

Винахід належить до спиртової промисловості і може бути використаний при виробництві спиртових бражок із крохмалевмісної сировини (зерна та картоплі).

Відомий спосіб виробництва етилового спирту із крохмалевмісної сировини ("Технология спирта и спиртопродуктов". Под ред. В.В.Ильинича. - М: ВО "Агропромиздат" 1987г., стр.83-142).

Цей спосіб включає такі стадії:

1. Змішування подрібленої крохмалевмісної сировини з водою;
2. Розварювання сировини;
3. Оцукрення крохмалю до зброджуваних цукрів;
4. Приготування виробничих дріжджів;
5. Бродіння.

Недоліками вказаного способу є висока температура розварювання (140-150°C на протязі 40-60 хвилин), що пов'язана з підвищеною енергоємністю виробництва, втратами зброджувальних речовин за рахунок їх температурного руйнування; неповний гідроліз крохмалю до зброджуваних дріжджами цукрів; утворення метилового спирту та додаткові витрати енергоносіїв на стадії його вилучення із бражки.

Відомий спосіб виробництва етилового спирту ("Технология спирта и спиртопродуктов". Под ред. В.В.Ильинича. - М.: ВО "Агропромиздат, 1987г., стр. 103-105), який включає ті ж самі стадії, що і попередній спосіб, але передбачає прискорене розварювання крохмалевмісної сировини в діафрагмованому трубчастому розварнику при температурі 165-170°C на протязі 2-3-х хвилин.

Недоліками цього способу є необхідність в гріючій парі підвищеного тиску, велика енергоємність, великі витрати охолоджуючої води для охолодження розвареної маси до температури бродіння та електроенергії для її перекачування.

Як прототип вибрано за найбільшою кількістю співпадаючих суттєвих ознак та досягнутим результатам спосіб виробництва етилового спирту із крохмалевмісної сировини ("Технология спирта". Под ред. В.Л.Яровенко. - 2-е изд. - М.: Колос, 1996г., стр. 104-105; 229-230; 253-254).

За цим способом подріблена крохмалевмісна сировина поступає в змішувач, куди одночасно подається гаряча вода та розріджувач фермент.

В змішувачі підтримується температура 50-55°C. Із змішувача заміс подається в контактну головку, де він швидко нагрівається до 65-70°C, після чого прямує в апарат гідроферментативної обробки 1-го ступеню, де витримується на протязі 2,0...2,5 годин при постійному інтенсивному перемішуванні механічною мішалкою та рециркуляційним насосом.

Для підтримання постійної температури в рубашку апарату гідроферментативної обробки подають додаткову кількість гріючої пари. Заміс із апарату гідроферментативної обробки 1-го ступеню безперервно поступає в апарат гідроферментативної обробки II-го ступеню, де підігрівається до температури 80-90°C і розварюється при інтенсивному перемішуванні на протязі 0,5-1,0 години, далі заміс подається в другу контактну головку, де в залежності від якості сировини підігрівається до 105...130°C і через стерилізатор та регулюючий клапан видається в паросепаратор, звідки прямує до вакуум-оцукрювача. У вакуум-оцукрювачі підтримується розрідження, яке забезпечує зменшення температури замісу до 58...60°C. У вакуум-оцукрювач додаються оцукрюючі ферменти, за рахунок чого розріджений крохмаль розщеплюється до зброджуваних спиртовими рідкими цукрів.

Оцукрена маса (сусло), яка виходить із вакуум-оцукрювача розподіляється на два потоки.

Перший потік в кількості 8-10% від оцукреної маси з температурою 56-58°C прямує в дріжджовий апарат для приготування виробничих дріжджів, а другий - охолоджується в теплообмінному апараті і поступає на бродіння в бродильний апарат.

В дріжджовий апарат додають азотне живлення. Після чого температуру суслу підіймають до 80... 85°C і пастеризують для запобігання розвитку молочнокислих та оцтовокислих бактерій, при цьому витрачається додаткова кількість гріючої пари.

