

**РОЛЬ ПРИКЛАДНОЙ  
БИОТЕХНОЛОГИИ И  
ИНЖЕНЕРИИ В РАЗВИТИИ  
ИННОВАЦИОННОГО  
ПОТЕНЦИАЛА РЕГИОНА**

## Содержание

ПОЛУЧЕНИЕ ОПИЛОК В ДИСКОВОЙ РУБИТЕЛЬНОЙ МАШИНЕ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА Антимонов С.В., Булатасов Э.О, Рузавина Л.Ю.....	922
НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ПРОИЗВОДСТВА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ, ОБОГАЩЕННЫХ ЙОДИРОВАННЫМ БЕЛКОМ «БИЙОД» Берестова А.В., Пустарнакова И.А. ....	926
ПРОИЗВОДСТВО МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЫКВЕННОЙ МЕЗГИ Бочкарева И.А., Попов В.П.....	930
К ВОПРОСУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КАВИТАЦИИ В ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО СЫРЬЯ Быков А.В., Назарова Е.С. ....	934
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАУЧНЫХ СТАТЕЙ КАК МЕТОДИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА УЧЕБНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ Василевская С.П., Панов Е.И., Полищук В.Ю., Соловых С.Ю.....	936
СУБПРОДУКТЫ КАК ОСНОВА ЗДОРОВОГО ПИТАНИЯ Дашкин Э.А., Турлубаева А.Н.....	941
СОЗДАНИЕ НОВЫХ ВИДОВ ПРОДУКТОВ ИЗ СЫРЬЯ ЖИВОТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ И БЕЗОТХОДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ИХ ПРОИЗВОДСТВА Догарева Н.Г, Стадникова С.В., Ребезов М.Б. ....	945
СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ЗАРУБЕЖНЫХ НАНОТЕХНОЛОГИЙ МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ Драчевский А.П., Сорокин А.Н.....	954
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА КАК ОСНОВА ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В НОВОЙ СИСТЕМЕ ОБРАЗОВАНИЯ Дроздова Е.А., Япрынцева Е.В.....	959
ИНТЕГРИРОВАННАЯ МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ ПРИ ПОДГОТОВКЕ БАКАЛАВРОВ Егорова М.А. ....	966
МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЭКСТРУЗИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ Егорова М.А., Коротков В.Г. ....	970
ПРОБИОТИК ЛАКТОАМИЛОВАРИН КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ХОЗЯЙСТВЕННО-ПОЛЕЗНЫХ КАЧЕСТВ УТОК Карпова Г.В., Клычкова М.В., Кичко Ю.С.....	974
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ЭКСТРУДИРОВАННЫХ КОРМОВ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ С ОХЛАЖДЕНИЕМ ДВУХКРАТНО ИЗМЕЛЬЧАЕМОГО СЫРЬЯ Кишкилев С.В., Попов В.П., Коротков В.Г., Антимонов С.В. ....	978
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРЕССОВОГО ГРАНУЛИРОВАНИЯ КОМБИКОРМОВ В ПРЕСС-ГРАНУЛЯТОРАХ С ТОРЦЕВЫМ ОГРАНИЧЕНИЕМ КЛИНОВИДНОГО РАБОЧЕГО ПРОСТРАНСТВА Ковриков И.Т., Кириленко А.С. ....	982

РАЗРАБОТКА МОДЕЛЬНЫХ ФАРШЕВЫХ СИСТЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРЕБИОТИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ Кокорина Д. С. ....	990
НЕОБХОДИМОСТЬ И ВОЗМОЖНОСТЬ АВТОМАТИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОКОНТАКТНОЙ ВЫПЕЧКИ ХЛЕБА Краснова М.С., Попов В.П., Сидоренко Г.А., Ханина Т.В. ....	994
ВЛИЯНИЕ СОСТАВА РАЦИОНА ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ НА МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОРГАНИЗМА ПТИЦЫ Манеева Э. Ш., Быков А. В. ....	1001
АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ АКВАКУЛЬТУРЫ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ Мирошникова Е. П. ....	1006
ПОБОЧНЫЕ ПРОДУКТЫ ПЕРЕРАБОТКИ ГОРОХА КАК ИСТОЧНИК БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ДЛЯ ОБОГАЩЕНИЯ МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ Никифорова Т.А., Пономарев С.Г., Куликов Д.А. ....	1010
ПОВЫШЕНИЕ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ ХЛЕБА Никифорова Т. А., Куликов Д.А., Пономарев С.Г. ....	1014
ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОКОНТАКТНОГО ПРОГРЕВА ДЛЯ ВЫПЕЧКИ БИСКВИТНОГО ПОЛУФАБРИКАТА Ребезов М.Б., Попов В.П., Сидоренко Г.А., Биктимирова Г.И. ....	1017
КОМПЛЕКСНОЕ СРАВНЕНИЕ РЕНТГЕНОВСКИХ АППАРАТОВ РОССИЙСКОГО (МОБИРЕН-МТ) И ЗАРУБЕЖНОГО (FUJIFILM FCR GO) ПРОИЗВОДСТВА Сисин Н.К., Сорокин А.Н. ....	1022
РОЛЬ ПРИКЛАДНОЙ БИОТЕХНОЛОГИИ И ИНЖЕНЕРИИ В РАЗВИТИИ ИННОВАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА РЕГИОНА Студяникова М.А. ....	1026
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПОЛУФАБРИКАТОВ ВСПУЧЕННЫХ ЭКСТРУДАТОВ НА ОСНОВЕ КРАХМАЛОСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ С ВНЕСЕНИЕМ МЕЗГИ ПЛОДОВООВОЩНЫХ КУЛЬТУР Тагиров Х.Х., Гайнулина А. Р., Попов В. П., Зинюхина А. Г. ....	1033
ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА ПРЕОБРАЗОВАНИЯ СЫПУЧЕГО МАТЕРИАЛА В УПРУГО-ВЯЗКО-ПЛАСТИЧНЫЙ В ХОДЕ ЕГО ЭКСТРУЗИОННОЙ ОБРАБОТКИ Тимофеева Д. В., Попов В. П., Антимонов С. В., Соловых С. Ю. ....	1038
ВОЗМОЖНОСТИ ПРИКЛАДНОЙ БИОТЕХНОЛОГИИ ПО СОЗДАНИЮ РЕГИОНАЛЬНО ЗНАЧИМЫХ ПИЩЕВЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ Третьяк Л.Н., Герасимов Е.М., Ежов А.В., Перякина К.И. ....	1042
ОЦЕНКА ПОГРЕШНОСТИ ИНСТРУМЕНТАЛЬНО-ПРИКЛАДНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО АНАЛИЗА МЕТОДОМ ОПТИЧЕСКОЙ МИКРОСКОПИИ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ Федотов В.А. ....	1046
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЦЕНКИ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ КАЧЕСТВ ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ И ПРОДУКТОВ ЕГО ПЕРЕРАБОТКИ Федотов В.А. ....	1054

# ПОЛУЧЕНИЕ ОПИЛОК В ДИСКОВОЙ РУБИТЕЛЬНОЙ МАШИНЕ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

**Антимонов С.В., Булатасов Э.О., Рузавина Л.Ю.**  
**Оренбургский государственный университет, г. Оренбург**

Задача. Получение опилок одинакового фракционного состава из древесины с помощью дисковых рубительных машин или получение продукта, максимально близкого по своим геометрическим параметрам к опилкам.

В настоящее время чтобы получить измельчённую фракцию древесины в виде опилок нужно использовать комбинированный способ измельчения (измельчение производится в рубительной машине, затем в молотковой дробилке), либо использовать комбинированные измельчители (симбиоз роторного измельчителя и молотковой дробилки) непосредственно.

Мы предлагаем рассмотреть возможный вариант получения древесных опилок с помощью всего лишь одной дисковой рубительной машины отечественного производства, либо с помощью двух машин (дисковой рубительной машины и молотковой дробилки), но с наименьшими энергозатратами (по сравнению с двумя другими аналогичными машинами).

Как в первом, так и во втором случае полученные опилки можно будет направлять на экструзию и получать из них гранулы биотоплива.

По нашему мнению, снижение энергозатрат дисковой рубительной машины и получение древесных опилок одинакового фракционного состава возможно при совершении следующих действий:

Изменить угол резания до значения  $\varphi_1 < 16$  град

1. Изменить другие параметры резания – угол заточки ножа в и величину выступа ножей  $h$  (рис. 1) (для достижения минимальных размеров щепы). Возможно и такое, что нужно будет изменить параметры подножевой щели – т.е. изменить конструкцию ножевого диска

2. Изменить существующую конструкцию ножа – придать конструкции ножа серповидный профиль и выполнить форму режущей кромки ножа в виде зубьев.

Примечание. По ходу проведения экспериментов с дисковой рубительной машиной для нахождения оптимальных параметров процесса резания необходимо менять значение скорости резания, т.е. менять режим резания.

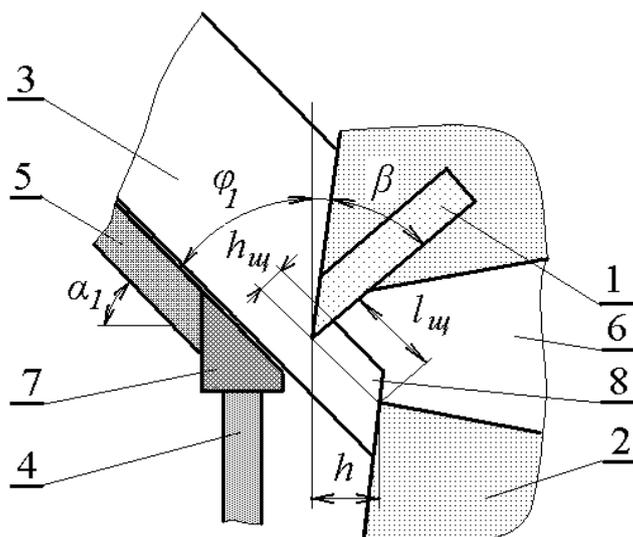


Рисунок 1. Схема образования элементов щепы в рубительной машине  
 1-рубительный нож; 2-ножевой диск; 3-измельчаемый материал; 4-кожух;  
 5-загрузочный патрон; 6-подножевая щель; 7-контрнож; 8-щепа

### Обоснование приведённых предположений

В основе процесса работы рубительных машин лежит рубка древесины в торцово-продольно-поперечном направлении. Вид воздействия рабочего органа машины на измельчаемый продукт: удар-сжатие-резание-сдвиг.

**Изменение угла резания до значения  $\varphi_1 < 16$  град.** Это необходимо для снижения энергозатрат. Удар под углом  $\varphi_1 < 16$  град определяется как «косой». Следовательно, у нас должен быть выигрыш в силе удара, т.к. «косой» удар ножа в отличие от прямого, действует и вдоль (на растяжение, разрыв) и поперёк (на излом, изгиб) древесных волокон. Ещё один плюс заключается в том, что при таких значениях угла резания ( $\varphi_1 < 16$  град) сам процесс резания древесины должен сводиться к получению наименьшей фракции щепы, а возможно и опилок.

Рабочий орган дисковых рубительных машин – плоский или профильный (геликоидальный), вращающийся в вертикальной плоскости диск, оснащённый ножами (ножевой диск).

**Изменение параметров резания.** Это необходимо для получения минимальных размеров щепы (видно из рис.1).

Известно, что форма рабочей поверхности диска и угол заточки ножей рубительной машины влияют на качество получаемой щепы. Оба эти параметра зависят от скорости резания (Васильев С.Б., Симонова И.В.). Следовательно при определённом значении скорости резания и определённой форме рабочей поверхности диска, изменяя угол резания можно получить щепу наименьшей фракции, а возможно и опилки.

**Изменение конструкции ножа.** Придание конструкции ножа серповидного профиля позволит увеличить расстояние от центра диска периферии до режущей кромки ножа. А это должно способствовать

непрерывному возрастанию скорости резания (до 30 м/с и выше), что в 3-4 раза превышает значение скорости резания у центра диска.

Форму режущей кромки нужно выполнить в виде зубьев. Это должно способствовать более тщательному измельчению древесины и, следовательно, получению мелкой фракции щепы, а возможно и опилок. Также использование этой формы режущей кромки должно обеспечить постоянство минимальной составляющей скорости рубки и одновременное резание древесины несколькими ножами независимо от положения бревна относительно плоскости ножевого диска (количество ножей на диске выбирается из диапазона 8...16, т.к. при этих значениях наблюдается выход качественной щепы). Зубчатые ножи применяются в рубительной машине зарубежного производства марки Skorpion 250 EB/4.

**Вывод.** При постоянном значении мощности электродвигателя и различных значениях угла резания можно получить различную производительность. И при каком-то определённом значении угла резания ( $\varphi_1 < 16$  град) производительность дисковой рубительной машины будет максимальна. Плюс ко всему на выходе машины можно будет получать не щепу, а опилки.

Результаты исследований могут быть использованы разработчиками рубительных машин для производства древесной щепы в целлюлозно-бумажном промышленности и производстве топливной щепы в биоэнергетике.

С учётом вышеизложенного можно заключить, что если наши предположения окажутся верными, то это будет являться решением одной из главных проблем в работе рубительных машин – достижение однородности фракционного состава.

#### *Список использованной литературы*

1. **Бершадский, А.Л.** Резание древесины: учебник/ А.Л. Бершадский, Н.И. Цветкова. – Минск: 1975. - 304 с. – ISBN 0-03-076708-03
2. **Вальщиков, Н. М.** Рубительные машины/ Вальщиков, Н. М. Лицман, Э. П. – М.: Лесная промышленность, 1980. – 96 с.
3. **Тикачев, В.** Машины для измельчения древесины / В. Тикачев // ЛесПромИнформ. Сер. 69, Техобзор. – 2010. - №3. – С. 42-55
4. **Ивановский, Е. Г.** Новые исследования резания древесины [Текст] \ Е. Г. Ивановский, П. В. Василевская, Э. М. Лаутнер - М.: Лесная промышленность, 1972. - 128 с.
5. **Ивановский, Е. Г.** Резание древесины [Текст] \ Е. Г. Ивановский - М.: Лесная промышленность, 1974. - 200 с.
6. **Курицын, В. Н.** Особенности резания мерзлой древесины [Текст] \ В. Н. Курицын - М.: Лесная промышленность, 1981. — 105 с.
7. **Любченко, В. И.** Резание древесины и древесных материалов. Учебное пособие для вузов. 2-е изд. исп. и доп. [Текст] \ В. И. Любченко - М.: МГУЛ, 2002.-310 с.

8. **Симонова И.В.** *Обоснование геометрических параметров формы рабочей поверхности диска и ножей рубительной машины. Автореферат диссертации*

# **НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ПРОИЗВОДСТВА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ, ОБОГАЩЕННЫХ ЙОДИРОВАННЫМ БЕЛКОМ «БИОЙОД»**

**Берестова А.В., Пустарнакова И.А.  
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург**

Состояние питания является одним из важнейших факторов, определяющих здоровье нации. Изменение образа жизни, современные пищевые технологии привели к существенным изменениям структуры питания населения, характеризуемым дефицитом ряда микронутриентов и пищевых волокон. В связи с чем, немаловажным является употребление специально обогащенных, т.е. функциональных продуктов питания. Функциональные продукты – продукты питания, содержащие ингредиенты, которые приносят пользу здоровью человека, повышают его сопротивляемость заболеваниям, способные улучшить многие физиологические процессы в организме человека. В Европе выпуск таких продуктов достигает 20 % от общего объема всех реализуемых продуктов питания. В нашей стране производство постепенно возрастает.

Йод является одним из незаменимых микроэлементов, необходимых для нормального роста и развития человека. Недостаток его в рационе питания приводит к йододефицитным заболеваниям. Одним из способов решения проблемы йодного дефицита является использование в рационе питания йодированных белков молока. В Оренбургской области в среднем потребление йода составляет 40-80 мкг в сутки, при рекомендуемой норме 150-200 мкг, то есть в 2-3 раза ниже физиологических потребностей, поэтому выпуск функциональных продуктов, обогащенных йодом, является очень актуальным на сегодняшний день.

При этом следует понимать, что йод в продуктах питания должен находиться в таком виде, чтобы его употребление для человека было естественным, физиологически приемлемым, т.е., внесенные в продукты питания компоненты, содержащие йод, должны быть натуральными, аналогичными природным.

Ликвидировать йододефицит возможно только путем внедрения принципиально новых способов профилактики. В настоящее время разработан новый перспективный метод йодной профилактики с использованием йодированных пищевых белков «Биойод», получаемого путем ферментативного йодирования аминокислотных остатков тирозина и гистидина в сывороточных белках коровьего молока, дополнительной очистки и концентрирования с помощью мембранной микро- и ультрафильтрации с последующей сублимационной или распылительной сушкой продукта. Данный белок имеет неоспоримые преимущества:

1. По своему составу и химическому строению йодированные белки «Биойод» не отличаются от природных йодсодержащих белков, содержащихся в продуктах животного и растительного происхождения, к

потреблению которых эволюционно приспособлен организм человека. Поэтому йодированные белки «Биойод» хорошо усваиваются из продукта, обеспечивают быструю и эффективную доставку йода в щитовидную железу и тем самым служат оптимальным источником дополнительного йода, а, следовательно, и эффективным средством профилактики йоддефицитных заболеваний.

2. «Биойод» прошел испытания в клинике лечебного питания при Институте питания РАМН. Химический состав йодированных белков, являющихся обычным компонентом пищи, и их обмен в организме человека хорошо изучены, доказана безвредность этих соединений для человека.

3. Обладая уникальными физико-химическими свойствами йодированные белки «Биойод», являются идеальным и незаменимым субстратом для обогащения йодом различных пищевых продуктов. Они позволяют решить многие технологические проблемы, возникающие при производстве специализированных лечебно-профилактических продуктов питания, связанных с равномерным распределением малых доз сырья в объеме обогащаемого продукта, с сохранением йода в продукте и точной дозировкой микроэлемента, дополнительно вводимого в организм.

