



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **56453** (13) **U**
(51) МПК (2011.01)
C12P 7/02

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ПІДГОТОВКИ КРОХМАЛЕВМІСНОЇ СИРОВИНИ ДО СПИРТОВОГО ЗБРОДЖУВАННЯ У ВИРОБНИЦТВІ СПИРТУ

1

2

(21) u201009779

(22) 05.08.2010

(24) 10.01.2011

(46) 10.01.2011, Бюл.№ 1, 2011 р.

(72) БОЯРЧУК АНДРІЙ ВОЛОДИМИРОВИЧ, ГУ-
НЬКО ОЛЕКСАНДР МИКОЛАЙОВИЧ

(73) БОЯРЧУК АНДРІЙ ВОЛОДИМИРОВИЧ, ГУ-
НЬКО ОЛЕКСАНДР МИКОЛАЙОВИЧ

(57) 1. Спосіб підготовки крохмалевмісної сировини до спиртового збродження у виробництві спирту, який передбачає механічне подрібнення очищеного зерна, змішування його з водою та змішування з ферментним компонентом, подальшу температурну обробку одержаної суміші, яку називають замісом, при сполученні режимних параметрів теплової обробки температури та часового терміну, оцукрювання крохмалю в замісі, охолодження одержаного суслу і його передача на наступні стадії виробництва, який **відрізняється** тим, що очищене зерно подрібнюють до стану, який характеризується досягнутою завдяки механічному подрібненню температурою 40-45 °С, а для утворення замісу застосовують гарячу воду, яку нагрівають до температури 90-97 °С в теплообмінниках рекуператорах за рахунок рекуперативного тепла замісу, при цьому температура замісусуміші подрібненого зерна і гарячої води, нагрітої рекуперативним теплом замісу до температури 90-97 °С, та ферментного компоненту становить 72-76 °С, після чого одержаний заміс, який має температуру 72-76 °С, витримують протягом 150-180 хвилин з відповідним забезпеченням проникнення води до білка подрібненого зерна та до крохмалю, переведенням їх в розчин та з одночасною пастеризацією замісу, а потім здійснюють подальшу теплову обробку одержаного замісу шляхом комплексного впливу сполучення режимних параметрів температурної обробки, а саме - температури та терміну витримки, які гарантують необхідний на цій стадії ступень інактивації сторонньої мікрофлори, з застосуванням теплового ефекту процесів нагрівання замісу, його термінової витримки при кінцевій температурі нагріву та наступного охолодження, при цьому подальший ступінчастий нагрів замісу здійснюють спочатку від температури 72-76 °С до температури 77-79 °С за рахунок вторинного тепла в рекуператорі, після чого заміс нагрівають

від температури 77-79 °С до температури 94-99 °С за рахунок вторинної пари, яку одержують в екстрапаровій колонці за рахунок рекуперативного тепла замісу, а потім за допомогою гострої пари заміс нагрівають від температури 94-99 °С до кінцевої температури нагріву 114-120 °С, після чого здійснюють стабілізований стерилізаційний вплив на заміс кінцевої температури нагріву 114-120 °С шляхом термінової витримки замісу при цій температурі протягом 50-65 хвилин в процесі його безперервного руху в стерилізаційних витримувачах з одночасним продовженням коагуляції білкових з'єднань та повного розчинення крохмальних зерен замісу, а потім заміс охолоджують в паросепараторі при самовипаровуванні від температури 114-120 °С до температури 104-106 °С, а утворену вторинну пару повертають в екстрапарову колонку, після чого заміс насосом подають на три рекуператори тепла, де його охолоджують спочатку в першому рекуператорі тепла від температури 104-106 °С до температури 89-92 °С, а потім в другому рекуператорі тепла заміс охолоджують від температури 89-92 °С до температури 84-86 °С, після чого в третьому рекуператорі заміс охолоджують від температури 84-86 °С до температури 74-76 °С, нагріваючи при цьому воду, яку використовують для приготування замісу на початковій стадії його виготовлення та використовуючи тепло, одержане на цій стадії охолодження замісу для нагрівання замісу на початковій стадії його виготовлення, і далі перед подачею в оцукрювач заміс охолоджують від температури 74-76 °С до температури ефективної дії ферментів 58-60 °С протягом 20-45 сек.

2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що механічне подрібнення очищеного зерна здійснюють до стану, який характеризується кількістю проходження одержаних частинок подрібненого зерна через сито з діаметром отворів 1 мм 80-85 % та відсутністю залишку частинок подрібненого зерна на ситі 1,5 мм.

3. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що ферментний компонент додають в концентрованому вигляді, вводять за допомогою насоса-дозатора в потік гарячої води, яка має температуру 90-97 °С і яка поступає в подрібнене зерно, при цьому фер-

(13) **U**

(11) **56453**

(19) **UA**

ментний компонент з гарячою водою інтенсивно

перемішують.

Корисна модель відноситься до спиртової галузі, а саме до способу підготовки крохмалевмісної сировини до спиртового зброджування у виробництві спирту.

