



УКРАЇНА

(19) UA (11) 57212 (13) C2  
(51) МПК (2006)  
A23K 1/10МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

## (54) СПОСІБ ВИРОБНИЦТВА КОРМОВОГО РИБНОГО БОРОШНА

1

(21) 2002020965  
(22) 06.02.2002  
(24) 16.01.2006  
(46) 16.01.2006, Бюл. № 1, 2006 р.  
(72) Бородай Валентина Дмитрівна  
(73) Бородай Валентина Дмитрівна  
(56) RU 2147812, 2000  
US 4344976, 1982  
RU 2101963, 1998  
WO 85/03415, 1985

2

(57) Спосіб виробництва кормового рибного борошна, при якому сировину послідовно подрібнюють, розварюють, стерилізують, знежирюють на центрифугі, висушують, який **відрізняється** тим, що подрібнення здійснюють в безперервному потоці до тонко зруйнованої маси з одночасним прогріванням, знежирюють, розварюють і стерилізують шляхом теплової короткочасної обробки в потоці з одночасним видаленням жиру і вологи з глибинних часток, досушують.

Винахід належить до рибопереробної галузі агропромислового комплексу, торгівлі, промкооперації. Подальше використання кормового рибного борошна для комбікормової галузі, для відгодівлі худоби і птиці, для риборозведення.

За даними Ісаєва В.А. [9] виробництво рибного борошна здійснюється за 5 способами

- Прямого сушіння при атмосферному тиску і вакуумі;

- Пресово - сушильним;

- Центрифужно - сушильним;

- Комбінованим, з хімічними добавленнями;

- Екстракційним, з використанням органічних розчинювачів для знежирення.

Враховуючи, що в заявленому способі не застосовуються хімічні добавлення і органічні розчинники, в даній заявці розглядаються тільки перші три способи.

Любий спосіб виробництва кормового рибного борошна повинен забезпечити одержання готового продукту з основними показниками якості (масова доля вологи, протеїну, жиру) і безпеки продукту (мікробіологічна забрудненість), що обумовлені гідрофобні властивості білкових молекул, що супроводжується скороченням їх гідратації і втратою вологи [7]. Внаслідок цього при перероблянні рибної сировини, що є колагенвміщуючою, у варильнику при повільному випаровуванні вологи може утворитися спекла клейова маса, яку не можливо не тільки висушити, але й вивантажити з варильника [9].

При довготривалих теплових процесах в апаратах періодичної дії в присутності жиру відбуваються дезамінірування і декарбоксилізація деяких амінокислот, в першу чергу лантіоніну, серіну, треоніну і тірозину, деструкція деяких сірковміщуючих амінокислот, аміногрупи лізіну, що призводить до повного розпаду частини амінокислот з утворенням аміаку та інших дурнопахучих газів [10, 2]. Тим самим знижується вміст протеїну в готовому кормовому борошні.

Внаслідок довготривалої дії високих температур в борошні накопичується значна кількість продуктів окислення ліпідів, що знижує якість жиру та підвищує його кислотне число, сприяє негативним процесам з білковими сполуками в процесі теплової обробки в присутності жиру, обумовлює прискорене прогрівання жирів при наступному зберіганні борошна [9].

При виробництві кормового борошна в такий спосіб на установці безперервної дії рибна сировина підпадає під дію високих температур при прямому контакті з гарячими газами, кормова цінність білкових сполук не знижується, бо така дія відбувається впродовж декількох секунд [9].

Але спосіб прямого сушіння застосовують для перероблення тільки маложирної сировини. Хоча в літературі є рекомендації і для середньожирної сировини, якість готового борошна у такому разі не відповідає вимогам ГОСТу, борошно з ГОСТ 2116-82 (2000). Для забезпечення виконання цих умов застосовують вищезазначені способи виробни-

(13) C2

(11) 57212

(19) UA

цтва кормового рибного борошна, в яких використовують операції подрібнення, знежирення, зневоднення і теплової обробки сировини (в даній заявці - відходи рибообробного виробництва).

Суттєвими ознаками всіх способів, за якими вони відрізняються один від одного, є методи проведення операцій, послідовність їх проведення і тип застосовуваного обладнання.

Спосіб прямого сушіння [9] складається із операцій подрібнення, теплової обробки сировини, підготовчих операцій для складування, зберігання і реалізації продукту. Спосіб заснований на теплової обробці, при якій проводиться одночасне розварювання і сушіння без проміжного зниження вологості і жирності продукту пресуванням. Тепловою обробку проводять у варильнику періодичної дії, в який завантажується одразу 2,5т сировини і тривалість процесу складає 4-5 годин при температурі 80-105 градусів С, або в установці безперервної дії при температурі 600-700 градусів С впродовж декількох секунд.

Недоліками виробництва на обладнанні періодичної дії є довготривалість процесу, що негативно впливає на якість готового продукту.

Враховуючи, що відходи риби вміщують велику кількість колагену і внаслідок невеликої теплопровідності сировини значно збільшується тривалість процесу при температурах 100-116°C. При нагріванні змінюються фізико-хімічний і біологічний стан білків. Нагрівання при температурах до 100°C призводить до денатурації розчинюючихся білкових сполук, зварюванню і гідротермічному розпаду колагену. При денатурації зменшуються гідрофільні та збільшуються підвищеним вмістом жиру, легко окислюється і злежується. Вміст жиру у борошні втричі перевищує масову долю жиру в сировині.

Таким чином, при способі прямого сушіння неможливо досягти належних показників вмісту в готовому борошні жиру і протеїну, неможливо переробляти всі види сировини, особливо середньої і великої жирності. Крім того обладнання для здійснення цього способу громіздке і потребує великих затрат енергоресурсів.

