

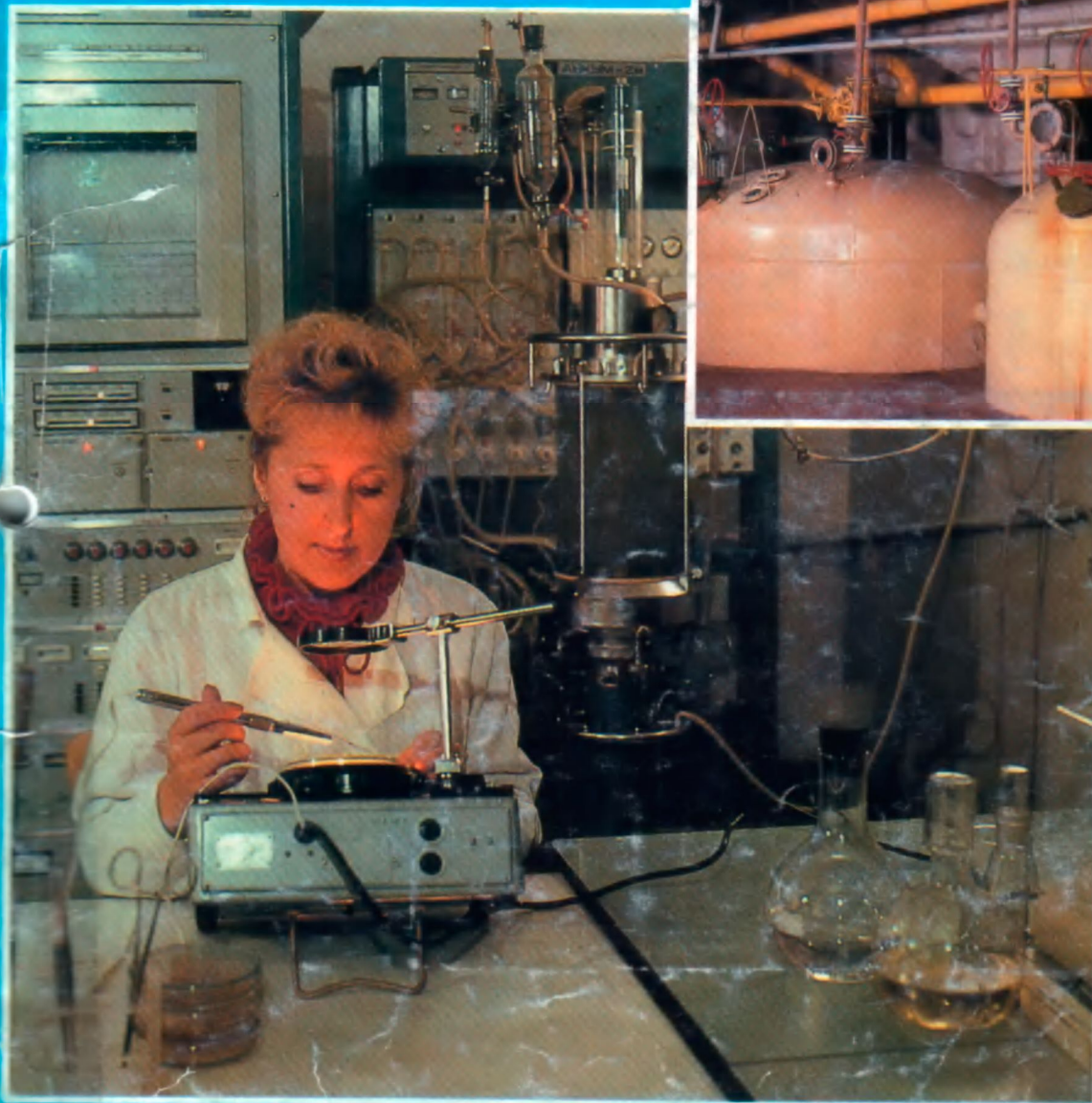
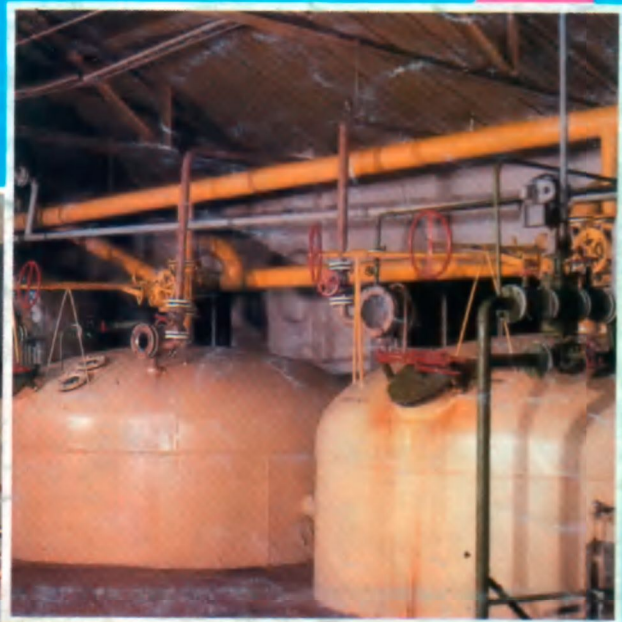
# Харчова і переробна промисловість

