



УКРАЇНА

(19) UA (11) 94905 (13) C2  
(51) МПК  
C13B 10/08 (2011.01)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

### (54) СПОСІБ ЛУЖНОЇ ЕКСТРАКЦІЇ ЦУКРОВІСНОГО РОСЛИННОГО МАТЕРІАЛУ

1

(21) а200712660  
(22) 15.03.2006  
(24) 25.06.2011  
(86) РСТ/ЕР2006/002344, 15.03.2006  
(31) 10 2005 017 446.9  
(32) 15.04.2005  
(33) DE  
(46) 25.06.2011, Бюл.№ 12, 2011 р.  
(72) АРНОЛЬД ЙОХЕН, DE, ФРЕНЦЕЛЬ ШТЕФАН, DE, МІХЕЛЬБЕРГЕР ТОМАС, DE  
(73) ЗЮДЦУКЕР АКЦІОНЕРНЕ ТОВАРИСТВО МАНН-ХАЙМ/ОКЗЕНФУРТ, DE  
(56) EP A 1472932, 03.11.2004  
GB A 782652, 11.09.1957  
EP A 1002879, 24.05.2000  
JP A 2002306075, 22.10.2002, abstract  
JP A 2004024094, 29.01.2004, abstract  
WO A 2004055219, 01.07.2004  
US A 6149957, 21.11.2000  
(57) 1. Спосіб лужної екстракції цукровмісного рослинного матеріалу, що вибраний з групи, яка включає цукровий буряк у вигляді цілого буряка або бурякової стружки, цикорій або цукрову тростину, в екстракційній установці, що передбачає поступове підвищення температури цукровмісного рослинного матеріалу від входу матеріалу до виходу матеріалу в протитечійному способі за рахунок взаємодії матеріалу з екстрагентом, причому екстрагентом є вода.  
2. Спосіб за п. 1, причому температура цукровмісного рослинного матеріалу при вході матеріалу лежить в межах від 0 °С до 40 °С.  
3. Спосіб за пп. 1 або 2, причому температура цукровмісного рослинного матеріалу при вході матеріалу лежить в межах від 25 °С до 36 °С.

2

4. Спосіб за одним з пп. 1-3, причому температура цукровмісного рослинного матеріалу при виході матеріалу лежить в межах від 40 °С до 80 °С.  
5. Спосіб за одним з пп. 1-4, причому температура цукровмісного рослинного матеріалу при виході матеріалу лежить в межах від 60 °С до 90 °С.  
6. Спосіб за одним з пп. 1-5, причому температура цукровмісного рослинного матеріалу при виході матеріалу лежить в межах від 65 °С до 75 °С.  
7. Спосіб за одним з пп. 1-6, причому температура цукровмісного рослинного матеріалу при виході матеріалу лежить в межах від 40 °С до 60 °С.  
8. Спосіб за одним з пп. 1-7, причому температура цукровмісного рослинного матеріалу при виході матеріалу лежить в межах від 45 °С до 55 °С.  
9. Спосіб за одним з пп. 1-8, причому цукровмісний рослинний матеріал перед екстракцією піддають електропорації.  
10. Спосіб за одним з пп. 1-9, причому в цукровмісний рослинний матеріал перед екстракцією вводять домішки, переважно вапно і/або вапнякове молоко, і/або розчин сахарату кальцію.  
11. Спосіб за п. 10, причому обробку вапном, вапняковим молоком або розчином сахарату кальцію здійснюють при 20 °С.  
12. Спосіб за одним з пп. 1-11, причому екстракція є лужною екстракцією.  
13. Спосіб за одним з пп. 1-12, причому екстрагент на початку екстракції має температуру від 50 до 80 °С.  
14. Спосіб за п. 1, згідно з яким отримують екстрагований біологічний матеріал, що має підвищену вичавлюваність.

Винахід стосується способу екстракції та отримання інгредієнтів з біологічного матеріалу, особливо свіжої бурякової стружки або буряка.