Відомий спосіб підготовки крохмалевмісної сировини до спиртового зброджування у виробництві спирту, який передбачає механічне подрібнення очищеного зерна, змішування його з водою та змішування з ферментним компонентом, теплову (термічну) обробку замісу, його подальшу гідротермоферментативну обробку при сполученні режимних параметрів температури та часового терміну (Патент України № 9731 А, м. кл. С12 Р 7/06, публ. 30.09.1996, бюл. № 3 [1]). Такий спосіб дозволяє підвищити розчинення крохмалю, але він не забезпечує економії пари - теплової енергії та значної економії електроенергії.

Відомі способи підготовки крохмалевмісної сировини до спиртового зброджування, кожний з яких передбачає механічне подрібнення очищеного зерна, змішування його з водою та змішування з ферментним компонентом, теплову (термічну) обробку замісу, його теплову обробку при сполученні режимних параметрів температури та часового терміну (Патент України № 21123 на корисну модель, м. кл. С12 F 3/00, публ. 15.02.2007, бюл. № 2 [2]; патент України № 27483 на корисну модель, м. кл. С12Р 3/00, публ. 12.11.2007 [3]; деклараційний патент України на винахід № 35246 А, С12F 3/00, публ. 15.03.2001, бюл. № 2 [4]). Такі способи дозволяють підвищити вихід спирту, але вони передбачають лише пастеризаційну обробку і не дозволяють досягнути необхідного ступеню зниження забруднення сторонньою мікрофлорою.

Відомий також спосіб підготовки крохмалевмісної сировини до спиртового зброджування у виробництві спирту, який передбачає механічне подрібнення очищеного зерна, змішування його з водою та змішування з ферментним компонентом, теплову (термічну) обробку замісу, його подальшу гідротермоферментативну обробку при сполученні режимних параметрів температури та часового терміну (Патент України № 23794, м. кл. С12С 7/04, публ. 31.08.1998, бюл. № 4 [5]). Цей спосіб дозволяє найбільш повно використовувати вуглеводи сировини, але він не забезпечує економії теплової енергії, а також не дозволяє знизити ступень виробничої забруднення сторонньою мікрофлорою і відповідно не дозволяє підвищити рівень асептичної ефективності виробництва.

Найбільш близьким до запропонованого способу є спосіб підготовки крохмалевмісної сировини до спиртового зброджування у виробництві спирту, який передбачає механічне подрібнення очищеного зерна, змішування його з водою та змішування з ферментним компонентом, теплову (термічну) обробку замісу, його подальшу гідротермоферментативну обробку при сполученні режимних параметрів температури та часового терміну (Деклараційний патент України № 8971 на корисну модель,

м. кл. С12Р 7/06, публ. 15.08.2005, бюл. № 8 [6]). Такий спосіб є сучасною технологією у виробництві спирту, але він має резерв для удосконалення тому, що передбачає гідроферментативну обробку, що не дозволяє забезпечити підвищення економії теплової енергії (пари) на 5-10 % та електроенергії на 20-25 %, а також забезпечити гарантовані умови асептики для ефективного здійснення подальшого процесу виробництва.

Завданням запропонованого рішення є створення способу підготовки крохмалевмісної сировини до спиртового зброджування у виробництві спирту, який би за рахунок сполучення нових технологічних дій, нової сукупності режимних параметрів процесу, послідовності їх виконання дозволив би забезпечити економію теплової енергії (пари) на 5-10 % та електроенергії на 20-25 %, забезпечити гарантовані умови асептики для ефективного здійснення подальшого процесу виробництва, які дозволяють одержати необхідну міцність бражки, а також поширити асортимент технологій підготовки крохмалевмісної сировини до спиртового зброджування у виробництві спирту.

Поставлене завдання вирішується тим, що спосіб підготовки крохмалевмісної сировини до спиртового зброджування у виробництві спирту передбачає механічне подрібнення очищеного зерна, змішування його з водою та змішування з ферментним компонентом, подальшу температурну обробку одержаної суміші, яку називають замісом, при сполученні режимних параметрів теплової обробки температури та часового терміну, оцукрювання крохмалю в замісі, охолодження одержаного суслу і його передача на наступні стадії виробництва. НОВИМ в запропонованому способі є те, що очищене зерно подрібнюють до стану, який характеризується досягнутою завдяки механічному подрібненню температурою 40-45°C; для утворення замісу застосовують гарячу воду, яку нагрівають до температури 90-97°C в теплообмінниках рекуператорах за рахунок рекупераційного тепла замісу, при цьому температура суміші подрібненого зерна і гарячої води, нагрітої рекуперативним теплом замісу, становить 90-97°C, та ферментного компоненту становить 72-76°C; потім одержану суміш - заміс, який має температуру 72-76°C, витримують протягом 150-180 хвилин з відповідним забезпеченням проникнення води до білка подрібненого зерна та до крохмалю, переведенням їх в розчин та з одночасною пастеризацією замісу; після цього здійснюють подальшу теплову обробку одержаного замісу шляхом комплексного впливу сполучення режимних параметрів температурної обробки, а саме - температури та терміну витримки, які гарантують необхідний на цій стадії ступень інактивації сторонньої мікрофлори, з застосуванням теплового ефекту процесів нагрівання замісу, його термінової витримки при кінцевій температурі нагріву та наступного охолодження: подальший ступінчастий нагрів замісу