'95

ЛИПЕНЬ

Українському науково-дослідному інституту  
спирту і біотехнології  
продовольчих продуктів —

**50** років



# Ферментація м'яясного сусла

НАУКОВЦІ ІНСТИТУТУ НАПОЛЕГЛИВО ПРАЦЮЮТЬ  
НАД ПЕРСПЕКТИВНИМИ НАПРЯМКАМИ  
ДАЛЬШОГО РОЗВИТКУ ГАЛУЗІ

С. ОЛІЙНИЧУК,  
Л. ЛЕВАНДОВСЬКИЙ,  
кандидати технічних наук

**М**еяса — важлива сировина для виробництва спирту. Доцільність її використання визначається можливістю синтезу або виділення ряду цінних речовин після комплексної переробки в умовах спиртового виробництва. На стадії ферментації сусла нарівні з етанолом утворюються такі важливі продукти, як двоокис вуглецю та біомаса дріжджів-сахароміцетів.

Науково-технічний прогрес у спиртовій біотехнології нашої країни, особливо помітний в останні 25—30 років, дав змогу створити ефективні способи зброджування м'яясного сусла в двох напрямках. Мета першого — направлений синтез етанолу в середовищі, другого — одночасне виробництво двох основних продуктів — етанолу й біомаси дріжджів, придатної для хлібопечення.

Специфічність другого напрямку обумовлена необхідністю дотримання певних вимог до функціонального стану сахароміцетів, що визначає особливості ферментаційного процесу.

Основні проблеми будь-якої технології спиртової ферментації м'яса — підвищення економічності біотрансформації вуглеводів сировини в цільові продукти, зростання продуктивності процесу і швидкості синтезу спирту й дріжджів, забезпечення можливості зброджування сусла з високим накопиченням спирту в зрілій бражці, а також зниження питомої витрати тепла і обсягів забруднених відходів.

Класичний спосіб зброджування м'яясного сусла в спирт — так званий двопотоковий, за якого сусло концентрацією 12—14 відсотків сухих речовин використовують для вирощування виробничих дріжджів в аеробних умовах, сусло ж з 32—34 відсотками сухих речовин додають у головний бродильний апарат, де воно змішується з виробничими дріжджами й піддається зброджуванню в анаеробних умовах.

З метою підвищення економіч-

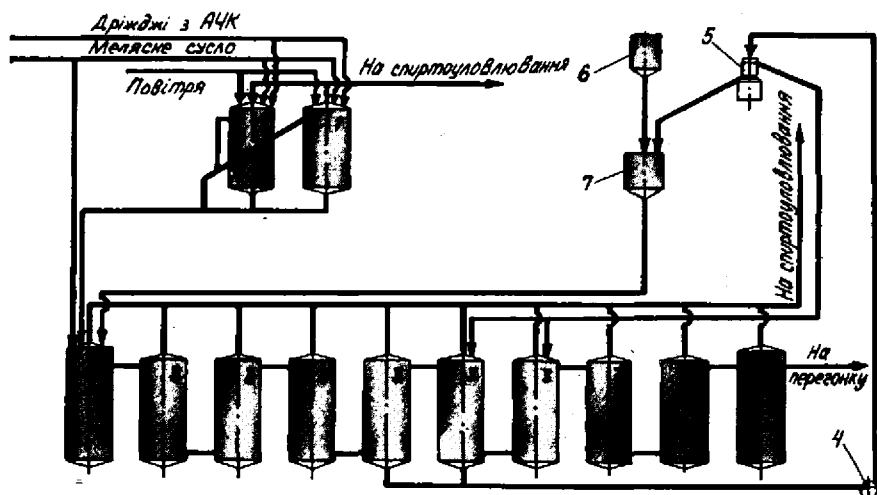
ності й ефективності цього процесу вчені нашого інституту спільно із співробітниками Лузанського експериментального заводу розробили досконаліші технології.

