УДК 664.02+664.959.5

Н.Г. Тунгусов, Е.В. Шадрина, В.Д. Богданов
Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПРОЦЕССОВ КОМБИНИРОВАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА КОРМОВОЙ ДОБАВКИ ИЗ МОРСКИХ ЗВЕЗД

Произведен подбор оборудования для обеспечения технологического процесса производства кормовой добавки из морских звезд комбинированным способом производительностью 1000 кг по сырью или 300 кг по готовому продукту. Для проведения основных технологических операций: экстрагирование, разделение смеси, удаление растворителя, ферментирование, предварительная сушка путем выпаривания – предложено использовать вакуумный реактор. Высокое качество готового продукта обеспечивается за счет низкотемпературной и кратковременной тепловой обработки в вакуумном реакторе и вальцово-барабанном сушильном аппарате. Разработана аппаратурно-технологическая схема производства кормовой добавки из морских звезд комбинированным способом.

***Ключевые слова**: морские звезды, оборудование, экстрагирование, ферментирование, кормовая добавка.*

N.G. Tungusov, E.V. Shadrina, V. D Bogdanov

TECHNICAL SUPPORT OF THE CORE PROCESSES COMBINED TECHNOLOGY FOR THE PRODUCTION F FEED ADDITIVE FROM THE SEA STARS

Promoted the selection of equipment to ensure the technological process of production of feed additive of starfish combined method performance on raw 1000 kg or 300 kg on the finished product. To conduct basic technological operations: extraction, separation of mixtures, removal of solvent, the fermentation, pre-drying by evaporation, it is proposed to use the vacuum reactor. The high quality of the finished product is ensured by low temperature and short heat treatment in a vacuum reactor and a roller-drum drying apparatus. Developed hardware and technological scheme of production of feed additives from starfish combined method.

***Key words:** starfish, equipment, extraction, fermenting, feed additive.*

Введение

Разработка рациональных технологий кормовых продуктов, особенно из водных биоресурсов, отличающихся высокой биологической ценностью, является важным условием для успешного развития животноводства. В результате проведенных научно-экспериментальных работ установлена целесообразность получения кормовой добавки из морских звезд, выловленных в бухте Северной Хасанского района Приморского края. Обоснованы различные способы получения кормовой добавки из морских звезд: метод прямой сушки, экстрагирования, ферментирования, которые имеют ряд недостатков, связанных с биологическими особенностями данного сырья [1, 2, 3].

Разработка комбинированного способа (экстрагирование+ферментирование) производства кормовой добавки из морских звезд позволяет использовать достоинства каждого метода и устранить их недостатки таким образом, чтобы повысить эффективность технологического воздействия на сырье и полуфабрикат [4]. Технологическая схема производства кормовой добавки комбинированным способом представлена на рис. 1.

