



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) UA (11) 97467 (13) C2
(51) МПК
A23J 1/12 (2006.01)

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) СПОСІБ ВИДІЛЕННЯ КЛЕЙКОВИНИ Й КРОХМАЛЮ

1

2

(21) а200713916

(22) 19.05.2006

(24) 27.02.2012

(86) PCT/NL2006/050122, 19.05.2006

(31) 05104257.0

(32) 19.05.2005

(33) EP

(46) 27.02.2012, Бюл.№ 4, 2012 р.

(72) ПЕЙДЖАМБАРДОУСТ СЕЙЕД ХАДІ, IR/NL,
ВАН ДЕР ГООТ АТЦЕ ЯН, NL, ХАМЕР РОБЕРТ
ЯН, NL, БООМ РЕМКО МАРСЕЛЬ, NL

(73) КАРГІЛЛ ІНК., US

(56) UA 49362 A, 16.09.2002

EP 0282038 A, 14.09.1989

(57) 1. Спосіб виділення клейковини й крохмалю із пшеничного борошна, де зазначений спосіб включає стадії:

(а) замішування борошна й водної композиції з одержанням тіста, що має вологість, менше 50 % у перерахуванні на масу сухого борошна;

(b) приведення тіста, отриманого на стадії (а), у стан, в основному, простої зсувної пластичності за допомогою зсувного зусилля, рівного не менш 1 кПа, при подачі питомої механічної енергії, рівної не менше 5 кДж/кг за 1 хвилину часу обробки, з одержанням обробленого тіста, і

(с) розділення обробленого тіста на збагачену клейковиною фракцію й збагачену крохмалем фракцію.

2. Спосіб за п. 1, у якому водною композицією є вода або розведений розчин солі, що має іонну силу, рівну від 0,05 до 5.

3. Спосіб за п. 2, у якому сіллю є хлорид натрію.

4. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів 1-3, у якому тісто, отримане на стадії (а), відпускають при температурі від 0 до 50 °C протягом періоду часу, рівного від 1 до 120 хв, до стадії (b).

5. Спосіб за п. 4, у якому тісто відпускають при температурі від 15 до 50 °C.

6. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів 1-5, у якому масовий вміст глютенінового макрополімеру (ГМП) у вологому стані в обробленому тісті становить не менше 80 % від початкового вмісту ГМП у вихідному борошні у перерахуванні на суху речовину.

7. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів 1-6, у якому стадія (с) включає центрифугування й просіювання.

8. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів 1-7, у якому стадію (b) проводять у реакторі, що характеризується профілем абсолютної швидкості.

9. Спосіб за п. 8, у якому реактором є реактор з конусом і пластиною або із двома конусами.

10. Спосіб за будь-яким з пп. 1-8, у якому стадію (b) проводять у реакторі Куетта.

11. Спосіб за будь-яким з пп. 1-10, у якому збагачену клейковиною фракцію, отриману на стадії (с), промивають водою.

12. Спосіб за будь-яким з пп. 1-11, у якому збагачену клейковиною фракцію висушують.

13. Застосування збагаченої клейковиною фракції, одержаної способом за п. 12, для хлібопечення.

14. Збагачена клейковиною фракція, одержана способом за будь-яким з пп. 1-12.

15. Збагачена клейковиною фракція за п. 14, що має мінімальний розмір частинок, рівний більше 0,5 мкм.

16. Збагачена клейковиною фракція за п. 14 або п. 15, яку одержують із обробленого тіста, одержаного на стадії (b) за п. 1, де зменшення значення видимого деформаційного зміцнення $\ln \sigma / d\epsilon_H$ зазначеного обробленого тіста становить до 5 % у порівнянні зі значенням видимого деформаційного зміцнення $\ln \sigma / d\epsilon_H$ НС-тіста.

17. Збагачена клейковиною фракція за будь-яким з пп. 14-16, яку одержують із обробленого тіста, отриманого на стадії (b) за п. 1, де зазначене оброблене тісто має масовий вміст ГМП у вологому стані, що становить не менше 80 % від початкового вмісту ГМП у борошні, використаному на стадії (а) за п. 1, у перерахуванні на суху речовину.

18. Клейковина, яка виділена із збагаченої клейковиною фракції за будь-яким з пп. 14-17 за допомогою звичайних методів промивання водою.

19. Тісто, одержане за допомогою стадій (а) і (b) способу за будь-яким з пп. 1-12.

20. Тісто за п. 19, що має масовий вміст ГМП у вологому стані, що становить не менше 80 % від початкового вмісту ГМП у борошні, використаному в способі одержання зазначеного тіста у перерахуванні на суху речовину.

(13) C2

(11) 97467

(19) UA

Галузь техніки, до якої належить винахід

Даний винахід відноситься до способу розділення пшеничного борошна на клейковину й крохмаль. Даний винахід також відноситься до способу готування тіста, яке має покращені характеристики, та до збагаченої клейковиною фракції й до одержаної з неї клейковини, яка має покращені характеристики, зокрема, збільшеними максимальною напругою й розтяжністю.

Рівень техніки

Розділення пшеничного борошна на нативну клейковину й крохмаль є важливою промисловою технологією. Виділені білки клейковини широко використовуються, наприклад, у якості текстуруючих або зв'язувальних засобів, у якості покращувачів пшеничного борошна в хлібопекарській промисловості, а отриманий крохмаль переробляють у цукровий сироп або використовують у промисловості взагалі й у харчовій промисловості зокрема.

У промисловості такі технології розділення клейковини й крохмалю завжди включають щонайменше одну стадію мокрого розділення, таку як звичайний "процес Мартіна". У процесі Мартіна пшеничне борошно й воду замішують у тісто й крохмаль екстрагують із тіста шляхом вимивання водою.

Іншим прикладом технології, що включає стадію мокрого розділення, є розкритий в ЕР А 090533, де на першій стадії пшеничне борошно змішують із водою з одержанням тіста. Потім агрегати клейковини, що утворилися під час змішування, вимивають при обережному замішуванні. Крохмаль відокремлюють від зависі за допомогою цієї стадії вимивання або шляхом центрифугування з використанням декантаторів або гідроциклонів і нерозчинну клейковину дістають із суспензії за допомогою сита з наступним сушінням у циркуляційній сушарці за допомогою повітря, температура якого дорівнює приблизно 100 - 150°C. У випадку миттєвого висушування часто використовують більш високі температури, навіть аж до 300°C. Сушіння є критично важливою стадією, оскільки при сильному нагріванні клейковина може зруйнуватися й втратити свої функціональні характеристики. Звичайно отримана в такий спосіб клейковина має вміст білка, рівний 75 - 80 % у перерахуванні на суху речовину.

