

Винахід відноситься до галузі виробництва кормової білкової добавки з відходів сировини тваринного походження і може використовуватись на підприємствах шкіряної, м'ясо - і птахопереробної промисловості.

Відомий спосіб одержання білкової кормової добавки [а.с. СРСР №1634234, кл. А23К 1/10, опубл. 15.03.91р.], за яким шкури тварин подрібнюють, заливають водою і соляною кислотою у співвідношенні 1:1 і при температурі 100-110°C ведуть гідроліз протягом 6-8 годин. Новим у способі є те, що перед гідролізом суміш вакуумують, доводячи тиск до 2.10мм рт.ст., з метою виключення порожнин, в яких можливе перетворення води на пару. Надлишок кислоти видаляють і продукт сушать.

Недоліки способу полягають у необхідності використання хімічних реактивів і проблемах, пов'язаних з їх видаленням або нейтралізацією, періодичністю процесу та його тривалістю.

Відомі також безперервні способи переробки вказаних відходів, які відрізняються від вище описаного більшою швидкістю обробки сировини без застосування хімічних реагентів.

Такий спосіб описаний в пат. США №4151306, кл. А23J1/10 і являє собою процес гідролізу протеїнових продуктів (шкіри, пір'я, щетини) в екструдері. Сировину спочатку зневоджують на гвинтовому пресі до вмісту вологи в ній 30-40%, а потім гідролізують в екструдері з високим рівнем зсувних навантажень. Обробка в екструдері продовжується декілька хвилин, температура підтримується в діапазоні від 120°C до 290°C (в залежності від виду сировини).

Екструдер для виконання вказаного способу являє собою обігрівний циліндр зі штирями на його внутрішній поверхні, та шнек, що в загрузочній частині виконаний однозаходним з проміжками у витку, а в вигрузній - двозаходним, без проміжків. Можливий варіант виконання - однозаходний виток по всій довжині шнеку зі зменшенням висоти витка і об'єму робочого каналу до виходу. Вихідний отвір циліндра закритий матрицею з регульованою вихідною щільною, що зумовлено потребою створення додаткових зсувних навантажень в зоні вивантаження продукту. Зсувні навантаження генерують тепло тертя, а вода в сировині знаходиться у перегрітому стані через високий тиск. При цьому температура в циліндрі становить, наприклад, при обробці пір'я, 178°C.

Недоліки даного способу і пристрою для його здійснення полягають у значній втраті якості одержуваного продукту, внаслідок окислення при нагріванні нетермостабільних складових білка киснем повітря. Наявність повітря в сировині при термообробці в пропонованому екструдері зумовлюється затягуванням витками з проміжками повітря разом з сировиною в зону високих температур. Обробка сировини при температурах 150-290°C в присутності повітря призводить до термічної деструкції нетермостабільної частини білків, погіршуючи амінокислотний склад продукту і його якість вцілому.

З метою забезпечення високої якості кормових білкових добавок, авторами пропонованого винаходу вирішується завдання проведення гідролізу при термообробці білкової сировини в умовах гарантованої відсутності повітря. Це стає можливим завдяки тому, що обробку під тиском проводять з випередженням термообробки, яку починають після нарощування об'ємної маси сировини до значень, що перевищують початкові у 8-16 разів. Підвищення якості одержуваного продукту додатково досягається також завдяки миттєвому скиданню тиску в момент виходу гідролізованого продукту.

Пропонований спосіб передбачає переробку в екструдері сировини тваринного походження, зокрема пташиного пір'я, попередньо частково зневодженого до такого вмісту вологи, що достатній для гідролізу. Відповідно до розробленого способу, в екструдері сировина стискається при проходженні необігрівної зони завантаження без підведення тепла і нарощування температури. В процесі поступового нарощування тиску і ущільнення сировини з неї видавлюється повітря, яке виходить в бік менших значень тиску. На кінцевій ділянці необігрівної зони забезпечується збільшення об'ємної маси сировини у 8-16 разів, що гарантує повне видалення із стисненої сировини повітря перед термообробкою. На наступному етапі в обігрівній зоні здійснюють інтенсивний нагрів сировини, як за рахунок тертя при зсувних навантаженнях, так і за рахунок підведення тепла іззовні. Внаслідок сумісної дії цих факторів в оброблюваній білковій сировині проходять фізико-хімічні перетворення - відбувається процес гідролізу, який руйнує зв'язки, як між окремими частинами розгалужених макромолекул протеїну, так і між активними групами в межах амінокислотних елементів. Білок втрачає ферментний опір, завдяки чому набуває властивості легко перетравлюватися, підвищується його засвоюваність.

