



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **113655** (13) **C2**
(51) МПК
C08B 30/06 (2006.01)
C08B 30/12 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

В

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(21) Номер заявки: а 2015 00653	(72) Винахідник(и): Грюль Дітмар (АТ), Вастін Марнік Мішель (ВЕ/АТ), Бруннер Карін (АТ)
(22) Дата подання заявки: 29.06.2012	(73) Власник(и): АГРАНА ШТЕРКЕ ГМБХ, Donau-City-Straße 9 A-1220 Wien, Austria (АТ)
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: 27.02.2017	(74) Представник: Слободянюк Оксана Олександрівна, реєстр. №216
(41) Публікація відомостей про заявку: 12.05.2015, Бюл.№ 9	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: US 2818357 A, 31.12.1957 WO 96/04316 A1, 15.02.1996 US 2009/281304 A1, 12.11.2009 US 5932017 A, 03.08.1999
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 27.02.2017, Бюл.№ 4	
(86) Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ: РСТ/EP2012/062715, 29.06.2012	

(54) СПОСІБ ВИРОБНИЦТВА ТЕРМІЧНО ІНГІБОВАНОГО КРОХМАЛЮ АБО КРОХМАЛЕВМІСНОГО БОРОШНА**(57) Реферат:**

Даний винахід стосується способу виробництва термічно інгібованого крохмалю або крохмалевмісного борошна, що включає термічну обробку нативного крохмалю на спірально-вібраційному транспортері в присутності щонайменше 0,1 % за об'ємом кисню при температурі продукту від 150 °С до 200 °С, в якому крохмаль має вміст сухої речовини, який дорівнює або більший за 98 мас. % і є заздалегідь висушеним, при необхідності отримання цього вмісту сухої речовини.

UA 113655 C2

Даний винахід відноситься до термічно інгібованого крохмалю й крохмалевмісних видів борошна, отриманих термічною обробкою підсушеного нативного крохмалю, який містить, за необхідності, суху речовину в кількості 95 мас. %, бажано 98 мас. %, ще краще 99 мас. %.

Зерна нативного крохмалю в холодній воді не розчиняються. Якщо зерна нативного крохмалю диспергувати у воді й нагріти, то вони, щоправда, будуть гідратувати і набрякати. При безперервному нагріванні, прикладенні зусиль зрушення або за умов екстремальних значень рН набряклі зерна руйнуються й відбувається диспергування молекул крохмалю у воді, тобто солюбілізація. Попередньо желатинізовані крохмалі (тобто такі крохмалі, які є розчинними або набрякають у холодній воді) одержують звичайно шляхом термічної, хімічної або механічної клейстеризації. Даний винахід також однаковою мірою стосується нативних і попередньо желатинізованих крохмалів і крохмалевмісних видів борошна.

З рівня техніки відомо, що крохмалі нагрівають з різною метою, наприклад, для висушування, випаровування сторонніх запахів, додавання присмаку диму, стерилізації або декстринізації.

В US 3 977 897 В описаний не хімічно інгібований крохмаль, який одержують контрольованим нагріванням за певного показника рН водної суспензії амілозного крохмалю в непорушеному гранульованому вигляді й неорганічної солі, що приводить до підвищення температури клейстеризації крохмалю.

В US 4 303 451 В описане нагрівання крохмалю восковидної кукурудзи до температури в діапазоні від 120 до 200 °С за природного рівня показника рН, для видалення деревних запахів і для модифікації текстури під час попередньої желатинізації.

В JP 61-254602 описане нагрівання крохмалю восковидної кукурудзи і його похідних до температури в діапазоні від 100 до 200 °С для приготування крохмалю із властивостями емульгатора для заміни гуміарабіка. При цьому способі крохмаль нагрівають у присутності вологи, бажано за кислих умов при рН від 4,0 до 5,0 з метою гідролізу крохмалю для одержання емульгуючих властивостей.

В US 4 303 452 В описаний спосіб димової обробки крохмалю восковидної кукурудзи для поліпшення клейстеризованого крохмалю й одержання присмаку диму/копчення. Для протидії кислій реакції диму й одержання кінцевого крохмального продукту із рН 4-7, показник рН крохмалю перед копченням підвищують до 9-11. Бажано вміст води в крохмалі під час копчення становить від 10 до 20 %.