здійснюють спочатку від температури 72-76°C до температури 77-79°C за рахунок вторинного тепла в рекуператорі, після чого заміс нагрівають від температури 77-79°C до температури 94-99°C за рахунок вторинної пари, яку одержують в екстрапаровій колонці за рахунок рекупераційного тепла замісу, а потім за допомогою гострої пари заміс нагрівають від температури 94-99°C до кінцевої температури нагріву 114-120°C, після чого здійснюють стабілізований стерилізаційний вплив на заміс кінцевої температури нагріву 114-120°C шляхом термінової витримки замісу при цій температурі протягом 50-65 хвилин в процесі його безперервного руху в стерилізаційних витримувачах з одночасним продовженням коагуляції білкових з'єднань та повного розчинення крохмальних зерен замісу; потім заміс охолоджують в паросепараторі при самовипаровуванні від температури 114-120°C до температури 104-106°C, а утворену вторинну пару повертають в екстрапарову колонку, після чого заміс насосом подають на три рекуператори тепла, де його охолоджують спочатку в першому рекуператорі тепла від температури 104-106°C до температури 89-92°C, а потім в другому рекуператорі тепла заміс охолоджують від температури 89-92°C до температури 84-86°C, після чого в третьому рекуператорі заміс охолоджують від температури 84-86°C до температури 74-76°C, нагріваючи при цьому воду, яку використовують для приготування замісу на початковій стадії його виготовлення та використовуючи тепло, одержане на цій стадії охолодження замісу для нагрівання замісу на початковій стадії його виготовлення; далі перед подачею в оцукрювач заміс охолоджують від температури 74-76°C до температури ефектної дії ферментів 58-60°C протягом 20-45 сек.

Основні ознаки запропонованого способу пояснюються додатково наступними ознаками.

Механічне подрібнення очищеного зерна здійснюють до стану, який характеризується кількістю проходу одержаних частинок подрібненого зерна через сито з діаметром отворів 1 мм 80-85 %, та відсутністю залишку частинок подрібненого зерна наситі 1,5 мм.

Ферментний компонент додають в концентрованому вигляді вводять за допомогою насоса-дозатора в потік гарячої води, яка має температуру 90-97°C і яка поступає в подрібнене зерно, при цьому ферментний компонент з гарячою водою інтенсивно перемішують.

Технічний (позитивний) результат при застосуванні запропонованого способу досягається саме в межах кількісних значень технологічних параметрів, режимних характеристик цього способу, які вказані в формулі корисної моделі - за межами цих значень технічний результат не досягається.

Сукупність усіх ознак запропонованого способу підготовки крохмалевмісної сировини до спиртового зброджування у виробництві спирту, в тому числі за рахунок нових ознак - сполучення нових технологічних дій, нової сукупності режимних параметрів процесу, запропонованих схем застосування теплоносіїв для нагріву та охолодження технологічних середовищ, послідовності виконання операцій, стадій процесу дозволяє при його

застосуванні досягти технічного результату - забезпечити економію теплової енергії (пари) на 5-10 % та електроенергії на 20-25 %, забезпечити гарантовані умови асептики для ефективного здійснення подальшого процесу виробництва, а також - поширити асортимент технологій підготовки крохмалевмісної сировини до спиртового зброджування у виробництві спирту.

Нова сукупність режимних технологічних параметрів температурно-термінової обробки технологічної маси, починаючи з стадії подрібнення зерна, а саме подрібнення очищеного зерна до стану подрібненого продукту, який характеризується досягнутою завдяки механічному подрібненню температурою 40-45°C, застосування для утворення замісу гарячої води, яку нагрівають до температури 90-97°C в теплообмінниках рекуператорах за рахунок рекупераційного тепла замісу, забезпечення температури 72-76°C суміші подрібненого зерна, гарячої води та ферментного компоненту, витримка цієї суміші - замісу протягом 150-180 хвилин з відповідним забезпеченням проникнення води до білка подрібненого зерна, до крохмалю та переведенням їх в розчин з одночасною пастеризацією замісу, здійснення подальшої теплової обробки одержаного замісу шляхом комплексного впливу сполучення режимних параметрів температурної обробки, а саме - температури та терміну витримки, які гарантують необхідну на цій технологічній стадії ступень інактивації сторонньої мікрофлори, з застосуванням теплового ефекту процесів нагрівання замісу, його термінової витримки при кінцевій температурі нагріву та наступного охолодження - здійснення подальшого нагріву замісу від температури 72-76°C до температури 77-79°C за рахунок вторинного тепла в рекуператорі, наступного його нагрівання від температури 77-79°C до температури 94-99°C за рахунок вторинної пари, яку одержують в екстрапаровій колонці за рахунок рекупераційного тепла замісу, а потім - нагрівання за допомогою гострої пари від температури 94-99°C до кінцевої температури нагріву 114-120°C з стабілізованим стерилізаційним впливом на заміс цієї кінцевої температури нагріву протягом 50 -65 хвилин в процесі безперервного руху замісу в стерилізаційних витримувачах з одночасним продовженням коагуляції білкових з'єднань та повного розчинення крохмальних зерен замісу, наступне охолодження одержаного замісу від температури 114-120°C спочатку в паросепараторі, де заміс охолоджують при самовипаровуванні від температури 114-120°C до температури 104-106°C, а утворену вторинну пару повертають в екстрапарову колонку, після чого заміс насосом подають на три рекуператори тепла, де його охолоджують в першому рекуператорі тепла від температури 104-106°C до температури 89-92°C, а потім - в другому рекуператорі тепла заміс охолоджують від температури 89-92°C до температури 84-86°C, після чого в третьому рекуператорі заміс охолоджують від температури 84-86°C до температури 74-76°C, нагріваючи при цьому воду, яку використовують для приготування замісу на початковій стадії його виготовлення та використовуючи тепло, одержане на цій стадії охолодження замісу

