

## ОТЗЫВ

официального оппонента генерального директора ООО «Авита»,  
доктора технических наук, старшего научного сотрудника  
**Панина Ивана Григорьевича** на диссертационную работу  
**Тонких Натальи Викторовны** на тему: «Научное обеспечение способа  
производства порошкообразных кормовых добавок», представленной на  
соискание ученой степени кандидата технических наук по специальностям  
05.18.12 – «Процессы и аппараты пищевых производств», 05.18.01 – «Тех-  
нология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур,  
крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства»

### Актуальность работы

Ситуация на Российском рынке комбикормовой продукции ставит новые задачи перед производителями. В настоящее время сложившиеся рыночные отношения предъявляют высокие требования к качеству и ассортименту комбикормов. Повышение потребительских свойств комбикормов связано с привлечением в рецептуру премиксов новых добавок, которые увеличивают продуктивность сельскохозяйственных животных и птицы, снижают затраты кормов, положительно влияют на иммунную систему.

В затратах на производство продуктов животноводства стоимость кормов составляет 65-80 %, поэтому их рациональное использование важно для снижения себестоимости сельскохозяйственной продукции и увеличения объемов ее производства. Однако состав рационов и качество их приготовления не всегда отвечают физиологическим потребностям сельскохозяйственных животных. Это, в свою очередь, сдерживает рост их продуктивности и вызывает перерасход кормов.

Одно из основных условий эффективного использования кормов – сбалансированность рационов по питательным веществам, витаминам, макро- и микроэлементам. При оптимальном соотношении компонентов питательность рационов повышается по сравнению с суммарной энергетической ценностью входящих в них компонентов, так как при этом улучшаются перевариваемость и усвояемость кормопродуктов.

Диссертационная работа Тонких Н.В. посвящена актуальной проблеме – научному обеспечению способов производства новых кормовых добавок.

Автор решает задачи получения и применения кормовых добавок – цеолитсодержащей с хелатным соединением меди и ферментного препарата – с применением принципов энергосбережения и экологической безопасности на всех этапах производства. В этой связи тема диссертационной работы является актуальной.

### **Научная новизна**

Научная новизна проведенных исследований состоит в том, что разработаны научно обоснованные ресурсосберегающие, экологически безопасные и энергоэффективные способы производства порошкообразных кормовых добавок.

Хелатное соединение меди в составе премиксов оказывает положительное влияние на процесс воспроизводства сельскохозяйственных животных и птицы, способствует предупреждению их заболеваний, связанных с недостатком витаминов и микроэлементов. Применение цеолита в качестве наполнителя кормовой добавки позволяет осуществлять профилактику заболеваний ЖКТ за счет сорбции продуктов метаболизма, микотоксинов, солей тяжелых металлов, радионуклидов и других вредных веществ, а также излишков воды

Ферментный препарат  $\beta$ -маннаназы позволяет гидролизовать некрахмалистые полисахариды, в том числе трудногидролизуемые маннаны клеточных стенок растительного сырья, что позволяет повысить усвояемость кормов.

В диссертационной работе разработана статистическая модель процесса ультрафильтрации ферментного препарата  $\beta$ -маннаназы, в которой в качестве критериев оптимизации использованы такие важные показатели, как удельные энергозатраты, массовая доля сухих веществ и активность ферментного препарата в концентрате на выходе из мембраны.

Решена нестационарная задача распределения температурных полей гранул с пленкой раствора на ее поверхности в процессе распылительной сушки в виде дифференциальных уравнений второго порядка методом преобразо-

вания Лапласа. Предложена методика построения кривых кинетики влагоудаления распылительной сушки ферментного препарата.

Составлен программно-логический алгоритм управления способа получения капсулированных ферментных препаратов на базе парокомпрессионного теплового насоса, обеспечивающий повышение энергетической эффективности совместно протекающих процессов ферментации и распылительной сушки.

Предложен метод расчета, который позволяет оценить допустимый предел вариаций содержания биологически активных веществ в партиях премиксов, изготовленных по различным рецептам на конкретных технологических линиях.