4. Для удобства осуществления как индивидуальной и групповой, так и массовой профилактики, йодированные белки «Биойод» выпускаются как в виде биологически активных добавок, так и сырья для обогащения продуктов питания массового потребления.

5. Нутрицевтик «Биойод» надежно обеспечивает быстрое поступление в организм фиксированного количества йода в органической форме. Позволяет индивидуально подбирать дозировку с учетом степени йодной недостаточности и физиологических потребностей конкретного человека. Является эффективным средством восполнения йодного дефицита у отдельных лиц и в группах повышенного риска по йоддефицитным заболеваниям: дети, беременные и кормящие женщины, лица детородного возраста (индивидуальная и групповая профилактика).

6. Включение в рацион обогащенных йодированными белками «Биойод» продуктов питания позволяет охватить профилактическими мероприятиями широкие слои населения, не меняет вкусовые привычки, хорошо воспринимается психологически.

7. «Биойод» обладает высоким соотношением эффективность/стоимость.

«Биойод» предназначен для использования в пищевой промышленности в качестве натурального источника легко доступного органически связанного йода для повышения биологической и пищевой ценности продуктов питания на молочной основе, кондитерских и плодоовощных изделий.

В данной работе рассмотрена возможность обогащения «Биойодом» майонез. Немаловажная роль в питании отводится жирам и жировым продуктам. Калорийность рациона не менее чем на 30-40 % обеспечивается жирами.

Майонез, среди жировых продуктов является перспективным продуктом для обогащения функциональными ингредиентами. Майонез – это сметанообразная мелкодисперсная концентрированная эмульсию типа «масло в воде», при этом одна жидкость (дисперсная фаза) распределена в другой

жидкости (дисперсионная среда) в виде множества мелких капелек, а связывающий их эмульгатор располагается на поверхности раздела фаз, снижая поверхностное натяжение.

За последние годы в России наблюдается тенденция к возрастанию объемов производства майонезов, поэтому о данном секторе масложирового производства существуют максимальные возможности по расширению ассортимента продукции с функциональными свойствами.

Учитывая всю важность проблемы йодного дефицита, разработка продуктов масложирового ассортимента (к числу которых относятся спреды и майонезы), обогащенных йодом и предназначенных для массового потребления, является актуальной задачей.

Благодаря ковалентной связи йода с белками, «Биойод» обладает высокой стабильностью при нагреве, устойчивостью к свету и нагреванию при длительном хранении, что исключает возможность отрицательного воздействия свободного йода на физико-химические показатели и органолептические характеристики готовой продукции.

Сравнительная оценка органолептических показателей майонеза (внешний вид, консистенция, цвет, вкус и запах), а также определение эффективной вязкости и стойкости эмульсии, не обнаружили отличий между образцами с добавкой «Биойод» и без нее. Таким образом, на основании проведенных испытаний был сделан вывод о совместимости и устойчивости пищевой добавки «Биойод» в составе майонеза:

1. Пищевая добавка «Биойод» способствует повышению пищевой и физиологической ценности растительно-жировых спредов и майонезной продукции. Использование пищевой добавки «Биойод» в количестве 2,5 – 3,75 мг % обеспечивает внесение в 100 г продукта 75,0 мкг йода, что составляет 50 % от нормы физиологической потребности человека (РНП) и позволяет считать продукт обогащенным йодом.

2. Установлена совместимость пищевой добавки «Биойод» с рецептурными компонентами спредов и майонезов, а также технологичность ее использования в процессе промышленного производства. Рекомендуется внесение пищевой добавки «Биойод» в водную фазу эмульсионной продукции в виде раствора. Пищевая добавка «Биойод» удобна в использовании, легко растворяется в воде и не требует дополнительных затрат на подготовку.

3. Показано, что пищевая добавка «Биойод» не оказывает отрицательного воздействия на физико-химические показатели и органолептические характеристики эмульсионной масложировой продукции, как при ее изготовлении, так и в процессе хранения, что свидетельствует о ее устойчивости к технологическим воздействиям и стабильности в процессе хранения.

4. В результате проведенных исследований установлена возможность и целесообразность использования пищевой добавки «Биойод» при производстве растительно-жировых спредов, майонеза и эмульгированных соусов в целях обогащения.

## Список литературы

1. **Герасимов Г.А.** Йододефицитные заболевания (ЙДЗ) в Российской Федерации: политика в области профилактики и тенденции в эпидемиологической ситуации (1950 – 2002 г.). Москва, 2003. – 50 с.
2. **Жиры и масла. Производство, состав и свойства, применение / О'Брайен;** пер. с англ. 2-го изд. В.Д. Широкова и др. – СПб.: Профессия, 2007. – 235 с.
3. **Люблинский С.Л., Савчик С.А., Смирнов С.В.** Способ получения биологически активной добавки к пище. Патент на изобретение № 2212155. // Бюлл. Изобретений. 2003. № 26.
4. **Обогащение пищевых продуктов и биологически активные добавки / П. Б. Оттавей.** - перев. С англ. – СПб.: Профессия, 2010. – 350 с.
5. **Слепченко Г.Б., Пичугина В.М.** Определение йода в йодированных пищевых продуктах методом инверсионной вольтамперометрии // Химия и химическая технология. 2003. Т.46. Вып.5. С.21-26.

# ПРОИЗВОДСТВО МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЫКВЕННОЙ МЕЗГИ

**Бочкарева И.А., Попов В.П.**

**Оренбургский государственный университет, г. Оренбург**

В последние годы потребление макаронных изделий на душу населения в Оренбургской области неуклонно увеличивается и достигает около 20 кг в год на человека. В месте с тем, местные товаропроизводители на отечественном оборудовании не в состоянии производить высококачественные макаронные изделия, сравнимые с мировыми аналогами. Особенно остро дефицит качества ощущается при производстве макаронных изделий классов Б и В. А для производства изделий класса А в регионе не хватает сырья. В связи с вышесказанным, исследования, направленные на улучшение качества макаронных изделий классов Б и В являются актуальными, чему и посвящена данная работа.

Научная новизна работы состоит в том, что впервые изучено влияние добавления тыквенной мезги в макаронные изделия класса В на эффективность прохождения процесса экструзии и на качество получаемых макаронных изделий.

В частности:

- изучено влияние добавления тыквенной мезги в макаронные изделия из хлебопекарной муки на производительность экструдера, энергоемкость процесса экструдирования, органолептические свойства получаемых макаронных изделий, коэффициент увеличения массы сваренных изделий, потерю сухих веществ при варке макаронных изделий, их кислотность и прочность, а также коэффициент слипаемости массы сваренных изделий и удельную прочность на срез сваренных изделий;

- разработаны: комплексный показатель качества макаронных изделий (на основе их физико-химических показателей качества), комплексный показатель, характеризующий эффективность прохождения процесса экструзии, а также методика проведения экспертной оценки органолептических показателей качества макаронных изделий.

Первоначально была проведена серия предварительных экспериментов, в которых было установлено, что нецелесообразно добавлять в макаронные изделия тыквенную мезгу в количествах, превышающих 11 % к массе муки, в связи с резким возрастанием потери сухих веществ, перешедших в варочную воду.

В ходе основных экспериментов тыквенную мезгу добавляли в количестве 1; 3; 5; 7; 9 и 11 % по отношению к массе муки, используемой для замеса. При этом применяли твердый (влажность теста 28 %), средний (влажность теста 31 %) и мягкий (влажность 34 %) замесы.

Наилучшими показателями качества обладают макаронные изделия, полученные с применением среднего замеса при добавлении тыквенной мезги в количестве 7 % к массе муки.

При этом:

- производительность прессования макаронных изделий – 45 кг/ч;
- энергоемкость процесса – 145 Вт/кг;
- скорость прессования – 107 мм/сек;
- цвет – золотисто-желтый без следов непромеса;
- излом стекловидный;
- влажность – 13 %; кислотность – 3 град; прочность – 650 г;
- время варки до готовности – 12 мин;
- количество сухих веществ, перешедших в варочную воду – 7,8 %;
- количество поглощенной изделиями во время варки воды – 2,5 %;
- степень слипаемости сваренных изделий – 140 г;
- удельная прочность на срез сваренных изделий – 5,2 г/мм<sup>2</sup>.

Было также установлено, что с увеличением количества добавляемой тыквенной мезги от 1 до 7 % к массе муки: производительность и скорость прессования возрастают, энергоемкость процесса снижается; кислотность, время варки до готовности, процент сухих веществ, перешедших в варочную воду, и степень слипаемости сваренных изделий снижаются, удельная прочность на срез сваренных изделий и количество поглощенной во время варки воды увеличиваются. То есть при увеличении количества добавляемой тыквенной мезги от 1 до 7 % к массе муки наблюдается интенсификация процесса прессования и улучшение качества выпускаемых изделий.

При дальнейшем увеличении количества добавляемой тыквенной мезги: производительность и скорость прессования возрастают, энергоемкость снижается, что говорит о дальнейшей интенсификации процесса; кислотность, время варки до готовности снижается, однако при этом процент сухих веществ, перешедших в варочную воду и степень слипаемости увеличиваются, а удельная прочность на срез и количество поглощенной воды снижаются, что свидетельствует о некотором ухудшении качества изделий.

При изучении литературных источников [2],[3] сделан вывод: о необходимости введения комплексного показателя качества, отражающего сочетание физико-химических показателей качества макаронных изделий; о необходимости введения комплексного показателя, отражающего эффективность прохождения процесса экструзии; о необходимости определения органолептических показателей качества макаронных изделий методом экспертной оценки; а также о необходимости проведения оптимизации исследованных режимов производства макаронных изделий путем изучения совместного влияния влажности теста и количества добавляемой тыквенной мезги на ход процесса и качество получаемых макаронных изделий.

Для введения комплексного показателя качества, отражающего сочетание физико-химических показателей качества макаронных изделий, был проведен опрос специалистов в области макаронного производства, на основании которого составлена шкала перевода значений показателей качества макаронных изделий в баллы качества.

Для введения комплексного показателя, отражающего эффективность прохождения процесса экструзии, на основании предварительного опроса была

составлена шкала перевода параметров процесса экструзии в баллы, характеризующие процесс.

Для проведения оптимизации исследованных ранее режимов производства макаронных изделий путем изучения совместного влияния влажности теста и количества добавляемой тыквенной мезги на ход процесса и качество получаемых макаронных изделий был составлен план двухфакторного эксперимента ПФЭ  $2^2$  [1]. В качестве исходных параметров были выбраны: влажность теста ( $X_1$ ) и количество добавляемой тыквенной мезги ( $X_2$ ). В качестве параметров эффекта выбраны: комплексный показатель качества  $K_k$ , балл; комплексный показатель, отражающий эффективность прохождения процесса  $K_{\Pi}$ , балл; экспертная оценка органолептических свойств  $\mathcal{E}$ , балл.

План эксперимента ПФЭ  $2^2$  представлен в таблице 1.

Таблица 1 – План ПФЭ  $2^2$

№ опыта	Влажность теста $X_1$ , %	Количество добавляемой тыквенной мезги $X_2$ , %
1	28	1
2	28	11
3	34	1
4	34	11
5	31	6

Как видно из таблицы 1, была исследована область с изменением влажности теста от 28 до 34 % и количества добавляемой тыквенной пасты от 1 до 11 %.

Для осуществления представленного плана были отпрессованы и исследованы образцы (пять образцов, каждый в трех повторностях) макаронных изделий при влажностях теста и содержании тыквенной мезги, указанных в таблице 1.

При экструдировании каждого образца определялись параметры, характеризующие прохождение процесса и по их средним значениям рассчитывался комплексный показатель, отражающий эффективность прохождения процесса  $K_{\Pi}$ , балл.

Для каждого образца определялись физико-химические показатели качества и на основе их средних значений рассчитывался комплексный показатель качества  $K_k$ , балл.

Проводилась экспертная оценка органолептических свойств представленных образцов методом ранжирования.

По результатам экспериментов были получены уравнения регрессии, отражающие влияние исходных параметров  $X_1$  и  $X_2$  на параметры эффекта  $K_{\Pi}$ ,  $K_k$ ,  $\mathcal{E}$ :

$$K_{\Pi} = 59,5 + 14X_1 + 24X_2 + 5,5X_1X_2; \quad (1)$$

$$K_k = 78,27 - 9,25X_1 + 15,75X_2 + 2,25X_1X_2; \quad (2)$$

$$\Theta = 196,77 + 7,75X_1 - 8,75X_2 + 0,25X_1X_2. \quad (3)$$

Здесь  $X_1$  и  $X_2$  представлены в условных единицах в пределах от  $-1$  до  $+1$ , для перевода в натуральные значения можно воспользоваться уравнениями:

$$X_1 = 0,3333W_T - 10,333; \quad (4)$$

$$X_2 = 0,2C_{T.M.} - 1,2. \quad (5)$$

Оптимизацию процесса производили графоаналитическим способом на основании полученных уравнений регрессии с помощью программного средства, разработанного на факультете прикладной биотехнологии и инженерии, путем построения плоскостей отклика.

В ходе оптимизации было выявлено, что оптимальным является добавление в макаронные изделия 5,5-6,5 % тыквенной мезги к массе муки, при влажности теста 32-34 %. При этом можно стабильно получать макаронные изделия с комплексным показателем качества не менее 67 баллов, экспертной оценкой органолептических свойств не менее 200 баллов и комплексным показателем, отражающим эффективность прохождения процесса, не менее 60 баллов.

Целесообразно использовать для лучшей оценки эффективности прохождения процесса экструдирования и качества макаронных изделий разработанные и опробованные в данной работе: комплексный показатель качества макаронных изделий, экспертную оценку их органолептических свойств и комплексный показатель, отражающий эффективность прохождения процесса.

Следует отметить, что является целесообразным:

- для обеспечения возможности внедрения данной разработки в производство провести испытание разработанных технологических режимов на макаронных предприятиях Оренбуржья с проведением замеров выбросов мучной пыли в атмосферу;

- для расширения ассортимента производства высококачественных макаронных изделий из муки группы В и привлечения новых видов сырья следует провести эксперименты по введению в макаронные изделия в качестве связующего компонента другого сырья, обладающего соответствующими свойствами, например: винного осадка, плодово-ягодной мезги и т.д.

### **Список литературы**

1. Чернов Е.М., Медведев Г.М., Негруб В.П. *Справочник по макаронному производству*. М.: Легкая и пищевая промышленность. 1984, 320 с.
2. Попов В.П. и др. *Методические указания к лабораторным работам для спец 27.02 «Технология макаронного производства»*. Оренбург. Из-во ОГУ, 1996, 68 с.
3. Назаров Н.И. *Технология макаронного производства*. М.: Пищевая промышленность. 1969, 400 с.

## **К ВОПРОСУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КАВИТАЦИИ В ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО СЫРЬЯ**

**Быков А.В., Назарова Е.С.**

**Оренбургский государственный университет, г. Оренбург**

Одним из эффективных методов интенсификации химико-технологических процессов в жидкостях является кавитационное воздействие на обрабатываемую среду. Кавитация представляет собой средство локальной концентрации энергии низкой плотности в высокую плотность энергии, связанную с пульсациями и захлопыванием кавитационных пузырьков. В фазе разрежения акустической волны или за счет местного понижения давления при обтекании твердого тела, в жидкости образуются каверны (кавитационные пузырьки), которые заполняются насыщенным паром данной жидкости. В фазе сжатия под действием повышенного давления и сил поверхностного натяжения каверна захлопывается, а пар конденсируется на границе раздела фаз. Через стены каверны в нее диффундирует растворенный в жидкости газ, который затем подвергается сильному адиабатическому сжатию. В момент схлопывания кавитационной каверны, давление и температура газа локально могут достичь значительных величин (по расчетным данным до 100 МПа и до 10000 К соответственно). После схлопывания каверны в окружающей жидкости распространяется сферическая ударная волна, быстро затухающая в пространстве. При генерировании импульсных растягивающих напряжений в жидкости, присутствующие в ней зародыши кавитации (устойчивые паровые и газовые пузырьки малых размеров) начинают расти, образуя кавитационный кластер, форма и размеры которого определяются начальным спектром размеров кавитационных зародышей, характером прикладываемого напряжения и граничными условиями.

В промышленности для кавитационного воздействия на жидкость используются гидродинамические, электродинамические, пьезоэлектрические, магнитострикционные и механические генераторы кавитации. В ультразвуковом диапазоне наиболее распространены пьезоэлектрические и магнитострикционные генераторы кавитации. В этих электроакустических преобразователях используется прямой магнитострикционный и пьезоэлектрический эффект в переменных магнитных и электрических полях. Диапазон частот возбуждения преобразователей является очень широким (от 8 до 44 кГц и выше). Ультразвуковые колебания от преобразователя передаются к обрабатываемым веществам через специальные трансформирующие и согласующие устройства (концентраторы, пластины и др.), заканчивающиеся излучающей поверхностью.

В гидродинамических кавитаторах типа роторных импульсных аппаратов, в основном, реализуется гидродинамическое и акустическое воздействие в жидкости за счет развитой турбулентности, пульсаций давления и скорости потока жидкости, интенсивной кавитации, ударных волн и вторичных

нелинейных акустических эффектов. При вращении ротора, его каналы периодически совмещаются с каналами статора. Скорость потока жидкости в канале статора является переменной величиной. При распространении в канале статора импульса избыточного давления, вслед за ним возникает кратковременный импульс пониженного давления, инерционные силы создают растягивающие напряжения в жидкости, что вызывает кавитацию.