І хоча з наведених документів випливає, що крохмалі нагрівають для різних цілей, однак в них не йдеться про застосування тепла для одержання інгібованого крохмалю або ж крохмалю, інгібованого без застосування хімічних реагентів.

Якщо у воді диспергувати і нагрівати зерна нативного крохмалю, то зерна за температури від близько 60 °С будуть гідратувати, набрякати й досягнуть максимального показника в'язкості в діапазоні від 65 до 95 °С. Таке підвищення в'язкості є необхідною властивістю в багатьох випадках застосування в харчових і промислових цілях і є наслідком фізичної сили тертя між сильно набряклими зернами. Однак, з іншого боку, набряклі гідратовані зерна крохмалю є досить крихкими, при вмісті крохмальної суспензії за температури від 92 до 95 °С настає фрагментація зерен крохмалю й в'язкість падає. Зусилля зрушення або екстремальні значення рН також ведуть відповідно до тенденції до розпушення й фрагментації зерен, внаслідок чого крохмальні полімери дисоціюють і відбувається солюбілізація, що також веде до швидкого зниження початково високої в'язкості.

Було відомо, що можна інгібувати як набрякання крохмальних зерен, так і різке зниження в'язкості шляхом обробки крохмалю хімічними реагентами, які утворюють міжмолекулярні містки або поперечні зв'язки між молекулами крохмалю. Поперечні зв'язки підсилюють асоціативні водневі зв'язки, що утримують разом крохмальні зерна, обмежують їхнє набрякання й відповідно до цього інгібують розпад і фрагментацію зерен. На основі цього інгібування зшиті крохмалі називають також інгібованими крохмалями. Оскільки хімічно зшиті крохмалі знаходять застосування в багатьох галузях, у яких потрібна крохмальна паста зі стабільною в'язкістю, то представляється можливим інгібувати нативний або модифікований крохмаль без застосування хімічних реагентів, у результаті чого він набуває однакових оптимальних властивостей з хімічно зшитим крохмалем, які виражаються у вартості, витратах часу й у скороченні застосування хімічних реагентів. У порівнянні з хімічно інгібованими крохмалями або видами борошна такі продукти були б оптимальними, особливо з економічної, а також і з екологічної точок зору й відповідали б більшою мірою орієнтації ринку на натуральні продукти, як, наприклад, вільні від декларування продукти.

З WO 96/04315 A1 і WO 96/04316 A1 відомі термічно інгібовані, попередньо желатинізовані або попередньо не желатинізовані гранульовані крохмалі або термічно інгібоване, попередньо

не желатинізоване гранульоване борошно, які одержують (а) дегідратацією гранульованого крохмалю або гранульованого борошна до вмісту води менше 1 мас. % власне для зневоднювання крохмалю й (б) термічною обробкою власне зневодненого крохмалю або власне зневодненого борошна за температури 100 °C або вище протягом часу, достатнього для інгібування крохмалю або борошна, при цьому стадії дегідратації й теплової обробки проводилися в реакторі з киплячим шаром або в сушарці.

Однак, як відомо, реактори або сушарки з киплячим або псевдозрідженим шаром характеризуються поряд з деякими перевагами також значними недоліками, наприклад, такими, як розподіл часу витримування текучого середовища шляхом дисперсії, розподіл часу витримування твердої речовини зворотним змішуванням, ерозія ємності й стирання часточок твердої речовини й стінок апарата, труднощі збільшення масштабу й моделювання, а також високі затрати забезпечення вибухобезпеки і великі витрати енергії. Крім того у верхню частину реактора часто потрібно вбудовувати обладнання для розділення газу й твердої речовини (наприклад, циклон), при цьому через небезпеку винесення часток швидкості потоку нагору є обмеженою. Неоднорідності, які часто виникають при використанні киплячих шарів, можуть ускладнювати експлуатацію настільки, що доводиться зважати на дуже не уніфіковані розподіли часу витримування реакційної суміші. Особливо при киплячому шарі, який вирує або кипить з утворенням бульбашок, швидкість підйому суттєво відрізняється від твердої речовини бульбашок дуже неоднорідна.