Выполнен эксергетический анализ и проведена оценка термодинамического совершенства способа получения порошкообразной кормовой добавки на основе цеолита как системы процессов.

#### **Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, их достоверность**

Содержащиеся в работе научные подходы, выводы и рекомендации основаны на научных положениях, фундаментальных общепринятых теоретических закономерностях и являются следствием полученных экспериментальных данных. В работе отсутствуют взаимно противоречащие положения и выводы.

Содержащиеся в работе научные подходы, выводы и рекомендации основываются на фундаментальных физических законах и не противоречат им. Они хорошо согласуются с теоретическими концепциями, общепринятыми в данной области исследований. Адекватность разработанной математической модели процесса распылительной сушки ферментного препарата подтверждается экспериментальными данными.

Сформулированные в диссертации научные подходы, выводы и рекомендации полностью отражают результаты работы, обоснованы и достоверны,

что подтверждается экспериментальным материалом, использованием современных аттестованных методик, соответствующего приборного обеспечения, статистической обработкой полученных результатов.

### **Общая характеристика работы**

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы, приложений. Работа изложена на 170 страницах машинописного текста, содержит 57 рисунков и 14 таблиц. Список литературы включает 125 наименований, в т.ч. 10 зарубежных.

**Во введении** охарактеризовано современное состояние производства кормовых добавок, обоснована актуальность темы диссертационной работы, научная новизна и практическая значимость выполненных исследований.

**В первой главе** систематизированы литературные данные о современном состоянии теории, технологии и техники получения кормовых добавок как системы процессов, в т.ч. вопросы мембранного разделения культуральных жидкостей и тенденции их совершенствования, распылительная сушка ферментных препаратов.

**Во второй главе** предложена научная программа исследований, направленная на совершенствование ресурсосберегающих, энергоэффективных технологий получения порошкообразных кормовых добавок с применением холодильной техники.

**В третьей главе** приведены результаты исследований процесса ультрафильтрации культуральной жидкости *Trichoderma harzianum* F114 на пилотной установке мембранной фильтрации. Методом математического планирования (полный факторный эксперимент  $2^4$ ) получены нелинейные уравнения регрессии, адекватно описывающие исследуемый процесс:

Определены оптимальные и рациональные интервалы изменения параметров для всех исследуемых выходных факторов. По результатам исследований разработан мембранный аппарат, обеспечивающий повышение эффективного мембранного разделения при концентрировании культуральной жидко-

сти за счет снижения поляризационной концентрации перед ее подачей на распылительную сушку.

**В четвертой главе** представлено аналитическое решение математической модели процесса теплопереноса при распылительной сушке ферментного препарата  $\beta$ -маннаназы с нанесением структурообразующей пленки и экспериментальная проверка результатов моделирования. Разработана методика построения кривых кинетики влагоудаления по экспериментальным данным.

**В пятой главе** представлены разработанные автором энергоэффективный способ получения ферментных препаратов с использованием парокompрессионного теплового насоса и способ производства кормовой добавки на основе цеолита и линия для его осуществления. Также способ управления процессом получения капсулированных ферментных препаратов и разработана конструкция вертикального мембранного аппарата.

Для оценки энергоэффективности способа производства кормовой добавки на основе цеолита и линии для его осуществления был произведен эксергетический анализ, основанный на методике Бродянского, в соответствии с моделью Шаргута. Рассчитанный эксергетический КПД, равный 7,2 %, позволил говорить о повышении степени термодинамического совершенства системы процессов при использовании рециркуляционных тепловых и материальных потоков.

Изучено влияние цеолитсодержащей кормовой добавки с хелатным соединением меди на качество премиксов при хранении. Ввод исследуемых добавок не оказал отрицательного влияния на качество комбикормовой продукции при хранении в производственных условиях.

### **Практическая значимость**

Разработана энергоэффективная технология получения ферментных препаратов с использованием парокompрессионного теплового насоса (Пат. РФ № 2495122).

