

ТЕХНОЛОГІЯ КРОХМАЛЮ І КРОХМАЛЬНОЇ ПАТОКИ

План

1. Сировина для виробництва крохмалю.
2. Технологія крохмалю.
3. Технологія крохмальної патоки.

Сировина для виробництва крохмалю

Крохмаль являє собою полімер глюкози ($C_6H_{10}O_5$), який утворюється в рослинах і є їх основним резервним вуглеводом. Для його промислового одержання найбільш придатні: картопля, зерна кукурудзи, пшениці, жита та інших крохмалевмісних культур.

Кукурудза як сировина для виробництва крохмалю має переваги у порівнянні з картоплею, оскільки відрізняється високою транспортабельністю і краще зберігається. Це дає змогу кукурудзопереробним заводам працювати цілий рік, тоді як картоплепереробні заводи працюють тільки 3-5 міс.

Одержання крохмалю з кукурудзи трохи складніше, ніж із картоплі, через більш складну будову і структуру зерна кукурудзи, більший уміст білка і жиру. Проте сировину використовують у виробництві повніше, ніж під час перероблення картоплі, заводи технічно краще оснащені. Втрати сухих речовин сировини під час перероблення кукурудзи значно менші, ніж під час перероблення картоплі. Вихід крохмалю з 1 га картоплі і кукурудзи приблизно однаковий.

Сухий картопляний крохмаль у ряді випадків має кращі поживні властивості, ніж кукурудзяний, оскільки дає більш в'язкі клейстеризовані розчини. Хімічний склад картоплі та кукурудзи наведено в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 — Хімічний склад картоплі та кукурудзи

Сировина	Уміст, %		Склад сухих речовин, %						
	Во-логи	Сухих речо-вин	Крох-маль	Азотні речо-вини	Кліт-ко-вина	Зо-ла	Жир	Розчин-ні вуг-леводи	Пектин, пенто-зани
Картопля	75	25	74	8	4	4	0,8	3,2	6
Кукурудза	13	87	70	12	1,8	1,5	6,0	3-5	4

Кукурудзяна патока за головними показниками (склад редукуючих речовин, зольності тощо) не гірша за картопляну.

Крохмаль міститься у клітинах рослинних тканин і виокремлюється з них як крохмальні зерна. Крохмаль та одержані з нього продукти мають широке застосування в кондитерській промисловості, у виробництві патоки і глюкози, у текстильній промисловості, паперовій і багатьох інших галузях народного господарства.

Для одержання сирого крохмалю після відокремлення крохмальних зерен і очищення від забруднень, перш за все, треба зруйнувати клітинні стінки механічним обробленням зерна та екстрагентами (у виробництві крохмалю з кукурудзи). Кукурудза, що надходить на перероблення в зерні або в качанах, повинна мати вологість 13-16% і відповідати іншим вимогам (забрудненість, уміст домішок тощо). Зерна кукурудзи мають зародок, маса якого становить від 8 до 12% від маси зерна. Жирові речовини містяться в зародку.

У зерні кукурудзи розрізняють п'ять елементів: оболонку, що складається із двох шарів — перинарного й алейронового, ендосперму, зародка і чохла. Оболонка захищає внутрішні частинки зерна від пошкоджень і забруднень мікроорганізмами. Під оболонкою міститься захищений алейроновим шаром ендосперм, який складається із товстостінних клітин. Зародок міститься в нижній частині зерна і має видовжену форму. За масою елементи зерна становлять (%): оболонки — 6-8, зародок — 8-12, ендосперм — 80-83.

Цінні складові частини зерна кукурудзи — крохмаль, білок і жир — відокремлюються в процесі перероблення і використовуються для одержання

товарної продукції, кормових речовин та олії. Переробляється також і екстракт, одержаний під час замочування кукурудзи, який використовують у дріжджовій, ферментній та інших галузях промисловості.

Технологія крохмалю

На рисунку 1 показано замкнуту схему виробництва крохмалю із кукурудзи, що складається із таких етапів: очищення зерна від домішок, замочування, подрібнення і виділення зародка, подрібнення кашки, виділення із кашки крохмалю, промивання і сушіння крохмалю.