Пресово-сушильний спосіб [9] виробництва кормового рибного борошна складається із операцій подрібнення, розварювання сировини, пресування, сушіння жому, підготовчих операцій для складування, зберігання і реалізації готового продукту. Цей спосіб відрізняється від способу прямого сушіння тим, що розварена маса підлягає проміжному пресуванню перед сушінням з метою видалення жиру і частково вологи, тим самим забезпечується можливість перероблення різного типу рибної сировини, в тому числі і з великим вмістом жиру.

Технологічна схема наступна. Сировина після риборізки, або минаючи її, подається у варильник. Варка відбувається 10-20 хвилин глухим паром або гарячим газом, у ряді випадків для більш повної деструкції тканин сировини в масу подають гострий пар. Розварювання сировини проводять при температурі 85-100 градусів С, що повинна забезпечити стерилізацію продукту, тобто припинення усілякої життєдіяльності патогенної мікрофлори та інших бактерій.

Із варильника розварена маса поступає у гвинтовий прес, де плотна маса у вигляді жому відокремлюється від жироміщуючого бульйону. У сучасних установках виробництва кормового рибного борошна застосовують преси безперервної дії одношнекові і двошнекові. Ступінь видалення жиру залежить від правильно підбраного режиму розварювання і температури пресуємої маси. При підвищенні температури і зниженні обертів ротора одержують однорідну масу з дуже дрібними частками продукту, які уходять із продукту разом із бульйоном. При зниженні температури пресуємої маси погіршується видалення з неї жиру, тому прес необхідно обігрівати.

Із преса жом вологістю 50-55% поступає у сушарку, де процес відбувається 3 години при постійному перемішуванні. Процес сушіння і обладнання наведені у опису центрифужно-сушильному способі.

Недоліками цього способу є ускладнення у виборі достатньо раціонального режиму обробки сировини, особливо розварювання і пресування, ускладнення при переробленні особливо жирної сировини, а також сировини з мілковолокнистою структурою м'яса. Внаслідок дії високих температур на сировину у присутності жиру відбувається руйнування білкових сполук, тим самим обумовлено зниження вмісту протеїну у готовому борошні. Крім того обладнання громіздке і потребує великих затрат енергоресурсів.

Центрифужно-сушильний спосіб є найближчим аналогом до заявленого способу виробництва кормового рибного борошна. Центрифужно-сушильний спосіб [9] складається із операцій подрібнення, розварювання сировини, центрифугування розвареної маси для видалення жиру і частково вологи, сушіння, підготовчих операцій для складування, зберігання і реалізації готового продукту. Цей спосіб відрізняється від пресово-сушильного тим, що для проміжного видалення жиру і вологи перед сушінням замість пресу застосовано горизонтальну шнекову центрифугу, на якій більш ефективно видаляється жир незалежно від хімічного складу і консистенції розвареної рибної сировини. Завдяки цьому в готовому рибному борошні значно зменшується кількість жиру в порівнянні з борошном, що вироблено пресово-сушильним способом.

Технологічний процес відбувається по наступній схемі. Сировина подрібнюється на риборізці, при центрофужно-сушильному способі обов'язково потрібне доволі тонке подрібнення сировини, обумовлене використанням в лінії горизонтально-осаджувальної центрифуги. Подрібнена сировина подається у варильник.

Варка проходить 10-20 хвилин при непрямому контакті з гарячими газами. Режим розварювання регулюють температурою і терміном знаходження сировини у варильнику. Температура варки визначається тиском пару або температурою гарячого газу, що подають між подвійними стінками корпусу і у пустотілий ротор. Термін знаходження у варильнику залежить від виду сировини і регулюється частістю обертів ротора з lopастями. Розварювання сировини проводять при температурі 85-100 градусів С, що забезпечує стерилізацію продукту.

Центрифужний спосіб менш вимогливий до режиму розварювання в порівнянні з пресово-сушильним. Головною умовою є повне виділення жиру і вологи із сировини завдяки тонкого подрібнення і доведення розвареної маси до бульйонообразного стану.

Із варильника розварена маса насосом перекачується в центрифугу для відокремлення жировміщуючого бульйону. Відокремлення бульйону в центрифугі не залежить від хімічного складу і консистенції розвареної рибної сировини, тому застосування центрифуги дозволяє більш ефективно відокремлювати жир. Внаслідок вміст жиру в готовому рибному борошні значно зменшується в порівнянні з борошном, що одержаний пресово-сушильним способом. Із центрифуги виходить плотна маса, яка в порівнянні з жомом з-під преса відрізняється більшою вологістю до 60%, тому для сушіння необхідні більш потужні сушарки. Але після центрифугування одержують дуже рихлу і однорідну масу, яка легко піддається сушінню.

Після центрифугування плотну масу вологістю біля 60% направляють у сушарку. Сушіння відбувається шляхом теплової обробки маси впродовж 2-3 годин при постійному перемішуванні, при безпосередньому контакті її з гарячим газом, що виробляється газогенератором (калорифером), або при прямому контакті при температурі 400-600 градусів С. Найкращі умови для випаровування вологи складаються на початку сушіння, коли волога рівномірно розподіляється по всьому об'єму кожної частини, при подальшому зменшенні вологості частини на поверхневих шарах випаровування вологи більше, ніж у центрі. Ближче до кінця процесу сушіння швидкість випаровування зменшується, термін сушіння у часі збільшується.

Жировміщуючий бульйон від центрифуги очищують на сепараторі, осад направляють на сушарку, бульйон випаровують (в основному на судових установках) у вакуум-випарному апараті до вмісту сухих речовин 45-50% і додають до жому при висушуванні, жир пакують і відправляють на складування.

Обладнання, на якому здійснюється виробництво кормового рибного борошна центрифужно-сушильним способом, складається із риборізки, варильника, центрифуги горизонтальної шнекової осаджувальної, сушильного апарату і характеризується наступними даними [9].

Подрібнення [9] проводять на риборізках з прямим і наклонним різанням, здвигненням і розривом, почерговим різанням і продавлюванням крізь отвори. При наклонному різанні загальні навантаження значно менші, ніж при прямому, тому і динамічні навантаження більш рівномірні. Технічна характеристика риборізок, що випускаються у країнах СНД, наведена у таблиці 1.