Недоліком цих технологій розділення є використання великих кількостей води, яку потім необхідно очищувати. По-друге, клейковина завжди деякою мірою розкладається при впливі тепла. Потретє, для сучасної технології характерна втрата розчинних білків, які вимиваються, та втрати за рахунок комплексів клейковина-крохмаль і клейковина-НКП (некрохмалисті полісахариди), ймовірно, які утворюються під час замішування. За допомогою сучасних технологій ці комплекси клейковина-НКП неможливо очистити, так щоб одержати нативну клейковину. По-четверте, у технологіях попереднього рівня техніки відомим утрудненням є переміс і він часто приводить до зменшення виходу. Крім того, у безперервних технологіях важко запобігти перемісові і часто необхідно вибирати пшеницю високої якості, що збільшує витрати на

сировину. Інакше кажучи, оскільки в технології попереднього рівня техніки дуже важливо оптимальне замішування тіста, стадію замішування необхідно відрегулювати, щоб компенсувати відміни у якості борошна. Крім того, технологія попереднього рівня техніки, ймовірно, є менш придатною (приводить до меншого виходу) для використання борошна поганої хлібопекарської якості.

Іншим недоліком є вимога про проведення стадії замішування, для якої в даній галузі техніки відомо, що вона впливає на кількість важливої фракції агрегатів глютеніну, які називаються глютеніновим макрополімером (ГМП). У той час, як замішування тіста важливо для проведення початкового мокрого розділення, тривалий час замішування небажано призводить до втрати значної частини клейковини у вигляді непридатного для використання комплексу клейковина-полісахарид. Крім того, слід зазначити, що вплив тривалості замішування на якість продукту залежить від якості борошна, яке використовується.

В ЕР А 010447 описана технологія, згідно з якою агломерація клейковини забезпечується шляхом розведення повністю дозрілого тіста, отриманого замішуванням 0,6 - 1 частин води на 1 мас. частину борошна за допомогою звичайного змішувача, наступного розведення цього тіста за допомогою 0,5 - 3 частин води на 1 мас. частину тіста з одночасним або наступним додаванням до суміші зсувного впливу, внаслідок чого клейковина агломерується. Перерахунок показує, що запропоноване винахідниками тісто має вологість у діапазоні 0,58 - 0,88 у перерахуванні на масу сухого борошна. Зсувний вплив додають, наприклад, шляхом інтенсивного розмішування й/або перекачування суміші тіста з водою через вузьку діафрагму. У публікації T.R.G. Jongen et al. *Cereal Chem.* 80, 383 - 389 (2003), це розмішування трохи невідомо назване "зсувним", а в дійсності воно включає комбінацію трьох компонентів, тобто зсувної плинності, обертальної плинності, подовжуючої плинності. У публікації Jongen et al. введено скалярний параметр D для проведення відмінності між суто обертальною плинністю ($D = -1$), суто зсувною плинністю ($D = 0$) і суто подовжуючою плинністю ($D = +1$), більш докладно обговорений нижче. Тому технологія, запропонована в ЕР А 010447 - разом з першою стадією замішування для одержання тіста - не відрізняється від звичайних технологій замішування. Крім того, думають, що додаткова стадія розведення й відносно висока температура води, яка дорівнює 40 - 50°C, у ще більшому ступені знижує якість продукту.

Окрім того, в ЕР А 282038 описана технологія одержання нерозчинного у воді модифікованого продукту із клейковини за методикою, що включає (а) замішування суміші пшеничного борошна, L-аскорбінової кислоти, цистину й води, (b) замішування тіста, отриманого на стадії (а), при великому зсувному зусиллі, переважно - в екструдері, м'ясорубці або в машині, у якій можна замішувати тісто при великому зсувному зусиллі (див. ЕР А 282038, стор. 5, рядок 28), при якій клейковина механічно розривається на менші молекули й вміст білків,

розчинних в 0,05 н. водному розчині оцтової кислоти, збільшується до 75 - 85 мас. % у перерахуванні на повний вміст білка в тісті, і (с) виділення нерозчинної у воді модифікованої клейковини з тіста. Однак, процедура замішування, що включає сильну зсувну плинність, включає комбінацію трьох компонентів, зсувної плинності, обертальної плинності, подовжуючої плинності, як це описано вище. Однак спосіб, запропонований у даному винаході, включає тільки зсувну плинність, що у даному документі визначається, як "простий зсув" або "проста зсувна плинність". Крім того, спосіб запропонований у даному винаході, приводить до продуктів із клейковини, які відрізняються від продуктів із клейковини, що відомі з попереднього рівня техніки.

Короткий виклад суті винаходу

В основу даного винаходу покладено завдання розробки способу виділення клейковини й крохмалю з борошна з більш високими виходами білка, покращеною якістю білка та зі значним зменшенням втрати розчинних білків.

Даний винахід стосується способу виділення клейковини й крохмалю з борошна, зазначений спосіб включає стадії:

(а) замішування борошна у водній рідині з одержанням тіста, що володіє вологістю, яка дорівнює менш 50% у перерахуванні на масу сухого борошна;

(b) приведення тіста, отриманого на стадії (а), у стан в основному простої зсувної плинності за допомогою зсувного зусилля, рівного не менш 1 кПа, при подачі питомої механічної енергії, рівної не менш 5 кДж/кг, з одержанням обробленого тіста; і

(с) розділення обробленого тіста на збагачену клейковиною фракцію й збагачену крохмалем фракцію.

Опис креслень

На фіг. 1 представлені визначені при великій деформації характеристики руйнування клейковини, отриманої за двома різними методиками, тобто, способом запропонованим у даному винаході, і звичайним способом замішування із замішуванням мішалкою з з-подібними лопатями.

На фіг. 2 наведені дані по вмісту ГМП у тісті, приготвленому з борошна Spring способом, запропонованим у даному винаході.

На фіг. 3 наведені дані по вмісту ГМП у тісті, приготвленому з борошна Soissons способом, запропонованим у даному винаході.

Детальний опис винаходу

У даному документі та у формулі винаходу дієслово "включати" і його форми використано в значенні, яке не обмежує, яке вказує, що наступні за ним об'єкти включені до розгляду, але особливо не вказані об'єкти не виключені з розгляду. Крім того, вказівка на елемент в одиниці не означає, що виключено можливість наявності більше одного такого елемента, якщо з контексту ясно не витікає, що міститься один і тільки один з елементів. Тому вказівка на один елемент звичайно означає вказівку не менш, ніж на один елемент.