Зі статті дипломованого інженера Фрица Штоффа (Fritz Stoff) в Chemie-Ing.-Technik, 35 випуск 1963 р., № 4, стор. 283-286), відомий так званий спірально-вібраційний транспортер або спіральна сушарка.

Спірально-вібраційний транспортер або спіральна сушарка складається в більшості випадків із замкнутої системи труб з нержавіючої сталі. При цьому труба закріплена на рамі, якій двигуном надається вібраційного руху. Залежно від кута розташування двигуна й швидкості вібрації частки транспортуються трубою або швидше, або повільніше й у такий спосіб задається необхідна для продукту швидкість потоку. При цьому можливо створити усередині труби певну контрольовану атмосферу, наприклад, можливе електричне нагрівання стінки труби до температури 650 °C. За допомогою гравіметрично керованого дозатора або, як альтернатива, ручним способом продукт подається в спіральну трубу й залежно від його щільності й заданої швидкості потоку буде мати заданий час перебування в спірально-вібраційному транспортері або спіральній сушарці. Якщо потрібний більш тривалий час обробки, то можлива рециркуляція матеріалу. Очищення системи проводиться без ускладнень завдяки відсутності мертвих точок. Тривалість перебування часток обернено пропорційна частоті обертання двигуна, тобто чим більша частота обертання двигуна, тем сильнішою є вібрація й тем коротшою тривалість перебування продукту в трубі.

З US 2 818 357 В відомий спосіб одержання продуктів перетворення або розщеплення високомолекулярних вуглеводнів шляхом нагрівання й за допомогою обладнання для здійснення цього способу, яким є в принципі й, як зображено на Фіг. 1 цього документа, спірально-вібраційний транспортер. Відповідно до стовпчика 3, рядка 51-62, в описаному обладнанні можуть протікати хімічні реакції між твердими речовинами згідно з описаним способом. Так, наприклад, можливо одержувати прості ефіри целюлози або крохмалю шляхом нагрівання суміші із целюлози або крохмалю з лугом або хлороцтовою кислотою згідно з описаним способом. Однак згідно з описом в US 2 818 357 В при цьому необхідно проводити реакцію без доступу повітря. Повне виключення повітря є дуже важливим, оскільки це попереджає небажане розщеплення целюлози або крохмалю.

Завданням даного винаходу є усунення недоліків, властивих описаним у рівні техніки способам, і забезпечення можливості одержання термічно інгібованого крохмалю й крохмалевмісних видів борошна, виготовлених альтернативним способом і альтернативним обладнанням.

Згідно з винаходом це завдання вирішується в результаті того, що термічно інгібований крохмаль і/або крохмалевмісні види борошна отримують термічною обробкою підсушеного нативного крохмалю й/або крохмалевмісних видів борошна, які містять, за необхідності, суху речовину в кількості більше 95 мас. %, бажано 98 мас. %, ще краще 99 мас. %, при цьому за необхідності підсушений нативний крохмаль і/або крохмалевмісні види борошна термічно обробляються в присутності, щонайменше, 0,1 % за об'ємом кисню за температури крохмалю й/або крохмалевмісних видів борошна, названою нижче температурою продукту, понад 100 °C у спірально-вібраційному транспортері. Несподівано з'ясувалося, що при обробці за необхідності попередньо просушеного нативного крохмалю й/або крохмалевмісних видів борошна за вказаних умов - всупереч опису в US 2 818 357 В - відбувається не термічне розщеплення

