

рному соотношении, и процесс фильтрации осуществляют при  $pH = 7 \div 10$ , для чего в воду добавляют щелочь. В результате протекающих химических реакций образуются гидроксилы, которые сорбируют загрязнения, а потом образуют магнетит. В осадок вместе с магнетитом попадают и загрязнения, которые извлекают из воды магнитной сепарацией. При таких технологиях в воду попадают дополнительные соединения, изменяя ее физико-химические свойства. Кроме этого, из воды не извлекаются ионы тяжелых металлов и микрофлора.

Цель работы состоит в расширении функциональных возможностей известного метода. Она достигается за счет усовершенствования процесса обработки воды и фильтрации. При этом обработку и предварительную очистку воды проводили пропусканием ее через слои полидисперсных частиц феррита бария, расположенных в магнитном поле индукции  $0,1 \div 0,2$  Тл, а фильтрацию осуществляли пропусканием воды через последовательно расположенные слои гранулированных сорбентов из кремнезема и активированного угля.

**Ключевые слова:** кремнезем, активированный уголь, феррит бария, магнитное поле, магнетит.

#### **Kuzema O., Kuzema P., Nikonorov S. Use of polydispersed barium ferrite particles for water filtration**

The article describes the functional characteristics of household filter for water purification. Magnetic fields and novel sorption materials are used in the device. An analysis of currently existing technology shows that in agricultural activities, in addition to determining the state of land and water resources that are used in the production, not less important indicator of such activity is the availability and use of filtration systems for the purification and treatment of water. The advanced technology of the suspended solids and colloidal impurities removal from water are based on the introduction of iron-coagulant into water followed by separating the precipitate by a magnetic field. In particular, such a coagulant was proposed to be a mixture of the two substances  $FeSO_4$  and  $Fe_2(SO_4)_3$  in an equal molar ratio, and the filtering process is carried out at  $pH = 7 \div 10$ , for which alkali is added into water. As a result of the chemical reactions hydroxyls are generated that adsorb impurities, and then form magnetite. The precipitate deposits together with magnetite and contaminants which are removed from water by magnetic separation. In such technologies the additional compounds are placed into the water modifying its physicochemical properties. In addition, water is not purified from heavy metal ions and microflora.

The purpose of this work is to extend the functionality of the known method. This is achieved by improving the water treatment and filtration process. Upon this, the water pre-treatment was carried out by passing it through the beds of polydispersed particles of barium ferrite, arranged in the magnetic field with induction  $0.1 \div 0.2$  T, and the filtration was carried out by passing water through the successive layers of the granulated silica and activated carbon sorbents.

**Keywords:** silica, activated carbon, barium ferrite, magnetic field, magnetite.

Дата надходження до редакції: 07.09.2017

Резензент: д.т.н., проф. Кундера Ч.

УДК 664.8.047

#### **РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ПЕРЕРОБКИ ПІСЛЯСПИРТОВОЇ БАРДИ ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ ЇЇ В ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ**

**Д. Д. Казаков**, ст.викладач

**Ю. П. Рожевський**, ст.викладач

Сумський національний аграрний університет

У статті проаналізовано сучасний стан та перспективність переробки післяспиртової барди. Наведено харчовий потенціал продукту. Для проведення науково-дослідних робіт із сушіння післяспиртової барди було розроблено технологічний процес та машинно-апаратну схему виробництва.

**Ключові слова:** післяспиртова барда, сушіння, технологічна схема, вологовміст продукту, центрифуга, апарат.

**Постановка проблеми у загальному вигляді.** Останнім часом у світі все більше уваги приділяється збільшенню ресурсів харчового білка, удосконаленню техніки і технології переробки традиційних і нетрадиційних сировинних ресурсів у різних галузях харчової промисловості,

розширенню асортименту повноцінних продуктів харчування.

Одним із способів вирішення проблеми збільшення ресурсів білка є використання вторинних сировинних ресурсів.

Останнім часом в Україні використання

вторинної сировини підприємств харчової промисловості набуває все більшої актуальності. Великі обсяги промислової переробки різноманітної сировини рослинного походження на харчові цілі становлять значний потенціал для агропромислового комплексу. Це стосується й післяспиртової барди, яка являє собою сировину, що містить білки, жири, вуглеводи та незамінні амінокислоти. Отже, унаслідок утилізації післяспиртової барди не тільки забруднюється довкілля, а й нерационально використовуються харчові ресурси такого цінного продукту.