Кавитационное воздействие на жидкость позволяет получать высококачественные технологические, пищевые и биологически активные растворы экстрактов, эмульсии и суспензии. К таким системам относятся овощные и фруктовые соки, пюре, пасты, майонезы, гомогенизированное и восстановленное молоко, йогурты, мази, кремы, системы, содержащие биологически активные вещества (пектин, танин, аминокислоты, вытяжки и экстракты), водотопливные эмульсии и суспензии, лакокрасочные материалы и т.п. Кавитация используется для гомогенизации и пастеризации молока. Кавитационное воздействие не только способствует повышению дисперсности эмульсии, но и уничтожает вредные микроорганизмы. При обработке молока при температуре 70 °С общее микробное число снижается в 10<sup>3</sup>–10<sup>5</sup> раз. При этом происходит полное уничтожение вегетативных форм дрожжей и плесеней, а также патогенных микроорганизмов группы кишечной палочки и нейтрализация фосфатазы. Такая обработка позволяет увеличить сроки хранения молока при температуре 9-12 °С в неасептической упаковке не менее 5 суток без признаков его скисания. Кавитационное воздействие эффективно используется для интенсификации процессов растворения и экстрагирования, например, пектина, каротина, танина и других ценных веществ из биомассы. Кавитация изменяет свойства водных растворов и гидрогелей полисахаридов: крахмала, амилопектина, альгината натрия, хитозана, натриевой соли карбоксиметилцеллюлозы и т.п.

Многие лекарственные вещества получают методами экстрагирования сырья растительного и животного происхождения. Применение кавитационных технологий позволяет повысить качество мягких лекарственных форм суспензионного и эмульсионного типов.

Таким образом, кавитация является высокоэффективным способом обработки сырья, технологические параметры которого могут служить основой для производства функциональных продуктов питания с заранее заданными свойствами. При помощи кавитации также можно получать легкие, высокоусвояемые продукты питания, предназначенные как для лечебного, так и для детского питания.

#### *Список литературы*

- 1. Рогов, И.А. Физические методы обработки пищевых продуктов. М.: Пищевая промышленность, 1974.-364 с.*
- 2. Акопян, В.Б. Ультразвук в производстве пищевых продуктов. М.: Пищевая промышленность, 2003, 51-55 с.*
- 3. Шестаков, С. Д. Основы технологии кавитационной дезинтеграции. М. : ЕВА-пресс, 2001.-253 с.*
- 4. Рой, Н.А. Возникновение и протекание кавитации. М.: 1957.-162 с.*

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАУЧНЫХ СТАТЕЙ КАК МЕТОДИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА УЧЕБНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Василевская С.П., Панов Е.И., Полищук В.Ю., Соловых С.Ю.  
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

В различных формах научной деятельности студентов могут быть использованы математические модели, разработанные на более высоких уровнях научной деятельности. Для этого модели должны быть приведены к виду, позволяющему создавать вычислительные алгоритмы. Далее в качестве примера приведена математическая модель напряженного состояния полуфабриката в рабочем пространстве пресс-гранулятора.

Пресс-грануляторы используют для получения гранул из органического сырья «сухим» способом [1]. Конструкция прессующего механизма гранулятора с кольцевой матрицей позволяет обрабатывать полуфабрикаты с различной консистенцией, от кормовых дрожжей до древесных опилок.

Схема наиболее распространенного прессующего механизма гранулятора с двумя роликами показана на рисунке 1.

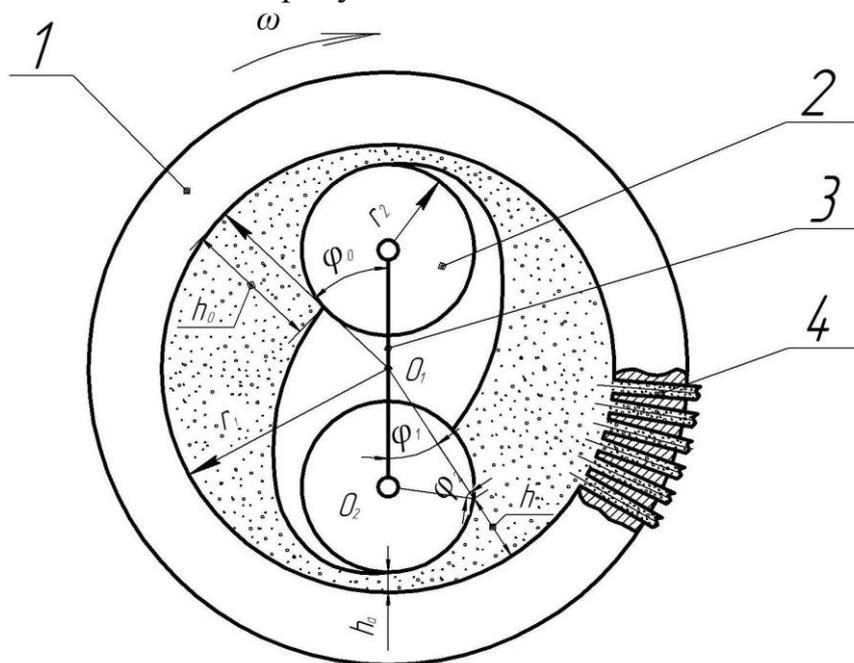


Рис. 1

Кольцевая матрица 1, с радиальными фильерами, вращается с угловой скоростью  $\omega$ . На ее рабочей поверхности расположены прессующие ролики 2, свободно вращающиеся на неподвижном водиле 3. Прессуемый материал, подаваемый на внутреннюю поверхность матрицы, уплотняется в клиновидном пространстве между рабочими органами и выдавливается через каналы фильера. При этом возникают большие нагрузки на рабочие органы.

Многими исследованиями установлено наличие пластического течения полуфабриката против направления вращения рабочих органов в зоне отставания, примыкающей к входу в клиновидное пространство между

матрицей и роликом. В зоне опережения клиновидного пространства, примыкающей к сечению с минимальной высотой  $h_a$  (рисунок 1), пластическое течение полуфабриката совпадает с направлением движения рабочих органов [1].

Между зонами отставания и опережения расположена зона выдавливания полуфабриката в каналы фильер. Ее характеризует постепенное уменьшение величины касательных напряжений  $\tau$  на контактных поверхностях рабочих органов от максимальных значений на границах с зонами отставания и опережения до нуля в нейтральном сечении клиновидного пространства [1].

Пренебрегая массовыми силами по сравнению с компонентами тензора напряжений в обрабатываемом полуфабрикате уравнение равновесия можно использовать в качестве одномерной математической модели процесса гранулирования. Тогда напряженное состояние полуфабриката во всех точках пространстве его взаимодействия с рабочими органами описывает уравнение [2]

$$\frac{d\sigma_s}{ds} + i\tau(m)\Phi(k) = 0, \quad (1)$$

где  $\sigma_s$  – нормальное напряжение в полуфабрикате в направлении продольной протяженности пространства взаимодействия  $s$ ;

$\tau(m)$  – величина касательного напряжения в полуфабрикате на контактной поверхности рабочих органов с набором  $m$  реологических параметров полуфабриката;

$i$  – индекс направления касательных напряжений:  $i = 1$ , если направления движения полуфабриката и касательных напряжений в нем на контактной поверхности совпадают,  $i = -1$ , если они противоположны;

$\Phi(k)$  – функция параметров пространства взаимодействия  $k$ .

Значение функции  $\Phi(k)$  для цилиндрического канала фильеры

$$\Phi(k) = 4/D_c, \quad (2)$$

где  $D_c$  – диаметр канала фильеры.

Значение функции  $\Phi(k)$  для клиновидного пространства между рабочими органами

$$\Phi(k) = \frac{1}{htg\vartheta} \left( \frac{2r_1 - h}{r_1 - h} + tg^2\vartheta \right) \frac{dh}{ds}, \quad (3)$$

Радиальная высота  $h$  клиновидной области пространства между матрицей и роликом определена выражением (рисунок 1)

$$h = r_1 - (r_1 - r_2 - h_a) \cos \frac{s}{r_1} - \sqrt{r_2^2 - (r_1 - r_2 - h_a)^2 \sin^2 \frac{s}{r_1}}, \quad (4)$$

где  $r_1, r_2$  – соответственно радиусы поверхностей матрицы и ролика;

$h_a$  – минимальная высота слоя полуфабриката.

Угол, образованный пересекающимися в точке на поверхности ролика плоскостями, каждая из которых содержит одну из осей вращения пары рабочих органов, равен [2]

$$\vartheta = \arcsin \left( \frac{r_1 - r_2 - h_a \sin \frac{s}{r_1}}{r_2} \right), \quad (5)$$

Примем гипотезу, что поведение полуфабриката в прессующем механизме зависит от скорости приложения нагрузки, которую можно приближенно оценить скоростью изменения высоты  $h$ . Учитывая, что скорость рабочей поверхности матрицы  $v_1 = -ds/dt$ , имеем

$$\frac{dh}{dt} = \frac{r_1 - r_2 - h_a}{r_1} \left[ 1 + \frac{2(r_1 - r_2 - h_a) \cos \frac{s}{r_1}}{\sqrt{r_2^2 - (r_1 - r_2 - h_a)^2 \sin^2 \frac{s}{r_1}}} \right] v_1 \sin \frac{s}{r_1}. \quad (6)$$

Сделаем предположение о влиянии не только высокого всестороннего давления  $\sigma_c$  [1], но и скорости приложения нагрузки на величину предела текучести прессуемого материала  $\sigma_T$ , тогда

$$\sigma_T = \sigma_{TO} \alpha \exp(\beta \sigma_c), \quad (7)$$

где  $\sigma_{TO}$  – предел текучести при одноосном сжатии материала, находящегося под действием атмосферного давления;

$\alpha$  и  $\beta$  – коэффициенты, учитывающие влияние соответственно скорости деформации и всестороннего давления.

В зонах отставания и опережения касательное напряжение  $\tau$  на контактных поверхностях принято равным предельному напряжению сдвига полуфабриката  $\tau_T$ . Величина  $\tau_T$  связана с  $\sigma_T$  выражением

$$\tau_T = \tau_{TO} \alpha \exp(\beta \sigma_c). \quad (8)$$

Границы зоны выдавливания определены давлением в клиновидном пространстве, необходимым для выпрессовывания полуфабриката в фильеры. Поэтому рассмотрим вначале напряженное состояние полуфабриката в фильере с учетом сделанного предположения.

Примем начало координат в выходном сечении фильеры. На участке, примыкающем к выходному сечению фильеры, касательные напряжения на контактной поверхности определены законом Кулона с коэффициентом трения  $f$ , а условие пластичности, связывает осевое нормальное напряжение  $\sigma_s$  с радиальным нормальным напряжением  $\sigma_r$  выражением [3]

$$\sigma_r - \sigma_s = \sigma_T. \quad (9)$$

Решение уравнения (1) для этого случая с учетом действующего в канале фильеры коэффициента скорости приложения нагрузки  $\alpha_c$  имеет вид

$$\int_0^{\sigma_s} \frac{1}{f} \frac{d\sigma_s}{\sigma_s + \sigma_{TO} \alpha_c \exp(\beta \sigma_s)} = -4i \frac{s}{D_c}, \quad i = -1. \quad (10)$$

Уравнение (10) справедливо до сечения с координатой  $s=b$ , где выполняется условие

$$f \sigma_{rb} = \tau_{TO} \alpha_c \exp \beta \sigma_{sb}. \quad (11)$$

Касательное напряжение на контактной поверхности фильеры не может превзойти предельного напряжения сдвига  $\tau_T$  и условие пластичности в этом случае приобретает вид [3]

$$\sigma_r - \sigma_s = 0. \quad (12)$$

Следовательно, на участке фильеры с координатами  $s \geq b$  интегрирование уравнения (1) дает решение

$$\sigma_s = -\frac{1}{\beta} \ln \left[ \exp(-\beta \sigma_{sb}) + 4i \alpha_c \beta \tau_{TO} \frac{s-s_b}{D_c} \right], \quad i = -1. \quad (13)$$

Давление выпрессовывания  $\sigma_{sh}$  может быть получено из уравнения (10) или (13) подстановкой осевой протяженности фильеры  $s_c$ .

В зоне отставания в границах  $s_{H0} \leq s \leq s_0$  и в зоне опережения в границах  $0 \leq s \leq s_{H1}$  напряжения в полуфабрикате определяет решение уравнения (1) с учетом зависимостей (8) и (12) в виде соответственно

$$\sigma_s = -\frac{1}{\beta} \ln \left( 1 + i \alpha_0 \beta \tau_{TO} \int_{s_0}^s \Phi ds \right), \quad s_{H0} \leq s \leq s_0, \quad i = 1; \quad (14)$$

$$\sigma_s = -\frac{1}{\beta} \ln \left( 1 + i \alpha_1 \beta \tau_{TO} \int_0^s \Phi ds \right), \quad 0 \leq s \leq s_{H1}, \quad i = -1. \quad (15)$$

Здесь  $\alpha_0$  и  $\alpha_1$  коэффициенты, учитывающие скорость приложения нагрузки на полуфабрикат в соответствующих зонах.

Зона выдавливания содержит нейтральное сечение с координатой  $s_{HH}$ , где касательное напряжение  $\tau=0$ , а нормальное напряжение  $\sigma_s$  наибольшее в клиновидном пространстве [1]. Предположим, что величина касательных напряжений в зоне выдавливания изменяется по зависимостям

$$\tau = \frac{1}{i} \left( \frac{s-s_{HH}}{s_{H0}-s_{HH}} \right)^2 \tau_{TO} \alpha_0 \exp(\beta \sigma_s), \quad s_{HH} \leq s \leq s_{H0}, \quad i = 1; \quad (16)$$

$$\tau = \frac{1}{i} \left( \frac{s_{HH}-s}{s_{HH}-s_{H1}} \right)^2 \tau_{TO} \alpha_1 \exp(\beta \sigma_s), \quad s_{H1} \leq s \leq s_{HH}, \quad i = -1. \quad (17)$$

Тогда решение уравнения (1) с учетом (12), (16) и (17) имеет вид

$$\sigma_s = -\frac{1}{\beta} \ln \left[ \exp(-\beta\sigma_{sH0}) + i\tau_{TO}\beta\alpha_0 \int_{s_{HO}}^s \left( \frac{s - s_{HH}}{s_{HO} - s_{HH}} \right)^2 \Phi ds \right],$$

$$s_{HH} \leq s \leq s_{HO}, \quad i = 1; \quad (18)$$

$$\sigma_s = -\frac{1}{\beta} \ln \left[ \exp(-\beta\sigma_{sH1}) + i\tau_{TO}\beta\alpha_1 \int_{s_{H1}}^s \left( \frac{s_{HH} - s}{s_{HH} - s_{H1}} \right)^2 \Phi ds \right],$$

$$s_{H1} \leq s \leq s_{HH}, \quad i = -1. \quad (19)$$

Приравняв правые части уравнений (18) и (19), получим интегральное уравнение для определения координаты  $s_{HH}$ ,

$$-\alpha_0 \int_{s_{HO}}^{s_{HH}} \left( \frac{s - s_{HH}}{s_{HO} - s_{HH}} \right)^2 \Phi ds = \alpha_1 \int_{s_{H1}}^{s_{HH}} \left( \frac{s_{HH} - s}{s_{HH} - s_{H1}} \right)^2 \Phi ds, \quad (20)$$

которое может быть решено численными методами.

Изложенная модель напряженного состояния полуфабриката в пресс-грануляторе позволяет вычислительными методами с использованием компьютерных математических пакетов исследовать влияние на процесс прессования геометрии рабочего пространства и механических свойств полуфабриката. При этом студенты получают новые научные результаты, имеющие теоретической и практическое значение.

Предлагаемый подход может быть использован студентами при выполнении магистерских диссертаций.

#### Список литературы

1. *Технологическое оборудование предприятий по хранению и переработке зерна / А.Я. Соколов, В.Ф. Журавлев, В.Н. Душин и др. / Под ред. А.Я. Соколова. М.: Колос, 1984. 445 с.*
2. *Карташов, Л.П. Системный синтез технологических объектов АПК / Л.П. Карташов, В. Ю. Полищук. - Екатеринбург : УрО РАН, 1998. - 185 с. - Библиогр.: с. 183-185. - ISBN 5-7691-0817--7.*
3. *Унксов, Е.П. Инженерная теория пластичности: методы расчета усилий деформирования / Е. П. Унксов. - 2-е изд., перераб. - М. : Машигиз, 1959. - 328 с.*

## СУБПРОДУКТЫ КАК ОСНОВА ЗДОРОВОГО ПИТАНИЯ

Дашкин Э.А., Турлубаева А.Н.

Оренбургский Государственный Университет, г. Оренбург

Многие думают, что употреблять в пищу субпродукты – вредно, другие их просто не любят и практически или даже совсем не едят. Как же понять, где правда? Давайте разберемся. Употребление в пищу внутренних органов и не очень ценных частей туш убойных животных стимулирует правильное и активное развитие наших мышц и костей, причиной тому служит большое содержание белка в этих продуктах.

Кроме того, мясные субпродукты, благодаря наличию в них различных микроэлементов, благотворно влияют на следующие функции нашего организма: улучшают кровообращение, благодаря высокому содержанию в них железа; стимулируют работу сердца за счет магния; цинк способствует росту тканей; фосфор усиливает работу мозга; кровяное давление стабилизируется за счет калия; а витамин А не позволит нам состариться раньше времени. Кроме того, этот же витамин благоприятно влияет на состояние зрения и кожных покровов, а наличие витамина В позволяет справиться с депрессией и нарушением сна. Попробуем узнать, в чем же польза мясных субпродуктов. Так, к примеру, печень — мощный химический раздражитель и рекомендуется для лечебного питания при понижении секреторной функции желудочных желез. Печень в сыром виде не набухает, удерживает воду плохо, при варке сильно уплотняется, взамен выделившейся воды способна обильно поглощать жир, благодаря чему широко применяется при выработке паштетов. Говяжья печень, содержащая в 2,5 раза больше витамина А.