Процес термообробки в обігрівній зоні ущільненої і позбавленої повітря сировини при подальшому нарощуванні тиску дає можливість відійти від обробки сировини при температурах близьких до рівня термодеструкції, бо головними факторами гідролізу в умовах високого тиску стають енергія перегрітої води і зсувні навантаження. Температура сировини в цьому випадку нижча за температуру деструкції, завдяки чому зберігаються всі амінокислоти гідролізованого білку, навіть нетермостабільні. В цьому випадку при виході з екструдера виключається погіршення якості продукту за рахунок окислення на повітрі.

В момент виходу з екструдера, тиск миттєво спадає до атмосферного, вода вибухоподібно перетворюється на пару, руйнуючи залишки білкових комплексів і значно зпучуючи гідролізований продукт по всьому об'єму.

Для здійснення способу автори пропонують екструдер, конструкція якого пояснюється рисунком, де показані:

на Фіг.1 - подовжній розріз,

на Фіг.2 - поперечний розріз на початку обігрівної зони,

на Фіг.3 - вихідний отвір.

Екструдер являє собою циліндр 1, всередині якого обертається шнек 2 зі спіральним робочим елементом, виконаним у вигляді витка 3 на сердечнику 4. На внутрішній поверхні циліндру виконано подовжні пази 5.

Циліндр має зону 6 - завантаження і попереднього стиснення, зону 7 - обігрівну, з розміщеними на циліндрі нагрівачами, та зону 8 - вивантаження одержаного продукту.

На сердечнику 4 шнека 2, в тій його частині, що приходить на початок обігрівної зони 7, жорстко закріплено підпирний елемент 10 у вигляді втулки з пазами, а на кінці шнека 2 закріплено другий підпирний елемент 11 - втулку з пазами, яка в сукупності з внутрішньою поверхнею циліндра утворює вихідний отвір 12.

Діаметр сердечника 4 збільшується від зони 6 до зони 8, а висота  $h$  витка 3 може бути різною і зменшується від зони 6 до зони 8 у співвідношенні від 8 до 16. Тобто, якщо в зоні 8 висота витка  $h_1$  дорівнює 3мм, то в зоні завантаження 6 виток 3 може мати висоту  $h_2$  від 24мм до 48мм.

Зони 7 і 8 обігріваються нагрівачами 13, закріпленими на корпусі циліндру 1, які мають можливість позонного та автономного регулювання.

Працює екструдер так: в циліндр 1 (з попередньо нагрітою обігрівною зоною 7) через горловину 9 необігрівної зони завантаження 6 подається сировина, яка підхоплюється витком 3 шнека 2, що обертається. Оскільки діаметр сердечника 4 шнека 2 збільшується в напрямку від зони 6 до зони 8, міжвитковий простір зменшується, зростає тиск і сировина ущільнюється. Поступове підвищення тиску призводить до все більшого ущільнення сировини і видавлювання з неї повітря, яке виходить в бік нижчого тиску, тобто в напрямку горловини 9. Звільнена від повітря, ущільнена сировина після підпірного елементу 10 потрапляє в обігрівну зону 7 під дію високих температур і подальшого нарощування тиску. Пази на внутрішній поверхні циліндра сприяють збільшенню зсувних навантажень та переміщенню сировини вздовж осі циліндра.

В процесі переміщення обігрівною зоною 7 тиск в сировині, завдяки конструкції шнеку, набагато перевищує значення тиску насиченої пари, відповідне температурі поверхні циліндру, яка завжди більша за температуру сировини. Таким чином, в зоні 7 вода сировини перебуває в стані перегрітої рідини, не перетворюючись на пару і не зпучуючи оброблювану речовину. Це дозволяє максимально використати як вплив зсувних навантажень, так і високу енергію перегрітої води. Їх сумісна дія забезпечує проходження гідролізу білкових структур, наслідком якого є руйнування протеїну до складових амінокислот.

В момент виходу з вихідного отвору 12, тобто після проходження через другий підпірний елемент 11, вода вибухоподібно переходить із стану перегрітої рідини у газоподібний стан, додатково руйнуючи гідролізований продукт і утворюючи мікропори. Мікропориста структура підвищує доступність всіх складових виготовленої білкової добавки дії ферментів травної системи при наступному згодовуванні.