Вирішення проблеми, яка є нагальною, – це консервування нативної післяспиртової барди для подальшого її використання в харчових продуктах. При цьому переваги сушеної післяспиртової барди перед нативною є такими:

- можливість транспортування на великі відстані;
- тривалий термін зберігання сушеної післяспиртової барди;
- використання в технології виробництва хліба;
- використання як білкової добавки.

Отже, актуальним завданням є розробка нових і модернізація існуючих способів сушіння. Одним із таких способів є сушіння [1] у псевдозрідженому шарі інертного носія, який для сушіння післяспиртової барди до цього не використовувався через складність перебігу процесу.

#### Аналіз останніх досліджень і публікацій.

На сьогодні як у Сумському регіоні, так і загалом в Україні для підприємств спиртової промисловості залишається не вирішеним питання переробки відходів спиртового виробництва. У процесі одержання спирту утворюється значна кількість відходів виробництва – післяспиртова барда, яка, потрапляючи в навколишнє середовище, спричиняє його забруднення. Разом із тим барда має достатньо високу харчову цінність, оскільки в її складі міститься білок зерна. У сільському господарстві багатьох країн широко застосовують продукти переробки барди, тоді як в Україні її використовують частково або взагалі зливають на поля фільтрації. Це недоцільно і незручно, оскільки післяспиртова барда починає псуватися вже через декілька годин після її виробництва. Разом із тим сушена післяспиртова барда з вологістю 10–11% може зберігатися кілька років. Крім того, післяспиртову барду використовують у виробництві хліба та як харчову добавку з біологічно активними речовинами [2–4].

Післяспиртової барди являє собою сировину, що містить білки, жири, вуглеводи (рис. 1) та незамінні амінокислоти. Отже, унаслідок утилізації післяспиртової барди не тільки забруднюється довкілля, а й нерационально використовуються харчові ресурси такого цінного продукту.

Важливим джерелом зменшення собівартості висушеного продукту є інтенсифікація про-

цесу сушіння завдяки ефективному використанню об'єму сушарки [5].



Рис. 1. Харчовий потенціал післяспиртової барди

Для інтенсифікації сушильних апаратів слід прагнути до збільшення поверхні фазового контакту. Крім того, необхідно збільшувати відносну швидкість дисперсної і газової фази, яка збільшує рушійну силу процесу сушіння і зменшує витрату теплоносія на сушіння.

Промислове виробництво етилового спирту побудовано на принципах відхідної технології, що негативно впливає на стан навколишнього середовища.

У наш час одним із резервів зростання ефективності харчових виробництв є підвищення стабільності виробництва і, як наслідок, зменшення втрат сировини і готової продукції за умови забезпечення стабільної якості протягом усього технологічного циклу. В основу дослідження цього напряму покладено теорію технологічного потоку, яка дозволяє створити стійкі, точно функціонуючі технологічні системи [6].

Значно підвищити ефективність, рентабельність роботи конкретного виробництва на підприємстві можна не тільки завдяки технічному переоснащенню, а й унаслідок більш чіткої організації – як системи взаємозв'язку режимів функціонування обладнання і технології.

Сьогодні у світі розповсюджені різноманітні лінії для виробництва із післяспиртової барди сушеної білкової добавки з вологістю 10%. Однак головним недоліком цих ліній є складність і металлоємність виробництва через використання сушарок переважно роторно-барабанних, що обумовлює високі експлуатаційні витрати. Отже, виникає необхідність в організації переробки післяспиртової барди із застосуванням технологічної лінії зі стійким потоком із меншими витратами.

**Формулювання цілей статті.** Мета роботи заключається у розробці технологічного процесу переробки післяспиртової барди для використання її в технології виробництва хліба.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Для проведення науково-дослідних робіт із сушіння післяспиртової барди було розроблено технологічний процес та машинно-апаратну схему виробництва (рис. 2, 3).