Определены рациональные интервалы изменения технологических режимов процесса ультрафильтрации культуральной жидкости ферментного препарата  $\beta$ -маннаназы.

Разработана конструкция вертикального мембранного аппарата (Решение о выдаче патента по заявке № 2014122596 от 18.05.2015).

Определены рациональные параметры процесса распылительной сушки. Предложена методика построения кривых кинетики влагоудаления распылительной сушки ферментного препарата.

Разработан способ управления процессом получения капсулированных ферментных препаратов на базе парокompрессионного теплового насоса (Решение о выдаче патента по заявке № 2014122382 от 10.04.2015).

Разработан способ производства кормовой добавки на основе цеолита и линия для его осуществления (Пат. РФ № 2484640).

Проведены производственные испытания в условиях ОАО «Воронежский экспериментальный комбикормовый завод», которые показали высокую эффективность предлагаемых технических и технологических решений.

#### **Соответствие автореферата тексту диссертации**

Автореферат полностью отражает основное содержание диссертации. Между ними нет противоречий и разночтений.

#### **Однако по работе имеется ряд вопросов и замечаний:**

1. В работе недостаточно ясно раскрыто, как проводилась идентификация параметров физико-математической модели процесса распылительной сушки ферментного препарата и каким образом установлена погрешность моделирования.

2. Не совсем ясна методика построения кривых влагоудаления при различных значениях скорости и температуры сушильного агента.

3. Несмотря на привлекательность и оригинальность предлагаемого мембранного аппарата, он нуждается в производственных испытаниях и конкретных рекомендациях по внедрению опытно-промышленного образца.

4. В схеме способа управления процессом получения капсулированных ферментных препаратов не указаны конкретные средства автоматизации и приборы контроля для его реализации?

5. Следовало бы представить данные по расчету ожидаемого экономического эффекта от использования ферментного препарата в технологии комбикормов.

6. Разработанные автором ферментный препарат  $\beta$ -маннаназы следовало бы зарегистрировать в установленном порядке.

Приведенные замечания не снижают общей положительной оценки диссертации.

### **Степень завершенности**

Диссертационная работа Тонких Н.В. представляет собой завершенное научное исследование. Она обладает логическим единством, все ее элементы служат достижению поставленной цели.

### **Опубликование основных результатов**

По теме диссертации опубликовано 14 работ, в т.ч. 4 статьи в журналах, рекомендованных ВАК, 10 тезисов докладов, получено 2 патента РФ.

### **Заключение**

В рассматриваемой диссертационной работе дано теоретическое и экспериментальное обоснование ресурсосберегающих, экологически безопасных и энергоэффективных способов производства порошкообразных кормовых добавок.

Диссертация **Тонких Натальи Викторовны** является законченным научно-исследовательским трудом, выполненным автором самостоятельно на высоком научном уровне. Полученные автором результаты достоверны, выводы и заключения обоснованы. По каждому разделу в работе сформулированы четкие выводы.

По уровню научной новизны, вкладу в науку и практику диссертационная работа удовлетворяет требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», предъявляемым ВАК к диссертационным работам на соис-

вание ученой степени кандидата технических наук, так как содержит новые научно обоснованные результаты исследований по возможности использования ферментного препарата  $\beta$ -маннаназы и цеолитсодержащей добавки с хелатным соединением меди в составе комбикормов и премиксов, разработки способов получения порошкообразных кормовых добавок на их основе, а ее автор – Тонких Н.В. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальностям 05.18.12 – «Процессы и аппараты пищевых производств», 05.18.01 – «Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства».

Генеральный директор ООО «Авита»,  
доктор технических наук,  
старший научный сотрудник  
«30» сентябрь 2015 г.

И.Г. Панин

Подпись Панина И.Г. заверяю.  
Гл. бухгалтер ООО «Авита»



394016, г. Воронеж,  
Московский проспект, 19-6  
тел.: +7 (905) 650-98-81  
E-mail: optima@kombikorm.ru

О.Г. Белая