Рослини, як правило, містять інгредієнти, також зокрема водорозчинні інгредієнти, такі як сахароза, інулін або крохмаль. Ці інгредієнти містяться в клітинах рослин і відділені біологічними мембранами, які запобігають можливому виходу

клітинного соку. Тому як попередня стадія для екстракційної обробки клітинного матеріалу потрібно зруйнувати ці мембрани, так щоб клітинний сік міг вийти. Цієї так званої денатурації рослинного матеріалу зазвичай досягають шляхом нагрівання рослинного матеріалу до температури вище 70 °С. Внаслідок цього виявляється, що рослинний матеріал спочатку нагрівають, і потім цей денатурова-

(13) C2  
(11) 94905  
(19) UA

ний нагрітий рослинний матеріал піддають екстракції. Вона протікає таким чином, що екстрагент ведуть у протитечії до нарізаного матеріалу, причому нарізаний матеріал віддає цукор, а екстрагент цукор приймає. Екстрагент, як правило, холодніший, ніж рослинний матеріал після термічної денатурації. Тому виходить, що температура нарізаного матеріалу протягом проходження екстракції знижується, тобто нарізаний матеріал під час екстракції поступово охолоджується. Відповідно до відомих способів екстракції нарізаний буряк максимально швидко нагрівають до температури вище 70°C та екстрагують у протитечії з екстрагентом, частіше за все водою, наприклад, свіжою водою або конденсатом. Внаслідок цього під час екстракції формується градієнт температури, який після нагрівання нарізаних шматочків зменшується від їх входу до виходу.

Правда, цей спосіб обумовлює те, що екстракцію проводять в температурній області (65°C до 75°C), в якій вже відбуваються зміни текстури основної речовини нарізаних шматочків, а також хімічні зміни в нарізаному матеріалі. Наслідком цього є, що з нарізаного матеріалу виділяються нецукрові компоненти, і чистота екстракту знижується. Так само внаслідок високої температури погіршується текстура нарізаного матеріалу. Це має значення, оскільки, як правило, як наступна стадія обробки проводять механічне зневоднення нарізаного матеріалу, наприклад, за допомогою двогвинтового преса. Погіршення структури шматочків, яка відбувається з температурним навантаженням нарізаного матеріалу, завдає шкоди здатності до зневоднення нарізаного матеріалу.

Отже, технічна проблема, яка лежить в основі даного винаходу, зокрема полягає в тому, щоб розробити спосіб, при якому найбільш повно і дуже селективно бажані інгредієнти виділяють з біологічного матеріалу, зокрема цукор з буряка, або переважно зі свіжої бурякової стружки, причому одночасно забезпечують високу чистоту екстракту і як можна менше пошкодження структури нарізаного матеріалу, причому спосіб повинен бути економічним.

У винаході ця проблема вирішується шляхом розробки способу екстракції інгредієнтів, зокрема водорозчинних інгредієнтів, наприклад, цукру, з біологічного матеріалу, зокрема з цукрового буряка (*Beta vulgaris*) або свіжої бурякової стружки, причому біологічний матеріал в екстракційній установці під час проходження екстракції піддають зростаючому температурному градієнту, тобто біологічний матеріал під час екстракції від входу матеріалу до його виходу нагрівають. Тому зокрема винахід передбачає спосіб екстракції біологічного матеріалу, зокрема буряка, переважно свіжої бурякової стружки, в екстракційній установці для буряка, причому температуру біологічного матеріалу, зокрема буряка, або переважно свіжої бурякової стружки, в екстракційній установці для буряка під час екстракції від входу нарізаного матеріалу до виходу підвищують, тобто створюють зворотний або такий температурний градієнт, що підвищується, під час екстракції.

У контексті даного винаходу під біологічним матеріалом розуміють будь-який біологічний матеріал, який для отримання інгредієнтів, зокрема водорозчинних інгредієнтів, може бути підданий екстракції за допомогою екстрагента. В особливо переважній формі виконання біологічний матеріал являє собою рослинний матеріал, зокрема такий матеріал, як буряк, цукрова тростина або цикорій, а також їх частини або шматки, зокрема свіжа бурякова стружка. Біологічний матеріал може також існувати в формі суспензії або в твердій формі, наприклад, у вигляді свіжої бурякової стружки або як суміш бурякового жому і соку, причому сік може бути клітинним соком, отриманим шляхом попередньої обробки біологічного матеріалу як нарізка, термічна денатурація або електропорація (Elektroporieren).

У контексті даного винаходу екстрагент є засобом, який може бути придатним для екстракції інгредієнтів з біологічного матеріалу, наприклад, водою, зокрема свіжою водою, а також конденсатом з цукрового заводу.