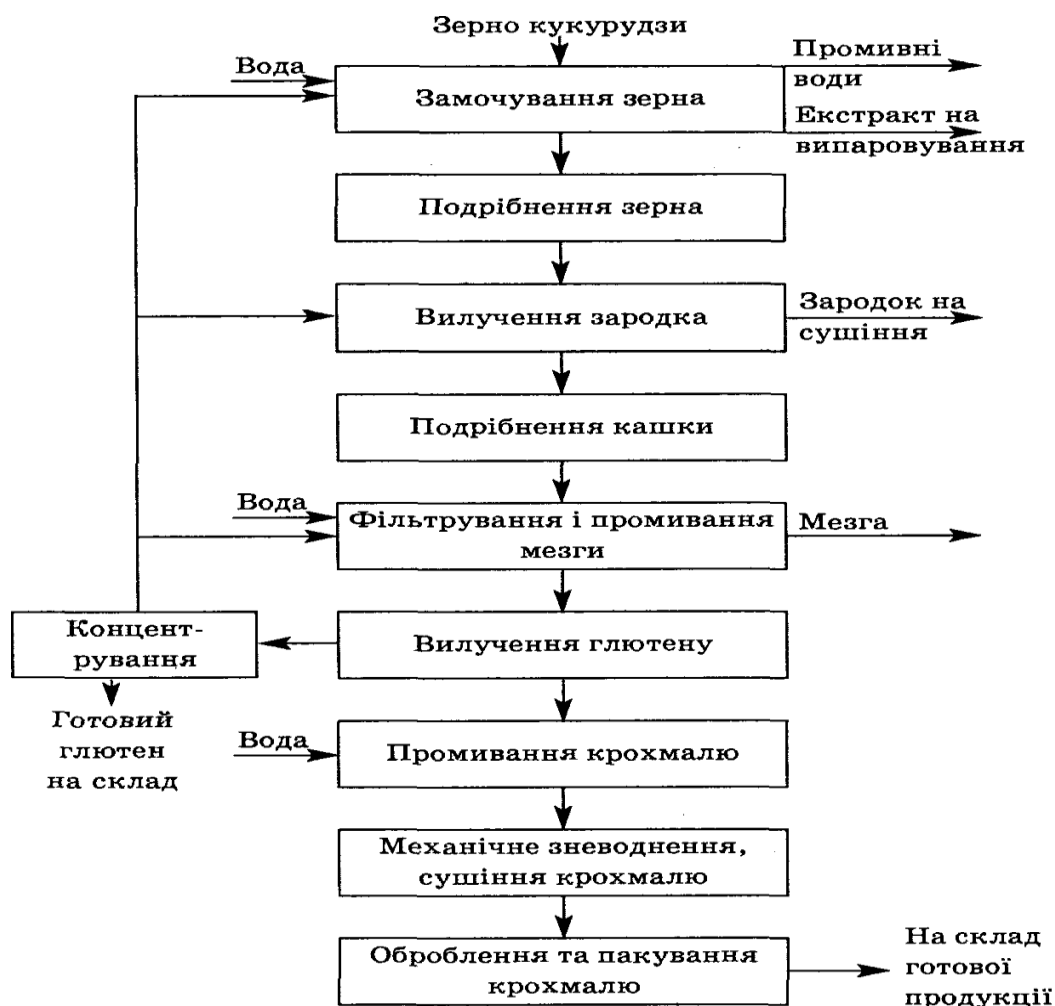


Рисунок 1 — Технологічна схема виробництва кукурудзяного крохмалю

Замочування зерна. Очищене від домішок зерно надходить у відділення

для замочування, метою якого є розм'якшення зерна, що полегшує відокремлення крохмалю, оболонок та зародка. У процесі замочування виводиться значна частина розчинних речовин кукурудзи, що утруднюють відокремлення крохмалю — цукрів, декстринів, амінокислот, білків, золи тощо. У процесі замочування знижується механічна міцність зерна, екстрагуються його розчинні елементи.