Таблиця 1

Показники	Тип риборізки		
	ИЖС-1	ИЖЗ-1	ИЖЗ-3
Спосіб подрібнення	Наклонне різання		
Продуктивність, т/годину	5	5	7

Кількість ножів			
рухомі	2х3	2х3	2х4
нерухомі	1	1	2
Частість обертів барабана, об/хв	970	1000	975
Потужність електродвигуна, кВт	4,5	5,8	10,5
Габарити, мм	1513	1450	1700
	1325	1530	700
	1405	2075	1000
Маса, кг	881	818	800

Розварювання сировини [9] проводять у варильниках безперервної дії з рубашкою, обігрів яких відбувається паром або гарячим газом. Парові варильники ИКЖ/6 і ИММ/2, що випускаються у країнах СНД, - це барабан, у якому в одному кінці є гирло для завантаження сировини, в другому - для вивантаження розвареної маси. Всередині варильника розташований полий ротор, на якому в залежності від типу варильника насаджені різні комбінації пристроїв, які переміщують сировину вздовж варильника. Всі варильники приводяться у дію через варіатор швидкостей, що дозволяє змінювати і регулювати режим розварювання шляхом збільшення або зменшення кількості обертів ротора.

Варильник рибоборошняної установки фірми "Альфа Лаваль" виконаний у вигляді нерухомого теплоізолюваного корпусу, всередині якого на опорах з ухилом до виходу змонтований барабан, що обертається, з розташованими в ньому по всій довжині 24 трубки для проходження гарячого газу з газогенератору.

Технічна характеристика варильників різного типу наведена у таблиці 2.

Таблиця 2

Показники	Тип варильника		
	ИКЖ/6	ИММ/2	Альфа Лаваль
Продуктивність по сировині, т/годину	6,8	2,9	0,8-1,0
Витрати пару, кг/годину	1130	580	-
Теплоносії гарячий газ	-	-	Газ
Потужність електродвигуна, кВт	6,5	5,0	0,75
Довжина, мм	11430	5770	2900
Діаметр барабану, мм	700	650	1400
Частість обертів ротора, об/хв.	1,2-7,2	2-6	3-5
Маса, кг	8200	4158	1350

Розварену масу перекачують на горизонтально-осаджувальну центрифугу [9]. В останні десятиріччя в ряді рибоборошняних установках проводять видалення жиру на безперервно-діючих апаратах, які відрізняються від пресів тим, що в них механічна сила пресування замінена відцентровою силою. Такі центрифуги передбачені для розподілення суспензій з об'ємною концентрацією

твердої фази від 5 до 50 і розміром частиць від 5 до 50мкм. Принцип дії центрифуг заснований на тому, що всередині горизонтального нерухомого барабана з великою частістю обертається ротор. Всередині ротора з меншою частістю обертається шнековий транспортер, що має привід від ротора через планетарний редуктор. Шнеком тверда маса осадку вивантажується з центрифуги, а емульсія жиромішуючого бульйону виштовхується відцен-

тровою силою із частиць маси і витікає крізь отвори у роторі.

В сучасних установках застосовують центрифуги НОГШ, що випускаються Сумським машинобудівним заводом, а також закордонні фірми "Альфа Лаваль" (Швеція) і "Шарплез" (Великобританія). Технічна характеристика центрифуг такого типу наведена у таблиці 3.

Таблиця 3

Показники	Тип центрифуги					
	НОГШ-325 (ОГШ)	НОГШ-500 (ОГШ)	Р-1000 Велико-британія	NX-207	NX-214	NX-418
Продуктивність по бульйону, л/год. щільному осадку, кг/год.	6000	15000	- 1250	2000-3000	7000-15000	8000-40000
Частота обертів барабана, об/хвил.	3000	2650	4000	5600	3250	3250
Потужність електродвигуна, кВт	7	28	11	5.5	14.7	30
Габарити, мм	1600	2710	710	1196	725	2480
	1465	1990	1725	1080	1820	1800
	525	1526	1600	400	955	1155
Маса, кг	720	3370	680	290	835	1200

З центрифуги щільну масу направляють на сушіння, бульйон - на сепарування. Іноді при цьому способі встановлюють після центрифуги гвинтовий прес для додаткового обезводнення розвареної маси.

Сушильні апарати [9] передбачені для сушіння жому або щільної маси після центрифуги до вмісту в готовому продукті 10-12% вологості. Сушіння відбувається тільки тепловим методом - паром або гарячим газом. Загальними напрямками інтенсифікації сушіння є збільшення зтикання поверхні матеріалу і теплопередаючих поверхней, швидкості теплопередачі, забезпечення рівномірного сушіння.

Значне місце займають двоступеневі сушильні агрегати Т1-ИЖС, Т1-ИЖА, в яких в одному барабані проводять попереднє сушіння до вологості маси 40-45%, в другому - кінцеве сушіння до вологості 10-12%. В першому барабані процес сушіння забезпечується противотоком гарячого повітря від парового калориферу. Другий барабан також

представляє собою горизонтальний циліндр з паровою рубашкою, а всередині нього розміщений ротор з полими дисками. Сушіння матеріалу досягається прогріванням рубашки, вала і дисків, а також противоточним рухом гарячого повітря. Аналогічно устроєні двоступеневі сушильні апарати із гвинтовим ротором типу RST фірми "Атлас" (Данія).

Газовий сушильний апарат "Центрифиш" фірми "Альфа Лаваль" представляє собою теплоізолюваний кожух, всередині якого вмонтовано барабан з 72 трубами. Гарячий газ з одного кінця подається зовні барабана у труби, а виходить на другому кінці. Сушіння інтенсифікується за рахунок гарячого повітря, що подається в барабан назустріч руху маси. Скидається повітря з барабану через циклон, де унесені із сушарки частини борошна осідають, а очищене повітря направляють на рециркуляцію.