Языки. По пищевой ценности язык не уступает мясу, его поперечнополосатые мышцы хорошо развиты. Значительное содержание жировой ткани, располагающейся между мышечными волокнами, обуславливает своеобразный приятный вкус и мягкую, нежную консистенцию языка. Языки должны быть освобождены от подъязычной мускульной ткани, лимфатических узлов, подъязычной кости, гортани, слизи и крови, хорошо промыты, без нарушения наружных оболочек. Говяжьи и телячьи языки крупнее и дают меньше отходов в виде грубой ткани, покрывающей язык, чем свиные и бараньи. Используют языки для приготовления тушеных отварных блюд, консервов, копченостей.

Легкое. Его невысокая питательная и вкусовая ценность обусловлена большим содержанием соединительной ткани, воды, кровеносных сосудов. Легкое трудно разжевывается, его белковые вещества перевариваются хуже, чем белки мяса. В числе экстрактивных веществ легкого содержится гепарин, используемый для получения лечебного препарата. Легкое должно быть светло-розовой или розово-красной окраски, без слизи, крови; используют его для начинок в пироги, запеканки, приготовления ливерных колбас.

Пищевые субпродукты условно подразделяют на три группы: органы, выполняющие при жизни животного специфические функции, не сопряженные

с двигательными; органы, деятельность которых при жизни животных связана с двигательными функциями; наружные части туши животных.

К первой группе относят печень, легкие, почки, головной мозг, селезенку, вымя. Они состоят из основы и паренхимы (железистая ткань). Основа представлена соединительной тканью, в которой проходят нервы, кровеносные и лимфатические сосуды; соединительнотканная основа разделяет орган на отдельные участки, в которых располагается специфическая для данного органа паренхима, выполняющая его основную функцию при жизни.

Вторая группа включает сердце, диафрагму, язык, желудок крупного рогатого скота. В их составе наряду с соединительной и специфичной тканью (если она есть) имеется гладкая или поперечнополосатая мышечная ткань.

Третья группа — голова, губы, ноги, путовый сустав, хвост крупного рогатого скота и уши.

В составе субпродуктов мышечная, соединительная ткань содержится в несколько иных соотношениях, чем в мясной туше. Выход субпродуктов — 10–18% живой массы животного в зависимости от его вида, породы, упитанности, возраста. Различают субпродукты мякотные (печень, сердце, языки, мозги, вымя, обрезь и др.), мясокостные (говяжьей головы без языка и мозгов, мясокостные хвосты бараньи и говяжьей), слизистые (до обработки, покрытые слизью — рубец, сычуг, свиной желудок и др.), шерстные (свиные и бараньи головы, уши, свиные ножки, путовый сустав). По термическому состоянию субпродукты бывают остывшими, охлажденными, морожеными, а в зависимости от пищевой ценности — I и II категорий.

К I категории относят субпродукты, в которых преобладают полноценные белки (78–94% общего количества), по ценности они близки к говядине I го сорта или даже превосходят ее: печень, язык, сердце, почки, мозги, вымя, диафрагме, мясокостный хвост говяжий и бараний, мясная обрезь. Ко II категории относят субпродукты, в которых мало полноценных белков (20–60% общего количества): ножки свиные, головы без языков, легкие, калтык, путовый сустав, рубец, сычуг, свиной желудок, уши, говяжьей губы, мясокостный свиной хвост. Уши, губы, ножки, путовый сустав содержат много коллагена (12–18% мякотной части), который при варке дает клей — отсюда и название их клейдающие. Коэффициент перевариваемых субпродуктов убывает в таком порядке: сердце, почки, язык, печень.

Химический состав и энергетическая ценность некоторых субпродуктов

Наименование говяжьих субпродуктов	Содержание, %					Энергетическая ценность 100 г	
	воды	белков	жира	экстрактивных веществ	минеральных веществ	кДж	ккал
Язык . . . . .	71,2	13,6	12,1	2,2	0,9	682	163
Печень . . . . .	72,9	17,4	3,1	5,3	1,3	410	98
Сердце . . . . .	79,0	14,8	3,0	2,0	1,0	364	87
Мясо-костный хвост	71,2	19,7	6,5	1,8	0,8	573	137
Вымя . . . . .	72,6	12,3	13,7	0,6	0,8	724	173
Почки . . . . .	82,7	12,5	1,8	1,9	1,1	276	66
Мозги . . . . .	78,9	9,5	9,5	0,8	1,3	519	124
Головы . . . . .	67,8	18,1	12,5	0,9	0,7	774	185
Легкое . . . . .	77,5	15,2	4,7	1,6	1,0	431	103

По содержанию белков, жиров, влаги, экстрактивных и минеральных веществ, а также по энергетической ценности некоторые субпродукты почти не отличаются от мяса убойных животных

Одним из наиболее ценных субпродуктов является печень, белки которой содержат в значительных количествах полный набор незаменимых аминокислот; липиды печени характеризуются высоким содержанием линолевой и арахидоновой кислот. По ценности за печенью следуют языки, почки, сердце, мозги, легкие.

Среди экстрактивных веществ субпродуктов имеются безазотистые (гликоген — особенно много в печени, молочная кислота, инозит) и азотистые (креатин, холлин и др.). Особенно много содержится фосфора, минеральных солей (до 90% общего количества) в печени и мозгах (0,3%), почках, сердце и легких (около 0,2%). По сравнению с другими субпродуктами в печени и почках больше калия и железа.

В значительных количествах содержатся в печени витамины А, В<sub>2</sub>, РР, В<sub>12</sub>, С, К, в почках — В<sub>2</sub>, РР, биотин, пантотеновая кислота, в языках—В<sub>1</sub> и В<sub>2</sub>, РР, в сердце — А, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, РР, С.

Много полноценных белков (10,62—15,71%), небольшое количество коллагена (0,78—2,49%) и эластина (0,04—0,09%) содержат язык, печень, почки и сердце крупного рогатого скота.

Учитывая столь уникальный состав и свойства субпродуктов, мы планируем на их основе разработку новых продуктов в частности субпродуктовой ветчины «Университетской» обогащенной пищевыми волокнами.

В роли пищевых волокон будут выступать морковь и пшеничные отруби, их полезные свойства мы рассмотрим ниже.

Морковь имеющая в своем составе пищевые волокна, обогащенные бета-каротином, который в печени преобразуется в витамин А. Этот витамин трансформируется во внутренней оболочке глаза в родопсины, зрительные пигменты, необходимые для хорошего ночного видения.

Исследования показали, что рацион питания, богатый каротиноидами, способствует снижению риска развития сердечных заболеваний. В моркови содержится не только бета-каротин, но и альфа-каротин, и лютеин. Регулярное потребление моркови также снижает уровень холестерина благодаря тому, что растворимая в воде клетчатка из моркови ограничивает действие желчной кислоты.

Исследования показывают, что морковь снижает риск развития рака легких, груди и толстой кишки. Ученые открыли особые вещества - фалкаринол и фалкариниол – которые, вероятнее всего, обладают противораковыми свойствами.

Витамин А помогает печени выводить токсины из организма. Она также снижает уровень желчи и жира в печени. Клетчатка моркови помогает очищать кишечник и ускоряет выведение шлаков.

Такой компонент как пшеничные отруби – это прежде всего отличный источник клетчатки, незаменимых макро- и микро элементов, витаминов группы

В, витаминов Е и А. Известно что, клетчатка особенно важна для хорошей работы кишечника и нормального функционирования пищеварительной системы в целом. Комплекс витаминов группы В, которым также богаты пшеничные отруби, выполняет ряд важнейших функций в организме человека, а именно:

- Принимает активное участие в углеводном, энергетическом, белковом, жировом, водно-солевом обмене, а также в процессе кроветворения (витамины В2, В3, В6 и В9 необходимы для синтеза белка гемоглобина, входящего в состав эритроцитов)

- Регулирует функции нервной, пищеварительной, сердечно-сосудистой и мышечной системы

- Способствует поддержанию нормального гормонального баланса в организме человека (витамины В3 и В6 играют важнейшую роль в выработке организмом половых гормонов, витамин В6, кроме того, принимает участие в синтезе гормонов, вырабатываемых надпочечниками, щитовидной железой, поджелудочной железой).

Пшеничные отруби необходимы для слаженной работы пищеварительной системы и эффективны в профилактике онкологических заболеваний. Клетчатка, которой особенно богаты пшеничные отруби, способна своей пористой структурой удерживать большое количество воды.

Таким, образом, учитывая вышеизложенное, считаем что субпродукты на сегодняшний день благоприятно влияют, при употреблении их в пищу, на физиологическое состояние организма.

### **Список литературы**

1. **Донченко, Л.В.** *Безопасность пищевой продукции* / Л.В. Донченко. – М.: ДеЛи принт, 2007. – 538 с.
2. *Принципы ХАССП. Безопасность продуктов питания и медицинского оборудования : пер. с англ. О.В. Замятиной.* - М.: РИА «Стандарты и качество», 2006.
3. **Ребезов, М.Б.** *Интегрированные системы менеджмента качества на предприятиях пищевой промышленности* / М.Б. ребезов, Н.Н. Максимюк, О.В. Богатова О.В. и др. // издательство МаГУ. 2009. – 285с.

# СОЗДАНИЕ НОВЫХ ВИДОВ ПРОДУКТОВ ИЗ СЫРЬЯ ЖИВОТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ И БЕЗОТХОДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ИХ ПРОИЗВОДСТВА

Догарева Н.Г., Стадникова С.В., Ребезов М.Б.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Южно-Уральский государственный университет, г. Магнитогорск

Производство продуктов из мяса скота и птицы

Мясо, как известно, содержит весь комплекс незаменимых аминокислот, витаминов, ферментов, минеральных веществ.

Вместе с тем, многие мясные продукты, выпускаемые промышленностью, недостаточно сбалансированы по белково-жировому составу и не дифференцированы в соответствии с потребностями различных групп населения.

Анализ проблемы показал, что в мясной промышленности наблюдается три основных тенденции в производстве продуктов:

- использование белковых компонентов растительного и животного происхождения;
- производство комбинированных продуктов;
- увеличение выпуска блюд, готовых к употреблению, в том числе кулинарных.

Анализ зарубежного опыта по созданию новых видов мясопродуктов показывает, что основные исследования направлены на:

- улучшение пищевой ценности продуктов при одновременном снижении калорийности; увеличение доли белков, овощей; ограничение содержания сахара, соли и жира (в пользу растительных масел);
- обогащение ассортимента продуктами с длительным сроком хранения, имеющим рациональную упаковку и при необходимости фортифицированных;
- создание продуктов, предназначенных для различных групп населения (при приоритетном развитии производства продуктов для детского питания);
- расширение исследований с целью создания блюд, готовых к употреблению, в том числе для предприятий общепита

Результаты исследований показывают, что в нашей стране наряду с ростом объемов производства, произойдут существенные изменения ассортимента и качества выпускаемых мясопродуктов. Их структура будет приближена к оптимальной, позволяющей обеспечить потребности населения в соответствии с научно-обоснованными нормами. Опережающими темпами будет расти производство вареных и твердокопченых колбас, широкое развитие получит производство полусухих колбас, ветчины в оболочке и формах, производство мясных полуфабрикатов, фасованного мяса, копченостей.

Широкое развитие должно получить производство продуктов для детского питания, а также быстрозамороженных блюд.

Причинами, сдерживающими развитие производства продуктов из мяса птицы, являются сравнительно высокая технологическая трудоемкость их выработки и отсутствие специализированного оборудования.

В последнее время наметилась тенденция роста производства изделий из мяса птицы (общего спроса и детских), что связано с разработкой технологии и оборудования для механической обвалки и расчленения тушек птицы.

За рубежом вырабатывается широкий ассортимент изделий из мяса птицы (до 75 наименований), приоритетное место в ассортименте занимают продукты из мяса индейки (США).

Основными направлениями в зарубежных исследованиях, осуществляемых в области производства новых видов продуктов из мяса птицы, являются следующие:

- производство готовых к употреблению продуктов из мяса птицы, создание комбинированных продуктов;

- разработка оборудования, позволяющего осуществить механическую разделку мяса птицы.

Для создания новых продуктов из мяса птицы определены три научные направления решения проблемы.

- расчленение тушек, посол, нанесение покрытий, тепловая обработка. (такое направление может быть использовано для производства мясокостных полуфабрикатов и готовых изделий.)

- механическая обвалка целой тушки птицы.

( при этом могут быть получены рубленые полуфабрикаты и готовые кулинарные изделия.)

- расчленение тушек, выделение кускового мяса, тендеризация сырья, посол, обогащение, формование, нанесение покрытий, тепловая обработка. (этот путь обеспечивает дифференцированный подход к сырью, получение полуфабрикатов и готовых изделий с заданным составом, а также производство широкого ассортимента птицепродуктов (натуральных, соленых, маринованных, мясокостных, бескостных, рубленых).

#### Производство цельномолочных продуктов, масла и сыра

Исходя из современных представлений науки о питании, в большинстве ныне вырабатываемых молочных продуктах соотношение основных питательных веществ должно быть изменено; особенно это относится к жировой и белковой составляющим, соотношение которых должно быть сдвинуто в сторону увеличения белковой части.

Поэтому одной из задач науки является поиск путей решения проблемы наиболее рационального извлечения белков при сохранении их нативности и функциональности и создании на их основе новых видов молочных продуктов.

Важнейшим сырьевым резервом для решения задачи являются обезжиренное молоко и молочная сыворотка.

Традиционные методы сепарирования, концентрирования и очистки отдельных ингредиентов молочного сырья (выделение жировой фракции,

белков, углеводной и минеральной части) уже не могут обеспечить в полной мере решение поставленной задачи.

Перспективным способом разделения составляющих молока является мембранный метод, как наиболее универсальный, обеспечивающий создание безотходных технологий.

В цельномолочном производстве на основе ультрафильтрации в нашей стране разработаны технологии производства более 50 различных цельномолочных продуктов, продуктов детского, диетического питания и молочных консервов.

Однако объемы производства этих продуктов незначительны, так как промышленность не обеспечена отечественной надежной мембранной техникой. Мембранными методами сейчас обрабатывается менее 1% от ресурсов сыворотки.

Анализ зарубежных данных показывает, что мембранные процессы в молочной промышленности применяются в широких масштабах. В Дании, США до 30% сыворотки обрабатываются мембранным методом. В последнее время в США, Новой Зеландии, Австралии разработаны процессы производства сухих белковых концентратов на основе ультрафильтрации молока. В ФРГ метод ультрафильтрации применяется при выработке творога из подквашенного обезжиренного молока, что повышает выход продукта до 20%.

Проблема выделения и очистки белков из молока и вторичного молочного сырья будет актуальна и в перспективе.

Ведущим направлением является создание молочных продуктов заданного состава с использованием универсальных технологических процессов и ультрафильтрации.

Перспективным направлением является также производство продуктов на основе сухих белковых концентратов (СБК), получаемых на крупных специализированных предприятиях, с последующим их распределением по территории страны. Это дает возможность использовать преимущество мембранной техники в широком масштабе, обеспечить равномерность выпуска молочных продуктов, независимо от сезонности поступления молока, повысить степень использования основных производственных фондов. В составе СБК содержится в среднем 70% белковых веществ молока, характеризующихся высокой степенью сохранности нативной конформации (денатурация при распылительной сушке из-за высокой термостойкости УФ-концентрата не превышает 4%) и функциональных свойств.

Последние исследования в области использования СБК свидетельствуют о широкой перспективе создания молочных продуктов сбалансированного состава.

Учитывая актуальность проблемы, научно-исследовательские работы для ее решения целесообразно осуществлять по следующим направлениям:

- разработка технологии производства новых видов питьевого молока, стерилизованного, УВТ-обработки и гаммы кисломолочных продуктов с варьлируемым составом, производимых с помощью ультрафильтрации молока и СБК;

- разработка технологий производства сгущенных молочных продуктов сбалансированного состава на базе ультрафильтрации и СБК;
- создание специальных видов молочных продуктов, вырабатываемых с использованием мембранной технологии, сбалансированных по жирнокислотному, аминокислотному составу, содержанию макро- и микроэлементов, углеводов;
- разработка программного обеспечения для перечисленных направлений, реализуемых на предприятиях молочной промышленности с учетом возможных вариантов технологических решений.

В социальном плане решение проблемы позволит обеспечить все группы населения страны высококачественными молочными продуктами.

Разработана принципиально новая технология переработки молока с использованием биополимеров. Биополимеры, в частности полисахарид и пектин, в последнее время за рубежом и в нашей стране стали находить все большее применение при создании новых форм пищевых продуктов.

В разработанной технологии используется яблочный пектин, который обладает лечебными и противомикробными свойствами. Заслуживает также внимания развитие нетрадиционных способов производства пектинов: свекловичного, из мандариновых выжимок, а также способ производства пектина методом замораживания. Могут быть использованы и другие биополимеры, дающие аналогичный эффект.

Фракционирование молока с использованием биополимеров позволяет получать концентрат натурального казеина (КНК) и, так называемую, бесказеиновую фазу (КСП).

КНК дает возможность использовать его для производства белковых и белковожировых продуктов повышенной биологической ценности. На основе концентрированной бесказеиновой фазы можно производить взбитые и желированные продукты (типа кондитерских изделий). Использование КСП позволяет регулировать содержание в продукции растворимых, биологически активных компонентов, повышающих устойчивость организма к вредным воздействиям окружающей среды. КСП проявляет высокие пенообразующие свойства, является эффективным эмульгатором, т.е. данный концентрат может являться надежным каркасом для создания новых форм пищевых продуктов.

Уже созданы продукты, в которых концентраты применялись в качестве наполнителя к традиционным продуктам. Создан структурированный (взбитый) продукт - суфле молочное "Био-Тон", который является прообразом (моделью) будущих продуктов. На нескольких предприятиях страны была внедрена новая технология переработки молока.