продуктів, а за присутності повітря або кисню повітря їх термічне інгібування. Джерела термічно інгібованих крохмалів і борошна різних видів можуть бути будь-якими, наприклад, це банани, кукурудза, горох, картопля, батат, ячмінь, пшениця, рис, саго, амарант, тапіока, сорго, а також крохмаль із високим або низьким вмістом амілози тощо. Якщо спеціально не вказано нічого іншого, то згадування крохмалю у даному описі слід розуміти так, він включає і відповідні види борошна. Термін "крохмаль" включає також крохмаль зі вмістом протеїну, причому протеїн може бути або ендегенним, або доданим із тваринного або рослинного джерела, наприклад, зеїн, альбумін і соєвий протеїн. Вираз "нативний крохмаль", як він тут вживається, означає крохмаль, який зустрічається в природі. Крохмалі можуть бути нативними або, як альтернатива, вони можуть бути крохмаллями, модифікованими ферментами, у результаті теплового або кислотного гідролізу, окислення, фосфорилування, переетерифікації (зокрема, гідроксильного алкілювання), етерифікації й хімічного зшивання. За необхідності вихідні продукти можуть бути підсушені, тому що в тому випадку, коли на крохмалі впливають теплом в присутності води, може відбутися кислотний гідроліз або кислотне розщеплення крохмалю. Гідроліз або розщеплення впливає на інгібування або виключає його, тому умови дегідратації крохмалю слід вибирати так, щоб це сприяло інгібуванню, а не гідролізу або розщепленню. І хоча можуть застосовуватися будь-які умови, які задовольняють ці критерії, однак прийнятні умови полягають у дегідратації за низьких температур або за підвищеного показника рН крохмалю перед дегідратацією. Кращі умови включають комбінацію низької температури й показника рН, від нейтрального до основного. Бажано температура дегідратації крохмалю підтримується на рівні 125 °C або нижче, бажано в діапазоні від 100 до 120 °C. Температура дегідратації може становити менше 100 °C, правда температура, складова, щонайменше, 100 °C, є більш ефективною після видалення вологи. Кращим рівень рН становить, щонайменше, 7, звичайно він перебуває в діапазоні значень від 7,5 до 10,5, бажано від 8 до 9,5, найкраще він становить більше 8. При значенні рН більше 12 може легко настати желатинізування, тому ефективніше задавати рН менше 12. Для регулювання показника рН крохмаль скаламучують у воді або іншому водному середовищі, а саме звичайно при співвідношенні 1,5-2,0 мас. частини води й 1,0 мас. частини крохмалю, рН задається додаванням відповідної основи. За необхідності можуть застосовуватися буфери, наприклад, фосфат натрію, для підтримування рН. Тоді крохмальну суспензію або зневоднюють і сушать, або відразу сушать до рівноважної вологості крохмалю, однак кращою є вологість від 2 до 6 %. Такі способи висушування необхідно відрізнити від стадій способу термічного інгібування, при якому крохмаль дегідратують до зневоднення. Як альтернатива, можна розпорошити розчин основи на порошкоподібний крохмаль у кількості, за якої буде досягнуте необхідне значення рН крохмалю, можна дифундувати в крохмаль лужний газ, наприклад, NH_3 , або ж можуть застосовуватися сухі суміші із крохмалю й борошна разом з лугом.

Згідно із кращим варіантом виконання даного винаходу термічна обробка крохмалю проводиться в спірально-вібраційному транспортері у присутності, щонайменше, 0,5 % за об'ємом кисню, бажано, щонайменше, 5 % за об'ємом, ще краще, щонайменше, 10 % за об'ємом, найкраще в присутності кисню повітря. З порівняльних дослідів у рамках даного винаходу випливає, що, хоча присутність кисню технологічно не можна виключити, за умов здійснення способу згідно з винаходом не спостерігалось ніякого небажаного розщеплення крохмальних продуктів. На противагу до відомих із рівня техніки описів можна було працювати навіть у присутності кисню повітря, завдяки чому спосіб одержання термічно інгібованого крохмалю згідно з винаходом і/або крохмалюмісних видів борошна може здійснюватися швидко, просто й не дорого.

Бажано крохмаль відповідно до винаходу відрізняється тим, що термічна обробка відбувається за температури продукту від 150 до 200 °C, бажано від 155 до 175 °C. Діапазонами термічної обробки є температури або температурний діапазон понад 150 °C, для практичних цілей верхня межа температури при термічній обробці становить звичайно 200 °C, причому за цієї температури можуть бути отримані сильно інгібовані крохмалі. Звичайно термічна обробка ведеться при 155-175 °C. Часовий і температурний профілі залежать від необхідного ступеня інгібування.

Згідно із кращим варіантом реалізації даного винаходу крохмаль присутній у гранульованій формі, переважно у формі нативного крохмалю, тобто у формі крохмалю, що зустрічається в природі.