Важливим для даного винаходу є те, що варто розуміти, що при звичайних технологіях замішу-

вання, тобто технологіях, що включають стадії замішування й/або перекачування насосом, які відомі з попереднього рівня техніки, відбуваються деформації всіх трьох типів: (1) одноосьове розтягання, (2) простий зсув й (3) обертання твердого тіла. У публікації T.R.G. Jongen et al. *Cereal Chem.* 80, 383 - 389 (2003), яка включена в даний винахід як посилання, проведене теоретичне дослідження різних конфігурацій місильної машини, включаючи спіральні мішалки фаринограф, Do-corder, міксограф і Еберхарта. У публікації ввели параметр плинності D, який можна використовувати для проведення відмінності між обертальною, простою зсувною та подовжуючою плинністю, тобто $D = -1$ суто для обертальної плинності, $D = 0$ суто для простої зсувної плинності й $D = +1$ суто для подовжуючої плинності. Jongen et al. встановили, що мішалка фаринограф забезпечує подовження, зсув й обертання приблизно однаковою мірою, що, ймовірно, приводить до значення D (близькому до нуля), наведеному в таблиці I. Мішалка Do-corder забезпечує значне подовження й незначне обертання, мішалка міксограф забезпечує значний зсув й незначне обертання й мішалка Еберхарта забезпечує істотне обертання. Також зазначається, що змішувачі забезпечують істотну зсувну плинність переважно поблизу від частин, що рухаються, і стінок. Проте у всіх досліджуваних мішалках відбуваються всі три типи деформації, тобто обертання, простий зсув й подовження. Слід зазначити, що обертання в дійсності не призводить до деформації.

Однак у способі, запропонованому в даному винаході, в основному відбувається деформація тільки одного типу, тобто простий зсув. Термін "простий зсув" добре відомий в даній галузі техніки й означає, що плоскі шари матеріалу ковзають один по одному тільки в одному напрямку (див. публікацію C.W. Macosko, "Rheology, Principles, Measurements and Applications", VCH Publishers, Inc., New York (1994), особливо стор. 27 - 29, 40 і 70 - 75; яка включена в даний винахід як посилання). Тому спосіб, запропонований у даному винаході, здійснюють у режимі "простої зсувної плинності", що у даному винаході визначається як деформація, при якій швидкість подовження $\dot{\epsilon}$ менше, ніж 10 s^{-1} . У цьому способі вміст ГМП зменшується до значень, що становлять не менш 70% (переважно - не менш 80, більш переважно - не менш 90%) від вихідного вмісту ГМП у борошні.

Термін "питома механічна енергія" (ПМЕ) також відомий в даній галузі техніки й її розраховують за даними пристрою з конусом і пластиною за методикою, запропованою в публікації S.H. Peighambardoust et al., *Cereal Chem.* 81, 714 - 721 (2004), що включена в даний винахід як посилання. У дійсності, оскільки під час замішування безперервно реєструється момент обертання, питому механічну енергію можна розрахувати по залежностях моменту обертання від часу обробки для використаного замішуючого пристрою і швидкості обертання лопатей мішалки замішуючого пристрою за наступною формулою:

$$SME = \frac{\omega}{m} \int_0^{t_f} M(t).dt$$

де ω - швидкість обертання (с^{-1}), m – маса матеріалу, що знаходиться в пристрої (кг), $M(t)$ момент обертання в момент часу t (Н.м), котрий є мірою сили, що діє на матеріал, який деформується, і його вимірюють і реєструють безперервно, і t_f тривалість обробки або зсувного впливу (с). Питому механічну енергію виражають у кДж/кг і її можна розрахувати в будь-який момент часу t .

Різні зразки пшеничного борошна розрізняються за складом. Агломерацію й виділення клейковини можна виконувати для твердої або м'якої пшениці. Однак переважно, щоб вологість борошна становила менш 20 мас. % і зольність становила менш 1 мас. % у перерахуванні на повну масу борошна.

Вологість тіста, отриманого на стадії (а), складає менш 50%, більш переважно - менш 45% у перерахунку на масу сухого борошна. Виявлено, що можна підтримувати відносно низьку вологість тіста.

Тісто, отримане на стадії (а) може, наприклад, являти собою тісто нульового ступеня дозрівання (НС-тісто). НС-тісто можна приготувати за методикою, описаній в публікації D.T. Campos et al., *Cereal Chemistry* 73, 105 -107 (1996), зі змінами, описаними в публікації S.H. Peighambardoust et al., *Cereal Chemistry* 81, 714 - 721 (2004), які включені в даний винахід як посилання. У цій методиці порошкоподібний лід, що просіяний з одержанням часток розміром близько 700 мкм, у необхідних масових співвідношеннях змішують із борошном при низькій температурі, переважно - при температурі, яка дорівнює приблизно -25°C , у змішувачі Waring і борошно рівномірно розподіляється при зниженій швидкості. Суміш необов'язково можна зберігати в закритих контейнерах при низькій температурі. Змішування цих інгредієнтів необхідно проводити при низьких значеннях ПМЕ, переважно - менш 5 кДж/кг і більш переважно - менш 2,5 кДж/кг , оскільки переважно, щоб кількість енергії, що надходить у клейковину, була як можна меншою. Тому НС-тісто в контексті даного документа визначається, як тісто, отримане замішуванням щонайменше борошна й води в масовому співвідношенні, що становить від 1:9 до 9:1 у перерахуванні на повну масу тіста, при надходженні механічної енергії, вираженої в ПМЕ, що становить менш 5 кДж/кг . переважно - менш 2,5 кДж/кг .

Іншою методикою готування тіста, одержуваного на стадії (а), може бути методика RAPIDOJET, у якій використовується струмінь води високого тиску, що захоплює падаючі в повітрі частки борошна (див. www.rapidojet.de; Dr. B. Noll, "Presentation of the RAPIDOJET-procedure: Fast, energy saving and dust free dough preparation by using a high pressure waterjet"; див. також US 2004/0022917, які включені в даний винахід як посилання).

У контексті даного винаходу переважно, щоб зусилля зсуву, що використовується на стадії (b), становило не менш 1 кПа , більш переважно - не менш 2, ще більш переважно - не менш 5 кПа й найбільше переважно - не менш 10 кПа . Максимальне значення зусилля зсуву, яке можна використати, не встановлено, однак звичайно переважно,

щоб зусилля зсуву становило не більше 100 кПа , переважно - не більше 75 кПа .

Надходження питомої механічної енергії (ПМЕ) становить не менш 5 кДж/кг , переважно - не менш 5,5 кДж/кг , більш переважно - не менш 10,0 кДж/кг , ще більш переважно - не менш 25,0 кДж/кг і найбільше переважно - 50,0 кДж/кг . Хоча представляється, що верхнє граничне значення ПМЕ, яка надходить, не є критично важливим, рекомендується, щоб воно не перевищувало 500 кДж/кг .

Водна композиція, що використовується на стадії (а) даного винаходу, переважно являє собою воду або розведений розчин солі, переважно - такий, що має іонну силу, рівну від 0,05 до 5. Сіллю, що використовується, переважно є хлорид натрію.