для нагрівання замісу на початковій стадії його виготовлення, охолодження замісу перед подачею в оцукрювач від температури 74-76°C до температури ефективної дії ферментів 58-60°C протягом 20-45 сек. дозволяє забезпечити гарантовані умови асептики для ефективного здійснення подальшого процесу виробництва, забезпечити економію теплової енергії (пари) на 5-10 % та електроенергії на 20-25 %, а також поширити асортимент технологій підготовки крохмалевмісної сировини до спиртового зброджування у виробництві спирту.

Попереднє механічне подрібнення очищеного зерна до стану, який характеризується кількістю проходу одержаних частинок подрібненого зерна через сито з діаметром отворів 1 мм 80-85 % та відсутністю залишку частинок подрібненого зерна на ситі 1,5 мм дозволяє забезпечити збільшення потужності дробарки на цій стадії процесу за кількістю помеленого зерна на 20-25 % та зменшити використання електроенергії до 25 %, що поліпшує загальні енергозберігаючі показники всього процесу.

Загально прийнято, що теплова стерилізація для повного знешкодження мікробів проводиться при температурі вище 100°C. Слід відмітити, що в умовах проведення ферментативної обробки при температурі від 35-40 до 90-95°C усі дріжджові мікроорганізми гинуть у вологому середовищі при температурі 60-65°C через 5 хвилин, спори плісневих грибків руйнуються при температурі 60°C за 30 хвилин, або при 80°C за 20 хвилин. Спори більшості бацил гинуть при 80°C протягом 30-60 хвилин, але деякі спори термостійких спор та бактерій гинуть лише при температурі від 105°C до 120°C і більше. Найбільш термостійкі спори термофільних бактерій і земляних бацил гинуть в процесі довготермінової витримки в інтервалі температур 100-110°C протягом від 14 хвилин до 1,5-2 годин. Для того, щоб загинули термостійкі спори бактерій і бацил потрібно збільшити протікання «м'якої» теплової стерилізації при 120°C від 10 до 25 хвилин.

У відомих способах підготовки крохмалевмісної сировини до спиртового зброджування при підготовці замісів, в тому числі з подальшою їх обробкою при температурі до 100°C, такі процеси проходять при температурі пастеризації, а в застосовуваних високотемпературних схемах, де технологічна маса - заміс має температуру більше 140°C, здійснюється стерилізація. Однак при температурі технологічних мас більш 125°C відбувається часткове перетворення цукрів в карамелі, які дріжджі в подальшому процесі не зброджують для утворення спирту. А здійснення приготування замісу при температурі 60°C з витримкою при такій температурі великий інтервал часу, є недоцільним, тому, що інфекція - стороння мікрофлора - мікроорганізми у споровому вигляді (віруси, бактерії, грибки і т. і.) в подрібненому зерні при попаданні в сприятливе середовище (волога, температура, живильні властивості замісу) дуже швидко почи-

нають розмножуватись, що в подальшому призводить до різкого підвищення мікробіологічного обсіменіння (забруднення) замісу, в результаті чого виникає необхідність антисептичної обробки з застосуванням антибіотиків. Ліквідувати інфекцію впливом температур нижче температури стерилізації, практично не можливо. В подальшому забруднення сторонньою мікрофлорою призводить до не передбачуваних новоутворювань при здійсненні технологічного процесу, які в шкідливо впливають на раціональну ефективність використання та дію ферментних препаратів, спиртових дріжджів, викликають інші негативні впливи на регламент ведення технологічного процесу, що в результаті призводить до погіршення якості кінцевого продукту та до зниження ефективності виробництва.

Розроблена авторами відповідно до запропонованого способу технологічна схема створена в процесі удосконалення раніше створеного ними способу (найближчого аналога) шляхом ретельного відбору раціональних сполучень технологічних параметрів ступінчастої теплової обробки сировини, випробувань чисельних варіантів схем для застосування теплоносіїв для нагріву та охолодження технологічних середовищ, що в результаті комбінаційних сполучень одержаних результатів випробувань дозволило оптимально вирішити проблему якісної, енергозберігаючої теплової обробки сировини з максимальним збереженням її живильних корисних властивостей і забезпеченням разом з необхідним рівнем асептики виробництва досягнення необхідних основних показників виробництва, суттєвої економії тепла та електроенергії.