Бажано крохмаль згідно з винаходом містить амілозу в кількості менше 5 мас. %, бажано менше 2 мас. %. Амілопектин є основним компонентом (який зазвичай присутній у кількості від 70 до 80 %) природного рослинного крохмалю, наприклад, кукурудзяного або картопляного, іншим же головним компонентом крохмалю виступає полісахарид амілоза звичайно із вмістом

від 20 до 30 %. Крохмалі з високим вмістом амілопектину, тобто крохмалі зі вмістом амілопектину не менше 95 мас. %, при звичайному вживанні слів, називаються амілопектиновими крохмалю.

Особливо бажаним крохмалем є крохмаль згідно з винаходом зі вмістом амілози менше 5 мас. %, бажано менше 2 мас. %, а саме кукурудзяний крохмаль (звичайно такі крохмалі називаються крохмалю восковидної кукурудзи).

Нижче даний винахід докладніше пояснюється за допомогою прикладів, якими він, однак, не обмежується.

Характеристика в'язкості

Для характеристики термічно інгібованих крохмалів і борошна користуються залежним від температури й часу вимірюванням в'язкості крохмалю й крохмалювмісних видів борошна й порівнюють їх з вихідним еталонним матеріалом. Цей процес протікає у віскографі-Е Брабендера (виготовлений фірмою Brabender Technologie KG) і виражається в одиницях Брабендера. Ця одиниця вказує на опір розчину, вимірний у вигляді обертового моменту. Водно-крохмальна суспензія обробляється в приладі Брабендера за постійної швидкості нагрівання або охолодження, при цьому чаша Брабендера обертається з постійною швидкістю, одночасно реєструються температура й одиниці Брабендера. Одержують вимірювальну діаграму після нанесення температури, одиниць Брабендера й часу. Термічно не інгібовані крохмалі клейстеризуються, як правило, у діапазоні 60-70 °C і досягають свого максимуму в діапазоні 65-95 °C. При витримюванні температури протягом певного часу за максимальним показником слідує зниження в'язкості і її повторне підвищення при охолодженні, яке закінчується кінцевою в'язкістю.

Як відомо з рівня техніки, інгібовані крохмалі відрізняються від їхнього вихідного матеріалу зниженим показником зниження в'язкості. Це значить, що зі збільшенням інгібування мінімізується зниження в'язкості, аж до утворення плато. Також при цьому знижується максимальна в'язкість.

Спосіб Брабендера

Для нейтрального середовища в апараті Брабендера всі проби були переведені в суспензію в демінералізованій воді, у результаті одержали 6,25 %-у крохмальну суспензію за сухою речовиною. Суспензію помістили в призначену для проб чашу віскографа-Е Брабендер з месдозою 700 см³/г. При вимірюванні нагрівали від 30 до 90 °C, цю температуру підтримували протягом 30 хвилин. Потім знову охолоджували до 30 °C. Максимальний пік і зниження в'язкості, а також кінцева в'язкість виражалися в одиницях Брабендера.

У прикладах застосували наступні матеріали:

- нативний крохмаль восковидної кукурудзи (Agrana, AT),
- хімічно модифікований крохмаль, Aganajel 20.321 (Agrana, AT),
- гідрокарбонат натрію 106323 (Merck, AT),
- демінералізована вода,
- термічно інгібований крохмаль, Novation® 2300 (National Starch, US),
- термічно інгібований крохмаль, Novation® 2600 (National Starch, US),
- спіраль-вібраційний транспортер або спіральна сушарка (Revtech, FR),
- лабораторні ваги Kern PLJ 4000-2M,
- вимірювач вологи Sartorius MA40,
- рН-метр WTW pH 330,
- віскограф-Е Брабендер з керуючим блоком і охолоджувачем (Brabender Technologie, DE),
- лійка Бюхнера Haldenwanger 127C-4,
- фільтрувальний папір Whatmann® 589/1,
- вакуумний насос Knf Laboport N820.3AT.18,
- сушарка Retsch TG100,
- мішалка IKA RW 47D,
- млин Retsch ZM200, 1 мм при роботі,
- різне лабораторне оснащення.