Проблема безотходности при применении вышеуказанной технологии будет решена в том случае, если будут разработаны "блочные" продукты, замыкающие технологический цикл. Ключевыми продуктами для маслозавода является масло с концентратами и смесь для мороженого; для городского молзавода - творог и творожные изделия, структурированные (взбитые) продукты. В перспективе предусматривается переход к созданию сыров на основе этой технологии.

Создание специальных препаратов будет освоено совместно с организациями медицинского профиля. Один препарат "Амивис" (аминокислотно-минерально-витаминная смесь) уже создан и используется; проходит апробацию другой препарат, полученный на основе КСП - "Лактобрил".

Для решения проблемы необходимо:

- провести научное исследование по развитию и совершенствованию технологии комплексной переработки молока с применением биополимеров и по разработке новых продуктов на ее основе.

- разработать технические требования на создание линий производства концентратов, высокобелковых продуктов, производства сыров.

В\_маслоделии в последние годы принято направление на выработку новых видов масла и его аналогов с пониженной калорийностью и обогащенных различными компонентами.

Основными компонентами этих продуктов, наряду с молочным жиром, являются молочно белковые концентраты (МБК), растительные жиры и белки, вкусовые наполнители и добавки.. В качестве структурообразователей предпочтение отдается продуктам молочного происхождения (МБК на основе обезжиренного молока и сыворотки).

Разработаны технологии производства более 10 видов сливочного масла с пониженным содержанием молочного жира и повышенной биологической ценностью. На данный момент основную массу составляет крестьянское и бутербродное масло, в которых сухие обезжиренные вещества молока используются незначительно. Виды масла с большим содержанием молочного белка (столовое, городское, детское и др.) занимают около 15% в общем объеме производства.

Использование МБК в маслоделии позволяет создавать малоотходные технологии переработки молока . Небольшое увеличение потребления масла может происходить в основном за счет производства новых видов масла пониженной энергетической ценности, со сбалансированным компонентным составом. Производство масла и паст пониженной жирности и с растительными жирами составляет 25% от общего объема.

Выявлены два направления решения проблемы совершенствования производства сливочного масла:

- рациональное использование сырьевых ресурсов.

- интенсификация технологических режимов производства. >

Для производства аналогов масла намечается разработать и внедрить оптимальные технологические режимы на основе структурообразования сливок путем соответствующего механического воздействия (гомогенизации, диспергирования), термической обработки жировых эмульсий заданного состава (глубокое замораживание), предусмотреть применение нетрадиционных методов образования продуктов.

Решение поставленной проблемы связано с соответствующей модернизацией, изменением конструкции маслообразователей и маслоизготовителей применительно к производству новых видов масла по

безотходной технологии, а также созданием оборудования для производства аналогов масла.

По второму направлению предусматривается интенсификация технологических процессов получения новых видов масла путем использования механических, физикохимических и биотехнологических факторов воздействия.

Производство сыров непрерывно растет. В настоящее время выпускается более 100 наименований сычужных сыров.

Важнейшими задачами развития сыроделия, кроме увеличения объемов выработки, является снижение материальных затрат и интенсификация технологических процессов его производства.

Разработан ряд покрытий для сыров, позволяющих снижать его потери при созревании. Предложен способ выработки костромского сыра из цельного молока, подвергнутого ультрафильтрации, который позволяет увеличить выход готового продукта на 1,5-2,0%, сократить расход сычужного фермента на 35-40% и повысить производительность оборудования на 30-35%. Разработана также технология выработки сыра с использованием сухого сывороточного белкового концентрата (КСБ-УФ). Проведенные исследования показали перспективность применения в производстве сыров новых ферментных препаратов (протеаз, липаз), микроэлементов для ускорения процесса созревания и ароматизаторов с целью улучшения органолептических показателей. Они подтвердили возможность получения за 5 суток сыра, консистенция которого соответствует готовому продукту.

Результаты анализа зарубежных информационных материалов показывают, что в последние годы расширилось применение ультрафильтрации в сыроделии. Она осуществляется в основном тремя способами:

- низкой степенью концентрации исходного молока (1:2) с последующей выработкой сыра на традиционном оборудовании. Этот способ позволяет вырабатывать практически все виды сыров.

- второй способ предусматривает высокую степень концентрирования (1:3-5) исходного молока и последующую выработку сыра из концентрата по модифицированной технологии. Выход готового продукта по такой технологии увеличивается на 8%.

- третий способ ультрафильтрации молока предусматривает сгущение его до концентрации сухих веществ, аналогичной их содержанию в готовом сыре (так называемый "предсыр"), с последующей переработкой последнего в сыр без отделения сыворотки. Этот способ применяется при производстве мягких, свежих и созревающих в рассоле сыров. В США, Дании и других странах широко используется эта технология. При использовании этого метода выход сыра повышается в среднем на 20%, расход сычужного фермента снижается на 80%.

Определены два практически равнозначных направления решения проблемы создания новых видов и безотходных технологий производства сыра: рациональное использование сырьевых ресурсов (1) и интенсификация технологических режимов производства (2).

Основными методами реализации первого направления определены малоотходные и безотходные технологии на основе новых покрытий и пленок для сыра, применения ультрафильтрации молока с невысоким и высоким уровнем концентрации, использовании сывороточных белков (концентратов) и термокоагуляции белков.

Использование заменителей составных компонентов молочного сырья будет играть незначительную роль. Выработка сыров по новым технологиям составит 30-35% от всего производства сычужных сыров.

Производство лекарственных и специальных препаратов из сырья, получаемого при переработке скота и птицы

В нашей стране из эндокринно-ферментного сырья, получаемого при переработке скота, выпускается около 20 лечебных препаратов (инсулин, панкреатин, пепсин, лидаза, гепарин, стекловидное тело и др.), на выпуск которых используется до 15 тыс.т сырья в год.

Коллагенсодержащее сырье, обладающее уникальными фармакологическими свойствами для производства лекарственных и специальных препаратов, пока не используется.

Несмотря на постоянное увеличение объема производства органолептических препаратов потребность в них удовлетворяется лишь на 50%, а в ферментных препаратах - на 30%. Такое отставание связано с отсутствием научных разработок, обеспечивающих создание эффективных лечебных средств из животного сырья. Многие действующие технологии морально устарели и нуждаются в коренном пересмотре. Технологические процессы слабо механизированы и автоматизированы.

За рубежом выпускают широкую номенклатуру лечебных средств, в том числе, получаемых с использованием методов биотехнологии и генной инженерии. Наиболее известными среди них является церебролизин. Разработка лекарственных форм и специальных препаратов направленного действия на основе коллагена за рубежом (США, Япония) интенсивно ведется в следующих направлениях:

- получение пленок, губок, ватки, мембран, сеток для лечения ожогов и ран различной этиологии;
- производство шовного материала;
- создание мазей для косметических целей;
- разработка белковых пленок для покрытия мясопродуктов с целью сокращения усушки.

Сырьем и полуфабрикатами для производства лекарственных и специальных препаратов могут служить также малоценные в пищевом отношении продукты переработки птицы, которые в нашей стране, как правило, используют для получения кормов, а также для производства пищевых бульонов и суповых наборов.

Незначительная часть (20 т/год) сырья используется для производства куриного пепсина, который применяют для получения лечебного препарата абомина; из голов и ног птицы - экстракты полипептидов и аминокислот для лечебного питания.

Тяжелые условия труда, трудоемкость сбора, устаревшая техника и технология, отсутствие механизации и автоматизации при сборе и переработке сырья лечебного и специального назначения являются основными факторами, сдерживающими производство лекарственных и специальных препаратов .

Данная проблема успешно решается во многих странах с высоким уровнем развития птицеперерабатывающей промышленности (США, ФРГ, Франции, Великобритании и Японии).

Так, из желчи птицы получают кислоты для лечения желчекаменной болезни ( Франция, США), из гребешков петушков - гиалуроновую кислоту (Япония), из поджелудочной железы - препараты для лечения гиперхолестеремии (Франция, США) , из сердец - препарат для лечения аритмии (Япония), из голов и ног птицы - препарат для заживления ран (США).

Для лечебного и диетического питания выпускают препарат "Vital" и "Vivonex" Результаты исследований показывают, что научные разработки будут направлены на:

- теоретические исследования по созданию безотходных технологий производства лекарственных композиций с заданным составом и функциональными свойствами, а также препаратов направленного действия (с помощью методов биотехнологии и генной инженерии);

- изучение возможностей использования новых видов сырья (гипоталамус, плацента, эпифиз и. др.) для производства препаратов ;

- разработку принципиально новых способов предварительной обработки сырья, методов оценки эффективности и безвредности лечебных препаратов;

- конструирование и производство специальной техники, устройств и приборов для осуществления технологических процессов производства лекарственных и специальных препаратов .

Использование результатов исследований будет иметь большой социальный эффект, который заключается в сокращении длительности лечения за счет интенсификации репаративных процессов, снижении болевого эффекта, уровня плазмопотери и инфицирования, а также эффект, обусловленный экономией конвертируемой валюты, вследствие отказа от импорта лекарственных препаратов.

#### *Список литературы*

- 1. Антипова, Л.В. Технология и оборудование птицеперерабатывающего производства: учеб. пособие для вузов/Л.В. Антипова, С.В. Полянских, А.А. Калачев - СПб: ГИОРД,2009 – 512с.*
- 2. Бредихин, С. А. Технология и техника переработки молока / С. А. Бредихин, Ю. В. Космодемьянский, В. Н. Юрин. - М. : Колос, 2003. - 400 с.*
- 3. Богатова, О. В., Догарева, Н.Г. Продукты из молочного сырья : Часть 1. Цельномолочные продукты. Консервы. Мороженое. Детское питание: учеб. пособие.- Оренбург: ГОУ ОГУ, 2006.-255 с.*

4. **Богатова, О.В.** *Технология мяса и мясопродуктов: учеб. пособие для вузов / О.В. Богатова, Н.Г. Догарева, С.В. Стадникова – Оренбург: ИПК ОГУ, 2002 – 128 с.*
5. **Догарева, Н. Г.** *Продукты из молочного сырья. Часть 2. Масло: учеб. пособие для вузов / Н. Г. Догарева, О. В. Богатова. - Оренбург: ОГУ, 2008-130 с.*
6. **Догарева, Н.Г., Богатова, О.В.** *Продукты из молочного сырья: Часть 3. Сыры: учеб. пособие. - Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ, 2010. - 123с.*
7. **Крусь, Г.Н.** *Технология молока и молочных продуктов / под ред. А.М. Шалыгиной. - М.: Колос, 2004. - 455 с.*
8. **Крусь, Г.Н., Храмов, А.Г., Волокитина, З.В.** *Технология молока и молочных продуктов: учебник / Г. Н. Крусь [и др.]; под ред. А. М. Шалыгиной. - Москва: Колос, 2008. - 456 с.*
9. **Рогов, И.А.** *Технология мяса и мясных продуктов: учеб. для вузов / И.А. Рогов, А.Г. Забашта, Г.П. Казюлин – Кн. 1: Общая технология мяса - М: Колос, 2009 – 566 с.*
10. **Рогов, И.А.** *Технология мяса и мясных продуктов: учеб. для вузов / И.А. Рогов, А.Г. Забашта, Г.П. Казюлин – Кн. 2: Технология мясных продуктов - М: Колос, 2009 – 712 с.*
11. **Рогов, И.А.** *Общая технология мяса и мясопродуктов / И.А. Рогов, А.Г. Забашта, Г.П. Казюлин – М: Колос, 2000 – 367 с.*

## **СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ЗАРУБЕЖНЫХ НАНОТЕХНОЛОГИЙ МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

**Драчевский А.П., Сорокин А.Н.  
ФГБОУ ВПО Балашовский институт (филиал) Саратовского  
государственного университета имени Н.Г.Чернышевского, Балашов**

Нанотехнологии и наноинженерия на сегодняшний день являются наиболее перспективным направлением в развитии российской и зарубежной науки. Наноматериалы стали причиной настоящего прорыва во многих отраслях жизнедеятельности человека. Различные страны, в том числе и Россия, участвуют в своеобразной гонке исследований, имеющих целью получить результаты, способные революционным образом изменить современную среду обитания человека.

Развитие нанотехнологий в настоящее время идет по нескольким магистральным направлениям – нанобиотехнология, наноэлектромеханика, наноэнергетика, создание новых поколений функциональных и конструкционных наноматериалов и т.д. Исследования и разработки активно идут более чем в 50 странах, и по прогнозам специалистов, в ближайшие 10 лет общемировой рынок превысит 1 триллион долларов в год. Для эффективного использования имеющихся ресурсов и скорейшего внедрения нанотехнологий в США, Японии, Германии, Швеции, Франции, Китае и других странах приняты национальные программы, руководителями которых являются первые лица государства. В России подобные цели преследует развертывание деятельности инновационного центра «Сколково» и функционирование госкорпорации «Роснано».

В этих условиях целесообразно сравнить разработки отечественных и зарубежных ученых в области нанотехнологий медицинского назначения.

В институте электрофизики РАН с использованием нанотехнологий создан образец самого маленького рентгеновского аппарата в мире, производство которого можно освоить в области. Мощность вспышки, достигает миллиарда ватт. При этом доза облучения фотографируемого объекта невелика, так как вспышка очень короткая. В результате можно получить мгновенное теневое изображение объекта с очень высоким качеством и большим увеличением. Электрическая часть аппарата была спроектирована и изготовлена в Томском институте сильноточной электроники. Её размеры — не больше полуметра в диаметре и высоте. Зарубежные аналоги, существующие на сегодняшний день и способные конкурировать с данной разработкой, уступают ей в размерах в десятки раз. Благодаря своим размерам он может найти применение в медицине при рентгеноскопии нетранспортабельных больных. В мире уже не первый год пытаются создать подобный малогабаритный генератор рентгеновского излучения, но пока безуспешно. Российским изобретением уже интересовались частные и государственные корпорации. А сами создатели обещают совсем скоро представить уже готовый к массовому использованию промышленный образец установки [1].

В результате продуктивного научно-технического сотрудничества учёных ГОУ ОГУ (г. Оренбург) и специалистов инновационной компании НПП «Наносинтез» была создана биокожа «Гиаматрикс». «Гиаматрикс» - это наноструктурированный биопластический материал, предназначенный для защиты и эффективного восстановления дефектов кожи и слизистых оболочек. Разработанный биоматериал имеет нанокаркасную матрицу, которая обуславливает наличие оригинальных биоинженерных свойств. Основу биопластического материала «Гиаматрикс» составляет макромолекулярный нанокаркас, имеющий ячеистое строение размерностью в диапазоне 50-100нм. Подобное структурное построение обеспечивает формирование оптимальной внеклеточной структуры, и поэтому процесс заживления обусловлен хорошим передвижением и размножением клеток на внутреннем слое «Гиаматрикса». Наноструктурирование биокожи приводит состояние её поверхности к размерам, характерным для биомолекул, с которыми в обычных условиях взаимодействуют ферментные системы клеток. Это обеспечивает высокую биосовместимость «Гиаматрикса» [2].

В этой области медицины иностранные коллеги также достигли значительных успехов.

Пластический материал Integra компании Integra Life Sciences Holdings Corporation. «Integra» состоит из двух слоёв: внутреннего и внешнего. Внутренний слой прилегает к ране, он построен из коллагенового матрикса и покрыт слоем хондроитин-6-сульфата и является примитивным подобием базальной мембраны, которая также состоит из коллагеновых волокон, покрытых протеогликанами. Внешняя сторона Integra изготовлена из синтетического полисилоксанового полимера, изолирующего организм от воздействий внешней среды и ускоряющего образование естественного кожного покрова [3].

Пластический материал OrCel - matrix компании Ortec International Inc построен так, что коллагеновые волокна ориентированы в губчатом порядке, в их ячейках располагаются клеточные элементы. Такая архитектура в виде "губки" обеспечивает благоприятную окружающую среду для перемещения трансплантированных и собственных клеток реципиента.

Пластический биоматериал Apligraf (Graftskin), созданный компанией Organogenesis (США), по структуре аналогичен с OrCel - matrix, но в отличие от него дополнительно содержит матричные белки и цитокины.

Самой успешной разработкой в мире среди различных пластических материалов является полимер на основе химически модифицированной гиалуроновой кислоты - HYAFF. HYAFF синтезирован в университете Padova (Италия) благодаря поддержке европейского консорциума с участием учёных из Италии, Бельгии, Германии, Великобритании и производится медико-биотехнологическим концерном Tissue Tech. Международную коммерциализацию осуществляет предприятие фармацевтической группы Bristol Meyers Squibb (Conva Teec). Разработанный пластический материал является уникальным носителем трансплантируемых клеточных элементов, так как благодаря содержанию гиалуроновой кислоты и оптимальному составу по

другим трофическим веществам клетки в его структуре не только сохраняют жизнеспособность, но и способны проявлять митотическую активность. На раневой поверхности HYAFF обеспечивает естественный дренаж и создаёт оптимальные условия для миграции эпителиальных клеток.

Однако, вышеуказанные материалы малодоступны: требуют особые условия применения и отличаются высокой ценой даже для европейского уровня платёжеспособности. Кроме того, в основе материала HYAFF имеется химически модифицированная гиалуроновая кислота, что снижает клиническую эффективность.

В ООО «НЭВЗ-КЕРАМИКС» совместно с Институтом высокотемпературной электрохимии Уральского отделения РАН и «Свердловским областным клиническим психоневрологическим госпиталем для ветеранов войн» создается опытно-промышленное производство и внедрение в практику ортопедии нового поколения эндопротезов и имплантантов опорно-двигательной системы человека на основе керамических имплантантов нового поколения, не уступающих по своим характеристикам лучшим зарубежным аналогам.

Материал для изготовления протезов состоит из зерен со средним размером до 100 нанометров. Чтобы придать ему особую форму и уникальную прочность, керамику специальными методами нагревают и прессуют. Подробности технологии держат в секрете, потому что российским ученым удалось сделать керамику и более прочной, и более дешевой по сравнению с аналогами из-за рубежа. Есть только один завод в мире, где производят подобные протезы – это CeramTec в Германии. Российская технология, по мнению сибирских разработчиков, надежнее [4,5].