При приготуванні дріжджів та бродінні сусла отримання зцукреного солодкого сусла з необхідним ступенем мікробіологічної чистоти завдяки запропонованому способу перед направленням цього сусла в дріжджові апарати надає можливість уникнути повторної пастеризації сусла в дріжджових апаратах.

Запропонований спосіб дозволяє з однаковою ефективністю переробляти зерно різних зернових культур, в тому числі кукурудзу, жито, а також інші культури, як окремо, так і в будь-яких композиціях, заощаджуючи при цьому на 20-25 % кількість електричної енергії, 5-10 % теплової енергії порівнюючи із гідроферментативним способом, забезпечуючи мікробіологічну чистоту отриманого солодкого сусла, що позитивно відображається на показниках в процесі бродіння при отриманні спиртових бражок у спиртовому виробництві і забезпечує одержання спиртових бражок з високим вмістом алкоголю.

Практичне здійснення заявленого рішення в промислових умовах, відповідно до формули корисної моделі, ілюструється наступними прикладами та процесуальною схемою, що ілюстрована Таблицею.

Таблиця

Процесуальна схема запропонованого способу підготовки крохмалевмісної сировини до спиртового зброджування у виробництві спирту відповідно до формули корисної моделі

| № пп. | Стадії технологічного процесу підготовки крохмалевмісної сировини до спиртового зброджування у виробництві спирту відповідно до запропонованого способу (послідовність і зміст стадій процесу) |
|-------|---|
| 1 | 2 |
| 1 | <p>Подрібнення очищеного зерна в дробарці:</p> <p>Здійснюють механічне подрібнення зерна до одержання дробленого продукту -подрібненого зерна (борошна) до стану, яке характеризується:</p> <ul style="list-style-type: none"> - досягнутою завдяки механічному подрібненню температурою 40-45°C; - кількістю проходу одержаних частинок подрібненого зерна через сито з діаметром отворів 1 мм 80-85 % та відсутністю залишку частинок подрібненого зерна наситі 1,5 мм. |
| 2 | <p>Змішування одержаного подрібненого зерна, що має температуру 40-45°C, з гарячою водою, яка має температуру 90-97°C та з ферментним компонентом (ферментним препаратом; ферментом):</p> <ul style="list-style-type: none"> - в подрібнене зерно (борошно), що має температуру 40-45° С, для утворення замісу додають гарячу воду, яка має температуру 90-97°C, яку нагрівають до цієї температури (нагріта) в теплообмінниках рекуператорах рекупераційним теплом замісу (вторинним теплом замісу); - в подрібнене зерно додають ферментний компонент (фермент; ферментний препарат) в кількості, яка залежить від кількості подрібненого зерна та від кількісного вмісту в цьому зерні крохмалю - ферментний компонент в концентрованому вигляді дозують за допомогою насоса-дозатора в потік гарячої води для виготовлення замісу із подрібненого зерна, яка має температуру 90-97°C; при цьому ферментний компонент інтенсивно розмішують з гарячою водою, завдяки чому в подальшому значно збільшується ефективність рівномірного контакту ферментного компонента з подрібненим зерном. |
| 2.1 | <ul style="list-style-type: none"> - подрібнене зерно, гарячу воду, ферментний компонент змішують в змішувачі і одержують з температурою 72 - 76°C суміш, яку називають у виробництві спирту замісом; |
| 2.2 | <ul style="list-style-type: none"> - за необхідністю здійснюють корегування рН одержаного замісу шляхом дозування розчину вапна або фільтрату барди, або лютерної води. |
| 2.3 | |
| 2.4 | |
| 3 | <p>Термінова витримка одержаного замісу, який має температуру 72-76°C протягом 150-180 хвилин, в процесі якої:</p> <ul style="list-style-type: none"> - забезпечується проникнення води до білка подрібненого зерна та до крохмалю з переведенням їх в розчин; - здійснюється пастеризація замісу. |
| 4 | <p>Подальша обробка одержаного замісу з його терміново-температурною витримкою: термічна (температурна) обробка замісу шляхом комплексного -сумарного впливу сполучення режимних параметрів температури та терміну -витримки термічної обробки, які гарантують необхідну на цій технологічній стадії ступень інактивації сторонньої мікрофлори, яку здійснюють з врахуванням -застосуванням теплового ефекту процесів нагрівання замісу, наступної термінової витримки та охолодження:</p> <p>Спочатку подальший нагрів замісу здійснюють від температури 72-76 до температури 77-79°C за рахунок вторинного тепла в рекуператорі, після чого заміс нагрівають від температури 77-79°C до температури 94-99°C за рахунок вторинної пари, яку одержують в екстрапаровій колонці за рахунок рекупераційного тепла замісу, а потім за допомогою гострої пари заміс нагрівають від температури 94-99°C до кінцевої температури нагріву 114-120°C.</p> <p>Стабілізований стерилізаційний вплив на заміс досягнутої кінцевої температури нагріву 114-120°C здійснюють терміновою витримкою замісу при такій температурі протягом 50-65 хвилин в процесі його безперервного руху замісу в стерилізаційних витримувачах з одночасним продовженням коагуляції білкових з'єднань та повного розчинення крохмальних зерен замісу.</p> <p>Охолодження одержаного замісу від температури 114 - 120°C спочатку в паросепараторі, де заміс охолоджують при само випаровуванні від температури 114-120°C до температури 104-106°C, а утворену вторинну пару повертають в екстрапарову колонку, після чого заміс насосом подають на три рекуператори тепла, де його охолоджують в першому рекуператорі тепла від температури 104-106°C до температури 89-92°C, а потім - в другому рекуператорі тепла заміс охолоджують від температури 89-92°C до температури 84-86°C, після чого в третьому рекуператорі заміс охолоджують від температури 84-86°C до температури 74-76°C, нагріваючи при цьому воду, яку використовують для приготування замісу на початковій стадії його виготовлення та використовуючи тепло, одержане на цій стадії охолодження замісу для нагрівання замісу на початковій стадії його виготовлення.</p> <p>Перед подачею в оцукрювач заміс охолоджують від температури 74-76°C до температури ефективної дії ферментів 58-60°C протягом 20-45 сек.</p> <p>Оцукрювання крохмалю в одержаному замісі: в одержаному замісі крохмаль знаходиться у розчиненому стані, а при оцукрюванні під дією ферментного компонента крохмаль перетворюється в цукри, одержану в результаті цього технологічну масу у виробництві спирту називають суслом (солодким суслом).</p> |
| 4.1 | |
| 4.2 | |
| 4.3 | |
| 5 | |
| 6 | Передача сусла на наступні стадії виробництва спирту (процес гідролізу, ферментативна обробка). |