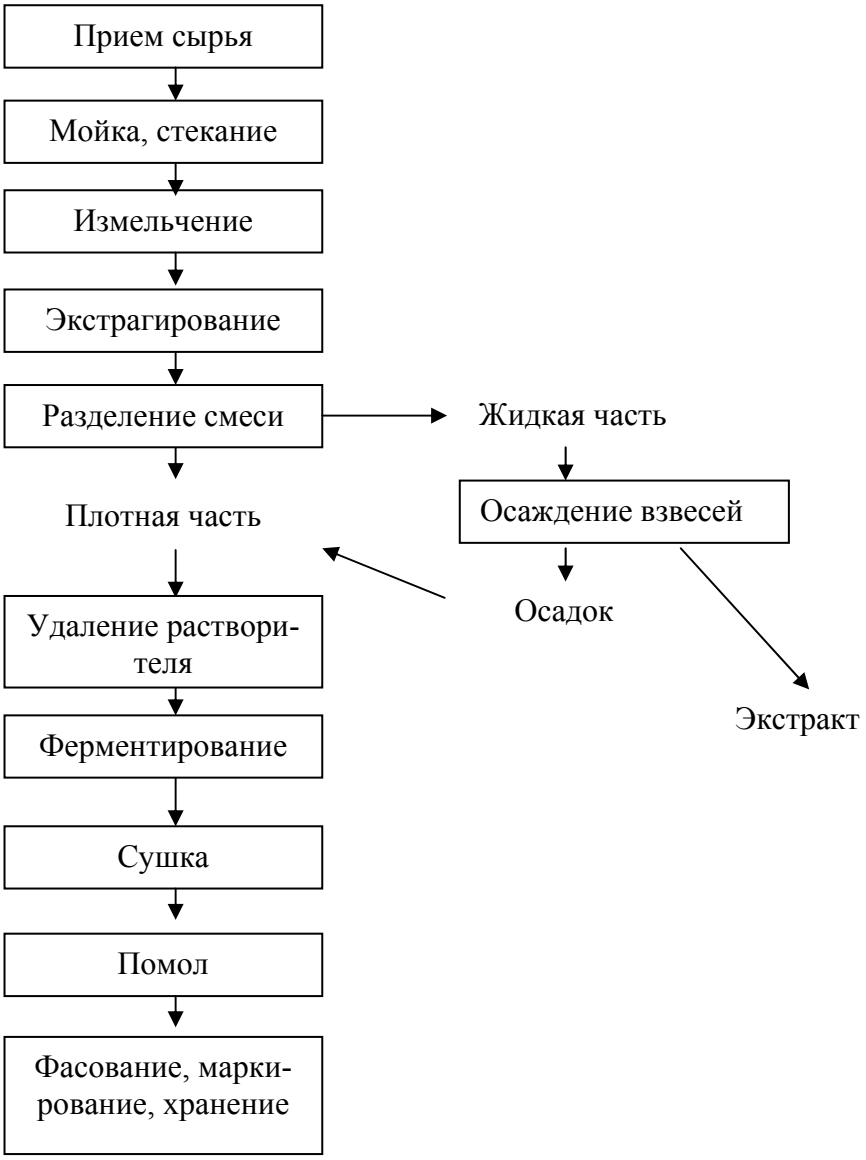

Рис. 1. Технологическая схема производства кормовой добавки комбинированным способом
Fig. 1. The Technological scheme of production of feed additives combined method

Важной задачей является внедрение в производство современных научных разработок. Технологическое проектирование участка по производству кормовой добавки из морских звезд комбинированным (экстракционно-ферментативным) способом – один из этапов такого внедрения.

Целью настоящей работы является подбор технологического оборудования для обеспечения производства кормовой добавки из морских звезд комбинированным способом и разработка аппаратурно-технологической схемы.

Объекты и методы исследований

На основе анализа сырьевой базы и перспективного спроса на данный продукт определена производительность перерабатывающего участка по производству кормовой добавки: 1000 кг по сырью или 300 кг по готовому продукту в сутки.

Подбор технологического оборудования производили по операциям.

Для выполнения проектных работ использовали методы анализа, сравнения, синтеза, моделирования.

Результаты и их обсуждение

Основными технологическими операциями при получении кормовой добавки являются экстрагирование этанолом, удаление взвесей из водно-спиртового раствора, ферментирование и сушка. Остальные операции являются традиционными для производства кормовых продуктов.

Прием сырья производится в загрузочном бункере в виде треугольной односкатной призмы с выпуском через боковое окно.

Мойка морских звезд осуществляется для удаления песка, ила и морской травы. На этой операции используется моечный аппарат барабанного типа CHDWS-2600, внутри которого установлена спиралевидная лента, способствующая продвижению морских звезд к выходу [5]. В результате движения сырье переворачивается и равномерно промывается водой. Особенностью амбулакральной системы морских звезд является то, что во время выдерживания на воздухе сырье отдает до 30 % свободной воды, поэтому *стекание* необходимо проводить в емкостях с перфорированным дном.

Измельчение осуществляется в аппаратах типа волчок, например, К7-ФВП-160, обеспечивающих измельчение сырья заданных размеров частиц (от 3 до 20 мм).