Основными преимуществами используемых имплантов перед импортными аналогами, которые, как правило, представляют собой изделия из дорогостоящего никелид-титана, являются высокая устойчивость к действию агрессивных факторов внутренней среды организма человека, высокая устойчивость к износу при трении, отсутствие токсического эффекта, высокая адаптивность к свойствам костного ложа за счет коэффициента упругости приближенного к таковому у губчатой кости. Но не менее важно, что прежние протезы пациенты были вынуждены менять каждые 10 лет. Нанокерамические изделия увеличат этот срок вдвое, а стоимость операции вообще уменьшится в разы. За счет этого предполагается сократить срок ожидания операций пациентов.

На основе полупроводниковых свойств нанотрубок из углерода уже разработаны устройства – секвенаторы ДНК, аппаратура для быстрого анализа клинического материала. Алмазоподобная твердость позволяет нанотрубкам быть устойчивыми без деформации, сорбировать и транспортировать фармпрепараты. Это наиболее изучаемое направление в наномедицине углеродных материалов [6,7].

По материалам, представленным в [6], известно об экспериментально доказанных способностях углеродного наноматериала транспортировать фармпрепараты, концентрировать их в заданном месте, пролонгировать и

усиливать фармакологический эффект, изменять фармакокинетику, что особенно важно для противоопухолевых средств. Перспективным считаются носители в виде дендритов, у которых есть зоны для сорбции белковых образований с последующим присоединением к ним антител. Зоны для присоединения фармпрепаратов оказывают избирательное воздействие на опухолевую клетку с последующим ее уничтожением посредством облучения СВЧ волнами. Включение в нанотрубки фотосенсибилизирующих жидкостей и жидкостей с антителами, антигенами, факторами роста эпидермиса может усиливать эффект фотодинамической терапии, позволит получать более чистые вакцины и сыворотки, ускорять репаративные процессы. Технические устройства на основе другого наноматериала позволяют проводить оптическую диагностику сосудов, их визуализацию и получать достоверную информацию о кровотоке с последующим бесконтактным способом передачи данных компьютеру и пользователю. Применение нанотехнологий для диагностики различных инфекций бактериального и вирусного происхождения позволяет быстро, качественно, с высокой чувствительностью и специфичностью проводить исследования, что будет иметь решающее значение в выявлении различного рода заболеваний.

Таким образом, на сегодняшний день в своих исследованиях Россия не отстает от ведущих «нанодержав». Однако, такие страны как Япония, США, Китай гораздо раньше обратили свой взор на столь перспективную область исследований как нанотехнологии, и, в настоящий момент, выделяют серьезные средства для проведения экспериментов. Отечественные ученые, учитывая материальную базу исследований и уровень финансирования способны составить достойную конкуренцию. Более того, присутствуют серьезные наработки, которые при должном внимании государства приведут к неизменному успеху. Однако, Россия сможет совершить прорыв области нанотехнологий в медицине только в том случае, если государство применит комплексный подход, включающий в себя не только финансовую сторону вопроса, но и разрешит проблему с подготовкой высококвалифицированных кадров.

### *Список литературы*

1. *Портативная рентген установка для диагностики сверхмалых объектов [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа : <http://www.nanonewsnet.ru/news/2010/rossiiskie-uchenye-sozdali-kompaktnuyu-rentgen-ustanovku-dlya-diagnostiki-sverkhmalых-obe>*
2. *Биопластический материал (патент № 2367476) [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа : <http://www.freepatent.ru/images/patents/96/2367476/patent-2367476.pdf>*
3. *Integra® Dermal Regeneration Template [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: [957](http://www.integralife.com/index.aspx?redir=detailproduct&Product=549&ProductName=Integra%3Csup%20font-</a></i></li></ol></div><div data-bbox=)*

size=%221%22%3E%C2%AE%3C/sup%3E%20Dermal%20Regeneration%20Templ  
ate&ProductLineName=Soft+Tissue+Solutions&ProductLineID=78&PA=Soft%20Ti  
ssue

4. Кости от «Роснано». Сибирские ученые разработали вечные нанокерамические протезы [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://smartnews.ru/regions/novosibirsk/2772.html>

5. ЗАО «НЭВЗ-КЕРАМИКС» Наноструктурированная керамика [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.rusnano.com/projects/portfolio/nevz-ceramics>

6. Нанoeлектроника: Элементы, приборы, устройства: Учебное пособие./ Г.Г.Шишкин, И.М.Агеев - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. 2011.-408с.- ISBN: 978-5-9963-0638-1

7. Андриевский, Р. А. Основы наноструктурного материаловедения. Возможности и проблемы / Р. А. Андриевский. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 252 с. - ISBN 978-5-9963-0622-0.

# ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА КАК ОСНОВА ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В НОВОЙ СИСТЕМЕ ОБРАЗОВАНИЯ

Дроздова Е.А., Япрынцева Е.В.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Для решения комплексных практических задач в новой образовательной системе, обучаемые должны быть готовы к научно-исследовательской деятельности, анализу получаемой лабораторной биологической информации и участию в подготовке научных отчетов, обзоров, публикаций, патентов, организации конференций, научно-производственной и проектной деятельности. Особая роль здесь должна принадлежать профессиональной мотивации.

Применительно к учебной деятельности магистров в системе вузовского образования под профессиональной мотивацией понимается совокупность факторов и процессов, которые, отражаясь в сознании, побуждают и направляют личность к изучению будущей профессиональной деятельности. Профессиональная мотивация выступает как внутренний движущий фактор развития профессионализма и личности, так как только на основе ее высокого уровня формирования, возможно эффективное развитие профессиональной образованности и культуры личности.

При этом под мотивами профессиональной деятельности понимается осознание актуальных потребностей личности (получение высшего образования, саморазвития, самопознания, профессионального развития, повышение социального статуса и т.д.), удовлетворяемых посредством выполнения учебных задач и побуждающих его к изучению будущей профессиональной деятельности. Ключевым моментом, по нашему мнению, является исследовательская деятельность магистра, направленная на закрепление и реализацию сформированных у него профессиональных компетенций.

Примером исследовательской деятельности в новой системе компетентностно-ориентированного образования является магистерская диссертация, написание которой осуществляется в рамках заданной тематики и включает в себя этапы: сбор и анализ литературных данных по изучаемому вопросу, отработка методик для реализации поставленных задач, выполнение экспериментальной части научно-исследовательской работы, математическая и статистическая обработка полученных результатов, и, наконец, собственно написание дипломной работы.

Так, в рамках поставленной перед нами задачи, была произведена количественная оценка адгезии бактерий рубцовой жидкости к поверхности растительных субстратов на модели рекомбинантного штамма *Escherichia coli* K12 TG1 с клонированным lux-опероном *Photobacterium leiognathi* 54D10

Ключевая роль микроорганизмов рубцовой жидкости в пищеварении жвачных животных связана с расщеплением корма в преджелудках и синтезом собственного белка, что обеспечивает потребности макроорганизма в энергии и

питательных веществах. При этом известно, что адгезия микрофлоры рубцовой жидкости является благоприятным фактором их жизнедеятельности, и тем самым влияет на интенсивность ферментативных процессов [1]. В то же время дополнительная обработка субстрата, способствующая повышению адгезии микроорганизмов, будет обеспечивать биотехнологическую эффективность [4].

Оценка адгезии бактерий рубцовой жидкости к поверхности растительных субстратов относится к числу недостаточно исследованных и актуальна, прежде всего, с позиции выявления механизмов информационного обеспечения управления качеством кормления и их воздействия на повышение эффективности пищевой промышленности.

В этой связи актуален вопрос разработки объективных методов количественной оценки адгезивной активности микроорганизмов, позволяющих выявить степень микробной адгезии к различным субстратам и определяющие её факторы.

Перечень современных методов определения адгезии к растительному волокну включает: турбидиметрический анализ, удобный для оценки адгезии различных микроорганизмов к стандартному субстрату; люминесцентную микроскопию, позволяющую увидеть адгезированные одиночные клетки и целые микроколонии, но отличающаяся субъективностью и рутинностью; метод с использованием бактерий, меченных  $^{14}\text{C}$  или  $^3\text{H}$ ; тест, основанный на определении белков бактерий присоединившихся к субстрату и т.д. [6]. Наряду с преимуществами (высокой чувствительностью, объективностью) современные методы обладают целым рядом недостатков, в том числе необходимостью использования радиоактивных веществ; относительно высокой стоимостью и, как правило, сложностью и малодоступностью для воспроизведения в условиях практических лабораторий. К тому же методы, которые позволяли бы выявить адгезию на различных субстратах с использованием модельных микроорганизмов, в литературе не встречаются.

Известно, что тесты, основанные на использовании биолюминесценции, обладают высокой чувствительностью и экспрессивностью [2]. В этой связи целью нашего исследования явилась сравнительная оценка адгезии микроорганизмов к поверхности растительных субстратов на примере бактерий жидкости рубца и рекомбинантного штамма *Escherichia coli* K12 TG1 с клонированным lux-опероном *Photobacterium leiognathi* 54D10 с использованием люминесцентной микроскопии и биолюцинометрии соответственно.

В работе изложена концепция инновационно-ориентированной организационной структуры оценки адгезии микроорганизмов рубцовой жидкости крупного рогатого скота (КРС) Оренбургской области. Работа представляет интерес для специалистов в области микробиологии и биологии, аспирантов, студентов вузов, а также для научных работников, участвующих в инновационных процессах.

#### Материалы и методы исследования

При проведении исследования в качестве субстрата использовались пшеничные отруби, которые в нативном состоянии подвергали различным видам обработки: экструзионная, ультразвуковая и сверхвысокие частоты.

Непосредственно перед проведением эксперимента исследуемые образцы измельчали с помощью лабораторной мельницы ( $d=1\text{ мм}$ ).

В качестве объектов исследования применялись микроорганизмы (бактерии) рубцовой жидкости молодняка крупного рогатого скота и модельный микроорганизм - *Escherichia coli* K12 TG1 с клонированным lux-опероном *Photobacterium leiognathi* 54D10, выпускаемый «НВО Иммунотех» как биосенсор Эколюм-11.

Пробы рубцовой жидкости отбирали у фистульного бычка через 3 часа после кормления (пик рубцового пищеварения), которые затем фильтровали через 4 слоя стерильной марли. При работе с рубцовой жидкостью последнюю центрифугировали 15 мин при 3000 об/мин, при этом в эксперименте использовался супернатант, содержащий только бактерии.

Согласно инструкции биосенсор восстанавливали из лиофилизированного состояния охлажденной дистиллированной водой и выдерживали в течение 0,5 ч при 4 оС для реактивации биолюминесценции. Для эксперимента использовалась взвесь суточной культуры *E. coli* K12 TG1 в LB-бульоне. Биомассу стандартизировали по оптической плотности при 540 нм на спектрофотометре «СФ-46» до значений 0,5.

На первом этапе работы был проведен количественный учет адгезированных на кормовых частицах микроорганизмов рубцовой жидкости с помощью люминесцентной микроскопии, используя ранее разработанную нами методику [3]. Далее были проведены исследования, направленные на разработку метода количественного учета микроорганизмов, адгезированных к частицам растительных субстратов, с использованием биолюминометра.

При регистрации биолюминесценции использовался микропланшетный люминометр LM-01T с термостатом, разработанный в Институте биофизики СО РАН совместно со специальным конструкторским технологическим бюро «Наука» (г. Красноярск).

В процессе разработки способа количественного учета адгезированных микроорганизмов к частицам трофических субстратов с помощью микропланшетного люминометра для получения взвеси частиц одного размера проводилась их отмывка физиологическим раствором при режиме 1500 об/мин. Для инкубации использовалась взвесь суточной культуры *E. coli* K12 TG1 в LB-бульоне (0,5 оптической плотности). Взвесь биосенсора смешивали с полученным осадком частиц субстрата в соотношении 1:10. Полученную смесь выдерживали при +38°С в течение 30 мин в условиях периодического перемешивания.

Затем проводили центрифугирование опытной смеси при 1500 об/мин для разделения адгезированных и неадгезированных микроорганизмов. В осадке получили частицы со связавшимися микроорганизмами, а в супернатанте – неадгезированные бактерии. Супернатант раскапывали по 250 мкл в лунки планшета, который помещали в биолюминометр для измерения светимости бактерий в супернатанте в течение 20 мин. В качестве контроля использовалась взвесь модельного микроорганизма без внесения субстрата, которая также подвергалась инкубированию.

Полученные данные выражали в виде биолюминесцентного индекса (БЛИ) в %, который рассчитывается по формуле:

$$\text{БЛИ} = (1 - (K1 \cdot O2) / (K2 \cdot O1)) \cdot 100 \%,$$

где БЛИ - биолюминесцентный индекс в %; K1 – интенсивность свечения микроорганизмов в контрольном образце в начале опыта; K2 – интенсивность свечения микроорганизмов в контрольном образце в конце экспозиции; O1 – интенсивность свечения микроорганизмов в опытном образце в начале опыта; O2 – интенсивность свечения микроорганизмов в опытном образце в конце экспозиции.

Полученные результаты были статистически обработаны с применением общепринятых методик при помощи пакета статистического анализа «STATISTICA 6».

#### Результаты и их обсуждение

На первом этапе с помощью люминесцентного микроскопа была проведена количественная оценка адгезионной активности бактерий рубца к частицам пшеничных отрубей, подвергшихся экструзии, обработке ультразвуком и сверхвысокими частотами. В качестве контроля использовались пшеничные отруби, не подвергавшиеся обработке.

На основании полученных данных установлено, что обработка корма увеличивает адгезию микроорганизмов из содержимого рубца крупного рогатого скота к растительному субстрату. К частицам пшеничных отрубей адгезировалось  $15,8 \pm 0,73$  бактерий. При обработке исследуемых образцов ультразвуком количество адгезированных бактерий на частицу субстрата было выше контроля на 12 %, при обработке токами сверхвысокой частоты - на 19,1 % ( $p < 0,01$ ) и при использовании горячей экструзией - на 33,1 % ( $p < 0,001$ ) соответственно.

По предварительным результатам получено, что наиболее выраженная адгезия бактерий к субстрату происходит при экструзионной обработке и обработке токами сверхвысокой частоты. Это связано с особенностями воздействия гидробаротермической обработки на химическую и физическую структуру корма.

В ходе горячей экструзии имеет место увеличение удельной поверхности продукта на 20 %, кроме того, образуются разрывы молекулярных цепочек крахмала, белков [5], в результате чего открываются дополнительные места связывания микроорганизмов с субстратом, увеличивается гидрофобность поверхности, что повышает способность к адгезии микроорганизмов [7].

Следует отметить, что люминесцентная микроскопия позволяет четко визуализировать объект (но не его отдельные структуры), удобна для прямого подсчета микроорганизмов и не требует высоких затрат на реактивы. Однако, этот метод не всегда удобен в использовании, его недостатками являются субъективность в оценке результатов исследования, рутинность, кроме того, мы столкнулись со сложностью разделения эндогенной микрофлоры отрубей от бактерий рубцовой жидкости.

В ходе выполнения работы с помощью билюминометра была также дана количественная оценка адгезионной активности бактерий к частицам кормовых субстратов подвергнутым обработке ультразвуком, токами сверхвысокой частоты и экструзией. В качестве контроля использовались пшеничные отруби без обработки.

Количество адгезированных бактерий к частицам пшеничных отрубей не подвергавшихся обработке составило  $35 \pm 1,86$  % (рисунок 1). Отмечено, что при обработке исследуемых образцов ультразвуком количество адгезированных бактерий на частицу субстрата было выше контроля на 3,23 %, при обработке токами сверхвысокой частоты - на 9,68 % и при использовании горячей экструзией - на 16,13 % ( $p < 0,01$ ) соответственно.

Таким образом, к экструдированным субстратам адгезия микроорганизмов была также выше, чем к образцам без обработки. Это согласуется с ранее полученными данными.

Для сравнительной оценки методов подсчета адгезированных микроорганизмов полученные данные были приведены к общему знаменателю путем пересчета результатов опыта к значению контроля, взятого за 100 % для каждого способа в отдельности (рис. 1). При этом результаты исследования между адгезией модельного микроорганизма, измеренной планшетным люминометром, и бактерий рубцовой жидкости, подсчитанной с помощью люминесцентного микроскопа имели высокую сходимость ( $r=0,73$ ,  $P < 0,01$ ). Это позволяет сделать предположение о взаимозаменяемости указанных методов для количественной оценки адгезивной активности микроорганизмов. Однако разница между абсолютными значениями адгезии микроорганизмов рубцовой жидкости в опыте в сравнении с контролем была выше, чем при использовании модельного микроорганизма, что, видимо, связано с видовым разнообразием микроорганизмов рубцовой жидкости и соответственно с их более широкими трофическими возможностями, определяющими специфическую адгезию.