Пастеризоване сусло охолоджують, додають маточні спиртові дріжджі і зброджують на протязі 18-24 годин, отримані виробничі дріжджі змішують у бродильному апараті з суслим і залишають на бродіння при температурі 28-30°C. Середній термін бродіння 72 години, після чого отримують зрілу спиртову бражку.

Недоліком цього способу є значна енергоємність виробництва за рахунок підвищеної температури розварювання сировини, а також обмежений вихід спирту із одиниці сировини, за рахунок температурного руйнування вуглеводів та неповного гідролізу сировини до зброджуваних дріжджами цукрів.

Спільними із винаходом, що заявляється, є такі суттєві ознаки прототипу : приготування замісу разом із розріджувачим ферментом, нагрів замісу в контактній головці, ферментативна обробка клейстеризованого крохмалю розріджувачим ферментом, стерилізація замісу в разі необхідності, оцукрення розрідженого крохмалю оцукрюючим ферментом, приготування виробничих дріжджів та бродіння.

В основу винаходу поставлена задача, удосконалення способу виробництва етилового спирту із крохмалевмісної сировини шляхом зміни параметрів технологічних операцій та зв'язків між ними, забезпечити зниження енерговитрат та охолоджуючої води; підвищити питомий вихід спирту за рахунок додаткового вилучення крохмалю з рослинної сировини, більш глибокого його гідролізу до зброджуваних дріжджами цукрів та зменшення температурного руйнування останніх під час розварювання.

Поставлена задача вирішується тим, що у способі виробництва спирту із крохмалевмісної сировини, який вимагає приготування замісу разом із розріджувачим ферментом, нагрів замісу в контактній головці, ферментативну обробку клейстеризованого крохмалю оцукрюючим ферментом, приготування виробничих дріжджів та бродіння, згідно з винаходом, при приготування замісу в змішувач разом з розріджувачим ферментом додається речовина, яка прискорює гідроліз крохмалю (ПГК), Ти зменшує в'язкість замісу, наприклад, кислота, солі органічних, або неорганічних кислот, поверхнево-активні речовини, тощо; вилучення крохмалю із сировини, та його розрідження здійснюється під час приготування замісу та ферментативної обробки при спільній дії речовини прискорювача гідролізу крохмалю та розріджувачого ферменту при температурному оптимумі останнього - 73...95°C) Цягрів замісу до цієї температури проводиться гріючою

парою або вторинною парою, яка створюється під час температурної витримки замісу; під час розрідження крохмалю та температурної обробки сировини і піддають впливу механічних коливань.

Технічний результат, який можна досягти при здійсненні винаходу, є зменшення витрат гріючої пари та охолоджуючої води за рахунок зменшення температури теплової обробки сировини, збільшення питомого виходу спирту за рахунок додаткового вилучення крохмалю з рослинної клітини та більш глибокого гідролізу сировини до зброджуваних дріжджами цукрів, та зменшення температурного руйнування останніх під час розварювання.

Спосіб, що заявляється, дасть можливість знизити собівартість вітчизняного спирту і підвищити його конкурентоспроможність на внутрішньому та зовнішньому ринках.

Між сукупністю суттєвих ознак винаходу і технічним результатом, який можна досягти, існує причинно-наслідковий зв'язок. У способі вперше передбачено при приготуванні замісу додавати у змішувач разом із розріджувачем ферментом речовини, які прискорюють гідроліз крохмалю, зменшують в'язкість замісу, наприклад, кислоти, солі органічних, або неорганічних кислот, поверхнево-активні речовини, тощо. Це забезпечує щільний контакт між ферментом та сировиною, прискорює процес вилучення крохмалю та його гідроліз.