У контексті даного винаходу під екстракцією розуміють спосіб розділення для виділення окремих інгредієнтів, зокрема цукру, з твердої або рідкої суміші речовин, зокрема біологічного матеріалу за допомогою придатних розчинників, причому між розчинником і розчиненою речовиною, тобто інгредієнтом біологічного матеріалу, не відбувається ніяких хімічних реакцій. При отриманні водорозчинних інгредієнтів з біологічного матеріалу як екстрагент використовують, як згадувалося, переважно воду в рідкому вигляді, наприклад, при отриманні цукру з цукрового буряка або свіжої стружки з цукрового буряка. В одному варіанті з біологічного матеріалу можуть бути отримані додатково або виключно жиророзчинні інгредієнти при використанні переважно неполярних і/або органічних розчинників.

Даний винахід передбачає, що біологічний матеріал, який піддається екстракції у разі необхідності після попередньої обробки, наприклад, розрізання і/або електропорації, і/або термічної денатурації з певною початковою температурою подають на екстракцію, причому цю початкову температуру підвищують під час проходження екстракції від початку до кінця. Винахід передбачає, що температура біологічного матеріалу протягом екстракції, або в просторовому відношенні, вздовж ділянки екстракції підвищується, переважно щонайменше на 10°C, щонайменше на 15°C, щонайменше на 20°C, щонайменше на 25°C або переважно щонайменше на 30°C. В особливо переважній формі виконання це може відбуватися за рахунок того, що екстрагент подають в спосіб екстракції і тим самим до біологічного матеріалу, який екстрагується в більш теплій формі по відношенню до біологічного матеріалу. Переважним чином екстрагент подають за принципом протитечії до біологічного матеріалу, так що свіжий екстрагент спочатку зустрічається з біологічним матеріалом, який знаходиться вже в кінці процесу екстракції, там спричиняє нагрівання продукту екстракції і під час подальшої екстракції віддає тепло у все зменшуваному об'ємі біологічному матеріалу аж до початку

ку ділянки екстракції. Таким чином виходить переважна інверсія профілю температури із зростаючою температурою біологічного матеріалу під час екстракції. Цей спосіб має ту перевагу, що принцип протитечії дійсний не тільки для потоків речовини, але і для теплових потоків, які йдуть у протитечії. Це дозволяє скоротити потреби в теплі екстракційної установки. В особливо переважній формі виконання передбачено, що екстрагент при вході в екстракцію, тобто переважно при вході в заключну область екстракції, характеризується температурою від 40 до 100°C, переважно 50-80°C, причому температура екстрагента під час подальшої екстракції, яка переважно проходить методом протитечії, за допомогою віддачі тепла продукту екстракції, тобто біологічному матеріалу, зменшується, і причому в зворотному напрямку біологічний матеріал в межах екстракції нагрівається.

Спосіб згідно з винаходом призводить до поліпшеної здатності до зневоднення тканин буряка, до підвищення виходу екстракції і до підвищення чистоти екстракту, зокрема шляхом передбаченої, такої, що досягається в межах зворотного градієнта температур, дбайливої обробки біологічного матеріалу, зокрема тканин буряка, і внаслідок ефективної підготовки клітин. Підвищена температура в кінці процесу екстракції дає можливість також екстрагувати останні залишки цукру, причому одночасно забезпечувати високу здатність до віджимання шматочків і низькі втрати цукру.

У переважному варіанті винахід передбачає, що температура біологічного матеріалу, зокрема - свіжої бурякової стружки нарізаного буряка на початку екстракції, тобто на введенні матеріалу, особливо введенні шматочків буряка, складає від 0°C до 40°C, переважно 25-36°C. Температура під час екстракції від введення матеріалу, зокрема введення шматочків буряка, до виходу матеріалу, зокрема виходу шматочків, з екстракційної установки, підвищується, а саме переважно до температури від 40 до 80°C. В особливо переважній формі виконання передбачено, що температура біологічного матеріалу, зокрема свіжої бурякової стружки при виході матеріалу, зокрема виході шматочків буряка з екстракційної установки, становить 40-60°C, переважно 45-55°C. В іншій переважній формі виконання особливо переважним чином передбачено, що температура біологічного матеріалу, зокрема бурякової стружки при виході матеріалу, зокрема виході шматочків з екстракційної установки, становить 60-80°C, переважно 65-75°C.