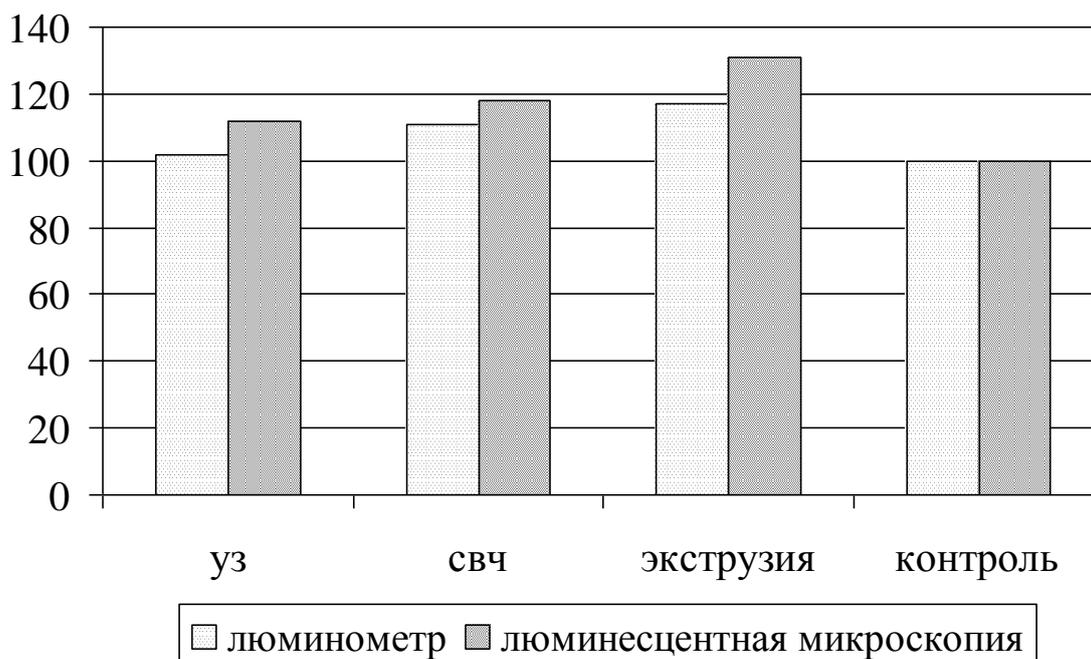


Рис. 1 – Количественная оценка адгезированных бактерий к частицам обработанных кормовых субстратов, измеренная с помощью планшетного билюминометра и люминесцентного микроскопа; на оси ординат количество адгезированных бактерий по отношению к контролю, %

Стоит отметить преимущества использования люминометрии в целом: экспрессивность, техническая простота метода, возможность оценки жизнеспособности биосенсора в зависимости от исследуемого субстрата, - и в применении к поставленной задаче: исключение работы с рубцовой жидкостью и соответственно содержания подопытного животного.

Таким образом, в ходе проведенного исследования было установлено, что обработка корма увеличивает адгезию микроорганизмов из содержимого рубца крупного рогатого скота к растительному субстрату; наиболее выраженная адгезия бактерий к субстрату происходит при экструзионной обработке и обработке токами сверхвысокой частоты. Полученные данные позволяют сделать предположение о взаимозаменяемости метода подсчета микроорганизмов, адгезированных на частицах субстрата рубцовой жидкости, с помощью люминесцентного микроскопа и метода подсчета с использованием планшетного билюминометра.

#### Список литературы

1. Грушкин, А.Г. О морфофункциональных особенностях микробиоты рубца жвачных животных и роли целлюлозолитических бактерий в рубцовом пищеварении / А.Г. Грушкин, Н.С. Шевелев // *Сельскохозяйственная биология. Серия: Биология животных.* – 2008. - Т. 2, № 2. - С. 12-19.

2. Дерябин, Д.Г. Бактериальная биолюминесценция. Фундаментальные и прикладные аспекты / Д.Г. Дерябин / Оренбург: Наука, 2009. – 248 с.
3. Кондакова, К.С. Влияние различных видов обработки кормовых средств и добавок, содержащих микро-, наночастицы металлов на способность бактерий рубца к адгезии / К.С. Кондакова, Е.В. Япрынцева, Е.А. Дроздова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2012. - № 1. – С. 245-247.
4. Кондакова, К.С. Изучение зависимости переваримости минерально-растительных комплексов от степени адгезии микроорганизмов к поверхности частиц пищи / К.С. Кондакова, Е.В. Япрынцева, Е.А. Дроздова, Н.В. Мищенко // Вестник Оренбургского государственного университета. - 2011. - № 12. – С. 338-340.
5. Полищук, В.Ю. Проектирование экструдеров для отраслей АПК / В.Ю. Полищук, В.Г. Коротков, Т.М. Зубкова / Екатеринбург: УрО РАН, 2003. – 202 с.
6. Miron, J. Invited Review: Adhesion mechanisms of rumen cellulolytic bacteria / J. Miron, D. Ben-Ghedali, M. Morrison // *Journal of Dairy Science*. – 2001. - Vol. 84, Issue 6. – P. 1294–1309.
7. Pringle, J.H. Influence of substratum wettability on attachment of freshwater bacteria to solid surfaces / J.H. Pringle, M. Fletcher // *Appl. Environ. Microbiol.*. – 1983. - Vol. 45, № 3. – P. 811-817.

# ИНТЕГРИРОВАННАЯ МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ ПРИ ПОДГОТОВКЕ БАКАЛАВРОВ

Егорова М.А.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Интеграция как явление проявилось в фундаментальных и прикладных отраслях науки. Она возникла на фоне своей противоположности – дифференциации наук и их отраслей, растущего объема знаний и требований к ним в каждой отрасли[1].

В настоящее время возросла необходимость устранения противоречия между возросшими требованиями к более качественной подготовке бакалавров и инженеров и существованием недостаточного количества адаптированных интенсивных методик, влияющих на активизацию учебно-познавательной деятельности студентов вуза.

В педагогике особое значение имеет междисциплинарная интеграция, основанная на приложении содержательного метода одной науки к решению содержательной задачи другой науки. Именно она положена в основу интеграции геометро-графических и профессиональных знаний при подготовке бакалавров технических направлений[2].

Рассматривая вопросы интеграции знаний с позиции изучения графических дисциплин, актуальными представляются процессы и дифференциации и интеграции знаний, особенно с применением новых информационных технологий и компьютерной графики, посредством которых меняется традиционный взгляд на содержание обучения, его роль и место в формировании будущего бакалавра технического профиля при переходе на двухуровневую подготовку. Удобно рассмотреть данную проблему на конкретном примере. Наглядно и результативно это можно сделать при построении специализированного интегрированного курса на основе геометро-графических знаний.

Разделим систему геометро-графических понятий на уровни. Самый низший – первый уровень геометро-графических понятий, с помощью которых описываются факты. Понятия этого рода составляют фактологическую базу содержания учебной дисциплины. Усвоения этой категории понятий базируется на процессе запоминания.

Второй уровень обозначает геометро-графические знания, относящиеся не к отдельным фактам, к какому-то классу понятий в целом. Например: «сборочный чертеж». Понятия этого уровня играют объяснительную роль. Сам процесс усвоения этих понятий опирается на запоминание только основного или главного в учебном материале, на основе понимания его сущности.

Третий уровень геометро-графических понятий, которые в содержании обучения выступают в обобщенном виде, носит более широкий характер и отличается тем, что соответствующие понятия потенциально содержат материал из различных областей научного знания, например «инженерная графика»[3].

Существуют две основные функции геометро-графических знаний: информативная и развивающая. В процессе обучения они органически слиты, но их слияние не автоматическое. Обе эти функции тесно связаны. Но не тождественны.

Как показал анализ значимости геометро-графических и профессиональных знаний студентов их место в общей сумме знаний значительно велико. Особенности развития этих знаний студентов определяются их тесным взаимодействием, что способствует формированию у будущих инженеров целостного представления о будущей профессиональной деятельности. Знания достигают обобщенности, при этом возникают условия для превращения знаний в убеждения, вырабатывается оценочное отношение к новым понятиям, одновременно студент овладевает обобщенными умениями, которые повышают его творческие возможности при получении инженерного образования.

Инженерные знания - источник мышления, определяющий содержание профессиональных знаний. Посредством их студенты получают разнообразные сведения о будущей профессиональной деятельности. Эти знания студенты усваивают из различных дисциплин или интегрированных курсов, которые реализуют информативную функцию обучения.

Решения поставленной задачи, на наш взгляд, можно добиться путем применения определенной методики подготовки студентов технических направлений на основе интеграции геометро-графических и профессиональных знаний с применением индуктивных и дедуктивных проблемно-поисковых методов обучения. Основой методики является новая модель подготовки бакалавров технических направлений.

Рассмотрим модель подготовки бакалавров технических направлений с использованием в образовательном процессе интегрированных курсов.

Существующая подготовка технических специалистов в вузе обеспечивается выполнением учебных планов соответствующих специальностей, сформированных на основе государственных образовательных стандартов. Условно назовем такую подготовку обязательной образовательной const. Если следовать только требованиям этой постоянной, то в результате получается типовой специалист, отвечающий минимальному набору требований, а не творческий научно-инженерный деятель. Вузы, озабоченные повышением качества подготовки выпускников, совершенствуют методики преподавания отдельных дисциплин и циклов дисциплин в целом, ужесточают требования к аттестации студентов на промежуточных этапах и на выпуске, насыщают программы специальных дисциплин дополнительными сведениями на основе последних достижений науки и техники, ищут пути мотивации в освоении образовательной программы студентами технических направлений.

Однако, все эти меры, повышая уровень подготовки выпускников, не дают принципиально нового качества специалиста соответствующего технического направления.

Нами предлагается несколько иной путь. Мы разработали методику профессиональной подготовки студентов технических направлений (инженеров

и бакалавров). Суть методики в следующем. Обязательная образовательная const на протяжении всего цикла обучения должна выполняться. Параллельно с этим, вузом должен постоянно проводиться мониторинг требований, предъявляемых в данное время к выпускнику на рынке труда, чтобы обеспечить его конкурентоспособность. На основе анализа результатов этого мониторинга формируется ряд новых требований к современному специалисту. Эти требования являются условием для формирования системы интегрированных знаний посредством новых дисциплин, которые мы назовем вариативной составляющей содержания образования специалиста в области технических знаний. Интеграция этих предметных знаний в среду знаний, полученных при освоении дисциплин обязательной образовательной константы, позволяет получить новое качество при подготовке выпускника.

Интеграция предметных знаний, о которой говорилось выше, может осуществляться следующим способом. На младших курсах вводятся специально созданные интегрированные дисциплины. На более старших курсах устанавливается новое содержание курсовых работ и проектов, на выпускном курсе формируются принципиальные требования к содержательной части выпускных квалификационных работ. Кроме этого, на протяжении всего периода обучения, при проведении ознакомительных, учебных и производственных практик разрабатываются программы их проведения с учетом вариативной составляющей. Выпускные квалификационные работы, как правило, выполняются по реальным заказам соответствующих предприятий, носят творческий характер и содержат элементы научного исследования.

Решение этой задачи, а именно, введение интегрированного курса было решено провести при подготовке бакалавров направления «Технологические машины и оборудование». Для этого с участием ведущих доцентов и профессоров выпускающей кафедры был разработан специальный интегрированный курс.

При формировании курса учитывались следующие критерии:

- курс должен опираться на знания, полученные при изучении блока геометро-графических дисциплин, формирующих основы инженерной подготовки и на знания общепрофессиональных и специальных дисциплин;
- предлагаемый курс должен вооружить студента современными знаниями и умениями использовать компьютерную технику и программное обеспечение;
- в рамках курса должны ставиться и решаться конкретные практические инженерные задачи, связанные с оптимизацией различных вариантов решений;
- на завершающем этапе предлагаемый курс выводит студента на выполнение проблемной выпускной квалификационной работы.

При этом ставилась следующая цель: на основе интеграции знаний, полученных при изучении специальных дисциплин учебного плана, научить студента находить оптимальные решения поставленных инженерных задач, используя при этом современные вычислительные средства и программное обеспечение. На заключительном этапе обучения развить навыки использования

эвристического подхода к решению профессиональных задач (на примере выпускной квалификационной работы).

Эффективность изложенной методики оценивалась по результатам зачетов, экзаменов и защит выпускной квалификационной работы контрольной группы студентов, изучавшей интегрированный курс и для сравнения группы, обучавшейся по стандартному учебному плану. Сравнение этих результатов показала эффективность новой методики обучения, обеспечивающей объективным образом формирование требуемого качества подготовки бакалавров[3].

#### *Список использованной литературы*

1. *Ассель, Г. Маркетинг: принципы и стратегии : учебник : пер. с англ. / Г. Ассель. — М. : ИНФРА-М, 1999. — 564 с. — ISBN 0-03-076708-3.*

2. *Проблемы менеджмента и рынка : сб. тр. по материалам IV Междунар. науч. Конф. / под ред. Л. С. Зеленцовой, Н. К. Борисюка ; Оренбург. гос. ун-т. — Оренбург : ОГУ, 2000. — 400 с. — ISBN 5-7410-0087-8.*

3. *Проблемы экономики, организации и управления реструктуризацией и развитием предприятий промышленности, сферы услуг и коммунального хозяйства : материалы IV Междунар. науч.-практ. конф., 30 марта 2005 г., Новочеркасск / отв. ред. М. В. Ланкин. — Новочеркасск : Темп, 2005. — 58 с. — ISBN 5-946333-072-1.*

4. *Машкина, О. А. Особенности реформирования высшего образования в Китае в 1980–1990-е годы / О. А. Машкина // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 20, Педагогическое образование. — 2004. — № 2. — С. 82–104.*

5. *Исследовано в России [Электронный ресурс] : многопредмет. научн. журн. / Моск. физ.-техн. ин-т. — Электрон. журн. — Долгопрудный : МФТИ, 1998. — Режим доступа : <http://zhurnal.mipt.rssi.ru>. — 10.12.2009.*

# МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЭКСТРУЗИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Егорова М.А., Коротков В.Г.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Повышение эффективности производства является одним из факторов, обеспечивающих стабильную работу агропромышленного сектора. Поэтому перед научными и производственными работниками стоят задачи создания и освоения прогрессивных процессов с применением современных физико-химических методов обработки, проектирования и создания нового оборудования повышенной эффективности.

Одним из возможных путей ресурсосбережения является оптимизация технологической системы кормоприготовления за счет адекватного использования возможностей процессов, применяемых в этой системе.

Интерес к переработке растительного сырья с помощью термопластической экструзии обусловлен двумя основными причинами: во-первых, большим объемом и разнообразием продукции, производимой с помощью этой технологии, и, во-вторых, экономическим эффектом, который дает производство экструзионных продуктов. Высокий экономический эффект производства такого типа продуктов обусловлен прежде всего тем, что один экструдер может заменить целый комплекс машин, необходимых для производства кормов. Его использование позволяет сделать процесс непрерывным, легко контролируемым, универсальным по перерабатываемым полуфабрикатам и конечным продуктам.

Экструзионное оборудование не только расширяет ассортимент кормов, но и увеличивает занятость сельского населения в период межсезонья.

Получаемые в результате экструзионной переработки продукты сложны по химическому составу и обладают комплексом различных свойств, которые составляют в совокупности качество продукции и должны быть учтены при расчете процессов и оборудования.

Таким образом, разработка концепции синтеза минилиний по производству комбикормов на основе экструзионных технологий актуальна.

Экструзией называется процесс переработки продуктов в экструдере путем размягчения или пластификации и придания им нужной формы в поперечном сечении путем продавливания через экструзионную головку, сечение которой соответствует конфигурации изделия.

Экструдеры совмещают несколько операций, проводят их быстро и непрерывно, составляют композиции из нескольких компонентов, перемешивают, сжимают, нагревают, стерилизуют, формуют.

Процесс экструдирования биополимеров относится к термодинамическим методам обработки, использующим как статические режимы воздействия, так и динамический эффект давления, температур и осмоса. В основе экструдирования лежат два процесса – механохимическая деструкция,

наблюдаемая на всех этапах процесса, и «взрыв», или «декомпрессионный шок»; происходящий на выходе продукта из экструдера.

В зависимости от температуры экструдруемой массы непосредственно перед матрицей процесс экструзии подразделяют на три группы: холодное формование (холодная экструзия); тепловая обработка и формование при низком давлении (теплая экструзия); тепловая обработка и формование при высоком давлении (горячая экструзия).

Горячее экструдирование также называется термопластической экструзией.

При холодной экструзии происходят только структурно-механические изменения в материале вследствие медленного его перемещения под давлением и формование этого продукта с образованием заданных форм. Экструдруемый материал обладает повышенной пластичностью и низкой вязкостью. При холодной экструзии массовая доля влаги в сырье составляет от 30 до 60 %. Температура продукта в процессе холодной экструзии влияет незначительно и составляет на выходе из экструдера от 20 до 60 °С, давление от 6 до 10 МПа. Холодная экструзия применяется в основном при производстве макарон и кондитерских изделий. При этих же режимах гранулируют корма по «влажной» технологии с использованием шнековых прессующих механизмов. Однако эта технология не получила распространения из-за больших затрат энергии на сушку экструдированных гранул.

В теплой экструзии исходное сырье имеет влажность от 20 до 30 %. Температура полуфабриката на выходе из экструдера составляет от 70 до 110 °С. Давление экструдирования также возрастает до 8 ... 14 МПа. Высокие давление и температура приводят не только к структурно-механическому, но и к химическому преобразованию продукта. При теплой экструзии крахмалосодержащего сырья происходит так же, как и при горячей экструзии, желатинизация крахмала. Однако вспучивания с образованием пористой структуры на выходе из экструдера не происходит. Это связано с тем, что температура недостаточна для резкого превращения воды в пар. Получаемый экструдат отличается небольшой плотностью, незначительным увеличением в объеме, пластичностью, а также ячеистым строением. Иногда экструдату необходима дополнительная обработка – подсушивание, обжаривание, фритирование.

При горячей экструзии массовая доля влаги в экструдруемом материале составляет от 10 до 20 %. Температура продукта на выходе из экструдера находится в пределах от 110 до 200 °С, давление от 12 до 25 МПа. При таких высоких температурах и давлениях перерабатываемый материал подвергается глубоким физико-химическим изменениям, преобразуясь из сыпучей массы в упруго-вязко-пластичную. Экструдат на выходе из фильеры вспучивается со значительным увеличением объема за счет резкого сброса внутреннего давления, что ведет к взрывному испарению влаги из выпрессовываемого экструдата и образованию пористой структуры. Под действием давления пара, оставшиеся целыми белковые цепи и крахмальные зерна разрываются, происходит глубокая декстринизация крахмала, а в перерабатываемом

материале образуются поры. Образовавшаяся пористая структура фиксируется за счет затвердевания крахмала, вызванного резким остыванием. Различными исследованиями показано, что горячая экструзия крахмалосодержащего сырья сопровождается не только декстринизацией крахмала, денатурацией белков и образованием пористой структуры экструдата, но и инактивацией антипитательных веществ и практически полной стерилизацией экструдированного материала.