Экстрагирование и ферментирование являются ключевыми операциями в применяемой технологии, для проведения которых необходима емкость, снабженная системами перемешивания, подогрева и поддержания заданной температуры, загрузки и выгрузки сырья, слива и перекачивания экстракта.

Для проведения операции *экстрагирования* возможно применение экстракционного аппарата компании «Агромаш» с тэнами для поддержания необходимой температуры экстракции и частичного подсушивания, мешалкой для перемешивания экстрагируемого материала, вакуумным насосом, создающим необходимые условия для экстракции, насосом для циркуляции растворителя. После экстракции водно-спиртовой раствор сливается и пропускается через сепаратор для удаления взвесей. Для разделения смеси рекомендуется использовать декантер типа LW230AA (Германия). Скопившийся осадок возвращается в измельченную массу, а спиртовой раствор направляется на регенерацию для повторного использования [6].

Операция *ферментирование* может осуществляться как с помощью ферментатора, так и с помощью вакуумного реактора (вакуум-выпарного аппарата).

Изучение технических характеристик вакуумных реакторов показало, что данный вид оборудования имеет ряд преимуществ для использования в разработанной комбинированной технологии, а именно:

- возможность последовательного проведения операций *экстрагирование* и *ферментирование* в одном аппарате без перемещения полуфабриката;
- принудительное (под вакуумом) отделение водно-спиртового экстракта через патрубок нижнего слива;
- возможность проведения операции *осаждение взвесей* в процессе принудительного отделения водно-спиртового экстракта через патрубок нижнего слива путем установки съемного сетчатого фильтра в патрубок слива. В этом случае крупные частицы плотной части выполняют роль фильтрационного материала для тонких взвесей и «осадок» остается в аппарате. Таким образом, отпадает необходимость в применении сложного и дорогостоящего оборудования для осаждения взвесей из экстракта, как сепаратор или осадительная центрифуга;
- возможность удаления остатков растворителя из плотной части путем ее нагрева под вакуумом и последующей конденсации и регенерации растворителя;
- возможность подачи ферментного раствора по трубопроводу посредством вакуумирования аппарата;
- возможность проведения процесса ферментирования при заданном температурном режиме и постоянном перемешивании, что сокращает продолжительность операции;

• возможность проведения процесса концентрирования ферментного гидролизата (выпаривания основной доли воды под вакуумом при пониженной температуре);

• возможность выгрузки концентрированного гидролизата (пастообразной консистенции) через патрубок нижнего слива посредством вакуумирования приемной емкости [6].

Из приведенных данных видно, что целесообразно использование вакуумного реактора, обеспечивающего осуществление основных технологических процессов: *экстрагирование* и *ферментирование* в одном аппарате, а также позволяет выпарить большую часть воды при пониженной температуре, что, в свою очередь, значительно сокращает продолжительность и энергетические затраты последующего процесса сушки продукта.

Сушка является не менее важной операцией, от которой зависит качество готового продукта. Сушка пастообразных материалов связана с налипанием их на стенки сушильных аппаратов и с образованием корки на поверхности высушиваемого материала, что приводит к резкому увеличению длительности процесса. Наиболее пригодными для сушки таких материалов являются петлевые и вальцово-ленточные или вальцово-барабанные сушилки непрерывного действия. В данном случае предлагается использовать барабанную сушилку марки HG-700, которая обеспечивает качество продукта за счет высокой скорости сушки (содержание воды не более 10%) и кратковременного температурного воздействия. В аппарате тепло передаётся внутренней стенке барабана вследствие подачи теплоносителя по трубам, расположенным внутри. В процессе сушки жидкий материал обволакивает наружную поверхность барабана, нагревается и отдаёт излишнюю влагу. Сухой продукт соскабливается с поверхности барабана при помощи скребка и выгружается посредством шнекового конвейера [7].

Помол. Высушенное сырье требует измельчения до однородного размера частиц. Для осуществления помола предлагается дробилка марки 30B/30Bset для тонкого измельчения сухого материала.