Замочування здійснюють сірчистою водою в замочувальних апаратах місткістю 50-130 м³. Розчин сірчистої води одержують насиченням води сірчистим ангідридом, одержаним під час спалювання сірки у спеціальних печах. Чани мають циліндро-конічну форму, виготовлені з дерева, сталі, алюмінію або залізобетону. Нижня частина має розвантажувальний люк і боковий отвір для відведення екстракту, які перекриті решітками зі щілинами. Чани групують у батареї об'ємом на 10-16 діб роботи і з'єднують трубопроводом і жолобами. Для замочування зерна застосовують протитечійний метод екстракції. Свіжий розчин сірчистої кислоти надходить в останній (хвостовий) апарат батареї, з якого перебачається вивантаження. Протягом кількох хвилин залиту воду перекачують через чан, забираючи її знизу і подаючи нагору. Цей спосіб називають «циркуляцією на себе». Після циркуляції розчин подається в наступний апарат. Після цього зерно із хвостового апарата вивантажується. Розчин таким чином перекачується з апарата в апарат назустріч кукурудзі, що надходить. Поступово концентрація розчинних речовин в екстракті збільшується і, нарешті, екстракт надходить у чан, в який завантажена свіжа кукурудза (головний апарат). Звідси екстракт відбирають із концентрацією сухих речовин 7-9 %. Для підтримання температури екстракції в чанах 48-50 °С екстракт періодично підігрівають в теплообмінниках. Час екстрагування 48-50 год. Під час замочування у зерні кукурудзи відбуваються складні фізико-хімічні процеси. Із зерна в замочувальну воду переходить близько 70 % мінеральних солей, 40 % розчинних вуглеводів і 13 % розчинного білка. Усього в замочувальну воду переходить 7-10 % сухих речовин зерна. Під дією сірчистої кислоти зерно розм'якшується і набухає, а білок денатурується. Підготовлене таким чином

зерно гідравлічний транспортер подає на подрібнення і відокремлення зародка.

Подрібнення і відокремлення зародка. Перед подрібненням зерно надходить у бункер, звідки направляється на дробарки. Для відокремлення поверхневої вологи використовують дугові сита. Основна мета подрібнення полягає у відокремленні із зерна зародка. У цьому разі вилучається також до 25 % крохмалю. У процесі замочування послаблюється зв'язок зародка з ендоспермом. Завдяки замочуванню зародок стає еластичним і майже не подрібнюється, що сприяє його подальшому вилученню на сепараторах або гідроциклонах.

Подрібнення кашки. Після дворазового подрібнення зерна кукурудзи і вилучення з нього паростків одержана маса складається із крохмалю, великих частинок ендосперму, глютену. Щоб вилучити крохмаль, що зв'язаний із некрохмалистою частиною зерна, необхідно подрібнити кашку на жорнах або млинах.

Фільтрування і промивання мезги. Продукт, одержаний після подрібнення кашки, містить вільні зерна крохмалю, білки, частини глютену, клітковину.

Окремі складові відокремлюють зі складної суспензії фільтруванням, тобто пропусканням суспензії через сита, які розподіляють суспензії за розміром частинок на окремі фракції. Просіювання уможливорює відокремлення крохмалю від великої та дрібної мезги. Для вилучення більш легких частинок глютену та інших домішок застосовують центрифугування. Принцип розподілу на центрифугах ґрунтується на різниці густини компонентів суспензії. Густина крохмалю — 1610, мезги — 1300 кг/м³. У сепараторах крохмаль із більшою густиною легко відокремлюється від частинок глютену і мезги з меншою густиною.

Для підвищення ступеня розподілу суспензію послідовно обробляють на кількох сепараторах. Одержане крохмальне молоко додатково очищують

на вакуум-фільтрах або гідроциклонах. Вихід крохмалю становить від 60 до 66,6 % від маси сухої кукурудзи.

Перероблення відходів виробництва крохмалю. Крім крохмалю, із зерна кукурудзи одержують інші цінні харчові продукти: олію, кукурудзяний корм, екстракт.

Перероблення кукурудзи на крохмаль за замкнутою схемою є прикладом організації безвідхідного виробництва, коли всі елементи сировини використовують для одержання цінних продуктів.

Технологія крохмальної патоки

Патоку, що є продуктом неповного кислотного гідролізу крохмалю, використовують у кондитерському, хлібопекарському, консервному, лікеро-горілчаному виробництвах.

Патока — слабкозабарвлена в жовтий колір, в'язка рідина. Залежно від глибини гідролізу патока має різний за вуглеводами склад. У ній містяться цукри і декстрини.

Процес гідролізу крохмалю — каталітичний, хімічний. Каталізатор — іони водню, а за ферментативного гідролізу — амілолітичні ферменти. Гідроліз може бути виражений такою характерною для поліцукридів реакцією:



На рисунку 2 показано технологічну схему виробництва крохмальної патоки з каталізатором — соляною кислотою і з використанням активованого вугілля для очищення спиртів.