Технічна характеристика сушильних апаратів наведена у таблиці 4.

Таблиця 4

Показники	Тип сушильного апарата		
	Т1-ИЖС-7	RST-25	Центрифиш
1	2	3	4
Продуктивність по сушонці, кг/годину	250	250-300	200
Витрати пара, кг/годину	560	-	-
Частість обертів ротора, об/хв	21,1/10	8	45
Потужність електроприводу, кВт	21,5	15	3,7
Потужність електропривода вентиляторів, кВт	-	3,7	2,8
Продуктивність вентиляторів, куб.м/годину	-	720	875

Продовження таблиці 4

1	2	3	4
Габарити, мм	9255	4600	4730
	2525	2100	890
	4245	3000	1256
Маса, кг	10961	4500	2500

Недоліками центрифужно-сушильного способу і застосування для його здійснення вищезазначеного обладнання є наступне:

- Внаслідок великого об'єму варильника виникає необхідність в накопиченні сировини, що призводить до гідролітичного розпаду і окислення жирних кислот і білкових сполук під дією ферментів сировини і кисню повітря [3];

- Проведення процесу розварювання і стерилізації при наявності риб'ячого жиру, що призводить до втрат протеїнів і погіршенню якості риб'ячого жиру (див. пояснення в описі);

- Проведення одностадійного процесу теплової обробки розварювання і стерилізації сировини призводить до того, що тканини сировини повністю руйнуються з виділенням жиру і вологи, білкові сполуки коагулюються, все більше мільчають і уносяться через отвори разом з жировміщуючим бульйоном. Центрифугування повністю розвареної сировини значно знижує вихід готового борошна (19%) і збільшує вологість щільної маси, що виходить з центрифуги [5];

- Сушіння такої вологої маси потребує збільшеного часу;

- Бульйон від центрифуги після знежирення практично не використовується;

- Громіздке обладнання з великою масою потребує великих площ для його монтажу, великих затрат енергоресурсів на проведення технологічного процесу, на вентиляцію і електроосвітлювання великих виробничих приміщень та інші експлуатаційні витрати.

На багатьох материкових рибообробних підприємствах внаслідок невеликих об'ємів переробляємої сировини відсутні рибоборошняні установки. Рибні відходи на таких підприємствах збирають, накопичують і потім реалізують у вигляді консервованого кормового фаршу або у свіжому вигляді для відгодування сільськогосподарських тварин. Такі способи утилізації рибних відходів мають недоліки, що пов'язані з помітним зниженням їх кормової цінності при зберіганні і транспортуванні, а також з погіршенням санітарного стану на самих підприємствах і прилеглих територіях [1].

Відсутність в Україні малогабаритного надійного обладнання для виробництва кормового рибного борошна дає підставу для розробки нового способу перероблення рибних відходів, що дозволить торгувати напіввипотрошеною і випотрошеною рибою, підтримувати гідний санітарний стан згідно ветеринарним і санітарно-гігієнічним вимогам.

В основу винаходу поставлено задачу створення нового способу виробництва кормового рибного борошна шляхом використання відомих в Україні операцій знежирення, теплової обробки

сировини і застосування для здійснення цього способу обладнання переробної галузі агропромислового комплексу за новим призначенням, що є принципіально новою технологією і новим комплексом обладнання для перероблення рибних відходів, з метою поліпшення якості готового борошна і одержання економічного безперервно діючого комплексу обладнання.

Сировиною для перероблення заявленим способом і на пропонуємому комплекті обладнання є відходи від переробки риби: луска, шкіряний покрив, нутрощі, кістки, риба, термін зберігання та реалізації якої скінчився, малоцінна риба та інше.

Необхідними вимогами до технологічного процесу перероблення рибної сировини для одержання високоякісної готової продукції є безперервність виробництва, мінімальна тривалість теплового впливу на сировину і напівфабрикат, висока ступінь вилучення жиру і вологи із сировини, деструкція макромолекул білкових сполук, запобігання розпаду і втрат білків сировини.

Пропонується спосіб виробництва кормового рибного борошна шляхом послідовного проведення операцій подрібнення сировини до тонко зруйнованої маси, розварювання і стерилізації у варильниках, знежирення розвареної маси на центрифугі, сушіння в сушильних апаратах, який відрізняється тим, що для поліпшення якості готового продукту і інтенсифікації теплового процесу рибну сировину здрибнюють до тонко зруйнованої маси з одночасним прогріванням в потоці у відцентровій машині з обігрівом, видаляють з маси риб'ячий жир і вологу на центрифугі, потім екструдують і досушують кормове рибне борошно. Для здійснення способу пропонується застосування тонкоздрібнюючої відцентрової машини з обігрівом, горизонтальної осаджувальної шнекової центрифуги, шнекового преса-екструдера як безперервно-діючого комплексу обладнання для теплової обробки сировини.

Пропонується послідовність операцій у способі і складання пропонуємого обладнання у комплект заявляється уперше. Обґрунтування причинно-наслідкового зв'язку між ознаками винаходу й очікуваним технічним результатом наведено далі.

Для прискорення видалення жиру і вологи із тканин сировини і скорочення терміну теплової обробки обов'язково перед останньою проводять подрібнення сировини. У аналогу тонке подрібнення сировини здійснюється на риборізці, потім проходить повний процес розварювання і стерилізації сировини і центрифугування вже повністю розвареної маси. Недоліки аналогу, що описані у описі, при такому способі не виправимі. В результаті одержують кормове рибне борошно, що відповідає ГОСТ 2116: з масовою долею протеїну

64%, жиру 10-14%, патогенні бактерії відсутні. Але здійснення цього способу є великовитратним.

В заявленому способі застосовані операції і обладнання, що направлені на інтенсифікацію технологічного процесу з поліпшенням якості готової продукції, зменшенням тривалості теплової обробки, витрат енергоресурсів, займаної площі і маси обладнання.