Фасование кормовой добавки осуществляется в пленочные пакеты весом от 1 до 10 кг. Для фасования рекомендуется использовать автомат для фасовки пылящих продуктов (с объёмным шнековым дозатором), обеспечивающий фасование сыпучих продуктов в широком диапазоне дозируемого объема.

Состав технологической линии представлен в таблице.

Состав технологической линии
Structure of the technological line

Наименование	Марка	Количество единиц, шт.
Бункер сырья	-	1
Моечный аппарат	CHDWS-2600	1
Перфорированный контейнер	iBox 11.602.91.PE.C13	4
Волчок	К7-ФВП-160	1
Элеватор ковшовый (гусиная шея)	РЭК-01	1
Вакуумный реактор	-	2
Емкость вакуумная, объем 1500 л	-	1
Емкость вакуумная, объем 800 л	-	1
Емкость, объем 1500 л	-	1
Емкость, объем 800 л	-	1
Насос пищевой	-	1
Барабанная сушилка для вязких жидкостей	HG-700	1
Дробилка	30B/30Bset	1
Шнековый транспортер	-	1
Автомат для фасовки пылящих продуктов	-	1

На основе подобранного оборудования разработана аппаратурно-технологическая схема производства кормовой добавки из морских звезд комбинированным способом (рис. 2).