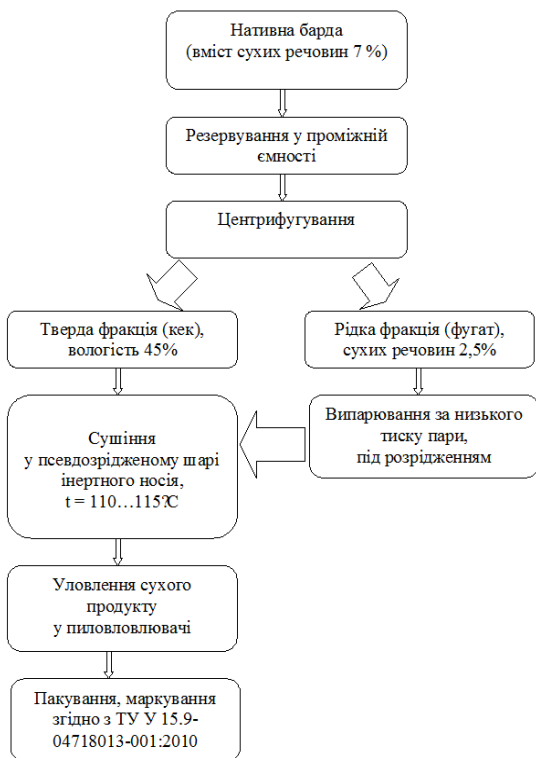


Рис. 2. Технологічна схема виробництва сушеної післяспиртової барди

Технологічна схема включає магістралі для підведення післяспиртової барди і відведення твердих і рідких продуктів її переробки, зв'язані між собою засобами міжопераційної передачі (різноманітні транспортери, трубопроводи, що умовно показані у вигляді стрілок), проміжну ємність 1, пристрій для зневоднення 2, виконаний у вигляді декантерної центрифуги, пластинчасті випарні апарати 3, вентилятор 4, калорифер 5, призначений для отримання сухого гарячого повітря з різною температурою сушильного агента, сушарку з псевдозрідженим шаром інертного носія 6, змішувач 7, пиловловлювач 8, в якому відділяються тверді частинки продукту від газоповітряної суміші, збірник готового продукту 9, пристрій для пакування 10. Розроблена технологічна лінія працює таким чином: післяспиртова зернова барда із брагоперегонного апарата по магістралі підведення потрапляє в проміжну ємність 1 (рис. 3), де збирається в об'ємі, необхідному для безперервної роботи декантерної центрифуги. Після декантерної центрифуги 2 післяспиртова барда розділяється на два потоки, один із яких містить твердий продукт (кек), а інший – рідкий (фугат). Кек має вигляд крихкої маси з вологістю не менше 40%. Фугат включає в себе від 2 до 2,5% сухих речовин, частина яких перебуває у зваженому стані, а частина у розчиненому.

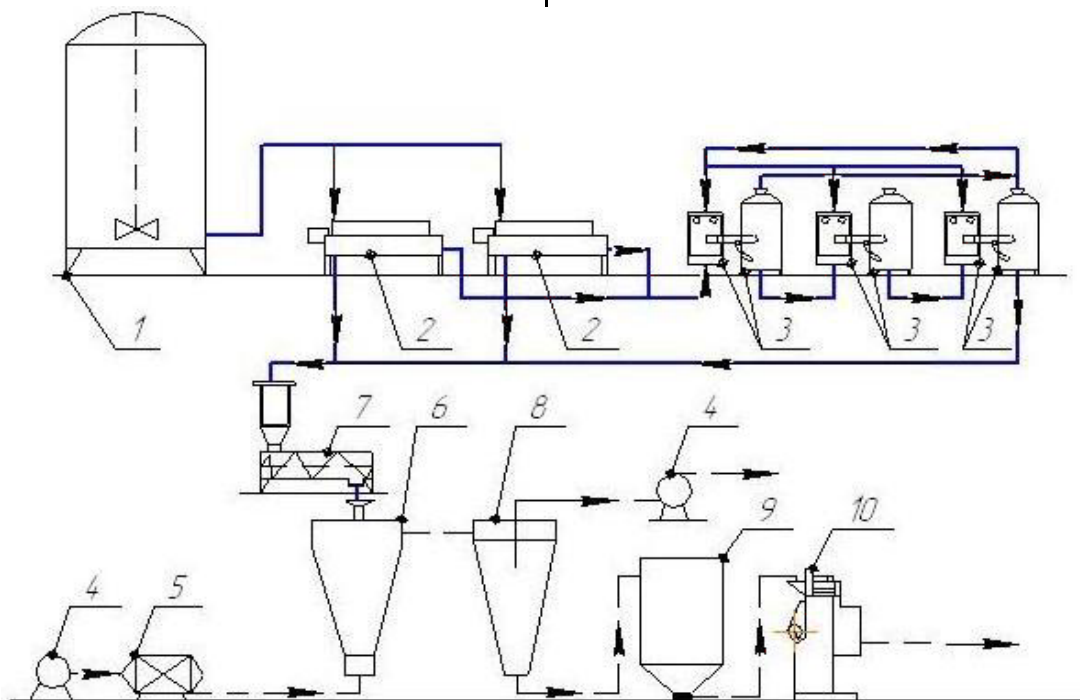


Рис. 4. Машинно-апаратна лінія переробки післяспиртової барди:

- 1 – проміжна ємність; 2 – декантерні центрифуги; 3 – пластинчасті випарні апарати;  
4 – вентилятор; 5 – калорифер; 6 – сушарка на інертних тілах; 7 – змішувач; 8 – пиловловлювач;  
9 – збірник готового продукту; 10 – пристрій для пакування.