В заявленому способі на відміну від аналога операція подрібнення суміщена з короткочасним прогріванням сировини, що забезпечує часткове її розварювання. Для здійснення цієї операції застосована відцентрова машина з наклонним різанням і обігрівом АВЖ-245, яка застосовується для перероблення жиросировини на м'ясокомбінатах [5]. Перевагами застосування такої сумісної операції є наступне:

- подрібнення усіх видів тканин (м'язової, з'єднувальної, жирової, дрібної кісткової) та перетворення її в тонкоздрібнену суміш;
- проведення процесу при температурах 65-85°C в тонкому шарі впродовж 4-6 секунд, що дозволяє одержати слабгідролізований білковий напівфабрикат без втрати протеїнів, вітамінів та інших корисних речовин;
- одержання високоякісного кормового риб'ячого жиру без збільшеного вмісту вільних жирних кислот та погіршення кольору;
- усі основні операції подрібнення і прогрівання сировини виконуються у відцентровому режимі з великою частістю обертів, що забезпечує проведення процесу впродовж декількох секунд.

Після машини АВЖ-245 видалення рідинної і жирової частини передбачено центрифугуванням із застосуванням горизонтальної осаджувальної шнекової центрифуги НОГШ-325, що забезпечує найменші втрати щільної маси внаслідок поступлення в неї слабоденатурованого продукту. Така ж центрифуга застосована у аналозі - центрифужно-сушильному способі, при якому у центрифугу поступає розварена маса доведена до бульйонообразного стану.

В сировині проходять такі процеси [1]. При сумісному подрібненні і прогріванні відкриваються капіляри, в які легко проникає жир, видалений з клітин. Під одночасною дією теплонагріву і відцентрової сили жир і волога легко долають капілярне зчеплення. Починається видалення жиру і вологи з часток. Для подальшого вилучення жиру і вологи тиск повинен бути достатнім для подолання опору для міграції окремих крапель жиру і вологи через ущільнену масу напівфабриката. Такий тиск утворюється при центрифугуванні в шнековій центрифугі НОГШ-325. Таким чином одержують знежирений напівфабрикат до початку процесу повного розварювання і стерилізації, тобто подальший тепловий процес при високих температурах відбуватиметься без присутності жиру.

В той же час стан білків починає змінюватись вже при температурі 30-35°C, відбувається їх коагуляція. Якщо теплову обробку починати при високій температурі, то в поверхневому шарі відбувається швидка коагуляція білків і клітинний сік залишиться всередині часток сировини. При коагуляції білки віддають значну частку вологи, що міститься в них, при цьому маса рибної тканини

зменшується на 20-40%. З'єднувальна тканина, яка розташована на поверхні часток сировини, так і між пуками білкових сполук, поступово втрачає механічну прочність внаслідок перетворення колагена в желатин і глютин, що також полегшує зневоднення і знежирення сировини [7]. Таким чином одержують знежирений напівфабрикат без втрат протеїнів до початку процесу повного розварювання і стерилізації, тобто подальший тепловий процес при високих температурах відбуватиметься без присутності жиру.

Але за помірного температурного режиму проходить частковий гідроліз білкових сполук. Тому напівфабрикат підлягає подальшому оброблянню.

Напівфабрикат, що виходить з центрифуги, екструдують з метою:

- повного розварювання і стерилізації сировини;
- поглиблення гідролізу білків для підвищення вмісту протеїну в готовому продукті.

За даними Всесоюзного науково-дослідного інституту м'ясної промисловості (Москва, 1984р.) позитивні принципи використання шнекового обладнання для виробництва кормових продуктів є такі:

- швидкісне протікання технологічного процесу;
- короткочасний вплив нагрівання і тиску забезпечує гідроліз білків до перетравної форми;
- найменші втрати водорозчинних сполук і продуктів гідролітичного розпаду білків за рахунок особливості протікання процесу в шнековому обладнанні.

Згідно робіт радянських фізико-хіміків Н.С. Єнікоп'яна і М.Л. Фрідмана [4] напівфабрикат можна уявити як багатокомпонентну суміш, що містить малов'язку речовину (водо-жирову фракцію з розчинними білками) і щільну масу напівфабрикату кормового борошна. При протискуванні через прес тверда частина напівфабрикату піднімається у центр до шнеку, волога віджимається до стінок формуючого каналу, тобто корпусу преса, і виникає двофазова течія [4, малюнок 4-в, ст.266]. Завдяки цьому навіть найменші частки білкового пилу і неорганічних сполук притискаються до центру і виштовхуються шнеком узовні.

Крім того згідно робіт тих же фізико-хіміків в шнековому обладнанні сировина опиняється під дією високого тиску і деформації здвигу (поворот її шнеком майже на 360°). Це стимулює цілий ряд хімічних реакцій в твердих тілах: і молекули і атоми отримують надзвичайно високу рухливість і здатність активізуватись [4].

Таким чином при одночасній дії температури, тиску і деформації в шнековому пресі відбувається швидкоплинний гідроліз білків. Аналогічна дія відтворюється і з білковими сполуками кишкової палиці, інших патогенних мікроорганізмів і бактерій, тобто вони знищуються, а продукт знезаражується - стерилізується.

Немаловажним фактором в цьому процесі є волога. Напівфабрикат поступає в прес з вологістю 35-40%. Волога в шнековому пресі виступає як пластифікатор по аналогії з полімерною промисловістю, тобто знижує температуру фізичних і хіміч-

них перетворень, перешкоджає пригоранню продукту і повному розпаду білків.

Завдяки видаленню вологи на відцентровому і шнековому обладнанні, подальший процес сушіння борошна після екструдуювання скорочується у часі, тобто проводиться досушування кормового рибного борошна. На виході з екструдера вологість продукту зменшується на 8-10%, тому необхідно продукт досушити до масової долі вологи 10-12%. Досушування проводять у транспортному засобі або в сушильному барабані.