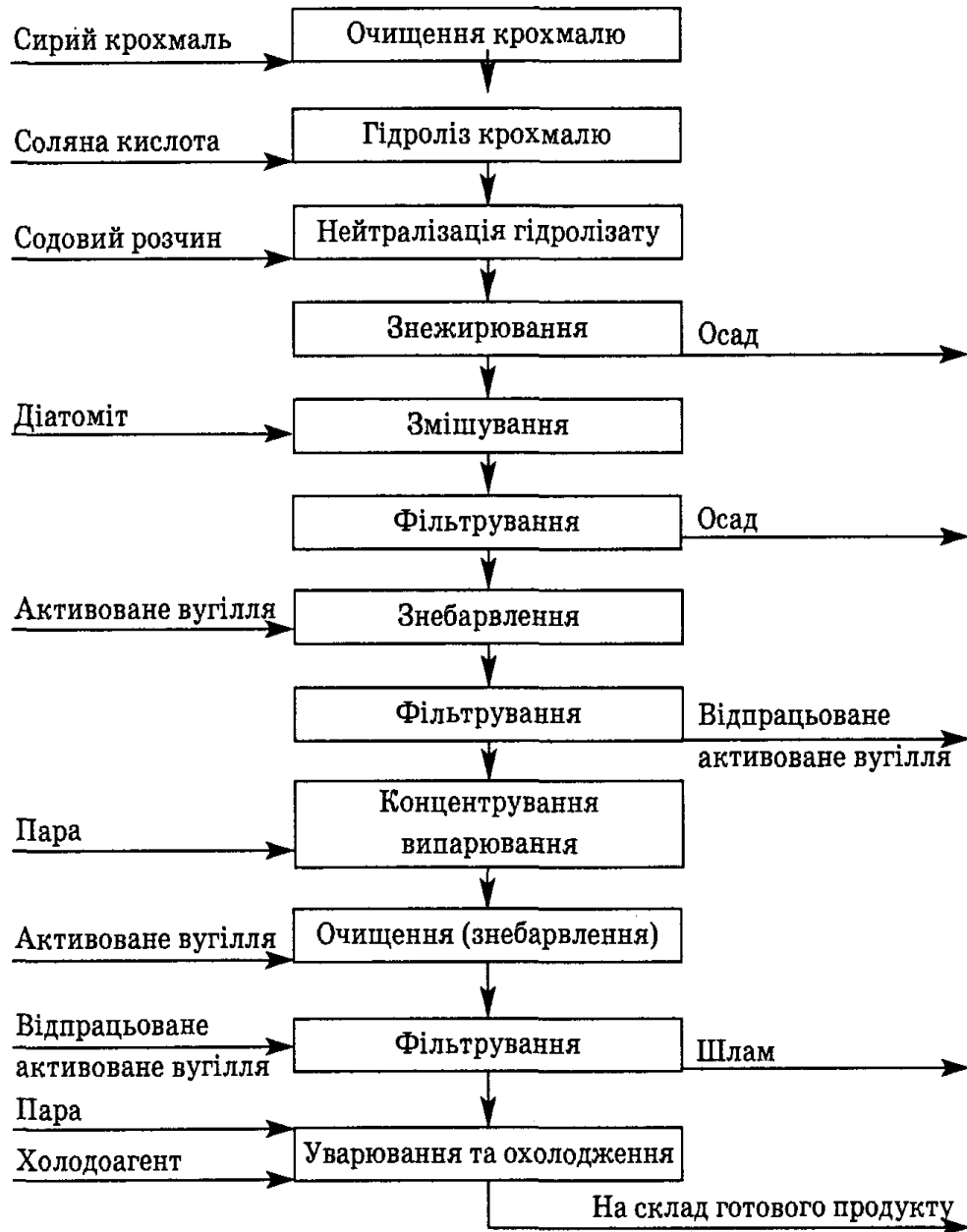


Рисунок 2 — Технологічна схема виробництва крохмальної патоки. Основними етапами виробництва крохмальної патоки є гідроліз крохмалю, нейтралізація гідролізату, вилучення, очищення і знебарвлення сиропу, концентрування, очищення густого сиропу, уварювання і охолодження.

Крохмальне молоко після очищення і змішування із соляною кислотою надходить до конвертора. Першим етапом є каталітичний процес гідролізу крохмалю, в результаті якого відбувається оцукрювання крохмалю.