Застосований спіраль-вібраційний транспортер був дослідно-промисловим приладом з розмірами: діаметр (внутрішньої труби) 0,10 м, довжина (труби) 35 м, об'єм (труби) 0,275 м³. Як технологічні параметри були задані: швидкість вібрації: 100 %, кут розташування двигуна: 450 і потужність приводного двигуна: 100 %.

Для забезпечення можливості швидкого й повного висушування при кожному обороті спіралі відкривалися два отвори в трубі. У результаті вода могла випаровуватися й не конденсуватися на стінці труби, крім того гарантувався постійний рівень кисню.

1. Приклад: підлужування крохмалю

- 45 % (у ваговому співвідношенні) нативного крохмалю восковидної кукурудзи скаламутили в 55 % (у ваговому співвідношенні) демінералізованій воді й додаванням 20 %-го (у ваговому співвідношенні) розчину NaHCO_3 довели до pH 9,5. Суспензію профільтрували у вакуумі крізь лійку Бюхнера із вкладеним в неї фільтрувальним папером (Whatmann® 589/1) і крохмаль сушили в сушарці Retsch при 60 °C до рівноважної вологості.

Таблиця 1

Порівняння даних за Брабендером для вихідного матеріалу (крохмалю восковидної кукурудзи) і для вихідного матеріалу із прикладу 1 (1 позначений нижче не модифікований крохмаль)

Назва	VT (°C)	PM (BE)	BD (BE)	EV (BE)
1	67,3	1066	777	546
Нативний крохмаль восковидної кукурудзи	68,0	1059	760	547

При цьому означають: VT - температура клейстеризації; PM - максимальний пік; BD - зниження в'язкості; EV - кінцева в'язкість.

2. Приклад. Висушування (130 °C)

- Крохмаль із прикладу 1 подавався через спіраль при швидкості потоку продукту 50 кг/год. і його температурі 130 °C. Дозування проводилося гравіметрично за допомогою автоматичної позиції. Після закінчення циклу проба відбиралася й аналізувалася. Як впливає із таблиці 2, проба при висушуванні не змінилася у відношенні термічно інгібованого крохмалю й зберегла динаміку в'язкості подібно до не модифікованого крохмалю.

Таблиця 2

Порівняння даних за Брабендером для вихідного матеріалу із прикладу 1 (не модифікований крохмаль), хімічно модифікованого крохмалю (Agenajel 20.321) і двох наявних на ринку інгібованих видів крохмалю (Novation®) з даними після висушування (1)

Назва	Темп. (°C)	VT (°C)	PM (°C)	BD (°C)	EV (°C)
1	130	67,4	1408	1131	528
Контроль над не модифікованим крохмалем	-	67,3	1066	777	546
Контроль над хімічно модифікованим крохмалем	-	65,6	668	32	1020
Novation® 2300		65,2	506	1	771
Novation® 2600		66,4	682	41	1011

При цьому позначають: VT - температура клейстеризації; PM - максимальний пік; BD - зниження в'язкості; EV - кінцева в'язкість.

3. Приклад: 190 °C

- Обидва отвори в трубі були з'єднані зі шлангом для забезпечення рециркуляції продукту. Усі отвори кожної спіралі були відкриті. Крохмаль із прикладу 1 підмішували при швидкості потоку 100 кг/год. Після висушування при 130 °C протягом 6 хвилин температуру нагрівання підняли для того, щоб продукт досяг температури 190 °C, продукт циркулював по контуру доти, доки він не набув візуально помітного інтенсивного темно коричневого кольору і не змінився його запах. Після кожного циклу (тривалістю близько 6 хв.) шланг вручну на короткий час від'єднували й відбирали пробу.

- Як видно з таблиці 3, зі збільшенням тривалості обробки за температури 190 °C одержали крохмаль, профіль в'язкості якого наближався до хімічно модифікованої контрольної проби і який був співрозмірним із термічно інгібованими продуктами, представленими на ринку. Чим довше обробляється крохмаль, тим вищим є ступінь інгібування й, отже, меншою в'язкість.