Приклад 1.

У промисловому виробництві запропонований спосіб здійснюють відповідно до формули корисної моделі з дотриманням усіх регламентних вимог конкретного промислового виробництва.

Технологічний процес в умовах промислового виробництва здійснюють у послідовності, яка ілюстрована в Таблиці.

В цьому прикладі викладено здійснення запропонованого способу при виробництві спирту у відповідності з характеристиками - параметрами

технологічного процесу саме для цього прикладу 1.

Як вихідну основну сировину у промисловому виробництві спирту ректифікованого харчового в основному використовують сировину - зерно кукурудзи, пшениці, жита, ячменю, а також овес, просо. Однією з важливих характеристик цієї сировини є орієнтовна порівняльна чисельність мікроорганізмів на зерні, тисяч на 1 г: для жита - 2500, пшениці - 1500, вівса - 700, кукурудзи - 40, проса - 20. Домішки (сміття) містять в 30-150 раз більше мікроорганізмів, (гнилі), ніж здорові зерна. Крім того якісне зерно має рН середовища 5,6-6,4.

Вихідну зернову сировину - зерно очищують від механічних домішок. В процесі очищення зерно звільняють від матеріалів іншого походження та сміття на зерноочисній машині, а від металевих домішок - на магнітному сепараторі. В очищеному зерні залишкова засміченість зерна (в основному мінеральне сміття) не перевищує 1 % по масі зерна, металеві домішки відсутні.

Потім очищене зерно подрібнюють на молотковій дробарці. Основні вимоги до подрібненого зерна: кількість проходу одержаних частинок подрібненого зерна через сито з діаметром отворів 1 мм повинна бути в межах 80-85 %, залишок частинок на ситі 1,5 мм відсутній. Режим роботи молоткової дробарки забезпечує потрібну ступінь помелу зерна та необхідну потужність.

Таким чином, відповідно до запропонованого способу, не потрібно такі високі вимоги до ступеню подрібнення зерна, як при здійсненні способу, що передбачає низькотемпературне гідролізне розчеплення крохмалю: прохід через сито діаметром отворів 1 мм повинен бути в межах 80-85 %, залишок частинок на ситі 1,5 мм відсутній - це призводить до збільшення потужності дробарки по кількості помеленого зерна на 20-25 %, зменшення використання електричної енергії на подрібнення зерна на 20-25 %.

Маса подрібненого зерна завдяки механічному подрібненню набуває температури 40-45°C. Це подрібнене зерно, що має температуру 40-45°C, із механічної дробарки направляють в змішувач для приготування замісу.

Паралельно в цей змішувач для приготування замісу в подрібнене зерно (борошно), що має температуру 40-45°C, додають гарячу воду, яка нагріта до температури 90-97°C, при цьому використовують теплу воду, яка виходить після теплообмінників ректифікації та догрівається в теплообмінниках-рекуператорах рекуперативним теплом замісу (вторинним теплом замісу) температури 90-97°C. Таку гарячу воду, що має температуру 90-97°C, дозують в змішувач за допомогою регульовального клапана. Визначення кількості цієї гарячої води, необхідної для виготовлення замісу, здійснюють витратоміром води; дозування гарячої води через регульовальний клапан здійснюють у кількості, яка залежить від вимог до концентрації сусла та від крохмалистості (вихідної) сировини - із розрахунку отримання потрібної концентрації сусла, що в кінцевому вигляді дає можливість отримувати бражку з міцністю не менш 11-12 % алкоголю.

Відомо, що ферменти (ферментні препарати) являють собою специфічні каталізатори білкової природи. Як і неорганічні каталізатори, вони змінюють - взагалі збільшують швидкість тільки таких хімічних реакцій, самовільне протікання яких термодинамічно можливо, тобто реакцій із зменшенням вільної енергії. Впливаючи на швидкість реакції, ферменти не входять в склад кінцевих продуктів реакції.