Впровадження заявленого нового технологічного способу та комплексу обладнання дозволить досягти наступних технічних результатів:

- скорочення терміну теплової обробки сировини;
  - підвищення масової долі протеїнів в готовому кормовому рибному борошні з 64% до 70-75%, що відповідає стандартам України і міжнародних стандартів;
  - одержання кормового борошна без втрат білків, вітамінів і сполук, що забезпечують ріст тварин, птиці і риби;
  - одержання високоякісного кормового риб'ячого жиру;
  - складання безперервно-діючого комплексу для виробництва кормового рибного борошна із застосуванням обладнання, яке в порівнянні з аналогом має менші габарити, масу і енергоємність;
  - можливість створення виробництва кормового рибного борошна потужністю 500кг/год сировини на невеличких площах до 100м<sup>2</sup> за наявності електропостачування напругою 380В;
  - бульйон (рідинна частина емульсії, одержаної від центрифуги НОГШ-325) являє собою клітинний сік рибної сировини з вмістом розчинних білків та інших сполук і може використовуватись для приготування вологої мішанки при відгодуванні тварин і птиці, а також як заміник курячих яєчок в лікувально-дієтичних препаратах для молодняку - штучне молоко, лізоцим, цукрово-яєчна суміш.
- Особливі умови впровадження цього способу:
- переробка сировини без ознак розпаду;
  - обладнання обігрівом корпусів машини АВЖ-245, шнекової центрифуги НОГШ-325;
  - щоденна санітарна обробка обладнання після закінчення роботи.

Новий спосіб складається з наступних технологічних операцій: подрібнення сировини до тонкозруйнованої маси з одночасним прогріванням її в потоці; видалення вологи і риб'ячого жиру у вигляді бульйону з напівфабрикату при центрифугуванні; розварка і стерилізація напівфабрикату шляхом екструдуювання, досушування кормового рибного борошна.

Для здійснення нового способу складено комплект обладнання: відцентрова машина АВЖ-245, горизонтальна шнекова центрифуга НОГШ-325, шнековий прес-екструдер, досушка, в барабані або в потоці у транспортному засобі.

Послідовність дій така: перший етап - це розігрів обладнання до повного розігріву внутрішніх частин обладнання до 95°C.

В окремому приміщенні перевірену рибну сировину подають у відцентрову машину АВЖ-245.

Частки сировини попадають під комбінований вплив відцентрової сили, подрібнення і теплонагріву, що призводить до початку руйнування не тільки тканин сировини, з видаленням із них вологи і жиру. Утворюється суміш, що складається з жировміщуючого бульйону і суспензії твердих часток. Така маса температурою до 85 градусів С самою машиною АВЖ витискується в напірний накопичувач, а з нього самопливом поступає в безперервно діючу горизонтальну шнекову центрифугу НОГШ-325 для відокремлювання напівфабрикату від емульсії - жировміщуючого бульйону [5]. Процес, що відбувається у центрифугі, наведений у описі.

Напівфабрикат із центрифуги висипається у шнек, де відбувається підсушування напівфабрикату шляхом витягу парових мас із шнеку. Напівфабрикат подається на екструдуювання в шнековий прес-екструдер типу ППРМ або А1-КХП.

Із шнекового пресу-екструдеру типу ППРМ [6, 8], у якому відбувається пресування маси двома шнеками із зменшенням шагу до виходу при температурі до 150°C впродовж 3-6 хвилин, виходить продукт вологістю 25-30.

Принцип роботи екструдера А1-КХП наступний: напівфабрикат вологістю 30-35% з бункера машини через регульовану заслонку поступає в корпус між шнеком і стінками, шнеком протискується до виходу. Тиск росте за рахунок тертя продукту, температура підвищується, процес проходить при температурі 135-145 градусів С, маса стає пластичною і витискується через отвори у матриці. Продукт, отриманий шляхом екструдуювання, за рахунок швидкого зниження тиску на виході втрачає вологу [12].

Екструдуювання забезпечує одержання продукту однорідної консистенції при мінімальних втратах. Термін обробки продукту - від 15 секунд до декількох хвилин. Результатами екструдуювання є гідроліз багатоланцюгових білків.

Завдяки видаленню вологи на відцентровому і шнековому обладнанні, подальший процес сушіння борошна скорочується у часі, тобто проводиться досушка кормового рибного борошна.

Продукт із екструдера вивантажується у шнек, у якому проводять досушку шляхом витягу парових мас, або тим же шнеком подають на досушку у барабан. Після сушіння готове кормове борошно передають в склад для проведення підготовчих операцій для складування, зберігання і реалізації.

За даними Гуменюк [11], яка проводила дослід з кормовою білково-жировою добавкою з мездри (колагенвмісна сировина), в екструдованому продукті вміст сирого протеїну від 55% до 95%, жиру від 1 до 15% в залежності від виду сировини. При екструдуюванні зберігаються жиророзчинні вітаміни А, D, Е, К. В жирі не утворюються летучі жирні кислоти, вільні кислоти, перекиси, які присутні у готовому продукті при тривалій тепловій обробці і є токсичними речовинами.

Емульсія від центрифуги НОГШ-325 зливається самопливом в прийомний бак, звідки малою відцентровою машиною АВЖ-130 перекачують її у відстійник. Там відбувається розшарування, риб'ячий жир зливають в окрему місткість. Осад, що вміщує найменші частки напівфабрикату, переда-

ють на подальшу переробку в екструдер. Бульйон (рідинна частина суміші) накопичується у відстійнику, а потім відправляється в господарства на відгодівлю тварин і птиці.

Фугат від шнекового пресу є концентрованою емульсією риб'ячого жиру, яку перекачують у відстійник для розшарування.

Після закінчення роботи проводять обов'язкову щоденну мийку обладнання, бо залишки сировини будуть загнивати, залишки напівфабрикату і продукту при подальшій термічній обробці будуть пригорати, все це попадає в готову продукцію і погіршує її якість.