Приклад:

Пташине пір'я з початковим вмістом вологи 70-80% центрифугують, потім підсушують, доводячи вміст вологи до 20-30%. Після цього пір'я рівномірно і безперервно подають в екструдер. При проходженні необігрівної зони завантаження сировина стискається і ущільнюється, з неї поступово видавлюється повітря, об'ємна маса її збільшується в 8-16 разів, після чого сировина позбавлена повітря потрапляє до обігрівної зони, на початку якої температура становить 180°C. Завдяки першому підпірному елементу, тиск зростає, перевищуючи 1000Н/см<sup>2</sup> (100кг/см<sup>2</sup>), на протязі всієї обігрівної зони продовжується збільшення як тиску, так і температури. Перед зоною вивантаження температура циліндра дорівнює 280°C, а тиск перед другим підпірним елементом досягає 1200-1500Н/см<sup>2</sup> (120-150кг/см<sup>2</sup>), що перевищує відповідний температурі 280°C тиск насиченої пари - 670Н/см<sup>2</sup> (67кг/см<sup>2</sup>). Режим обробки в екструдері (час обробки і температури поверхні в обігрівній зоні) відрегульовується таким чином, що температура сировини при термообробці, так само, як і температура гідролізованого продукту в момент виходу з екструдера, не перевищують температури деструкції. Тому, потрапляючи на повітря, продукт не окислюється і не втрачає якості. За межами вихідного отвору екструдера, який утворений власне підпірним елементом в сукупності з циліндром, а не матрицею (як в прототипі і всіх відомих конструкціях) продукт з зони високого тиску миттєво потрапляє в умови атмосферного, зпучується по всьому об'єму і у вигляді пластин з мікропорами подається на охолодження, подрібнення та пакування.

Час перебування сировини в екструдері, в залежності від виду сировини та її властивостей, може дорівнювати 1-15 хвилин і регулюється частотою обертання шнеку. Одержана кормова добавка має високий вміст перетравного протеїну, що підтверджено в листі лабораторії, сертифікованої в системі Держстандарту України - табл.1. Порівняння показників якості кормової білкової добавки з пташиного пір'я, одержаної за пропонуванним способом, подано в табл.2.

Табл. 1

Результати визначення показників якості екструдованого продукту, виробленого з пташиного пір'я.

Вологість	12,4%
Сирий протеїн	86,6%
Сира клітковина	Не виявлено
Сира зола	1,49%
Сирий жир	Не виявлено
Кальцій	0,8%
Фосфор	0,31%
Коефіцієнт перетравності білка	78%

Табл. 2

Порівняльні показники поживної цінності кормових білкових добавок.

Вид кормової добавки	Сирий протеїн %	Сирий жир %	Сира зола %	Лізин %	Метіонін %	Цистин %	Кальцій %	Фосфор %
Кормова білкова добавка з пера	86-90	-	1,49	1,2	3,1	1,1	0,8	0,31
Борошно	41-49	14,0	17,7	2,33	0,53	0,34	8,14	2,43

м'ясокісткове								
Борошно кров'яне	75	3,1	7,1	6,2	0,91	0,14	0,37	0,34
Борошно рибне	56-60	7,4	11,8	4,21	1,38	1,00	5,5	4,1

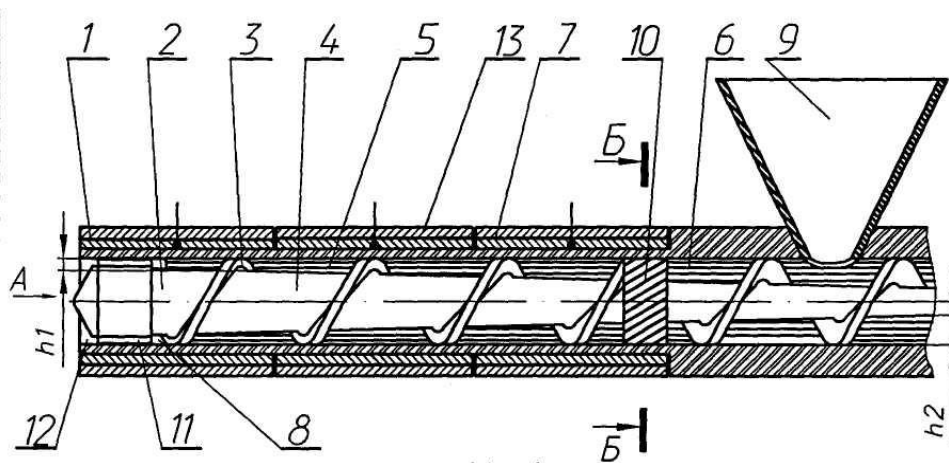


Fig. 1

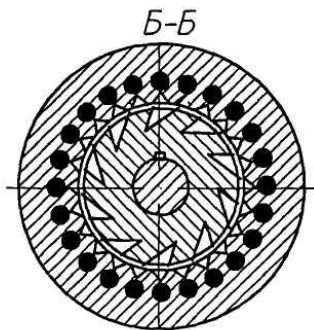


Fig. 2

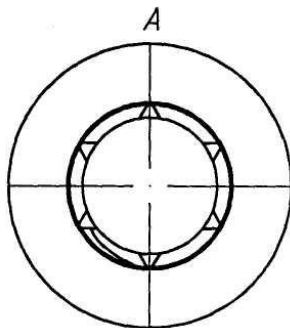


Fig. 3