Оцукрювання виконують періодично в автоклавах або в апаратах безперервної дії. Автоклав періодичної дії має циліндричний корпус зі сферичною кришкою і дном, виготовлені з червоної міді або бронзи.

Оцукрювання крохмалю в автоклаві відбувається за тиску 0,28-0,32 МПа. Проте повний цикл роботи автоклава включає заповнення барботера підкисленою водою, доведення її до кипіння, заварювання крохмалю, підвищення тиску, оцукрювання і видування готового сиропу і займає близько 20 хв. Автоматизація процесу оцукрювання може ґрунтуватися на принципі програмного керування. Для забезпечення безперервності технологічного потоку встановлюють не менше двох автоклавів.

Наступним етапом виробництва є нейтралізація кислого гідролізату.

Нейтралізація проводиться содою або крейдою. Під час нейтралізації содою відбувається така реакція:



Кухонна сіль (NaCl) залишається в нейтралізованому сиропі. Оскільки концентрація її незначна, то вона не впливає на смак патоки. Якщо для оцукрювання використовують сірчану кислоту, то нейтралізацію гідролізату можна провести крейдою CaCO_3 .

У цьому разі відбувається така реакція:



Гіпс (CaSO_4) випадає в осад і легко фільтрується. Нейтралізація проходить за 96-98⁰С у дерев'яних чанах із мішалками.

У результаті процесу нейтралізації вільні мінеральні кислоти (HCl, H_2SO_4), неприпустимі в харчових продуктах, переводяться в нешкідливі солі (KCl) або в нерозчинений осад (CaSO_4), який виводиться із гідролізату в осад. Якщо патока готується з кукурудзяного крохмалю, то в гідролізаті є жир, який треба вилучити. Якщо його не вилучити, то фільтрація не буде ефективною. Тому нейтралізований гідролізат, перш за все, піддають знежиренню. Жир спливає на поверхню сиропу і може бути вилучений відстоюванням. Апарат, що використовується для знежирення, являє собою

сталевий прямокутний резервуар із перегородками, завдяки яким ускладнюється рух нейтралізованого сиропу, що сприяє вилученню жиру.

Жир спливає на поверхню і відокремлюється. Більш прогресивним є відцентровий спосіб відокремлення жиру на сепараторах.

Знежирений сироп спрямовується на фільтрування. Для полегшення і підвищення якості процесу до сиропу додають у спеціальні змішувачі — діатоміт. Одержану суспензію подають на фільтрпреси періодичної дії або на барабанні вакуум-фільтри. Відфільтрований прозорий сироп має жовтий колір. Для його знебарвлення, усунення запаху і відокремлення мінеральних солей застосовують адсорбцію. Як адсорбент використовують кісткове або активне деревне вугілля. Після оброблення сиропу адсорбентом у змішувачі його ще раз фільтрують. Підготовлений таким чином сироп іде на випарювання у випарні апарати.

Основною метою випарювання є доведення концентрації сухих речовин у сиропі до 56-57% за масою. Випарювання проводять у багатокорпусній випарній установці. Зазвичай використовують трикорпусні випарники з меншими витратами теплоти і одержанням сиропу з малою барвністю.

Одержаний після випарювання сироп ще раз обробляють адсорбентом, фільтрують і після цього остаточно уварюють до концентрації сухих речовин не менше 78 %. Для запобігання розпаду цінних речовин уварювання густого сиропу проводять у вакуум-апаратах періодичної дії за значного розрідження — 85-89 кПа. Для уварювання сиропу застосовують апарати з нагрівною камерою, складеною з горизонтальних мідних трубок, що забезпечує низький рівень киплячої рідини, а отже, і малу температурну депресію. Уварювання проводиться за температури 50 °С. Кінцевою операцією технологічного процесу є охолодження патоки до температури 40-45 °С. Цей процес утруднений через високу в'язкість патоки. Для запобігання розпаду патоки охолодження треба проводити швидко — не більше, ніж півтори години.

Контрольні запитання

1. Яку сировину використовують у виробництві крохмалю?
2. Який хімічний склад картоплі?
3. Який хімічний склад кукурудзи?
4. Наведіть принципово-технологічну схему виробництва кукурудзяного крохмалю.
5. Наведіть принципово-технологічну схему виробництва крохмальної патоки.
6. Як обробляють одержаний після випаровування сироп для виробництва патоки?