Таблиця 3

Порівняння даних за Брабендером для не модифікованого крохмалю, хімічно модифікованого крохмалю й двох, представлених на ринку інгібованих видів крохмалю (Novation®) з даними після обробки при 190 °C з різним часом (1-5)

Назва	Темп., (°C)	Час, (хв.)	VT, (°C)	PM, (°C) (Од. за Брабендером)	BD, (°C) (Од. за Брабендером)	EV, (°C) (Од. за Брабендером)
1	190	12	66,8	1117	741	631
2	190	18	66,5	1039	480	834
3	190	24	65,3	669	19	1016
4	190	30	63,3	419	0	634
5	190	36	62,0	207	0	371
Контроль над не модифікованим крохмалем	-	-	67,3	1066	777	546
Контроль над модифікованим крохмалем	-	-	65,6	668	32	1020
Novation® 2300	-	-	65,2	506	1	771
Novation® 2600	-	-	66,4	682	41	1011

При цьому позначають: VT - температура клейстеризації; PM - максимальний пік; BD - зниження в'язкості; EV - кінцева в'язкість.

4. Приклад: 170 °C

- 5 Проби обробляли за тією ж схемою, що й у прикладі 2, з тією лише різницею, що термічна обробка проводилася за температури продукту 170 °C. З таблиці 4 можна бачити, що зі збільшенням тривалості обробки зростала інтенсивність термічного інгібування й одержували теплостійкі проби з різко зменшеним зниженням в'язкості, які мали властивості хімічно модифікованих крохмалів.

Таблиця 4

Порівняння даних за Брабендером для не модифікованого крохмалю, хімічно модифікованого крохмалю й двох представлених на ринку інгібованих крохмалів (Novation®) з даними, отриманими після обробки при 170 °C з різною тривалістю (1-6)

Назва	Темп., (°C)	Час, (хв.)	VT, (°C)	PM, (°C)	BD, (°C)	EV, (°C)
1	170	18	67,0	1125	717	667
2	170	30	66,4	933	193	1224
3	170	36	66,2	842	101	1166
4	170	42	66,0	722	14	1103
5	170	48	65,9	653	3	1035
6	170	54	65,6	564	0	853
Контроль над не модифікованим крохмалем	-	-	67,3	1066	777	546
Контроль над модифікованим крохмалем	-	-	65,6	668	32	1020
Novation® 2300	-	-	65,2	506	1	771
Novation® 2600	-	-	66,4	682	41	1011

При цьому позначають: VT - температура клейстеризації; PM - максимальний пік; BD - зниження в'язкості; EV - кінцева в'язкість.

5. Приклад: 150 °C

Проби обробляли тим же способом, що й у прикладі 2, з тією лише різницею, що термічна обробка проводилася за температури продукту 150 °C. У цьому випадку термічне інгібування вдавалося меншою мірою й у порівнянні з не модифікованим крохмалем одержували лише незначно менш стабільні зразки крохмалю.

Таблиця 5

Порівняння даних за Брабендером для не модифікованого крохмалю, хімічно модифікованого крохмалю й двох наявних на ринку інгібованих крохмалів (Novation®) з даними, отриманими після обробки при 150 °C за різної тривалості (1-8)

Назва	Темп., (°C)	Час, (хв.)	VT, (°C)	PM, (°C)	BD, (°C)	EV, (°C)
1	150	30	66,9	1146	653	743
2	150	36	66,8	1063	439	868
3	150	42	66,8	1208	561	923
4	150	48	66,7	968	227	1118
5	150	54	66,7	968	211	1204
6	150	60	66,9	936	205	1318
7	150	66	67,0	923	203	1320
8	150	72	66,6	915	166	1222
Контроль над не модифікованим крохмалем	-	-	67,3	1066	777	546
Контроль над модифікованим крохмалем	-	-	65,6	668	32	1020
Novation® 2300	-	-	65,2	506	1	771
Novation® 2600	-	-	66,4	682	41	1011

При цьому позначають: VT - температура клейстеризації; PM - максимальний пік; BD - зниження в'язкості; EV - кінцева в'язкість.

З таблиці видно, що обробка крохмалю у спіральньо-вібраційному транспортері є неперервним процесом і що реакція протікає експоненціально швидше, ніж вище задана температура. За допомогою спіральньо-вібраційного транспортера можуть бути отримані криві, які еквівалентні до таких для наявних на ринку термічно інгібованих крохмалів. Чітко видно, що за більш високої температури й більш короткого часу може бути отриманий такий же результат, що й за більш низької температури й більш тривалого часу.