У кращому варіанті здійснення способу, запропонованого в даному винаході, тісто, отримане на стадії (а), до стадії (b) піддають відпуску при температурі, рівній від 0 до 50°C , переважно - від 15 до 50°C , протягом періоду часу, що становить від 1 до 120 хв. Більш переважно, якщо стадію відпуску проводять протягом 30 - 90 хв при 20 - 40°C . На цій стадії відпуску утворюється гідратоване, однорідне тісто. Як має бути зрозумілим фахівцеві в даній галузі техніки, цей час витримування звичайно залежить від температури тіста й води і якості пшеничного борошна. Цю стадію гідратації можна проводити в ємності для витримування або пристрої для замішування при низьких зусиллях зсуву. Низьке зусилля зсуву в даному винаході визначається як зусилля, при якому ПМЕ становить менш 5 кДж/кг , переважно - менш 2,5 кДж/кг . Мікроструктура отриманого в такий спосіб тіста звичайно містить збагачені білком фрагменти або агрегати, розташовані навколо гранул крохмалю.

Спосіб, запропонований у даному винаході, переважно здійснювати в пристрої, що робить зсувний вплив, котрий може працювати в режимі, що забезпечує в основному просту зсувну плинність при зусиллі зсуву, рівному не менш 1 кПа . і при надходженні питомої механічної енергії, рівної не менш 5 кДж/кг .

У першому кращому варіанті здійснення даного винаходу пристрій, що робить зсувний вплив, у якому переважно здійснюють спосіб, є пристроєм з конусом і пластиною (або із двома конусами), що включає обертову пластину, конус, що не обертається, і двигун для обертання пластини пристрою, у якому кут між обертовою пластиною й конусом, що не обертається, дорівнює від 0,1 до 5° , переважно - від 0,5 до 4° і в якому кут розхилу конуса становить від 80 до 100° . При використанні в способі, запропонованому в даному винаході, тісто вводять між пластиною й конусом. Перевагою цього пристрою є в основному постійний зсув уздовж конічної щілини, оскільки лінійна швидкість пластини відносно конуса збільшується при збільшенні відстані від осі обертання пластини, як це буде пояснено нижче. Тому стадію (b) способу, запропонованого в даному винаході, переважно проводять в реакторі з конусом і пластиною або із двома конусами.

У другому кращому варіанті здійснення даного винаходу пристрій, що робить зсувний вплив, є пристроєм Куетта або концентричним циліндричним, що включає зовнішній циліндр і внутрішній циліндр. Між зовнішньою поверхнею внутрішнього циліндра й внутрішньою поверхнею зовнішнього циліндра є простір. При використанні в способі, запропонованому в даному винаході, тісто знаходиться в цьому просторі. У цьому другому кращому варіанті здійснення даного винаходу стадію (b) переважно проводять в реакторі Куетта або концентричному циліндричному реакторі.

У контексті даного винаходу реактор і пристрій, що відповідають першому кращому варіанту здійснення, більш переважні, ніж реактор і пристрій, що відповідають другому кращому варіанту здійснення, як це буде пояснено нижче.

Пристрої переважно оснащують засобами нагрівання, щоб під час зсуву температуру можна було регулювати в діапазоні від 20 до 40°C, переважно - від 25 до 40°C. Виявлено, що обробка при температурі вище приблизно 40°C може несприятливо вплинути на якість отриманої клейковини й/або на розділення.

Швидкість зсуву переважно становить 2 - 100 с^{-1} , більш переважно - 10 - 60 с^{-1} і ще більш переважно - 20 - 50 с^{-1} . Швидкість зсуву можна, наприклад, підтримувати сталою, але можна й східчасто змінювати.

Після стадії (b) способом, запропонованого в даному винаході, оброблене тісто розділяють на збагачену клейковиною фракцію й збагачену крохмалем фракцію. Стадію розділення можна проводити за допомогою звичайних технологій розділення, які відомі в даній галузі техніки. Збагачену крохмалем фракцію, наприклад, можна одержати шляхом центрифугування з використанням декантаторів або гідроциклонів, а клейковинну фракцію звичайно відокремлюють за допомогою сита. Без використання додаткової кількості води або без проведення стадії промивання, яка звичайно застосовується, можна виділити збагачену клейковиною фракцію, що містить не менш 50 мас. %, переважно - не менш 60 мас. % білку клейковини. Якщо для проведення стадії (b) способом, запропонованого в даному винаході, використовують пристрій з конусом і пластиною, то такий пристрій володіє тією перевагою, що уздовж конічної щілини існує профіль абсолютної швидкості (але постійний зсув), що забезпечує ще більше збагачення фракції клейковини. Після сушіння збагачена клейковиною фракція придатна для застосування в промисловому хлібопеченні. Крім того, збагачену клейковиною фракцію можна додатково покращити за допомогою промивання водою, наприклад, шляхом використання звичайного процесу Мартіна.

Даний винахід також стосується способу готування тіста, зазначений спосіб включає стадії:

(i) замішування борошна й водної рідини з одержанням тіста, що має вологість, рівну менш 50% у перерахуванні на масу сухого борошна; і

(ii) приведення тіста, отриманого на стадії (i) у стан в основному простої зсувної плинності за допомогою зсувного зусилля, рівного не менш 1 кПа,

при подачі питомої механічної енергії, рівної не менш 5 кДж/кг.

Тісто, що відповідає цьому способу, можна піддати розділенню, наприклад, у відповідності зі стадією (c) способу для розділення обробленого тіста на збагачену клейковиною фракцію й збагачену крохмалем фракцію, як це описано вище. Однак тісто, отримане цим способом, також можна використовувати й для інших цілей.

Характеристики продукту

Ефективність способу, запропонованого в даному винаході, у порівнянні з відомими технологіями замішування можна продемонструвати в такий спосіб. Наприклад, аналіз зразків, узятих зі збагачених крохмалем фракцій, отриманих способом запропонованим у даному винаході, показав, що в збагачених крохмалем фракціях знизилася кількість клейковини. У ще більшому ступені це спостерігається в збагачених клейковиною фракціях, які містять більше 50 мас. % білків. Внаслідок надлишку крохмалю у вихідному продукті концентрація крохмалю збільшується в меншому ступені.

Якість клейковини можна визначити за допомогою різних методик дослідження реологічних характеристик. Однією із кращих є методика, описана нижче. Вивчення відповідних великої деформації реологічних характеристик і характеристик руйнування тіста, що містить клейковину, при дослідженні за допомогою одноосового розтягання проводили за методикою, описаною в публікації Sliwinski et al. (Sliwinski, E. L., F. van der Hoef, P. Kolster, and T. van Vliet. 2004. Large-deformation properties of wheat dough in uni- and biaxial extension. Part ii. Gluten dough. *Rheologica Acta* 43: 321; що включені в даний винахід як посилання). Клейковину, отриману способом, запропонованим у даному винаході, зіставляли із клейковиною, отриманою з тіста, приготовленого шляхом звичайного замішування з використанням z-подібних лопатей (оптимальний час замішування, витримування протягом 60 хв), що включає й зсув, і подовження. Результати наведені в прикладі 6 і на фіг. 1. На фіг. 1 показано, що клейковина, отримана способом, запропонованим у даному винаході, має значно більшу міцність (фіг. 1A), розтягність (фіг. 1B) і повною енергією розтягання (фіг. 1C).