У наступній переважній формі виконання передбачено, що використовуваний біологічний матеріал використовують в подрібненій формі, наприклад, у формі бурякової стружки, яка, як пояснювалося, в переважній формі виконання була піддана електропорації. Також може бути передбачено, що біологічний матеріал, який використовують для екстракції згідно з винаходом, перед екстракцією термічно переводять в зручний для переробки стан. В іншій переважній формі виконання передбачено, що до біологічного матеріалу, який використовується, зокрема електропо-

рованої бурякової стружки, додають допоміжні речовини, зокрема вапно і/або вапнякове молоко.

В іншій особливо переважній формі виконання передбачено, що екстракція, яка проводиться, є лужною екстракцією. Відповідно до цього переважного чину біологічний матеріал екстрагують при значенні рН приблизно від 7 до 14.

У переважному варіанті має місце екстракція у вигляді лужної екстракції, особливо при використанні підлужнювальних засобів, таких як вапнякове молоко і/або палене вапно. Під «лужним» у цьому контексті розуміють значення рН водного середовища приблизно від рН 7 до рН 14 (при 20°C). У переважному варіанті лужну екстракцію проводять при рН 7,5 до рН 12, зокрема приблизно при рН 11, наприклад рН 11,5.

При лужній екстракції не у всіх випадках можуть бути виключені небажані хімічні реакції з біологічним матеріалом, зокрема може утворитися частка розчинного високомолекулярного пектату кальцію. Зазвичай ці небажані хімічні реакції скорочують за рахунок того, що проводять підлужнювання рослинного матеріалу в формі попередньої обробки вапняковим молоком або розчином сахарату кальцію при відносно низьких температурах (нижче 20°C). При відомих температурах екстракції приблизно 70-75°C все-таки мають місце небажані хімічні реакції лужної екстракції, так що частково утворюється пектат кальцію, який істотно ускладнює фільтрацію нефільтрованого сатураційного соку, що переважно отримується під час очищення соку вапняковим молоком і вугільною кислотою. На противагу цьому, переважна лужна екстракція згідно з винаходом, яку проводять при низьких температурах, скорочує утворення цих високомолекулярних сполук, внаслідок чого при фільтрації нефільтрованого сатураційного соку, зокрема нефільтрованого соку першої сатурації, отриманого при екстракції цукрового буряка за допомогою очищення соку, коефіцієнт фільтрації досягає менше ніж 1 см<sup>2</sup>/сек.

Введення лужного агента в біологічний матеріал, наприклад, у формі вапнякового молока, гідроксиду кальцію, сахарату кальцію або паленого вапна переважно відбувається, наприклад, вже безпосередньо перед або після, у разі необхідності, наявної електропорації, зокрема в проміжному бункері перед подальшою переробкою біологічного матеріалу або навіть перед електропорацією. В іншому варіанті лужний агент вводять безпосередньо перед проведенням екстракції. Згідно з винаходом зазвичай переважно лужний агент вводять в біологічний матеріал у формі водного розчину, переважно наносять обприскуванням. В іншому варіанті з метою введення лужного агента в біологічний матеріал вносять щонайменше одну лужну речовину, зокрема вапно, наприклад, палене вапно, як тверду речовину, переважно в формі порошку.

Завдяки введенню лужного агента в біологічний матеріал досягається зменшення ризику інфекції біологічного матеріалу і підвищення мікробіологічної стійкості біологічного матеріалу і виділення клітинного соку під час переробки. При

цьому мікробіологічна стійкість зазвичай складає близько  $10^4$  КУО/мл.

Згідно з винаходом переважно використовують екстрактор типу баштового (вертикального) екстрактора. В одному варіанті екстрактором є двогвинтовий екстрактор, як DDS-екстрактор. В іншому варіанті екстрактор являє собою секційний барабанний екстрактор як RT-барабан.