Ферментний компонент (фермент, ферментний препарат) - бактеріальну термостабільну альфа-амілазу, додають залежно від кількості подрібненого зерна, яке застосовують у технологічному процесі, та залежно від відсоткового вмісту в подрібненому зерні крохмалю. Фермент (ферментний препарат) в концентрованому вигляді дозують за допомогою насоса-дозатора в потік гарячої води, яка має температуру 90-97°C, при цьому фермент інтенсивно розмішують з гарячою водою, завдяки чому в подальшому значно збільшується ефективність рівномірного контакту ферментного компонента з подрібненим зерном. Таким чином суміш ферменту (ферментного препарату) з гарячою водою поступає для змішування з подрібненим зерном в змішувач для виготовлення замісу. В змішувачі для виготовлення замісу ці компоненти перемішують і в результаті утворюється технологічна маса - заміс, який має температуру 72-76°C. Для забезпечення необхідної текучості замісу, особливо при переробці жита, кількість дозуемого ферментного компонента для гідролізу не крохмалістих з'єднань встановлюють, виходячи з рекомендацій виробника цього ферментного компонента (ферменту; ферментного препарату - ферментного комплексу), а в подальшому корегують залежно від ефективності ведення технологічного процесу.

Вищеописаний процес в змішувачі для виготовлення замісу, а саме - змішування подрібненого зерна, що виходить із механічної дробарки з температурою 40-45°C, з дозованою до умовного крохмалю подрібненого зерна, бактеріальною термостабільною альфа-амілазою та з гарячою водою, яка має температуру 90-97°C, до отримання замісу з температурою 72-76°C здійснюють без використання гострої пари.

За необхідністю рН одержаної суміші корегують шляхом додаткового дозування розчину вапна або фільтрату барди, або лютерної води.

В процесі роботи змішувача для виготовлення замісу забезпечують ретельне рівномірне розмішування подрібненого зерна з розведеним попередньо водою ферментом (ферментним препаратом), при цьому в одержаному замісі виключається утворення рихлих гранул з крупинок подрібненого зерна.

Далі одержаний заміс, що має температуру 72-76°C, витримують при цій температурі протягом 150-180 хвилин. В процесі такої температурно-термінової витримки замісу здійснюється набухання білка та крохмальних зерен подрібненого зерна, забезпечується проникнення води до білка подрібненого зерна та до крохмалю з переведенням їх в розчин (часткове переведення крохмалю в

розчинний стан), і водночас здійснюється пастеризація замісу.

Після витримки одержаний заміс містить ще достатньо гелеутворюючі речовини, значну кількість нерозчиненого крохмалю, який знаходиться в оболонці білкових з'єднань, тому необхідна його подальша обробка. І далі заміс підігрівають до кінцевої температури теплової обробки 114-120°C наступним чином: спочатку одержаний заміс, що має температуру 72-76°C нагрівають за рахунок вторинного тепла в рекуператорі до температури 77-79°C, потім заміс нагрівають від температури 77-79°C до температури 94-99°C за рахунок вторинної пари, яку одержують в екстрапаровій колонці за рахунок рекупераційного тепла замісу, після чого за допомогою гострої пари заміс нагрівають від температури 94-99°C до кінцевої температури 114-120°C, і потім заміс витримують при цій температурі протягом 60 хвилин.

При вищеописаному ступінчастому процесі нагріву замісу цукри в ньому не перфорується на карамелі, в замісі проходить коагулювання білкових з'єднань, ефективне переведення крохмальних зерен в розчинений стан, а стерилізація замісу забезпечує його гарантовану мікробіологічну чистоту.

Враховуючи однакову рівномірність розподілення ферментів та умови їх оптимальної дії в замісі (суслі), а також ступінь розчиненого крохмалю перед оцукрювачем, при концентрації сухих речовин 18,5 %, що має текучість в три рази меншу, ніж після оцукрювача, що в свою чергу відображає процес гідролізу і позитивно впливає на перекачуванні та природному перемішуванні солодкого сусла в бродильному чані за допомогою вуглекислого газу, що виділяється при бродінні. Звертаючи увагу на те, що ступінь розчинення крохмалю після оцукрювача (перед його подачею в бродильний апарат) в 7-9 раз вища при подачі ферментів в оцукрювач, ніж при додаванні ферментів в бродильний чан безпосередньо та з метою інтенсифікації особливо на початку бродіння ми в технологічному процесі використовуємо процес оцукрювання, а для уникнення негараздів, пов'язаних з вакуум - охолодженням замісу, цю операцію здійснюють за допомогою спірального теплообмінника. Застосування оцукрювання дає можливість отримувати бражки з міцністю спирту в межах 12 % алкоголю (без оцукрювання - в межах 10 %), що в подальшому суттєво відображається при використанні теплової енергії при перегонці, та кількості барди, яка є відходом виробництва.