Для здійснення заявленого способу пропонується застосування відомого і діючого в даний час в Україні обладнання і скласти його у безперервно-діючий комплект для теплової обробки рибної сировини у складі, що зазначений вище.

Для ідентифікації обладнання, що пропонується, наводяться опис і технічні характеристики.

Відцентрова машина типу АВЖ-245 [13] передбачена для тонкого руйнування, прогріву сировини і витоку жиру з неї. Технічна характеристика наведена нижче.

Машина складається із станини, корпусу, відцентрового перфорованого барабану, 2-х нерухомих ножів, 1 рухомого ножа, приймального бункеру, електродвигуна.

Барабан розмилюється в корпусі, котрий являє собою трубу з фланцями: нижчий - для закріп-

лення електродвигуна, верхній - для приймального бункеру. У корпус вварені два патрубки для подавання пари і відводу з машини оплавленої жиромаси.

Основним робочим органом машини є перфорований барабан, що обертається, з отворами діаметром 6мм на його поверхні. В центрі барабана кріпиться рухомий ніж, передбачений для первинного роздрібнення сировини і відкидання її на стінку барабана. На внутрішній стороні барабана розміщені два нерухомих ножа, які підрізають удавлені в отвори барабана частки сировини. Принцип дії наступний: частки сировини попадають під комбінований вплив відцентрової сили, подрібнення і теплонагріву, що призводить до початку руйнування не тільки тканин сировини, а і багатоланцюгових сполук з видаленням із клітин вологи і жиру. Утворюється суміш, що складається з емульсії і суспензії твердих часток. Така маса самою машиною витискується в напірний накопичувач.

Відцентрова машина застосовується в м'ясо-молочній промисловості для витопки жиру з жиромаси, при виробництві ліверних ковбас для розварювання легенів, серця, печінки, для виробництва кормового борошна з відходів худоби і птиці.

В заявленому способі використовують функції відцентрової машини для подрібнення сировини, перетворення її в тонко зруйновану масу, нагрівання, видалення з клітин жиру та вологи.

Технічна характеристика відцентрової машини АВЖ-245(13)

Продуктивність, кг/годину	
на гов'яжій сировині	1120
на свинячій сировині	1600
Поверховий діаметр барабану, мм	245
Частість обертів барабану, об/хвил.	1450
Електродвигун:	
потужність, кВт	15
частість обертів, об/хвил.	1450
Тиск пари, кгс/см (МПА)	1.5-3.0(0,15-0,3)
Витрати пари, кг/год	150
Температура пари, град. С	110-120
Габарити, мм	630×470×1115
Маса, кг	250

Горизонтальна шнекова центрифуга НОГШ-325 передбачена для розподілу суспензій в хімічній, м'ясо-молочній, харчовій промисловості. Центрифуга являє собою машину горизонтальну шнекову осаджувального типу, яка складається із станини, корпусу, перфорованого ротора, шнека, електродвигуна, прийомної воронки. Основними органами є шнек, розташований в перфорованому роторі. Крок витків шнека до виходу зменшується, а діаметр тіла витків збільшується, що сприяє збільшенню тиску при переміщенні продукту до виходу. Під дією тиску і відцентрової сили із суміші, що поступає з машини АВЖ, емульсія відокремлюється від шквари (тверда частина сировини), яка шнеком витискується з центрифуги. Емульсія (суміш вологи і жиру) відкидається на стінки ротора, що обертається, проходить крізь отвори і по жолобу в

корпусі, який має уклін в протилежну сторону від вивантаження шквари, витікає з центрифуги.

Центрифуга негерметизована, з вибухозахищеним електродвигуном. Деталі, які мають дотик з продуктом, що оброблюється, виготовлені з легірованої сталі.

Комплект поставки: центрифуга в зборці з електродвигуном і віброізолюючим пристроєм.

В заявленому способі використано основну функцію горизонтальної шнекової центрифуги для розподілу тонко зруйнованої сировини на рідинну частину (жир і волога) і вологий твердий залишок. Технічна характеристика центрифуг різного типу наведена у таблиці 3.

Шнековий прес-екструдер [6, 8] передбачений для пресування насіння і одержання олії. Технічна характеристика наведена нижче. Шнековий прес



являє собою одно- або двошнекову машину, яка складається із станини, корпусу, зеєрного барабану, шнека, електродвигуна. Основним органом є два шнеки, розташовані в зеєрному барабані. Насіння, що подається до шнекового пресу, потрапляє під дію тиску, який збільшується при протискуванні до виходу. Під дією тиску олія віджимається із мезги, проходить крізь отвори в зеєрному барабані і збирається у піддоні. Жмих витискується шнеком із зеєра. Шнековий вал пресу має невелику частоту обертання - від 5 до 30об/хвил. Процес

пресування насіння проводиться при температурах, що можуть регулюватися у діапазоні 60-135-150°C.

Комплект поставки шнекового пресу-екструдеру: прес, електродвигун, редуктор, пульт управління.

В заявленому способі використано основну функцію пресового шнеку як екструдеру, тобто для розварювання і стерилізації продукту завдяки прогріванню у тонкому шарі на вітка шнеку.

#### Технічна характеристика шнекового прес-екструдер

Показники	УЕП-150	ППРМ-18.5/380-210
Продуктивність по насінню соняшника, кг/год.	120-150	210
Температура нагрівання, °C	60-135	до 150
Вихід олії, %	33-42	36-38
Потужність номінальна, кВт	14	18,5
Габарити, мм	2300 1200 1300	1750 1010 1500
Маса, кг	850	600

Екструдер [12] передбачений для виробництва харчових концентратів, основним компонентом яких є зерна кукурудзи, рису та інших зернових. Екструдер являє собою герметичний апарат, в корпусі якого знаходяться 1 або 2 шнека, що обертаються. Для нагрівання продукту на вході в корпус закріплений блок електронагрівачів. На виході з корпусу розміщена матриця з ріжучим механіз-

мом. Екструдер забезпечує змішування, варку, охолодження продукту.