Тому в особливій мірі спосіб за винаходом придатний для лужної екстракції рослинного матеріалу. При цьому стружку сировини в переважній формі винаходу перед екстракцією попередньо обробляють на холоді, при температурі нижче  $20^{\circ}\text{C}$ , вапном або вапняковим молоком, тобто лужним розчином гідроксиду кальцію, або розчином сахарату кальцію. Попередня обробка при температурі нижче  $20^{\circ}\text{C}$  стабілізує пектин буряка (основна речовина) і робить можливою подальшу екстракцію при більш високій температурі. Ця попередня обробка також підвищує поглинальну здатність основної речовини відносно іонів кальцію, і здатність до зневоднення шматочків у зв'язку з цим виразно підвищується. До того ж досягається захист цукру від обміну речовин мікробів.

В особливо переважній формі даного винаходу передбачено, що біологічний матеріал, який використовується для електропорації, перед екстракцією, яка проводиться згідно з винаходом, був підданий електропорації, тобто був підданий в провідному середовищі дії поля високої напруги. Може бути передбачено, що поле високої напруги створюють відомим способом, наприклад, через Е-електроди, які знаходяться під напругою, за допомогою накладання напруги, зокрема високої напруги через біологічний матеріал.

Може бути використана імпульсна висока напруга, а також передбачене періодичне джерело змінного поля і джерело постійної напруги. Напруга поля складає, наприклад, близько  $0,1\text{--}20\text{ кВ/см}$ , зокрема  $1\text{--}5\text{ кВ/см}$ , переважно  $2\text{--}4\text{ кВ/см}$ . В одному варіанті провідність середовища, в якій знаходиться біологічний матеріал при електропорації, узгоджена з провідністю біологічного матеріалу таким чином, що досягають оптимального напрямку ліній поля всередині біологічного матеріалу; переважно провідність становить приблизно  $0,2\text{--}10\text{ мС/см}$ , зокрема  $0,2\text{--}2,1\text{ мС/см}$  або  $2,6\text{--}6,0\text{ мС/см}$ . В особливо переважному варіанті для електропорації використовують цілі плоди, наприклад, цілий цукровий буряк, щоб у разі необхідності подрібнити цей матеріал після електропорації. Зрозуміло, в переважній формі виконання також передбачено, що біологічний матеріал також подають для електропорації в подрібненій формі, наприклад, для цукрового буряка у формі бурякової стружки.

У наступній формі виконання передбачено, що з біологічного матеріалу, який екстрагується згідно з винаходом, а саме, наприклад, з суміші бурякового жому і соку, який отримується після екстракції бурякової стружки, інгредієнти очищають і отримують відомим способом. Згідно з винаходом переважно з екстракту, отриманого з екстракції обробленого згідно з винаходом цукрового буряка, в наступному процесі отримують цукор в багатоступінчастій установці для кристалізації. Біологічний

матеріал, який екстрагується, зокрема бурякову стружку, яка екстрагується, потім ще механічно зневоднюють і змішують, наприклад, з мелясою (кормовою патокою) і переважно після термічної сушки продають за заниженим цінам як кормовий засіб, зокрема як кормові гранули.

У наступному переважному варіанті в спосіб згідно з винаходом в біологічний матеріал перед або після екстракції вводять щонайменше одну домішку. У контексті даного винаходу під «домішкою» розуміють композицію або хімічно чисту речовину, яка в отримуваному інгредієнті, переважно в харчовому продукті, не має ніяких функцій. Сюди відносяться виробнича сировина, така як конденсат, а також технологічна вода, розчинник, дезінфекційний засіб як формальдегід або антиспінювач. Переважно це також допоміжний засіб для флокуляції як катіонні або аніонні флокулянти, речовини для введення лужності і/або іонів кальцію як вапнякове молоко, палене вапно, гідроксид кальцію, сахарат кальцію, сульфат кальцію та інші солі кальцію і/або солі алюмінію. Згідно з винаходом переважно в біологічний матеріал вводять щонайменше одну домішку зазвичай у формі розчину, переважно наносять обприскуванням. У наступному варіанті вводять щонайменше одну домішку у вигляді твердої речовини, переважно у формі порошку. Введені домішки також сприяють попередньому очищенню клітинного соку, який виділяється.

Переважним об'єктом даного винаходу також є спосіб підвищення здатності до віджимання біологічного матеріалу, який екстрагується, зокрема свіжої стружки цукрового буряка, і з цим частки сухої речовини, що досягається при віджиманні, який відрізняється тим, що на першій стадії проводять електропорацію біологічного матеріалу, зокрема цукрового буряка або свіжої стружки цукрового буряка, і на наступній стадії згідно з винаходом лужну екстракцію електропорованого біологічного матеріалу із зворотним або таким градієнтом температури, що підвищується, зокрема електропорованого цукрового буряка або свіжої стружки цукрового буряка, і потім отримують екстрагований біологічний матеріал з підвищеною здатністю до віджимання.