Зниження концентрації сусла для дріжджів з 12—14 до 8—9 відсотків сухих речовин і ступінчасте додавання основного сусла в три перших бродильних апарати поліпшило фізіологічний стан дріжджів, що ослабило біосинтез вторинних продуктів бродіння, дало змогу підвищити вихід спирту-ректифікату на 0,5%, поліпшивши його якість.

Загострення екологічної ситуації в країні і в спиртовій галузі зокрема спонукало дослідників до створення технології зброджування сусла підвищеної (25—27%) концентрації сухих речовин із застосуванням дріжджів нового осмофільного штаму М-5. Використавши принцип розосередженого за часом ступінчастого додавання сировини в анаеробну стадію бродіння, досягнуто накопичення спирту в зрілій бражці до 10,5—11,5 об. % при вмісті незброджених вуглеводів не вище 0,45 г/100 мл і нормативному виході спирту.

**Рис. 1.** Апаратурно-технологічна схема зброджування м'яясного сусла з рециркуляцією дріжджового концентрату:

1 — дріжджогенератор; 2 — головний бродильний апарат; 3 — бродильний апарат; 4 — насос; 5 — сепаратор; 6 — збірник розчину сульфанолю й ортофосфорної кислоти; 7 — збірник для обробки дріжджового концентрату.



Технологія дає змогу знизити витрати води для приготування сусла і питомий вихід барди на 20—25%, а також зменшити споживання пари на перегонку бражки на 7 кг/дал. Цей спосіб досить поширений у промисловості.

На основі рециркуляції згущеної дріжджової суспензії в анаеробній стадії бродіння запропоновано технологію, що до мінімуму скорочує потреби у виробничих дріжджах, посилює спиртуотворюючу направленість катаболізму вуглеводів сусла завдяки зниженню рівня біосинтезу вторинних продуктів. Внаслідок цього зростає швидкість утворення дріжджами цільового продукту, загальна продуктивність ферментаційного процесу, підвищується економічність технології при зброджуванні сусла звичайної (20—22%) і підвищеної (26—27% СР) концентрації.

Технологією передбачено створення підвищеної концентрації біомаси продуцента до 40—60 г/л в апаратах контуру рециркуляції, куди входять 4—6 перших бродильних апаратів (рис. 1). Такого вмісту дріжджів досягають рециркуляцією суспензії, одержаної одноступінчастим концентруванням бражки з 4—6 апаратів до 100—120 г/л, в головний апарат. Знедріжджену фракцію відводять в апарат, розташований за тим, з якого відбирають середовище на рециркуляцію. Виробнича перевірка свідчить, що питома продуктивність обладнання підвищується при цьому в 1,5—2 рази, активність гексокінази й фосфофруктокінази та спиртуотворення зростають на 12—

25% при збільшенні виходу спирту на 0,5 дал з тонни умовного крохмалю.

Наступним етапом розвитку спиртової ферментації було використання вакууму в процесі бродіння з метою часткового виділення спирту із середовища. Зниження внаслідок стримуючого впливу етанолу й двоокису вуглецю, розчиненого в бражці, створює передумови для поліпшення фізіологічного стану клітин продуцента й додавання нових порцій субстрату для максимально можливого підвищення початкової концентрації середовища.

У результаті наукових досліджень і дослідно-промислових випробувань процесу створено апаратурно-технологічну схему зброджування сусла високої концентрації (36—40% СР), розроблено нові зразки ферментаційного і абсорбційного обладнання. Запропоновано різні варіанти бродіння. Найбільш ефективний з них — багатоступінчасте вакуумування знедріждженої бражки, що значно скорочує питомі енерговитрати на одержання спирту, об'єм післяспиртової барди й витрату пари на її концентрування.