Відповідно до винаходу несподівано було встановлено, що тісто, приготовлене способами, пропонованими в даному винаході, має кращі характеристики, ніж тісто, приготовлене з використанням звичайних методик замішування. Зокрема, тісто, запропоноване в даному винаході, має поліпшену характеристику позірної деформаційної зміцнення $\text{dln}\sigma/\text{d}\epsilon_n$. Крім того, тісто, запропоноване в даному винаході, має більше високий масовий вміст ГМП у вологому стані. Зокрема, тісто, запропоноване в даному винаході, має значення позірної деформаційної зміцнення $\text{dln}\sigma/\text{d}\epsilon_n$, що на величину, що досягає 5%, менше значення позірної деформаційної зміцнення $\text{dln}\sigma/\text{d}\epsilon_n$ НС-тіста. Крім того, тісто, запропоноване в даному винаході, має масовий вміст ГМП у вологому стані, що становить не менш 80% від початкового вмісту ГМП у борошні, використаному для готування зазначеного тіста, у перерахуванні на суху речовину. Очеви-

дно, що переважно, щоб цей останній спосіб включав стадії (i) і (ii), описані вище.

Відповідно до винаходу несподівано було встановлено, що клейковина, отримана способом, запропонованим у даному винаході (позначеним, як "зсув") мала характеристики, кращі в порівнянні із клейковиною, отриманою за звичайними технологіями замішування (позначеним, як "замішування"). Зокрема, клейковина, отримана способом, запропонованим у даному винаході, має більш значну максимальну напругу σ_{\max} і більшу розтяжність (виражену у вигляді деформації за Хенкі). Відповідно до цього, клейковина, отримана способом, запропонованим у даному винаході, характеризується наступними показниками:

$\sigma_{\max}(\text{зсув})/\sigma_{\max}(\text{замішування})$ перевищує 1,2, і деформація за Хенкі (зсув)/деформація за Хенкі (замішування) перевищує 1,1.

Переважно, якщо $\sigma_{\max}(\text{зсув})/\sigma_{\max}(\text{замішування})$ перевищує 1,25, більш переважно - перевищує 1,30 і ще більш переважно - перевищує 1,35.

Переважно, якщо відношення деформація за Хенкі (зсув)/деформація за Хенкі (замішування) перевищує 1,15 і більш переважно - перевищує 1,20.

Зіставлено вплив простої зсувної обробки й звичайного замішування на реологічні характеристики тіста при одноосовому розтяганні (див. приклад 3). Несподівано встановлено, що при простому зсувному впливі значення позірної деформаційного зміцнення $d\ln\sigma/d\varepsilon_H$ тіста зменшувалося набагато повільніше, ніж при звичайному замішуванні. Тому даний винахід також відноситься до збагаченою клейковиною фракції, одержуваної з обробленого тіста, отриманого на стадії (b) способу, запропонованого в даному винаході, для якої зменшення значення позірної деформаційного зміцнення $d\ln\sigma/d\varepsilon_H$ зазначеного обробленого тіста становить менш 5% у порівнянні зі значенням позірної деформаційного зміцнення $d\ln\sigma/d\varepsilon_H$ НС-тіста. Альтернативно, збагачена клейковиною фракція, одержувана з обробленого тіста, отриманого на стадії (b), має значення позірної деформаційного зміцнення $d\ln\sigma/d\varepsilon_H$, що становить не менш 95% від значення позірної деформаційного зміцнення $d\ln\sigma/d\varepsilon_H$ НС-тіста.

Іншим важливим параметром, що відноситься до якості клейковини, є вміст глютенінового макрополімеру (ГМП) у тісті. Якщо використовується звичайне перемішування, тобто замішування, то вміст ГМП швидко зменшується при збільшенні часу обробки. Однак, спосіб, запропонований у даному винаході, не приводить до зменшення вмісту ГМП у тісті, як це показано на фіг. 2 і 3 для тіста, приготовленого з борошна Spring і борошна Soissons відповідно. Тому, спосіб, запропонований у даному винаході, приводить до одержання тіста, у якому масовий вміст ГМП у вологому стані становить не менш 80%, переважно - не менш 90%, від початкового вмісту ГМП у вихідному борошні, у перерахуванні на суху речовину. Тому даний винахід також відноситься до збагаченої клейковиною фракції, одержуваної з обробленого тіста, отриманого на стадії (b) способу, запропонованого в даному винаході, на якій зазначене оброблене

тісто має масовий вміст ГМП у вологому стані, що становить не менш 80% від початкового вмісту ГМП у вихідній, що використовувалася на стадії (a) способу, запропонованого в даному винаході, у перерахуванні на суху речовину.

Збагачена клейковиною фракція включає частки клейковини, має середній розмір часток, що щонайменше збігається з розміром часток вихідного пшеничного борошна. Це приписують тому факту, що обробка за допомогою простого зсувного впливу не приводить до руйнування часток глютеніну, що спостерігається в умовах звичайного змішування, такого як замішування. Навпроти, викликана зсувом деформація може привести до агрегації часток глютеніну в більшій тяж, внаслідок чого ефективний розмір часток збільшиться. Крива розділення за розміром обробленої шляхом зсувного впливу й виділеної фракції клейковини володіє найбільшим для обсягу піком при діаметрі частки, що перевищує 10 мкм. Мінімальний розмір часток в обробленій шляхом зсувного впливу й виділеної фракції клейковини дорівнює більше 0,5 мкм, переважно - більше 1 мкм. Розміри часток визначали за методикою, наведеною в публікації C. Don et al., J. Cereal Sci. 37, 1 - 7 (2003).

Іншою перевагою способу, запропонованого в даному винаході, є те, що за допомогою способів, відомих у даній галузі техніки, одержують залишкову фракцію, що володіє низькою вартістю. Кількість цієї залишкової фракції є набагато меншою, якщо використовується спосіб, запропонований у даному винаході.

Приклади

Приклад 1

1.1. Матеріали

Зразки борошна Spring і Soissons одержували від фірми WCFS, Wageningen, the Netherlands. Spring є сортом сильної і твердої канадської й Soissons є сортом слабкої французької пшениці. За даними постачальника обидва борошна були чистими й кожне отримане з одного сорту пшениці. Суміш клейковина-крохмаль (KK), що містить 11% клейковини (у перерахуванні на суху речовину) вибирали як джерело слабкої сировини. Наявну в продажі пшеничну клейковину й крохмаль одержували від фірми Roquette Co. (France). Додатково натрію (DCH) одержували від фірми Sigma і він мав чистоту, що перевищує 99%. Всі інші використані хімікати й фарбуючі реагенти мали чистоту, не гіршу, ніж чисті для аналізу.