Наступним переважним об'єктом даного винаходу також є спосіб отримання екстрагованого біологічного матеріалу, зокрема екстрагованої стружки цукрового буряка з високою часткою сухої речовини, переважно близько 38%, більш переважно близько 40-42%, який відрізняється тим, що на першій стадії біологічний матеріал, зокрема цукровий буряк або стружку цукрового буряка, піддають електропорації, і на наступній стадії електропорований біологічний матеріал, зокрема цукровий буряк або стружку цукрового буряка, піддають лужній екстракції згідно з винаходом з таким, що підвищується, або зворотним градієнтом температури, в подальшій стадії електропорований біологічний матеріал, зокрема цукровий буряк або стружку цукрового буряка, переважно віджимають відомим способом і потім отримують екстрагований біологічний матеріал з підвищеним вмістом сухої речовини.

Наступні переважні форми виконання витікають із залежних пунктів формули винаходу.

Винахід пояснюється наступним прикладом і фігурами, які відносяться до нього.

Фігури зображають:

Фіг.1: графічне зображення кривої температури в екстракційній установці при формі виконання згідно з винаходом і звичайною формою.

Фіг.2: графічне зображення результатів дослідів пресування з по-різному обробленою екстрагованою свіжою буряковою стружкою і

Фіг.3: графічне зображення втрат при екстракції і втрат при пресуванні по-різному обробленої бурякової стружки.

Приклад

У межах пілотних випробувань (переробка близько 1 т цукрового буряка) були перевірені способи згідно з винаходом і відомий спосіб. Експериментальна установка складалася з пілотної установки для електропорації (продуктивність: 10 т/годину), експериментального різального пристрою, щоб подрібнювати цукровий буряк, стругати, датського похилого дифузору (тип DDS), який обігрівается паром, і двогвинтового преса.

Традиційний спосіб (лужна екстракція)

Передусім, цукровий буряк обприскували лужним засобом і подрібнювали в експериментальному різальному пристрої. Підлужнювання доцільно проводили в різальному пристрої. За допомогою обприскування буряка в різальному пристрої змогли досягнути задовільного розподілу розчину гідроксиду кальцію на стружковому матеріалі, який обробляється. При цьому приймали до уваги, що ця стадія процесу проводилася на холоді, в області температур нижче 20°C, тим самим скорочуючи небажані побічні реакції (утворення розчинного пектату кальцію). Підлужнені шматочки цукрового буряка переводили в двогвинтовий екстрактор. Після цього підлужнену стружку цукрового буряка екстрагували в двогвинтовому екстракторі протягом двох годин. При цьому бажаний хід температури встановлювали шляхом нагрівання ділянки обігрівальної сорочки (див. фіг.1). Хід температури в екстракційній установці протягом 11 точок вимірювання від введення до виходу матеріалу був таким, як іде далі (температура біологічного матеріалу):

57,2/75/79,9/79/74,6/69,8/63,9/62,1/60,2/57,1/57,

2

Додавання підлужненої бурякової стружки відбувалося в датському похилому дифузорі при 1 точці вимірювання, і додавання екстрагенту (конденсат) відбувалося при 10 точках вимірювання (точка вимірювання 11: зона стікання).

При цьому стружку цукрового буряка протягом процесу екстракції (точки вимірювання 1-4) спочатку обшпарювали, щоб сприяти термічній денатурації і відкриванню клітинних мембран (точки вимірювання 1-4). Потім проводили власне екстракцію, при якій температура екстракції знову легко знижувалася (точки вимірювання 5-11).

Спосіб згідно з винаходом

Близько 1 т цукрового буряка обробляли електроімпульсом (відкривання клітин за допомогою електроплазмолізу) в пілотній установці електро-

порації (продуктивність близько 10 т/годину). Після цього цукровий буряк обприскували лужним засобом і подрібнювали на холоді в експериментальному різальному пристрої.