Вплив інтенсивних механічних коливань на сировину в апаратах механічної активації під час її температурної обробки та розрідження сприяє додатковому вилученню крохмалю та більш глибокому гідролізу рослинної сировини до зброджуваних дріжджами цукрів, збільшує за рахунок цього питомий вихід спирту.

Розрідження крохмалю в апаратах термоферментативної обробки проводиться при пом'якшеному температурному впливі 73...95°C в залежності від виду і якості сировини та термостабільності розріджувачого ферменту, це скорочує витрати гріючої пари та охолоджуючої води, зменшує температурне руйнування цукрів та підвищує за рахунок цього питомий вихід спирту.

Нагрів замісу до температури, яку підтримують в апаратах ферментативної обробки здійснюється прямим контактом з гріючою парою в контактній головці, або вторинною парою, яку відводять з витримувача в теплообмінник апарату термоферментативної обробки, що в свою чергу, зменшує загальні енерговитрати.

На фігурі наведено принципову технологічну схему, яка пояснює спосіб, що заявляється.

В схему входять: 1 - змішувач; 2, 6, 14 - насоси; 3, 7 - контактні головки; 4 - апарат теплоферментативної обробки - I; 5, 10, 12 - апарати механічної активації; 8 - стерилізатор; 9 - витримувач замісу; 11 - оцукрювач; 13 - апарат теплоферментативної обробки - II; 15 - охолоджувач сусла; 16 - дріжджовий апарат; 17 - бродильний апарат.

Для здійснення способу, що заявляється використовували типові обладнання, яке виробляється заводами харчового машинобудування.

Спосіб здійснюється таким чином.

Заміс готують в змішувачі 1, де змішується подрібнене зерно, гаряча вода, термостабільний розріджувачий фермент та речовина-прискорювач гідролізу крохмалю. Завдяки дії розріджувачого ферменту починається гідроліз крохмалю. Речовина-прискорювач гідролізу крохмалю дозволяє зменшити в'язкість замісу і забезпечити більш щільний контакт розріджувачого ферменту з сировиною та прискорити гідроліз крохмалю до зброджуваних цукрів.

Із змішувача / частково розріджений заміс насосом 2 подають в контактну головку 3, де швидко нагрівають до температури оптимальної для дії розріджувачого ферменту.

Якщо переробляється кондиційна сировина, то зразу починається процес термоферментативної обробки, який проходить в апараті II термоферментативної обробки 13. Тут продовжується розрідження крохмалю при температурі оптимальній для дії розріджувачого ферменту.

Під дією впливу інтенсивних механічних коливань, які створені за допомогою апарату механічної активації 12 з рослинної сировини вилучають додаткову кількість крохмалю та забезпечують більш глибокий гідроліз рослинної сировини до зброджування цукрів. При цьому, в процесі ферментативної обробки під дією температури, розріджувачого ферменту та інтенсивного, механічного впливу закінчується клейтеризація та розрідження крохмалю. Розріджений заміс передають на оцукрення, яке здійснюють в оцукрювачі 11 на протязі 0,5-25 годин. На оцукрення задають оцукрюючий фермент. При перемішуванні проходить оцукрення розрідженого крохмалю до зброджування дріжджами цукрів.

Частина оцукреного замісу (сусла) в кількості 8...10% відводять в дріжджовий апарат 16 для приготування виробничих дріжджів. В дріжджовий апарат задають додаткові ферменти в залежності від виду та якості сировини. Другу частину сусла відводять в бродильний апарат 17, де змішують з виробничими дріжджами. Зріла бражка з бродильного апарату поступає на перегонку та ректифікацію.

При переробці некондиційного або плівчастого зерна спосіб працює по-іншому. В змішувач / разом з подрібненим зерном, гарячою водою, фільтратом барди, речовиною-прискорювачем гідролізу крохмалю подається нетермостабільний ферментний препарат.