Досить перспективні розпочаті науковцями інституту дослідження щодо створення маловідхідної технології спирту з меляси на основі спільного культивування дріжджів і молочнокислих бактерій (МКБ). Для оптимізації рН сусла використання неорганічних кислот не передбачено. Необхідну кислотність середовища створюють культивуванням МКБ. Барду, без хлорид- або сульфат-іонів можна ефективно використовувати як кормову добавку при відгодівлі великої рогатої худоби.

Досить швидкими темпами розвивався другий напрямок переробки меляси — сукупне виробництво спирту й хлібопекарських дріжджів у межах спиртового виробництва. За останні 20 років науково обґрунтовано, розроблено і впроваджено ряд ефективних технологій.

Перший удосконалений варіант однопотокового бродіння створено зниженням концентрації сусла з 21—22 до 16—17% СР і введенням недоданої частини меляси в перші два бродильні апарати. При цьому зростає швидкість біосинтезу дріжджів і їх накопичення, знижується вміст незброджених вуглеводів і вторинних продуктів бродіння і, як наслідок, вихід спирту збільшується на 0,5%, хлібопекарських дріжджів на 10%. Цей спосіб поширено на всіх заводах України та на деяких підприємствах Росії.

Подальший розвиток технології

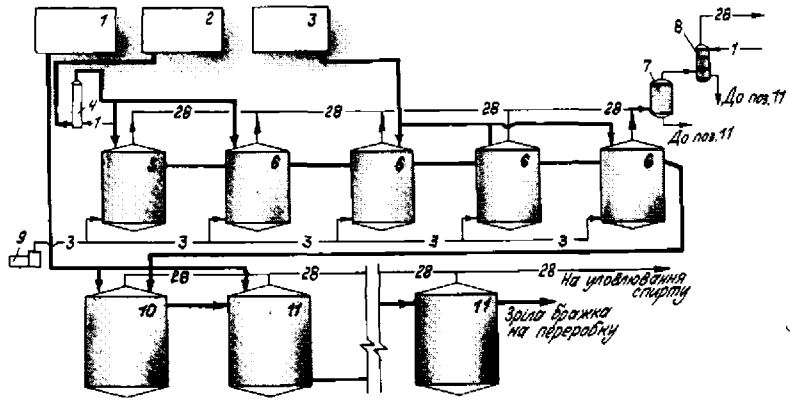


Рис. 2. Технологічна схема ферментації меляси з каскадним культивуванням дріжджів:

1, 2, 3 — напірні збірники меляси; 4 — розсиропник; 5 — головний дріжджогенератор; 6 — дріжджогенератор; 7 — піноуловлювач; 8 — спиртоуловлювач; 9 — повітродувка; 10, 11 — головні бродильні апарати.

виробництва спирту й пресованих дріжджів з меляси базувався на новому підході до організації дріжджогенерування — каскадного розташування культиваторів, з'єднаних послідовно продуктовими комунікаціями. Це дало змогу значно підвищити інтенсивність аерування середовища в перших (по потоку) апаратах, де рівень накопичення спирту ще невисокий, отже, втрати його з відхідними газами незначні. Крім того, такий принцип формування процесу культивування дріжджів дає змогу додавати субстрат багатоступінчасто й істотно пом'якшити один з основних факторів, що стримує ріст біомаси, — надлишок вуглеводного субстрату. На цій основі колективом інституту розроблена й набула поширення гнучка технологія переробки меляси на спирт і хлібопекарські дріжджі (рис. 2).