Заміс із витримувачів направляють в паросепаратор, де його охолоджують при самовипаровуванні від температури 114-120°C до 104-106°C, а утворена вторинна пара повертається в екстрапарову колонку - це так зване рекупераційне тепло замісу, яке утворюється в результаті початкового самоохолодження замісу, який при температурі 114-120°C знаходиться під тиском, а при виході в парову камеру, яка знаходиться під близьким до атмосферного тиском, відбувається різке падіння тиску і в результаті - виділення пари із гарячого замісу, завдяки чому він охолоджується, а виділена при цьому вторинна пара подається в екстра-

парову колонку для його нагріву замісу цим рекупераційним теплом на описаних вище стадіях нагріву.

Далі заміс насосом подають на три рекуператори тепла, де здійснюють його подальше охолодження: в першому рекуператорі тепла - від температури 104-106°C до 89-92°C, а потім в другому рекуператорі тепла його охолоджують від температури 89-92°C до 84-86°C, після чого в третьому рекуператорі заміс охолоджують від температури 84-86°C до 74-76°C, нагріваючи при цьому воду для приготування замісу на початковій стадії процесу та використовуючи тепло, одержане на цій стадії охолодження замісу для нагрівання замісу на початковій стадії його виготовлення.

Потім, перед подачею в оцукрювач, заміс охолоджують від температури 74-76°C до температури ефективної дії ферментів 58-60°C - протягом 20-45 сек. Таке охолодження проводять на спіральному теплообміннику за допомогою охолоджуючої води, яка попередньо була використана в дріжджі-бродильному відділенні.

Охолоджений заміс подають в оцукрювач, в який за допомогою насосів -дозаторів подають також композицію ферментних препаратів, в концентрованому вигляді, основу котрих становить глюкоамілаза. За допомогою вискоефективного перемішуючого пристрою досягається ефективне інтенсивне перемішування охолодженого замісу з композицією ферментних препаратів протягом 20 хвилин, де проходить його гідроліз до зброджування вуглеводнів.

Одержане солодке сусло після оцукрювання насосом переміщують через спіральний теплообмінник та теплообмінник типу "Труба в трубі", де проходить охолодження сусла до температури складки.

Приклад 2. Здійснюють, як приклад 1, але після нагріву замісу до кінцевої температури 114-120°C, його витримують при цій температурі протягом 50 хвилин.

Приклад 3. Здійснюють, як приклад 1, але після нагріву замісу до кінцевої температури 114-120°C, його витримують при цій температурі протягом 55 хвилин.

Приклад 4. Здійснюють, як приклад 1, але після нагріву замісу до кінцевої температури 114-120°C, його витримують при цій температурі протягом 57 хвилин.

Приклад 5. Здійснюють, як приклад 1, але після нагріву замісу до кінцевої температури 114-120°C, його витримують при цій температурі протягом 65 хвилин.

Запропонований спосіб підготовки крохмалевої сировини до спиртового зброджування у виробництві спирту випробуваний у виробничих умовах.

Результати випробувань показали його ефективність і підтвердили досягнення технічного результату.

Створений спосіб базується на раціональних сполученнях технологічних параметрів ступінчастої теплової обробки сировини, схемах застосування теплоносіїв для нагріву та охолодження технологічних середовищ, що дозволяє оптималь-

но вирішити проблему якісної, енергозберігаючої теплової обробки сировини з максимальним збереженням її живильних корисних властивостей і забезпеченням необхідного рівня асептики виробництва.

При приготуванні дріжджів та бродінні сусла отримання оцукреного солодкого сусла з необхідним ступенем мікробіологічної чистоти завдяки запропонованому способу перед направленням цього сусла в дріжджові апарати надає можливості уникнути повторної пастеризації сусла в дріжджових апаратах.

Запропонований спосіб підготовки крохмалевмісної сировини до спиртового зброджування у виробництві спирту дозволяє з однаковою ефективністю переробляти зерно різних зернових культур, в тому числі кукурудзу, жито, а також інші культури - як окремо, так і в будь-яких композиціях, заощаджуючи при цьому на 20-25 % кількість електричної енергії, 5-10 % теплової енергії порівнюючи із гідроферментативним способом, забезпечуючи необхідний ступень мікробіологічної чистоти отриманого солодкого сусла, що позитивно відо-

бражається на показниках в процесі бродіння при отриманні спиртових бражок і дозволяє одержати спиртові бражки з високим вмістом алкоголю.

Запропонований спосіб забезпечує дотримання вимог законодавства України про вихід готової продукції при переробці однієї тони умовного крохмалю, при меншому споживанню електричної та теплової енергії.

Джерела інформації:

1. Патент України № 9731 А, м. кл. С12 Р 7/06, публ. 30.09.1996, бюл. № 3.

2. Патент України № 21123 на корисну модель, м. кл. С12 F 3/00, публ. 15.02.2007, бюл. № 2.

3. Патент України № 27483 на корисну модель, м. кл. С12 Р 3/00, публ. 12.11.2007.

4. Деклараційний патент України на винахід № 35246 А, С12 F 3/00, публ. 15.03.2001, бюл. № 2.

5. Патент України № 23794, м. кл. С12С 7 /04, публ. 31.08.1998, бюл. № 4.

6. Деклараційний патент України № 8971 на корисну модель, м.кл. С12Р 7/06, публ. 15.08.2005, бюл. № 8 – найближчий аналог.