Потім свіжу стружку цукрового буряка передавали в пілотну екстракційну установку та екстрагували протягом 2 годин. При цьому хід температури в екстракторі визначався виключно нагріванням свіжої екстракційної води до певної температури (в цьому випадку 70°C) і протитечією продукту екстракції (буряковий жом) і екстрагенту (свіжа вода) (див. фіг.1). Хід температури в екстракційній установці протягом 11 точок вимірювання був таким, як іде далі (температура біологічного матеріалу):

36/45/49/54/55/59/62/64/66/67/66,5

Від непрямого нагрівання екстрактора за допомогою теплообмінника з обігрівальною сорочкою повністю відмовилися.

Результати і загальні висновки

Результати досліджень показують, що екстрагований буряковий жом, отриманий способом згідно з винаходом (вміст сухої речовини пресованих шматочків в %: 40,4), був явно краще зневоднений, ніж екстрагований буряковий жом, отриманий традиційним способом (вміст сухої речовини в пресованому жомі в %: 33,9) (фіг.2). Очевидно, що при способі згідно з винаходом текстура шматочків виходить краще. Зокрема при проведенні лужної екстракції внаслідок зниженої початкової температури в першій ділянці екстракції, в якій ефективна лужність ще дуже висока, досягається щадна обробка нарізаного матеріалу, яка в експерименті сприяє явному підвищенню зневоднення екстрагованої стружки.

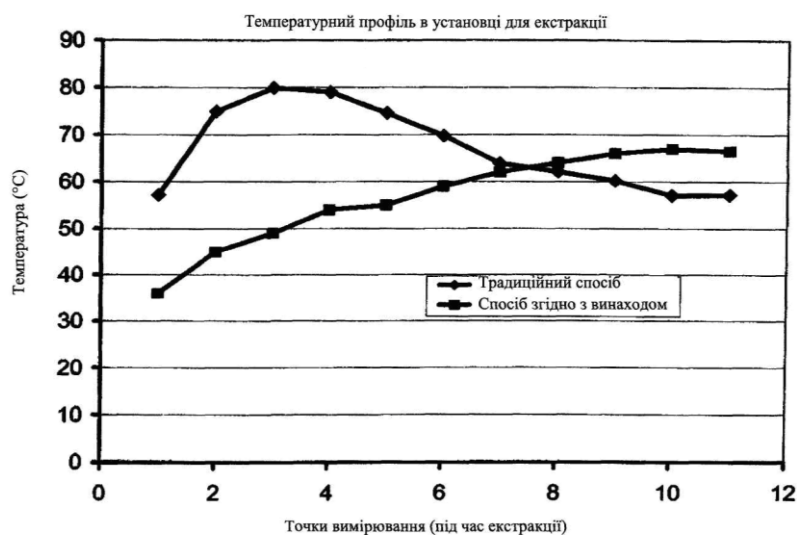
Спосіб згідно з винаходом також виявив в експерименті кращі результати екстракції (фіг.3). Там представлена так звана міра втрат екстрагованого жому і пресованого жому. Міра втрат після екстракції складає для традиційного способу 5,6%, і для способу згідно з винаходом 3,7%. Міра втрат після пресування складає для традиційного способу 1,2% і для способу згідно з винаходом 0,74%. Міра втрат після екстракції означає масову частку сахарози в екстрагованому продукті, яка не екстрагувалася і тому залишилася в екстрагованому жомі, або міра втрат після пресування означає масову частку сахарози в екстрагованому продукті, яка залишилася в пресованому жомі. При способі згідно з винаходом при порівнянних умовах екстракції і пресування досягають більш низької міри втрат.

Поліпшення виходу екстракції у порівнянні з традиційним способом тим більш різке, що як вважалося раніше, внаслідок зниженої середньої температури екстракції рушійна сила для масопередачі і тим самим вихід екстракції знижуються. Зазвичай виходять з того, що вирішальним процесом при екстракції є дифузія молекул сахарози з клітин рослини. Коефіцієнт дифузії сахарози у водний розчин чітко залежить від температури. Однак, для способу згідно з винаходом було виявлено, що незважаючи на зниження середньої температури екстракції були досягнуті кращі результати екстракції. Це, можливо, може бути пов'язано з тим, що внаслідок розкриття клітин за допомогою електроплазмолізу на початку процесу