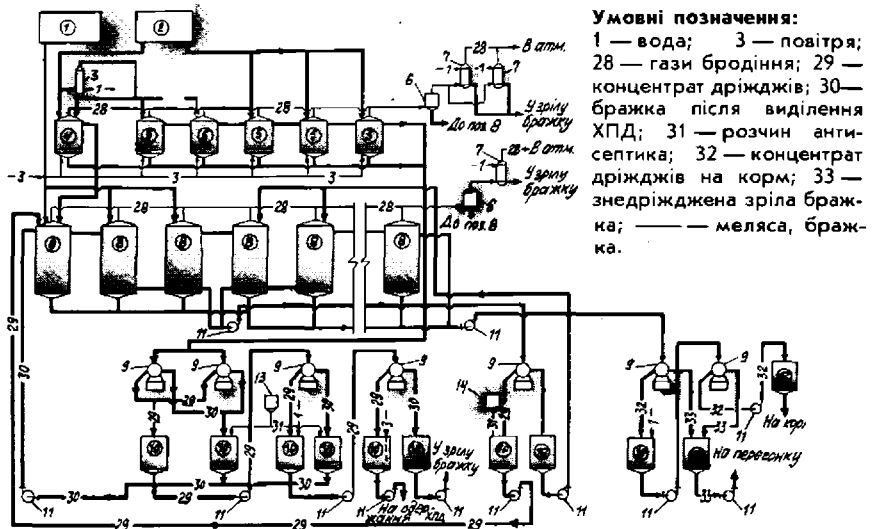
Першим її етапом був спосіб

зброджування, згідно з яким сусло готували концентрацією 10—12% СР, додавали його в один або два перших дріжджогенератори, а в два-три останні безперервно додавали мелясу у кількості, яка забезпечувала досягнення початкової концентрації сусла у виробничих дріжджах 16—17% СР. Інтенсивність аерування середовища послідовно змінювали від 15—20 — у першому до 3,5 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup> год. в останньому дріжджогенераторі. Накопичення біомаси в кінці аеробного процесу досягало 35—38 г/л, а вихід дріжджів — 4,5—5 кг/дал.

На другому етапі було розширено діапазон співвідношення вироблених цільових продуктів згідно з їх потребою і з урахуванням кон'юнктури ринку. Процес здійснюється за таким же каскадним принципом, але концентрацію сусла знижують до

Рис. 3. Апаратурно-технологічна схема ресурсо- і енергозберігаючої технології спирту і хлібопекарських дріжджів (ХПД) з меляси:

1, 2 — збірники меляси; 3 — розсиропник; 4, 5 — дріжджогенератори; 6 — піноуловлювач; 7 — спиртоуловлювач; 8 — бродильний апарат; 9 — сепаратор; 10 — збірник; 11 — насос; 12 — витратний збірник; 13, 14 — збірник антисептика.



Умовні позначення:

1 — вода; 3 — повітря; 28 — гази бродіння; 29 — концентрат дріжджів; 30 — бражка після виділення ХПД; 31 — розчин антисептика; 32 — концентрат дріжджів на корм; 33 — знедріжджена зріла бражка; — меляса, бражка.

2—4% СР, нерозведену мелясу додають у три останні апарати для підвищення початкової концентрації до 8—9% СР, а інтенсивність аерування підвищують до 30—35 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>. год. у двох перших дріжджогенераторах. Додавання меляси в головні бродильні апарати регулюють залежно від бажаної продуктивності по спирту, яку можна змінювати від 25 до 100% паспортної потужності підприємства. Внаслідок цього вихід хлібопекарських дріжджів може коливатись від 5 до 12 кг/дал спирту при невеликій різниці в добовому їх виробітку.

З використанням основних елементів гнучкої технології вчені інституту розробляють нову технологію двоступінчастої ферментації, яка вперше дасть змогу одержувати хлібопекарські дріжджі з одночасним вмістом спирту в зрілій бражці до 10—10,5 об. %. Відмінність цієї технології в тому, що процес ферментації має дві стадії: на першій здійснюється інтенсивний біосинтез дріжджів при низькій концентрації сухих речовин сусла і виділення їх із середовища з одержанням товарної біомаси, на другій — анаеробне зброджування сусла підвищеної концентрації з використанням знедріждженого середовища першої стадії і застосуванням рециркуляції біомаси замість постійного вирощування виробничих дріжджів (рис. 3). При цьому дріжджі із зрілої бражки з підвищеною концентрацією спирту не використовують як хлібопекарські, а після концентрування на сепараторах вони можуть бути добавкою до кормів у тваринництві. Ця розробка поєднує кращі досягнення вітчизняної науки й практики щодо зброджування меляси з одержанням лише спирту, а також спільного виробництва хлібопекарських дріжджів і спирту.

Незважаючи на досягнуте, в технології ферментації меляси ще є резерви для вдосконалення.

Серед основних напрямків подальшого прогресу:

- пошук ефективніших продуцентів, які підвищують швидкість і економічність процесу й забезпечують високу якість хлібопекарських дріжджів;
- використання нових доступних джерел азоту й фосфору для приготування живильного середовища;
- вивчення можливості ізоляції спирту з допомогою органічних розчинників;
- забезпечення умов, що сприяють формуванню мало- і безвідходності спиртового заводу тощо.