6. Приклад: технологічне порівняння термічно інгібованого крохмалю

Три із приготвлених у спіральньо-вібраційному транспортері проб (190 °C/24 хв., 170 °C/36 хв., 170 °C/54 хв.) обробляли в апараті для приготування вишнево-фруктового напою з 40° Брикса й перевіряли їх на придатність у чутливій системі для продуктів харчування з кислим показником pH.

У таблиці 6 наведена рецептура приготування вишнево-фруктового напою з 40° Брикса для технологічної перевірки отриманих зразків крохмалю.

Таблиця 6

Рецептура вишнево-фруктового напою з 40° Брикса

Матеріал	Маса
Вода	153,00
Вишня звичайна, нарізана	400,00
Цитрат натрію	1,00
Цукор, нагрітий до 40 °C	300,00
Вода	100,00
Крохмаль, добавка крохмальної суспензії, нагрівання до 95 °C,	45,00
Лимонна кислота, нагрівання до 92 °C, витримана протягом 10 хв.	1,00
Разом:	1000,00

В аналізі, який приводиться нижче, проби порівнюються на смак, зовнішній вигляд і в'язкість або реологію.

Таблиця 7

Результати для різних виготовлених, термічно інгібованих крохмалів у вишнево-фруктовому напої з 40° Брикса

Крохмаль	pH	В'язкість, (мм/30 с.), D=1	В'язкість, (мм/30 с.), D=14	Синерезис у формольних числах D=14	Текстура, формольне число	Купажування з йогуртом	Смак
190 °C, 24 хв.	3,28	58	50	Відсутній	Дуже гарна	Хороша гарна структура	Типовий
170 °C, 36 хв.	3,30	48	39	Відсутній	Гарна, трохи желатиноподібна	Хороша гарна структура	Типовий
170 °C, 54 хв.	3,32	60	66	Відсутній	Гарна	Гарна гарна структура	Типовий

5 Показники в'язкості виготовлених у спірально-вібраційному транспортері проб згідно з винаходом є співрозмірними із даними за Брабендером якості крохмалів Novation з рівня техніки. Крім того вони здатні замінити хімічно модифіковані крохмалі.

Проба, оброблена при 170 °C протягом 54 хв., показала аналогічну динаміку зміни в'язкості, що й крохмаль Novation 2300 із дещо більшою в'язкістю.

10 Проба після 42-хвилинної обробки при 170 °C і проба після 24-хвилинної обробки при 190 °C показали профіль в'язкості, який відповідав крохмалю Novation 2600 і отже, представленою на ринку термічно інгібованому крохмалю.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

15

1. Спосіб виробництва термічно інгібованого крохмалю або крохмалевмісного борошна, що включає термічну обробку нативного крохмалю на спірально-вібраційному транспортері в присутності щонайменше 0,1 % за об'ємом кисню при температурі продукту від 150 °C до 200 °C, в якому крохмаль має вміст сухої речовини, який дорівнює або більший за 98 мас. % і є заздалегідь висушеним, при необхідності отримання цього вмісту сухої речовини.

20

2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що крохмаль є заздалегідь висушеним до вмісту сухої речовини, який дорівнює або більший за 99 мас. %.

3. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що термічну обробку проводять в присутності щонайменше 0,5 % за об'ємом кисню.

25

4. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що термічну обробку проводять в присутності щонайменше 5 % за об'ємом кисню.

5. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що термічну обробку проводять в присутності щонайменше 10 % за об'ємом кисню.

30

6. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що термічну обробку проводять в присутності кисню повітря.

7. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що термічну обробку проводять за температури продукту від 155 до 175 °C.

8. Спосіб за кожним з пунктів 1-7, який **відрізняється** тим, що він перебуває в гранульованому вигляді.

35

9. Спосіб за кожним з пунктів 1-7, який **відрізняється** тим, що вміст амілози в ньому становить менше 5 мас. %, бажано менше 2 мас. %.

10. Спосіб за п. 9, який **відрізняється** тим, що він є кукурудзяним крохмалем з більшим вмістом амілопектину.