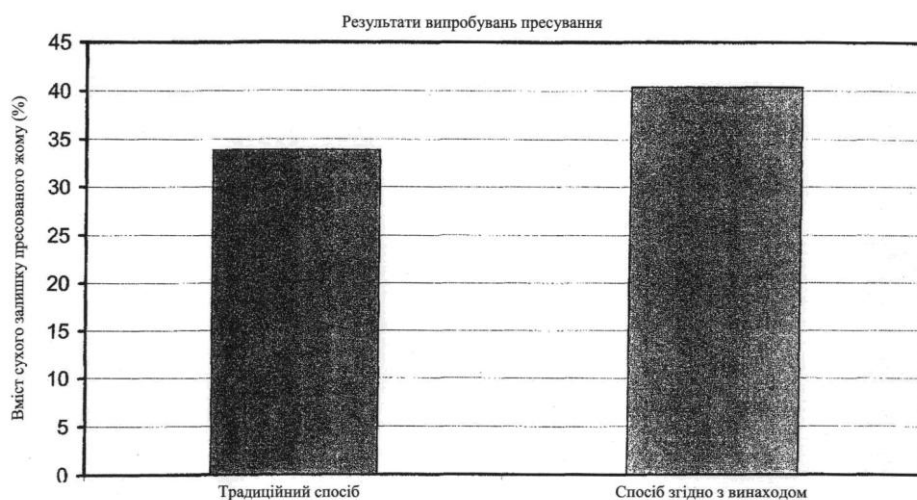
екстракції грають роль конвекційні транспортні процеси, що має місце витікання клітинного соку, яке через розкривання клітин внаслідок електропорації і ефективного тиску всередині клітин (тургор) можливе вже при низьких температурах, без порушення текстури бурякової стружки. У кінці процесу екстракції для екстракції останніх залишків цукру однозначно грають роль процеси дифузії. Цьому процесу визначено сприяє висока температура.

Внаслідок цього конкретного прикладу, загалом має сенс для екстракції електропорованого рослинного матеріалу при правильно загалом зниженій температурі, наприклад, в області тем-

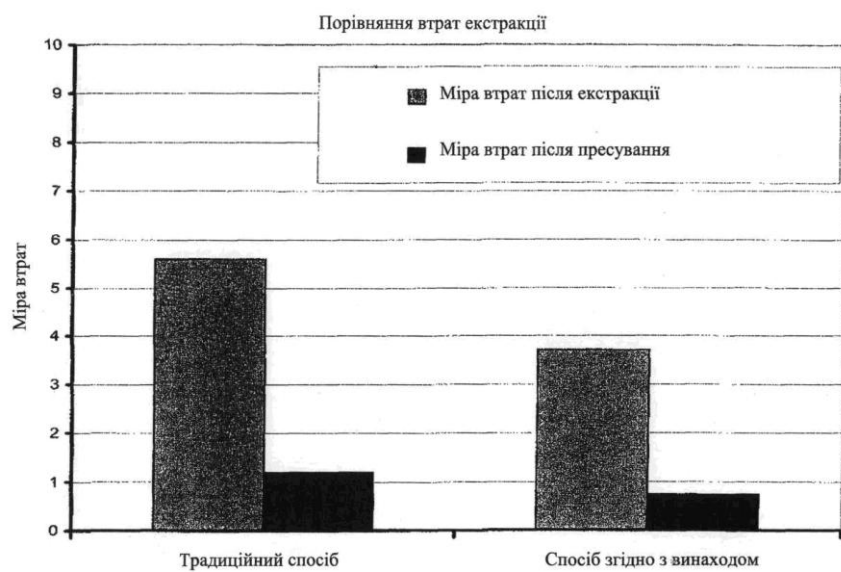
ператур від 0°C до 50°C, встановлювати зворотний градієнт температур. Шляхом збільшення температури екстракції в кінці екстракції останні залишки цукру екстрагуються більш ефективно і при більш м'яких умовах, ніж це відбувається в традиційному способі. Проведення екстракції при такій низькій температурі раціональне тільки тоді, коли, передусім добиваються як можна більш м'якої обробки рослинного матеріалу і не надають великого значення як можна більш повному виходу цукру. Однак якщо прагнуть до як можна більш високого виходу екстракції, кінцева температура екстракції повинна бути підвищена приблизно до 70°C.



Фіг.1



Фіг.2



Фіг.3