В заявленому способі використано основну функцію екструдера: стерилізація і розварка продукту, за рахунок високого тиску і температури поглиблення процесу гідролізу білкових сполук до перетравної форми.

Можливе використання екструдерів із полімерної галузі більш потужної продуктивності.

#### Технічна характеристика екструдерів

Показники	A1-KXP	K65 (ЧП2-125×20)
Продуктивність, кг/ год	70-80	250 (550)
Частота обертання шнеку, с <sup>-1</sup>	7,4	
Поверхневий діаметр шнеку, мм	155	65 (125)
Кількість отворів в матриці	30	
Діаметр отворів в матриці, мм	2,8	
Температура нагрівання продукту, °C	145	250 (350)
Встановлена потужність, кВт	21	57 (135)
Габарити, мм	1700×887×1635	5000×3900×2400
Маса, кг	1305	6000

Виходячи з вищенаведених даних складено порівняльну таблицю ознак і показників заявлених способу і комплексу обладнання та аналога.

В цій таблиці співпоставлені:

- операції, з яких складається заявлений спосіб і спосіб аналога;

- обладнання і його технічні характеристики, сумарні дані про тривалість теплового процесу, енерговитрати займаної площі і маси заявленого комплексу і аналога, транспортні засоби не враховувались;

- якість готового рибного борошна по одному з основних показників.

#### Порівняльна таблиця

Заявлені спосіб і комплект	Аналог
СПОСІБ Подрібнення сировини до тонко зруйнованої маси з одночасним прогріванням в потоці	СПОСІБ Подрібнення сировини до тонкозруйнованої маси
Центрифугування Екструдкування	Розварювання Центрифугування Сушіння

<p>Досушування КОМПЛЕКТ ОБЛАДНАННЯ Продуктивність комплекту 500кг/годину сировини</p> <p>Відцентрова машина АВЖ-245 з обігрівом для подрібнення і часткового розварювання сировини, електродвигун 15кВт, займана площа 0,3кв.м, маса 250кг, витрати пару 150кг/годину, тривалість 4-6 секунд</p> <p>Центрифуга НОГШ-325 для відокремлення жировміщуючого бульйону, електродвигун 7квт, витрати пару 150кг/год, займана площа 4,3кв.м, маса 720кг, тривалість 2-3хв.</p> <p>Вентилятор з калорифером для підсушування напівфабрикату у транспортному засобі, електродвигун 2,7квт, займана площа 0,3кв.м, маса 100кг, тривалість 2-3хв.</p> <p>Екструдер А1-КХП для повного розварювання і стерилізації продукту, електродвигун 21кВт,займана площа 1,5кв.м, маса1305кг, тривалість 1-6хв.</p> <p>Барабан для досушування борошна, електродвигун калорифера 3кВт,барабану 2,7кВт, займана площа 2,7кв.м, маса 1500кг, тривалість 20-30хв.</p> <p>ЯКІСТЬ Масова доля протеїну 70-75% в залежності від типу сировини</p>	<p>КОМПЛЕКТ ОБЛАДНАННЯ Продуктивність комплекту 3000кг/год сировини</p> <p>Риборізка ИЖС-1 для подрібнення сировини, електродвигун 4,5квт, займана площа 2кв.м, маса 881кг, тривалість 4-6 секунд</p> <p>Варильник ИММ/2 для розварювання і стерилізації сировини, електродвигун 5кВт, витрати пару 580кг/годину, займана площа 6кв.м, маса 4158кг, тривалість 2-3 години</p> <p>Центрифуга НОГШ-325 для відокремлення жировміщуючого бульйону, електродвигун 7квт, витрати пару 150кг/год, займана площа 4,3кв.м, маса 720кг тривалість 2-3хв.</p> <p>Сушильний агрегат Т1-ИЖС7 для сушіння щільної маси після центрифугування, електродвигун 21,5квт, витрати пару 560кг/год, займана площа 22,8кв.м, маса 10961кг, тривалість 2-3год.</p> <p>ЯКІСТЬ Масова доля протеїну до 64%</p>	
ПОРІВНЯННЯ		
25-30хв.	Тривалість теплового процесу	72-113хв.
51,4кВт	Потужність електродвигунів	38кВт
300	Витрати пару, кг/годину	1290
8,1	Займана площа, кв.м	35,1
3875	Маса, кг	16720

Таким чином, порівняння свідчать, що комплект аналога розрахований на великі обсяги перероблення рибних відходів, заявлений спосіб і комплект обладнання - для середніх і малих рибобробних підприємств. Наведені дані також свідчать про можливість досягнення заявленого технічного результату.

Література:

1. Трухин Н.В. "Рациональное использование рыбного сырья". М. 1985.
2. Справочник "Химический состав пищевых продуктов". М. 1979.

3. Мдинарадзе Т.Д. "Переработка побочного сырья животного происхождения". М. 1987.

4. Международный ежегодник "Наука и человечество: доступно и точно о главном в мировой науке", 1987.

5. Либман С.Г. "Производство пищевых животных жиров на мясокомбинатах". М. 1982.

6. АО "Рось" "Каталог перерабатывающего оборудования" Харьков, 2001.

7. А.Н. Михайлов "Коллаген кожного покрова и основа его переработки". М. 1971.

8. Інформаційний лист республіканського науково-виробничого об'єднання "Укрекспо-Процес" - установка УЕП-150.

9. Исаев В.А. "Кормовая рыбная мука". М.1985.

10. Крылова Н.Н., Ляковская Ю.Н. "Биохимия мяса". М.1968.

11. Н.Гуменюк Г.Д., Коробко А.Н. "Использование отходов переработки продукции животноводс-

тва и общественного питания в кормлении животных". К.1993.

12. Кротов И.Т. "Технологическое оборудование предприятий пищевого концентратной промышленности", Воронеж, 1990.

13. Технический паспорт Полтавского завода «Мясомолмаш» на центробежную машину АВЖ-245. Полтава, 1989.