Частково розріджений в змішувачі 1 заміс після нагрівання в контактній головці 3 до температури оптимальної дії нетермостабільного розріджувачого ферменту направляється в апарат I теплоферментативної обробки 4, в якому продовжується розрідження крохмалю. З апарату 4 заміс насосом 6 подається в стерилізатор 8 крізь контактну головку 7, де швидко нагрівається до температури стерилізації. Потім заміс проходить стадію витримки у витримувачі замісу 9 при температурі стерилізації на протязі 1,0 ...- 1,5 год. При цьому гинуть патогенні мікроорганізми, які викликають закисання бражки. Для додаткового вилучення крохмалю сировини з рослинної клітини та більш глибокого гідролізу сировини до зброджування дріжджами вуглеводів заміс на стадії термоферментативної обробки та витримки замісу піддають активному механічному впливу в апаратах механічної активації 5 і 10. Після витримки заміс поступає в оцукрювач 11. Далі спосіб працює як і у випадку кондиційної сировини.

Далі винахід ілюструється такими прикладами реалізації способу у розрахунку на одну тону умовного крохмалю сировини.

Приклад 1. Перероблюють кондиційну пшеницю. Заміс готують в змішувачі 1, де змішується 1,8т подрібненої пшениці, 6,3м³ гарячої води, яка забезпечує в змішувачі температуру 60°C, 300мл термостабільного розріджувачого ферменту (100% від його загальної кількості) та 800мл речовини-прискорювача гідролізу крохмалю. В змішувачі / , завдяки дії розріджувачого ферменту, починається гідроліз крохмалю, під дією речовини ПГК зменшують в'язкість замісу і забезпечують більш щільний контакт розріджувачого ферменту з сировиною та прискорюють гідроліз крохмалю до зброджуваних цукрів. Термін перебування замісу в змішувачі 20...60хв. Із змішувача 1 частково розріджений заміс насосом 2 подають в контактну головку 3, де швидко нагрівають до температури 90°C, після чого направляють в апарат II теплоферментативної обробки 13, в якому продовжується розрідження крохмалю при температурі 85°C на протязі 2-х годин. Під дією впливу інтенсивних механічних коливань, які утворюють за допомогою апарату механічної активації 12 з рослинної сировини вилучають додаткову кількість крохмалю та забезпечують більш глибокий гідроліз рослинної сировини до зброджування цукрів і збільшують за рахунок цього питомий вихід спирту. В апараті II теплоферментативної обробки 13 під дією температури, розріджувачого ферменту та інтенсивного - механічного впливу закінчується клейстеризація та розрідження крохмалю.

З апарату 13 розріджений заміс передають в оцукрювач 11, в якому його змішують при температурі 58÷600°C з 800мл оцукрювачого ферменту на протязі 2,5 годин.. В оцукрюванні 11 проходить оцукрення розрідженого крохмалю до зброджуваних дріжджами цукрів. Десять відсотків оцукреного сусла при температурі 58÷60°C насосом 14 подають в дріжджовий апарат 16, в який для більш повного оцукрення крохмалю додають 50мл оцукрювачого ферменту. Решту сусла охолоджують в теплообміннику 15 до 30÷32°C і подають в бродильний апарат 17, куди поступають виробничі дріжджі з дріжджового апарату 16. Зріла бражка подається на пергонку та ректифікацію.

Температура приготування замісу, теплоферментативної обробки, витрати ферментів, речовини ПГК, гріючої пари та питомий вихід спирту наведені в прикладі 1 таблиці.

Приклад 2. Для замісу беруть 1,6т кондиційної кукурудзи (в розрахунку на 1т умовного крохмалю), 5,8м³ гарячої води, 400мл розріджувачого ферменту та 900мл речовини-прискорювача гідролізу крохмалю.

Спосіб здійснюється так, як у прикладі 1, за винятком того, що заміс підігрівують у змішувачі 1 гріючою парою до температури клейстеризації кукурудзяного крохмалю - 75°C; в контактній головці 3 заміс підігрівують до 97°C. Теплоферментативну обробку замісу в апараті 13 здійснюють під час інтенсивного механічного впливу в апараті механічної активації при 95°C на протязі 2,0 годин. Оцукрюючий фермент задають в оцукрювач 11 та дріжджовий апарат 16 відповідно 900 і 100 мл.