Як сушильний пристрій використовують сушарку у псевдозрідженому шарі інертного носія, яка забезпечує оптимальний режим сушіння і реалізує активний гідродинамічний режим. Під

час руху частинок барди у псевдозрідженому шарі відбувається бузперервна їх взаємодія з інертним носієм (фторопластовою крихтою), одна з одною та зі стінкою сушарки, що приводить до збільшення відносної швидкості руху взаємодіючих фаз, зменшення часу перебування матеріалу в апараті, підвищення концентрації твердої фази.

Після сушарки 6 барда має вологість (10±2%), із сушильної камери вона потрапляє в пиловловлювач 8, звідти у збірник готового продукту 9, де упаковується на пристрої 10, наприклад у мішки. Суха барда містить не менше 60% харчових волокон і 25% білка.

Певна кількість сухих речовин (до 2,5%) залишається у фугаті. Раніше цей продукт по магістралі відводився у відстійники. Із цієї причини запропонована технологічна лінія оснащена пристроєм для концентрування фугату – пластичними випарними апаратами. Після центрифугування фугат потрапляє на випарну станцію. Випарні апарати працюють за низького тиску

пари, під розрядженням.

Таким чином, розроблена технологічна лінія переробки післяспиртової барди має певні переваги:

– запропоновано оригінальний спосіб сушіння у псевдозрідженому шарі інертного носія, який базується на кінематичних закономірностях, забезпечуючи стовідсоткове контактування теплоносія і висушеного продукту з інертними тілами, що дозволяє інтенсифікувати процес, досягнути необхідної продуктивності та якості сушіння;

– використання вентилятора і калорифера дозволяє отримати сухе гаряче повітря потрібної температури, запобігаючи потемнінню барди.

**Висновки.** На сьогодні дана технологія є найбільш перспективною, вона дозволяє отримати якісний продукт разом із низькими капітальними й експлуатаційними витратами для подальшого використання продукту в харчовій промисловості.

#### **Список використаної літератури:**

1. Муштаев В. И. Сушка дисперсных материалов / В. И. Муштаев, В.М. Ульянов. – М. : Химия, 1988. – 352 с.
2. Пат. на изобретение RUS 2472356. Пищевой продукт и способ обработки сухой зерновой барды, используемой для получения пищевого продукта / Березин А.О., Сырчина Н.В., Одинцов Н.И. – Заявл. 18.10.2011 ; опубл. 20.01.2013.
3. Пат. на изобретение RUS 2533155. Пищевой продукт с пищевой добавкой и способ ее получения / Одинцов Н. И., Кулемин Л.М., Бойко Е.Р. – Заявл. 08.02.2013 ; опубл. 20.11.2014.
4. Пат. на изобретение RUS 2410874. Способ приготовления закваски для производства хлеба / Аширова Ю.А., Циганова Т.Б. – Заявл. 11.08.2009 ; опубл. 10.02.2011.
5. Муштаев В. И. Сушка в условиях пневмотранспорта / В. И. Муштаев, В. М. Ульянов, А. С. Тимонин. – М. : Химия, 1984. – 232 с.
6. Togrul H. Suitable Drying Model for Infrared Drying of Carrot / H. Togrul // Journal of Food Engineering. – 2006. – Vol. 77, issue 3. – P. 610–619.

#### **Казакоев Д.Д., Рожевский Ю.П. Разработка технологического процесса переработки послеспиртовой барды для использования ее в пищевой промышленности**

*В статье проанализировано современное состояние и перспективность переработки послеспиртовой барды. Приведен пищевой потенциал продукта. Для проведения научно-исследовательских работ с сушки послеспиртовой барды был разработан технологический процесс и машинно-аппаратурная схема производства.*

**Ключевые слова:** послеспиртовая барда, сушка, технологическая схема, влагосодержание продукта, центрифуга, аппарат.

#### **Kazakov D.D., Rozhevsky Yu.P. Development of the technological process of processing after-alcoholic bards for its use in the food industry**

*The article analyses the modern state and prospects of processing distillery stillage. Given the potential of food product. For carrying out scientifically-research works with drying DDGS was developed technological process and a machine apparatus scheme of production.*

**Keywords:** post-alcohol bard, drying, technological scheme, moisture content of the product, centrifuge, apparatus.

Дата надходження до редакції: 20.05.2017

Рецензент: д.т.н., проф. Подригало М.А.