1.2. Методики аналізу

Визначення вологості й зольності й дослідження за допомогою фаринографу для сировини проводили по затвердженні AACC методиках 44-15 A, 08-01 і 54-21, відповідно (AACC, 2000; Approved Methods of the AACC 10th Ed. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN). Вміст білка (Nx5.7) у зразках борошна й висушеного виморожуванням ГМП визначали методом Дюма (Sebecic, B. and Balenovic, J., "Rapid ecologically acceptable method for wheat protein content determination - comparison of methods", Deutsche Lebensmittel Rundschau 97, 221 - 225 (2001)) з використанням аналізатора NA2100 Nitrogen і аналізатора білка (ThermoQuest-CE Instruments,

Rodeno, Italy). Як стандарт використовували метіонін. Хімічні й фізико-хімічні характеристики матеріалів, використовуваних у цих експериментах, наведені в таблиці 1.

1.3. Готування тіста нульового ступеня дозрівання для експериментів щодо зсувного впливу

Тісто нульового ступеня дозрівання (НС) готували усередині камерного морозильника (-18 °C) за методикою, описаною в публікації D.T. Campos et al., *Cereal Chemistry* 73, 105 - 107 (1996), зі змінами, описаними в публікації S.H. Peighambardoust et al., *Cereal Chemistry* 81, 714 - 721 (2004). Для готування всіх зразків НС-тіста використовували 2 % (мас/мас.) NaCl. Для готування тіста з борошна Soissons і Spring використовували борошно вологістю 0,42 і 0,43 у перерахуванні на масу сухого борошна відповідно. Ці значення вологості вибирали для того, щоб забезпечити ефективну обробку (без злипання) матеріалу, що використовується в пристрої, котрий здійснює зсувний вплив, і для зручності орудування (без прилипання) отриманим продуктом. Для проведення експериментів по зсувному впливові НС-тісто зберігали в морозильнику.

1.4. Експерименти щодо зсувного впливу

Простий зсувний вплив проводили за допомогою пристрою, що здійснює зсувний вплив, описаного раніше (S.H. Peighambardoust et al., *Cereal Chemistry* 81, 714 - 721 (2004)). У конусну частину зсувної комірки усередині камерного морозильника вводили 215-240 г замороженого НС-тіста. Конус герметизували поліетиленовою плівкою й НС-тісто витримували при 35 °C протягом 60 хв. За цей час втримання частки льоду могли розплавитися, що призводило до гідратації борошна й тим самим утворенню однорідного тіста. Конус поміщали в зсувну комірку й систему закривали. Тісто витримували протягом 30 хв у комірці для релаксації напруг, спричинених закриванням системи під тиском. На цій стадії зразок тіста витягали з комірки перед початком дослідження щодо зсувного впливу й зразок називали "необробленим" тістом.

У всіх експериментах зсувний вплив проводили при температурі 30±2 °C і використовували різну тривалість обробки. Тому для моменту обертання одержували різні залежності, що відповідають різним кількостям механічної енергії, що надійшла. Після обробки зразки, що відчули зсув, відразу ж заморожували в рідкому азоті.

1.5. Експерименти по замішуванню

Замішування борошна проводили за допомогою двохлопатової мішалки періодичної дії із протиобертанням лопатей, що обертаються при співвідношенні швидкостей 3:2 (Do-Corder E330, оснащений мішалкою 300 g фаринограф, Brabender OHG, Duisburg, Germany), приєднаної до комп'ютера й блоку керування (PL 2100, Brabender measurement and control systems, Duisburg, Germany). Під час замішування безперервно реєстрували момент обертання. Тісто готували з борошна й 2% (мас/мас.) NaCl. Воду додавали за методикою 54-21, AACC approved methods

(AACC, 2000; див. вище). Замішування проводили при швидкості 63 обертів/хв і постійній температурі, рівній 30 °C, протягом різних періодів часу. Це приводило до надходження різних кількостей механічної енергії в матеріал, що замішували. Оброблені зразки відразу ж заморожували в рідкому азоті. Механічну енергію, передану продуктів під час замішування, розраховували по залежності для моменту обертання за допомогою описаного вище рівняння. У цьому рівнянні для розрахунку ПМЕ використовували швидкість обертання лопаті, що замішує повільно (63 обертів/хв).

Приклад 2

2.1. Виділення ГМП із борошна

Зразки борошна (5 г) диспергували в 75 мл петролейного ефіру, перемішували протягом 15 хв і центрифугували (10000 об/хв, 10 хв при температурі навколишнього середовища). Залишки петролейного ефіру зі зразка знежиреного борошна випарювали, витримуючи борошно протягом ночі у витяжній шафі при температурі навколишнього середовища.

Для виділення ГМП із борошна використовували наступну методику. Знежирений зразок відважували (1,55 г) у пробірку для ультрацентрифуги об'ємом приблизно 33 мл. Потім пробірку поміщали у вихровий змішувач. За допомогою каліброваного дозатора при енергійному збовтуванні додавали 9,125 мл демінералізованої води. Збовтування продовжували протягом приблизно 10 - 15 з до одержання однорідної суспензії, яка не містить грудок. Відразу ж після суспендування додавали 3,875 мл 12% (мас/об.) розчин ДСН, а потім за допомогою дозатора додавали дві порції по 9 мл демінералізованої води з одержанням кінцевої концентрації ДСН, рівної 1,5% (мас/об). Потім пробірку піддавали ультрацентрифугуванню (80000 g, 30 хв при 20 °C) в ультрацентрифугу Kontron. Надосадову рідину (НДО) зливали й гелеподібний шар (ГПШ), що знаходиться над осадом крохмалю, відразу ж зважували й приймали за масу ГМП у вологому стані. Цю кількість виражали в грамах гелю на 100 г зразка (у перерахуванні на суху речовину). Для кожного зразка виділення ГМП повторювали не менш трьох разів. Зібраний ГМП поміщали в невеликі пробірки й витримували (протягом максимально 24 ч) при температурі навколишнього середовища для наступного аналізу. Витримання ГМП у концентрованому вигляді протягом зазначеного часу не впливало на результати.

2.2. Виділення ГМП зі зразків обробленого тіста

Заморожені оброблені зразки піддавали сушінню виморожуванням до середньої вологості, рівної 8% у перерахуванні на масу сухої речовини. Потім заморожене висушене тісто подрібнювали в порошок на млині Retsch з використанням сита з розміром комірок, рівним 0,25 мм. Виділення ГМП проводили так, як описано в розділі 2.6, і повторювали не менш трьох разів.