У прикладі 2 таблиці наведено температури приготування замісу, теплоферментативної обробки, витрати ферментів, речовини ПГК, гріючої пари та питомий вихід спирту.

Приклад 3. Перероблюють жито IV ступеню дефектності. Заміс готують в змішувачі 1, в який задають 350мл нетермостабільного розріджувачого ферменту, 700мл речовини ПГК, 2,5т жита, 8,5м гарячої води, яка забезпечує в змішувачі 55°C. В змішувачі 1, завдяки дії розріджувачого ферменту починається розрідження крохмалю; під дією речовини ПГК зменшують в'язкість замісу і забезпечують щільний контакт ферменту з сировиною, завдяки чому прискорюють гідроліз крохмалю. Термін перебування замісу в змішувачі 20 ...30 хвилин.

Із змішувача У частково розріджений заміс насосом 2 подають в контактну головку 5, де його швидко нагрівають до 80°C і після чого направляють в апарат I теплоферментативної обробки 4, в якому продовжується розрідження крохмалю на протязі 2,5 годин при 75°C. З апарату 4 заміс насосом 6 перекачується в стерилізатор 8 крізь контакти' головку 7, де швидко нагрівається до 110°C. Із стерилізатора 8 заміс подають у витримувач замісу 9, де він витримується при 105°C на протязі 1,0 години, при цьому гинуть патогенні мікроорганізми, які викликають закисання бражки. Для додаткового вилучення крохмалю сировини з рослинної клітини та більш глибокого гідролізу сировини до зброджуваних дріжджами вуглеводів заміс в апараті 4 та витримувачі 9 піддають активному механічному впливу в апараті механічної активації 5 і 10.

З витримувача 9 заміс поступає в оіукрювач 11, куди задають 850мл оцукрювачого ферменту та 150мл целолюлетичного ферменту, який сприяє гідролізу клітинної оболонки жита та зменшенню в'язкості оцукреного сусла. В дріжджовий апарат додають 50мл оцукрювачого ферменту для більш повного оцукрення крохмалю та забезпечення дріжджів достатньою кількістю зброджуваних цукрів на стадії їх початкового розброджування.

У прикладі 3 таблиці наведено температури приготування замісу, витрати ферментів, речовини ПГК, гріючої пари та питомий вихід спирту. Для порівняння у таблиці також наведено дані за прототипом. Наведені в таблиці дані підтверджують досягнення технічного результату. Спосіб може бути реалізований на типовому обладнанні і не потребує значних додаткових капіталовкладень.

№ прикладу	Сировина	Температура, °С					Витрати ферментів, мл/т (%)			Витрати ПГК, мл	Витрати гріючої пари, т
		в змішувачі	В апараті ферментативної обробки		в стерилізаторі	витримувач замісу	Змішувач	Оцукрювач	Дріжджовий апарат		
			I	II							
1	Кондиційна пшениця	60		85			Розрідж. термоста 6. 300 (100%)	Оцукрюючий 800 (94%)	Оцукрюючий 50 (6%)	800	3
2	Кукурудза	75		95			Розрідж.	Оцукрюючий	Оцукрюючий	900	4

							термоста б. 400(100%)	900 (90%)	ючий 100(10%)		
3	Жито IV ступеню дефектнос ті	55	75	-	110	105	Розрідж. термоста б. 350 (100%)	Оцукрюючий 850 (94,5%) Целюлолітич н. 150(100%)	Оцукрюю чий 50 (5,5%)	700	7
Про- тотип	Кукурудза	55	70	90	120	110	Розрідж. термоста б. 400(100%)	Оцукрюючий 1000(100%)			8