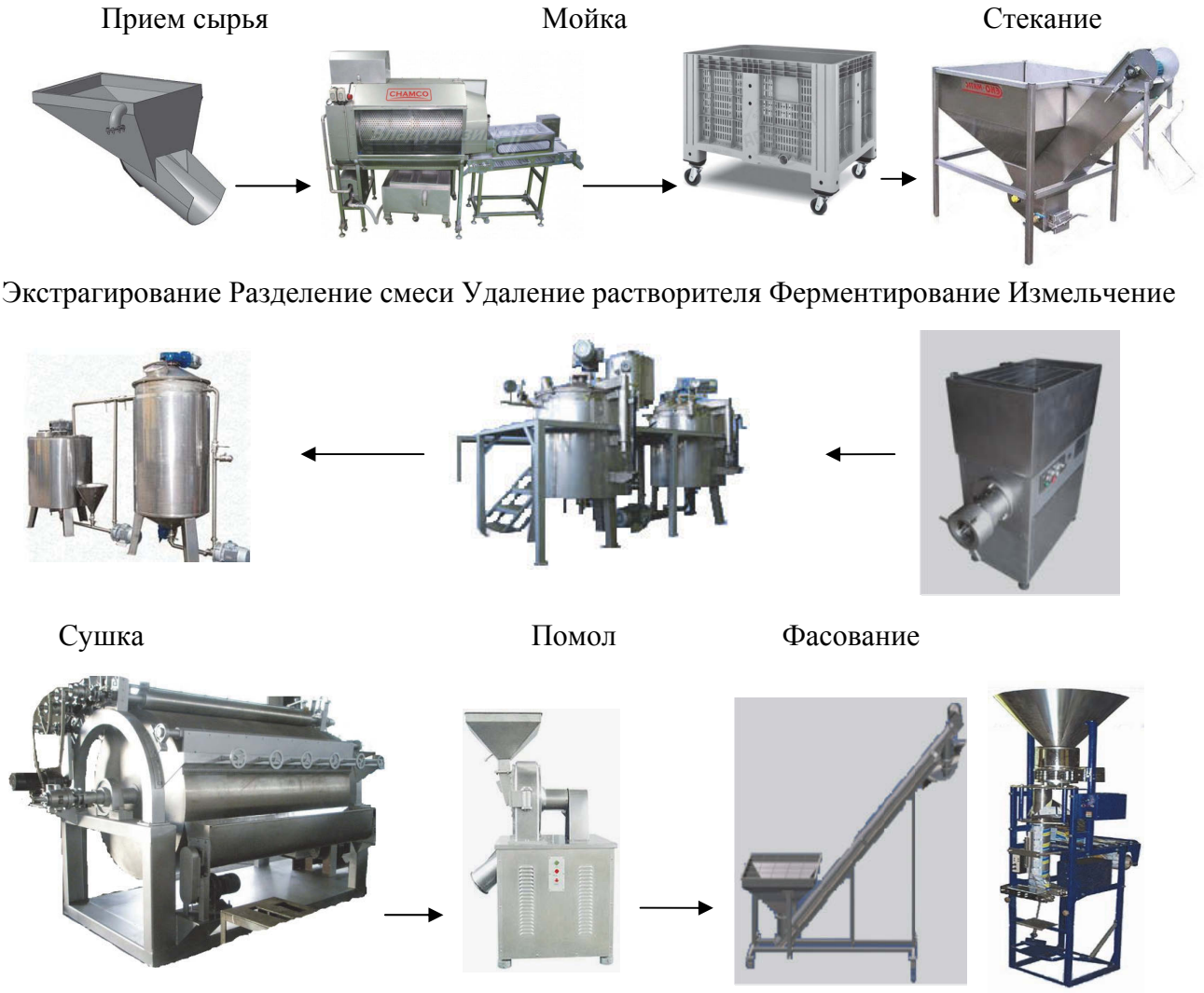

Рис. 2. Аппаратурно-технологическая схема производства кормовой добавки из морских звезд комбинированным способом

Fig. 2. Hardware-technological scheme of production of feed additives from starfish combined method

Заключение

В качестве основного технологического оборудования в предлагаемой разработке используется вакуумный реактор для проведения ключевых операций. Системы, работающие при пониженном давлении, позволяют не только проводить тепловые процессы в щадящих регулируемых режимах, что особенно важно в данной технологии, но и осуществлять дополнительные функции: перемещение растворителя, экстракта, ферментного раствора, пастообразного полуфабриката, а также удаление растворителя и концентрирования ферментата.

Применение вакуумного реактора позволяет осуществлять процесс сушки ферментированного продукта в два этапа: выпаривание под вакуумом при пониженной температуре и сушка пастообразного полуфабриката на вальцово-барабанной сушилке, что обеспечивает высокое качество готового продукта за счет низкотемпературного и кратковременного теплового воздействия.

Аппаратурное оформление производства кормовой добавки из морских звезд комбинированным способом осуществлено с применением рационального количества доступного технологического оборудования, обеспечивающего непрерывный процесс на основных технологических этапах с минимальным межоперационным перемещением полуфабриката и сокращением продолжительности как отдельных операций, так и в целом всего технологического процесса.

Список литературы

1. Богданов В.Д., Шадрина, Е.В., Максимова С.Н., Тунгусов Н.Г., Панчишина Е.М. Обоснование технологии белково-минеральной кормовой добавки из морских звезд, основанной на способе прямой сушки // Науч. тр. Дальрыбвтуза. Владивосток : Дальрыбвтуз, 2015. Т. 36. С. 108–112.

2. Пат. 2618345 Российская Федерация. Способ получения кормовой добавки из морских звезд / Богданов В.Д., Тунгусов Н.Г., Максимова С.Н., Шадрина Е.В., Панчишина Е.М., Вакула М.М. Опубл. 03.05.2017. Бюл. № 13.

3. Шадрина Е.В., Максимова С.Н., Панчишина Е.М., Богданов В.Д. Обоснование условий биомодификации морских звезд при получении кормовой добавки // Изв. ТИНРО. Владивосток, 2016. Т. 187. С. 261–266.

4. Решение о выдаче патента от 16.08.2017. Заявка № 20161485 Способ получения кормовой добавки из морских звезд.

5. Технологическое оборудование [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www. normit.ru.

6. Официальный сайт компании НПК Агромаш [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www. agro-mash.ru/

7. Технологическое оборудование для сушки [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www. bonfanti.eu.

Сведения об авторах: Тунгусов Николай Гаврилович, кандидат технических наук, доцент, e-mail: tungusovn@mail.ru;

Шадрина Екатерина Васильевна, аспирант, e-mail: katyashadrina83@mail.ru;

Богданов Валерий Дмитриевич, доктор технических наук, профессор, e-mail: bogdanovvd@dgtru.ru.