Таблиця 1

Хімічні й фізико-хімічні характеристики зразків пшеничного борошна

	Борошно Spring	Борошно Soissons
Вологість, % у перерахуванні на суху речовину	13,5	13,6
Зольність, % у перерахуванні на суху речовину	0,57	0,48
Вміст білка, % у перерахуванні на суху речовину	16,1	11,3
Дослідження за допомогою фаринографа		
Оптимальне поглинання води, виражене у вигляді вологості, у перерахуванні на масу сухого борошна	45	43
Тривалість тістоутворення або ТТУ, хв	10,0	2,1
Тривалість стабілізації, хв	18,0	9,0
Час до здрібнювання, хв	33,0	11,1

Приклад 3

3.1 Відбір зразків тіста для дослідження подовження

Узято два зразки тіста, що було піддано зсувному впливові: один, узятий паралельно напрямку зсуву, позначений, як "Р", а другий, узятий перпендикулярно напрямку зсуву (у поперечному напрямку), позначений, як "Т". Лезом бритви вирізаний шматок тіста розміром приблизно 7x4 см, придатний для дослідження за допомогою приладу SMS/Kieffer Dough and Gluten Extensibility Rig (Stable Micro Systems, Godalming, Surrey, UK). Зразок тіста відразу ж поміщали в нагріту (30°C) чашку Петрі. Для виключення втрати вологи тісто накривали скляною кришкою й поміщали у вологу атмосферу (ВВ (відносна вологість) = 85%), у якій його витримували при 26°C протягом 45 хв. За цей час зразки тіста можна було взяти й перемістити для дослідження подовження.

Після замішування зразок тіста (приблизно 20 г) обережно скачували в невелику кульку й зберігали так, як це описано для зразків, підданих зсувному впливу. Відбір зразків тіста для проведення зсувного впливу й замішування проводили так, щоб проводити якнайменше маніпуляцій руками.

3.2 Дослідження подовження

Аналізатор текстури (ТА.XT2), оснащений динамометричним датчиком на 5 кг і пристроєм Kieffer Dough and Gluten Extensibility Rig, використовували для дослідження одноосового подовження зразків обробленого тіста за методикою Smewing (J. Sinewing. "The measurement of dough and gluten extensibility using SMS/Kieffer Rig and the TA.XT2 Texture analyzer", Surrey, UK: Stable Microsystems Ltd, 1995). Зразки тіста для дослідження підготували, розміщуючи шматок тіста (4x6x2 мм) на оснащену канавками основу форми Kieffer. До розміщення тіста форму нагрівали до 30°C. Використання тонких смужок тефлону (2x60 мм), покритих силіконовою олією, допомагало виключити прилипання тіста до канавок форми. Встановлювали верхню половину форми і її щільно затискали, у результаті чого тісто розподілювалося по канавках і в кожному випадку утворювалося однакова кількість смужок тіста того самого розміру (3x5x53 мм). Тісто витримували у формі при 26°C і 90% ВВ протягом 45 хв. Це витриму-

вання проводили після витримування тіста протягом 45 хв після відбору зразка й перед формуванням. Таким чином, всі дослідження подовження проводили після сумарного витримування протягом 90 хв.

Після періоду релаксації затиски рознімали й форму переносили в камеру з регульованою температурою й вологістю (26°C, приблизно 90% ВВ), до в якій попередньо поміщали аналізатор текстури. Перед проведенням дослідження подовження форму приводили в рівноважний стан в атмосфері камери протягом 10 хв. Потім окремі смужки тіста відокремлювали від тефлонових смужок, поміщали у тримач тіста приладу SMS/Kieffer Rig і відразу ж досліджували за допомогою аналізатора текстури при швидкості підйому гачка, рівної 3,3 мм/с, і зусиллі спрацювання, рівному 2 г.

Після кожного дослідження подовження визначали максимальний опір подовженню (R_{\max}) і відстань, що відповідає максимальній силі (Ext_2) (Tronsmo et al., Cereal Chem. 80, 587 - 595, 2003; включена у даний винахід як посилання). Залежності сила-зсув перетворювали в дані зусилля-деформація за методикою, описаною в публікації Unnewind et al., J. Texture Studies 34, 537 - 560, 2004, що включена в даний винахід як посилання, з урахуванням змін розмірів розтягнутого зразка й при припущенні про сталість об'єму зразка тіста. Характеристики руйнування при одноосовому розтяганні розраховували на базі отриманих даних зусилля-деформація. Максимальне зусилля або розривне зусилля (σ_{\max}), що витримує зразок, деформацію за Хенкі (ϵ_H) при розривному зусиллі й площу (A) під кривою зусилля-деформація використовували як міру опору розтягнню, розтяжності й енергії, необхідної для розтягання, відповідно. По залежності зусилля-деформація розраховували значення позірної деформаційної зміцнення ($d\ln\sigma/d\epsilon_H$) (значення позірної деформаційної зміцнення розраховували для діапазону деформації, що становить від 20 до 95% від розривної деформації для всіх досліджуваних зразків). Результати наведені в таблиці 2 ("зсув" означає спосіб, запропонований у даному винаході, "замішування" означає звичайне замішування).

Таблиця 2

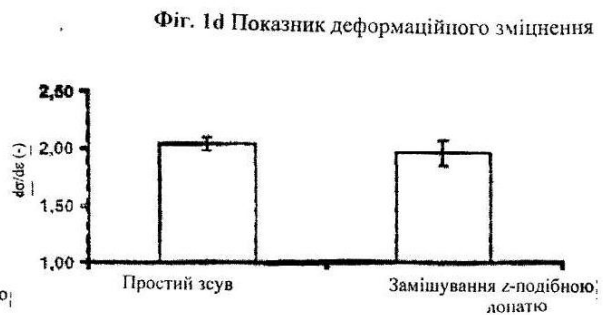
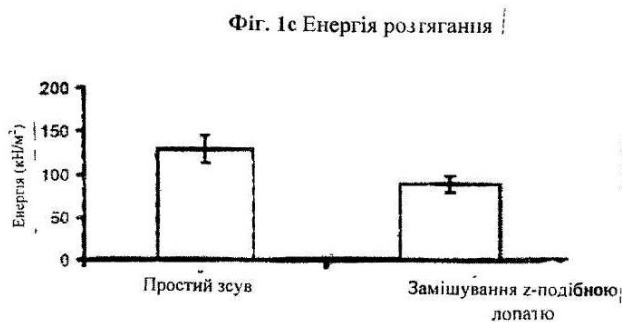
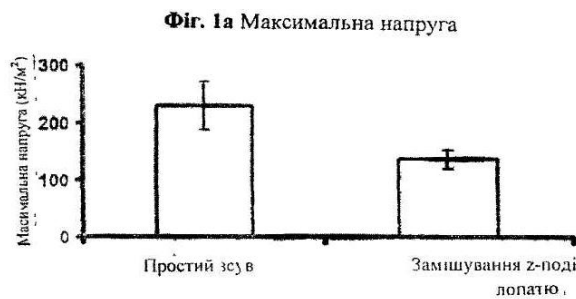
Тип обробки	Soisson		Spring	
Замішування	ПМЕ	$d\ln\sigma/d\varepsilon_H$	ПМЕ	$d\ln\sigma/d\varepsilon_H$
	81,7	1,46	121,8	1,73
	188,7	1,41	246,0	1,67
	369,7	1,08	419,6	1,25
Зсувна вплив	ПМЕ	$d\ln\sigma/d\varepsilon_H$	ПМЕ	$d\ln\sigma/d\varepsilon_H$
	134,2	1,42	150,6	1,57
	253,5	1,33	236,3	1,63
Тип обробки	Soisson		Spring	
	439,0	1,34	306,6	1,69

