залишкового її вмісту 0,1–0,3% розчину здійснюється обробленням розчину вітчизня-

ним активним вугіллям СКН-3 [9].

Біологічна цінність цукропродукту визначається перш за все його вуглеводним складом. Дослідженнями встановлено, що вуглеводний склад цукропродукту представлений сахарозою, глюкозою, фруктозою та невеликою кількістю арабінози. Суттєве значення для мікробіологічного виробництва амінокислот є вміст в культуральній рідині азотистих речовин.

Азотисті речовини представлені головним чином азотистими основами та амінокислота-

Таблиця 1

Зміна вмісту азотистих речовин у цукропродукті в процесі його підготовки до мікробіологічного виробництва лізину

| Вид продукту | Загальний азот по К'єльдалю | |
|---------------------------------|-----------------------------|-------------|
| | % до маси цукропродукту | на 100 г СР |
| Вихідний цукропродукт | 0,406 | 0,680 |
| Сульфатований цукропродукт | 0,400 | 0,636 |
| Після обробки активним вугіллям | 0,325 | 0,575 |

Накопичення лізину в культуральній рідині

| Джерело вугледів в % до загальної маси сировини | | Лізін | % до контролю | Конверсія вугледів, % |
|---|--------|--------|---------------|-----------------------|
| Цукропродукт | Меляса | | | |
| - | 100 | 42 ± 2 | 100 | 36 |
| 30 | 70 | 43 ± 2 | 102 | 36 |
| 50 | 50 | 44 ± 2 | 105 | 36 |
| 60 | 40 | 45 ± 2 | 107 | 40 |
| 70 | 30 | 49 ± 2 | 117 | 42 |
| 90 | 10 | 56 ± 2 | 133 | 44 |

ми, які відносяться до групи азоту, що не видаляється у бурякоцукровому виробництві, і є важливими компонентами, що підвищують біологічну цінність цукропродукту. Крім того, в ньому міститься деяка кількість амідів кислот та солей амонію, які не повністю розклалися в процесі очищення та випарювання соку і також засвоюються мікроорганізмами в процесі біосинтезу амінокислот.

Загальний вміст азотистих речовин визначали за методом К'ельдаля, результати цих визначень представлені в **таблиці 1**.

З таблиці видно, що вміст азотистих речовин в процесі підготовки цукропродукту до мікробіологічного виробництва лізину дещо знижується, що пов'язано з частковою їх адсорбцією на активному вугіллі. Амінокислотний склад цукропродукту, підготовленого для мікробіологічного виробництва лізину, представлений шістнадцятьма амінокислотами, в тому числі до його складу входить вісім незамінних амінокислот (лізін, треонін, валін, метіонін, ізолейцин, лейцин, тирозин, фенілаланін). Таким чином, використовуючи традиційні для цукрової промисловості реагенти, можна додатково очищати напівпродукти виробництва, підвищуючи їх біологічну цінність. З метою раціонального використання отриманого цукропродукту для виробництва амінокислот доцільно його комбінувати з мелясою.

Дані щодо накопичення лізину в культуральній рідині при використанні в якості сировини рідкого цукропродукту в комбінації з мелясою представлені в **таблиці 2**.

З таблиці 2 видно, що із збільшенням кількості цукропродукту в суміші цукропродукт-меляса вихід лізину зростає відповідно до збільшення конверсії вугледів.

Варіант технологічної схеми представлений на **рис. 1** пропонується як додаток до основної трьохкристалізаційної схеми продуктового відділення і має застосовуватися для виробництва додаткової продукції з напівпродуктів цукрового виробництва та меляси.

Список використаних джерел

1. Ярчук М.М. Підсумки роботи бурякоцукрової галузі України за 2013 рік та завдання на поточний рік./ М.М. Ярчук// Вісник цукровиків України. Інформ. бюлетень №3 (106). - березень 2014 р., С. 25.
2. Українець А.І. Технології цукропродуктів і цукрозамінників/ А. І. Українець, Н.І. Штангеева, Л.С. Клименко// К. : НУХТ. - 2009. - 232 с.
3. Штангеева Н.І. Получение пищевого сиропа/ Н.І. Штангеева, Л.С. Данчук, М.О. Архипович// «Сахарная промышленность». - 1986. - №4. - С. 54-55.
4. Ничик О.В. Технологія

очищення клеровок жовтих цукрів для виробництва інвертного сиропу./ О.В. Ничик, Н.І. Штангеева// Цукор України, - 2002. - №1-2(21). - С. 26-27.

5. Штангеев В.О. Очистка густых полупродуктов сахарного производства/ В.О. Штангеев, Е.Н. Молодницкая// М. : Сахар. - 2013. - № 11. - С. 44-49.

6. Штангеева Н.И. Использование новых видов сырья с целью интенсификации биосинтеза лизина/ Н.И. Штангеева, Л.С. Клименко, Н.К. Краева, В.А. Богомол// Всесоюзная научно-технологическая конференция - Черновцы, 1989. - С. 47-49.

7. Доник Т.М. Використання окиснених форм активного вугілля для інверсії цукрових розчинників. Т.М. Доник, М.П. Купчик, Л.А. Купчик// Харчова промисловість. - №3. - 2004. - С. 10-11.

8. Інтернет ресурс. svitagro.com.ua, plasma.com.ua, agrotovar.com.ua

9. Купчик Л.А. Оцінка знебарвлюючої здатності деяких типів активного вугілля для густих напівпродуктів цукрового виробництва/ Л.А. Купчик, Н.І. Штангеева Н.І., О.М. Молодницька// К. : Цукор України. - № 5(101), 2014. - С. 26-29.