Приклад 4

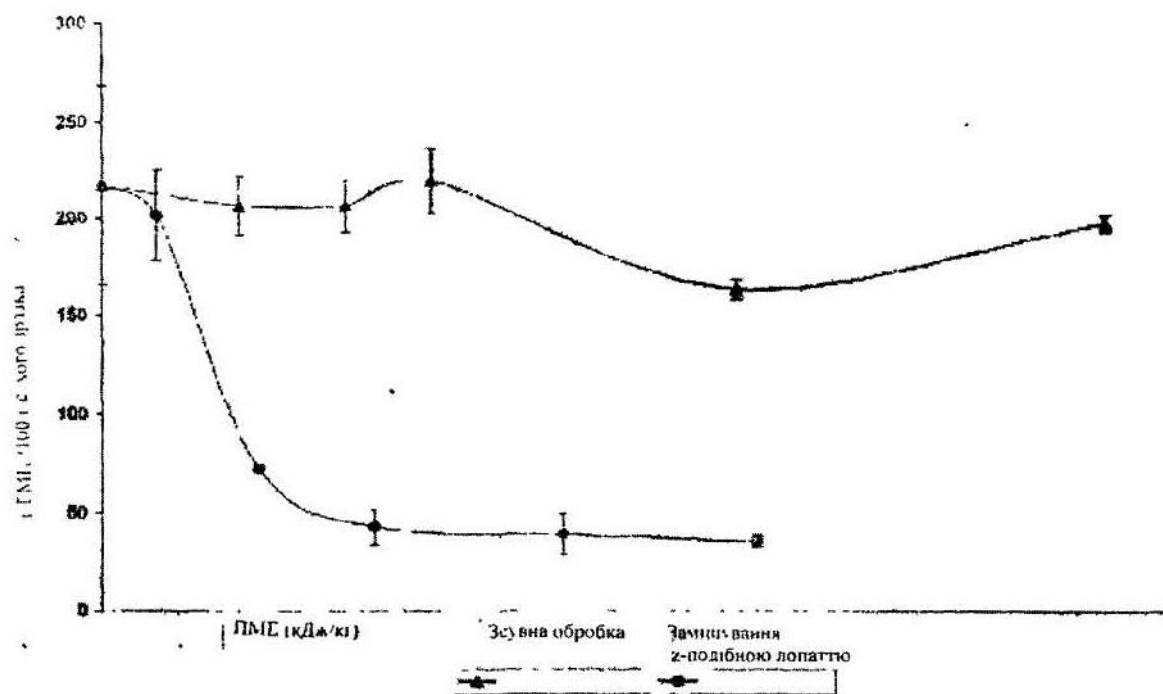
Зі збагачених клейковиною фракцій, отриманих з борошна Soisson способом, запропонованим у даному винаході, клейковину виділяли за звичайною методикою вимивання водою. Також проводили виділення зі збагачених клейковиною фракцій, отриманих за допомогою звичайних методик замішування (див. приклад 1, розділ 1.5). Результати наведені в таблиці 3 і на фіг. 1А і 1В.

Таблиця 3

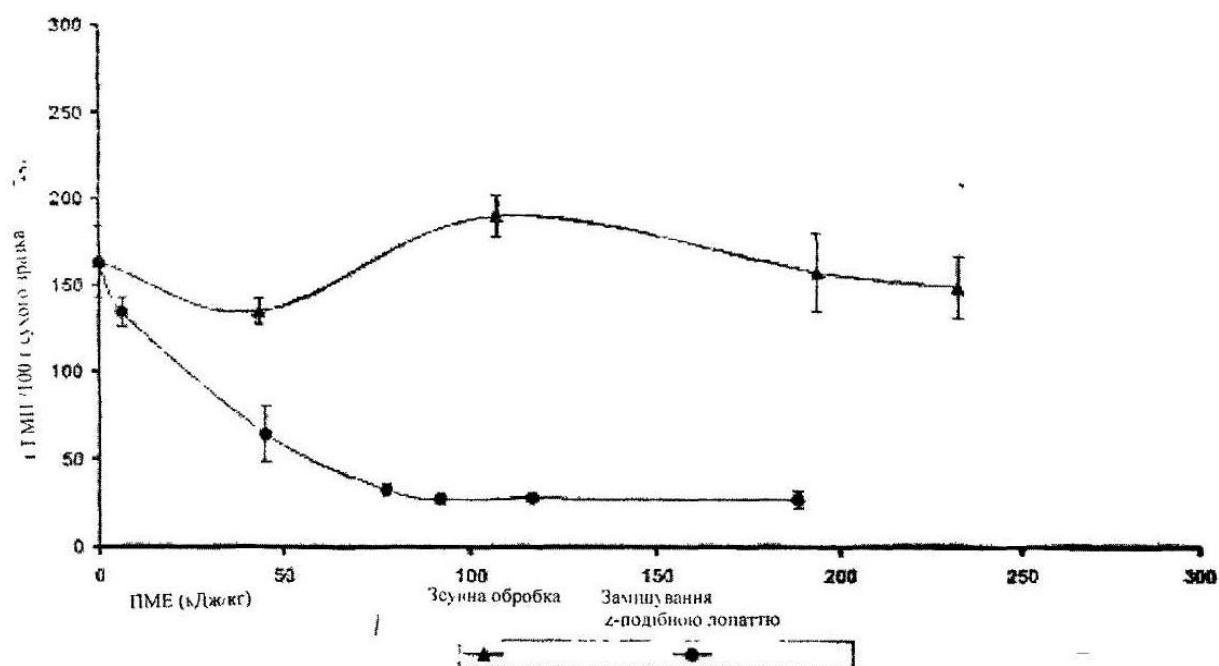
Замішування	
σ_{\max} (кН/м ²)	деформація за Хенкі
137	1,87
Зсувовий вплив	
σ_{\max} (кН/м ²)	деформація за Хенкі
230	2,51



Фиг. 2



Фиг. 3



В описі до патенту на винахід графічні зображення та текст подаються в редакції заявника

Комп'ютерна верстка М. Мацело

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601