Горячее экструдирование сравнительно новый технологический процесс обработки пищевых и кормовых продуктов. Его применение позволяет расширить ассортимент и удешевить производство продуктов быстрого приготовления, детского питания, закусок, корма для скота.

При холодной экструзии зачастую применяют принудительное охлаждение, а при теплой и горячей – наоборот, принудительный подвод тепла к перерабатываемому материалу извне.

Наименее изученным и наиболее перспективным для кормоприготовления является процесс теплой экструзии, позволяющий добиться глубокой переработки полуфабриката при энергосберегающем режиме ведения технологического процесса экструдирования. Экструзионные продукты по структуре разделяются на макро- и микроструктурные. Готовые завтраки, закуски, регуляторы функциональных свойств фаршей (продукты экструзии соевой муки или изолята белков бобов сои) и другие представляют собой продукты пористой макроструктуры.

Аналоги мясо- и рыбопродуктов, а также экструдаты входящие в комбинированные продукты, имеют волокнистую макроструктуру. Макароны изделия быстрой варки, полуфабрикаты для чипсов обладают однородной макроструктурой.

Исследования структуры экструдатов, выполненные с помощью методов оптической и электронной микроскопии, показали, что направление ориентации элементов стенок пор и микроволокон в экструдатах соответственно пористой и волокнистой макроструктуры в среднем совпадает с направлением движения экструдированной смеси в формирующей фильере экструдера. Экструдаты пористой и волокнистой макроструктуры характеризуются анизотропной микроструктурой. Когда отсутствует преимущественная ориентация в экструдатах с однородной макроструктурой, то такие продукты имеют изотропную микроструктуру. Это свидетельствует о большом технологическом воздействии на полуфабрикат, которое происходит в экструдерах. Основными компонентами экструзионных продуктов являются белки и крахмалы. Экструдаты с однородной и пористой макроструктурой, как правило, содержат 80 % крахмалов и 10 ... 15 % белков, а экструзионные продукты с волокнистой макроструктурой содержат 80 % белков и 10 ... 15 % крахмала. Экструдированные продукты питания, содержащие преимущественно крахмал, могут иметь как изотропную, так и анизотропную микроструктуру, а продукты, основным компонентом которых являются белки, анизотропную микроструктуру.

В процессе экструзионной обработки перерабатываемый материал подвергается целому ряду фазовых превращений из хрупкого стеклообразного состояния в высоко-эластичное и затем в вязко-текучее.

Функциональные свойства экструзионных продуктов определены параметрами экструзионного сырья и параметрами процесса экструдирования. Эти зависимости достаточно сложные, и изучение влияния каждого из этих параметров на функциональные свойства является достаточно трудоемким, поэтому в последнее время при разработке новых рецептов экструзионных продуктов широко используются системные методы. Установлено, что функциональные свойства экструзионных продуктов определены переданной полуфабрикату удельной механической и тепловой энергией, а также временем пребывания частиц экструдированного сырья в канале экструдера. В свою очередь, эти параметры зависят от параметров процесса – производительности экструдера, угловой скорости шнеков и их геометрии, размеров структурирующих фильер, температуры проведения процесса, влажности экструдированного сырья, его химического и гранулометрического состава. Параметры процесса либо задаются конструкцией экструдера, либо легко контролируются как в период проведения процесса, так и на стадии подготовки сырья. Были установлены значимые функции насыпной массы и индекса расширения от параметров процесса: влажности экструдированного сырья, максимальной температуры проведения процесса экструдирования, степени сжатия материала шнеком, диаметра фильеры. Анализ физико-химических процессов, происходящих при экструзии биополимеров показывает, что такие параметры, как влажность и максимальная температура экструдированного сырья, после их определения на основе методов оптимизации можно непосредственно перенести с лабораторного на промышленный экструдер. С другой стороны, диаметр фильеры, степень сжатия, угловую скорость шнека, перенести с лабораторного на промышленный экструдер сложно, так как это влечет значительные изменения параметров процесса.

Важным технологическим параметром экструзии является продолжительность обработки материала. Процесс также зависит от режима загрузки сырья, частоты вращения шнеков, влажности обрабатываемой массы, характеристик сырья, конструкции шнековых элементов и размера отверстий матрицы. Учет этих параметров позволил предложить метод определения оптимального режима экструзии.

При получении взорванных продуктов путем экструзии процесс варки происходит в экструдере с низкой скоростью сдвига – это гарантирует выполнение процесса варки, избегая повышенных механических воздействий на крахмальные гранулы в зерне. Из изложенного следует, что экструдирование может быть выбрано в качестве центра технологической системы приготовления кормов.

Вышеназванные разработки проводились на выпускающих кафедрах факультета прикладной биотехнологии и инженерии и для их проведения привлекались студенты четвертых и пятых курсов.

## ПРОБИОТИК ЛАКТОАМИЛОВАРИН КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ХОЗЯЙСТВЕННО-ПОЛЕЗНЫХ КАЧЕСТВ УТОК

Карпова Г.В., Клычкова М.В., Кичко Ю.С.  
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Одной из динамично развивающейся отраслью агропромышленного комплекса является - птицеводство. Птицеводство на сегодняшний день остается наиболее реальным источником пополнения продовольственных ресурсов в стране. Утководство является одним из перспективных направлений птицеводства.

В основе повышения эффективности утководства лежит совершенствование производства, поддержание и совершенствование племенных и продуктивных качеств птицы, кроссов специализированных линий и перспективных пород. Однако интенсивная эксплуатация птицы обусловила возникновения ряда новых проблем, связанных со снижением жизнеспособности и продуктивности молодняка уток.

Увеличение производства продукции птицеводства и снижение ее себестоимости требует мобилизации всех ресурсов на основе широкого внедрения достижений науки. Одним из факторов, определяющим продуктивность птиц, является полноценность их кормления, которое достигается не только набором кормовых средств, но и включением в рацион биологически активных веществ.

Одним из таких препаратов является лактоамиловарин относящийся к группе пробиотиков нового поколения, созданный учеными ВНИИФБиП на основе штаммов *Lactobacillus amulovorus* БТ- 24/88 . При использовании в рационе крупнорогатого скота, цыплят бройлеров, свиней и гусей лактоамиловарина были получены положительные результаты исследований на утках в отечественной литературе мы не встречали. В связи с чем он был выбран нами для исследования на водоплавающей птице.

Применение лактоамиловарина стабильно обеспечивает следующие биологические эффекты:

- ингибирование в кишечнике эшерихий, сальмонелл и гемолитических бактерий;
- стимулирование микроорганизмов, гидролизующих сложные полисахариды;
- повышение потребления концентрированных кормов;
- повышение ферментативной активности в тонком кишечнике;
- стимуляцию неспецифической резистентности животных;
- профилактическое и лечебное действие при желудочно-кишечных заболеваниях, протекающих с клиникой диареи;
- увеличение сохранности животных и прироста их живой массы;
- выраженное антихолестеринемическое действие.

Исходя из вышесказанного, нами были проведены исследования по выявлению положительного влияния лактоамиловарина на мясные и

воспроизводительные качества уток кросса «Благоварский». В процессе исследований мы вводили пробиотик в различных дозах и способах скармливания (выпойка и дача с кормом).

С этой целью нами были сформированы две опытные группы и одна контрольная группа утят-бройлеров. Птица 1-й опытной группы получала лактоамиловарин с кормом в составе основного рациона из расчета 6,0 г препарата на 100 кг комбикорма. Утята 2-й опытной группы лактоамиловарин получала с водой из расчета 0,6 г на 10 л воды. Птице 3-й контрольной группы скармливали основной рацион без добавления препарата. Для комплексной оценки мясных качеств утят-бройлеров, нами был исследован химический состав мяса в 49- и 56-дневном возрастах.

Анализ полученных нами данных свидетельствует о некоторых различиях химического состава мышечной ткани утят. Следует отметить, что содержание воздушно-сухого вещества в мышечной ткани утят было примерно одинаковым во всех группах и зависело от накопления жира. Количество золы было достаточно стабильным как в опытных, так и в контрольной группах.

Существенным является то, что утята опытных групп 1 и 2, получавшие препарат к основному рациону в 49-дневном возрасте имели больше протеина в мышцах на 0,77 и 1,3 %, а жира на – 0,14 и 0,23 % чем у утят контрольной группы 3.

В конце откорма содержание протеина в мясе утят опытных групп было выше в 1 опытной группе на 0,15 % и на 1,15 % во второй, по сравнению с контролем. Следует отметить, что с возрастом у утят отмечается накопление липидов как в мышечной ткани, так в подкожной клетчатке, что напрямую связано с энергетической ценностью мяса, причем питательная ценность его не снижалась. Так, энергетическая ценность мяса мышечной ткани утят в 49-дневном возрасте в опытной группе 2 была выше, чем в 1-й опытной группе на 4,1 и на 20,45 кДж, по сравнению с контролем. Подобная тенденция была отмечена нами и в 56- дневном возрасте утят.

Выявленную нами в исследованиях закономерность по увеличению содержания протеина в мышечной ткани утят опытных групп можно объяснить лучшим использованием питательных веществ корма. Так, анализ данных полученных нами при проведении балансовых опытов свидетельствует о том, что птица, получавшая к основному рациону лактоамиловарин, эффективнее использовала азот и другие питательные вещества корма.

Таким образом, по результатам проведенной анатомической разделки и анализу мясных качеств утят-бройлеров можно сделать вывод, что скармливание утятам-бройлерам лактоамиловарина способствует увеличению убойного выхода при скармливании его с кормом из расчета 6,0 г препарата на 100 кг комбикорма к основному рациону на 3,89 % и при выпойке из расчета 0,6 г на 10 л воды на 4,21 %. В этих группах было отмечено и повышенное содержание протеина в мышечной ткани - на 0,15 и 1,15 % и меньшее количество жира - на 0,2 и 0,1 %, по сравнению с контролем. Энергетическая ценность мышц в возрасте 49 дней была также выше в опытных группах на

16,35 и 20,4, а в возрасте 56 дней – на 20,0 и 21,5 кДж, соответственно, по сравнению с контролем.

Для выявления влияния пробиотика лактоамиловарина на воспроизводительные качества уток кросса «Благоварский» нами были выявлены лучшие варианты его скармливания. Птица 1 опытной группы получала препарат из расчета 0,7 г на 10 л воды к основному рациону, а 2-ой – 7,0 г на 100 кг комбикорма. Птица контрольной группы препарат не получала.

Живая масса уток, получавших препарат как с кормом, так и с водой во все возрастные периоды была выше. В возрасте 4-х недель в 1 опытной группе она составила 2148,5 г, что было больше на 2,1; 3,7 и 4,8 % соответственно, по сравнению с 2-ой, 3-ей и контрольной группами. Живая масса уток 1-ой опытной группы в возрасте 8-недель была выше на 2,2; 3,4 и на 4,8 %, чем во 2-ой, 3-ей и контрольными группами, соответственно.

В возрасте 22-недель этот показатель в 1-ой опытной группе был выше, чем во 2-ой на 1,7 % и на 4,2 %, по сравнению с контрольной. В 26- недельном возрасте утки, получавшие лактоамиловарин к основному рациону из расчета 0,6 г на 10 л воды каждую неделю с двух недельным перерывом, превосходили по живой массе сверстниц 2-ой опытной группы на 1,9; 3-ей на 3,04% и на 4,1 % в контрольной.

Аналогичная картина наблюдалась и по абсолютному приросту живой массы. Так, в 8-недельном возрасте молодняк I опытной группы, получавший препарат с водой, превосходил своих сверстников II, III и контрольной групп на 2,2; 3,4 и 4,8%, соответственно. К концу выращивания он был выше на 1,9 %, чем у сверстниц, потребляющих препарат с кормом. А по сравнению с молодняком, не получавших лактоамиловарин, разница составила 4,2 % в пользу первой опытной группы.

Среднесуточный прирост живой массы утят, потреблявших лактоамиловарин с водой в 8-недельном возрасте, был выше на 1,9; 3,1 и 4,2 %, по сравнению со II, III и контролем. В 26-недельном возрасте этот показатель был также выше у утят I опытной группы, потреблявших препарат с водой на 1,2 %, 1,8 %, чем во II и III опытных группах. высокая сохранность поголовья наблюдалась в I опытной группе – 95 % где птица получала препарат с водой, а во II - 94,5 % где его скармливали с кормом, и в контрольной группах она составила - 93,5 %, что ниже, по сравнению с I опытной группой утят на 1,5 %, со II опытной – на 1,0 %. В III опытной группе этот показатель составил 94,0 %.

Таким образом, на основании полученных данных следует сделать вывод, что скармливание препарата лактоамиловарина уткам способствует повышению живой массы, приросту живой массы, их сохранности, как при даче с водой, так и при даче его с кормом. Кроме того исследуемый препарат оказал определенное влияние на качество мяса - увеличивает содержание белка, жира, сухого вещества в тушках подопытных уток.

## Список литературы

1. Богатова, О.В. Влияние лактоамиловарина на химический состав мяса уток кросса «Благоварский» / О.В. Богатова, Ю.С. Кичко // *Материалы XVII Международной конференции ВНАП.* – Сергиев Посад. – 2012. – С.149-150.
2. Богатова, О.В. Влияние лактоамиловарина на морфологические показатели крови утят / О.В. Богатова, М.В. Клычкова // *Материалы XVII Международной конференции ВНАП.* – Сергиев Посад. – 2012. – С.151-152.
3. Герасименко, В.В. Обмен веществ и продуктивность гусей выращиваемых на мясо при использовании лактоамиловарина / В.В. Герасименко // *Автореф. диссерт. на соискание уч. степени канд. биолог, наук.* - Оренбург, 2002. – 23 с.
4. Овсянников, Ю.С. Совершенствование технологии приготовления пробиотика на основе лактобактерий, оценка его свойств и эффективности применения в птицеводстве : дис. ... кандидата биологических наук : 03.00.23 / Ю.С. Овсянников. - Москва, 2009. – 142 с.
5. *Современные биотехнологии в сельском хозяйстве [Текст] : монография / О. В. Богатова [и др.].* - Оренбург : ИПК "Университет", 2012. - 175 с.
6. Тараканов Б.В. Механизмы действия пробиотика на микрофлору пищеварительного тракта и организм животных.// *М.: Ветеринария, 2001 г. №7, с. 47-54.*

## РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ЭКСТРУДИРОВАННЫХ КОРМОВ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ С ОХЛАЖДЕНИЕМ ДВУХКРАТНО ИЗМЕЛЬЧАЕМОГО СЫРЬЯ

Кишкилев С.В., Попов В.П., Коротков В.Г., Антимонов С.В.  
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

**Актуальность проблемы** Рациональная переработка природного сырья - одни из важнейших факторов, определяющий эффективность экологически безопасного развития экономики и обеспечение охраны окружающей среды. Ориентация предприятий пищевой и перерабатывающей промышленности на внедрение систем управления качеством продукции на основе принципов международных стандартов ИСО подразумевает управление отходами различного происхождения, применение экологически безопасных и экономически целесообразных способов их утилизации.

При переработке зерна, производстве подсолнечного масла накапливается значительное количество вторичных материальных ресурсов (ВМР) и отходов (прежде всего рисовая, просяная, подсолнечная и гречишная лузга). Наличие протеина, сырого жира, клетчатки, микро- и макроэлементов, целлюлозы, лигнина и других ценных элементов делают этот вид отходов перспективным сырьем для производства кормовых продуктов [1].

Например, в процессе переработки зерна гречихи в крупу до 22 % ее общей массы составляет лузга. На предприятии производительностью 80 - 150 т/сут. зерна скапливается значительное количество лузги, которая пока не нашла применения, в промышленности (за исключением незначительного ее использования для производства фурфурола, а также как заменителя деревянной доски путем дорогостоящего прессования) [2].

В последние годы в Японии, Канаде и других странах лузгу используют с лечебным эффектом в виде наполнителя для подушек. Широкое применение у нас в стране лузга нашла лишь в качестве топлива в котельных крупозаводов с целью производства пара [2].

Как показали исследования, лузга может быть использована не только в качестве топлива, но и как компонент кормовой смеси или добавки при приготовлении кормов для скармливания сельскохозяйственными животными. Например, лузга маслоэкстракционных заводов до настоящего времени ограничено используется в кормопроизводстве.

Масложировая промышленность могла бы ежегодно передавать животноводству в качестве грубого корма около 500 тыс. т. подсолнечной лузги.

В связи с этим специалисты Оренбургского госуниверситета разработали технологию производства экструдированных кормов, смесей и добавок с использованием в качестве компонента лузги гречихи (подсолнечника).

Технологическая линия предусматривает такие основные операции как измельчение исходного сырья, смешивание, химическая обработка смеси различными реагентами, экструдирование и сушка готового продукта.

**Цель исследований** состояла в совершенствовании процесса получения экструдированных кормов, осуществляемый за счет более эффективной подготовки компонентов (лузги и отрубей) путем включения дополнительной технологических операций как предварительное охлаждение и измельчение (повторное измельчение).

Из обзора литературы было выявлено, что проводились исследования по заморозке сырья перед измельчением путем ввода в сырье охлажденного воздуха.

По многочисленным публикациям охлаждение материала перед измельчением, а особенно ввод охлажденного воздуха в пылевоздушную смесь, существенно (в несколько раз) увеличивает производительность мельницы при помоле полимерных материалов и пищевых порошков.

Однако необходимо заметить, что ввод воздуха в процесс измельчения имеет несколько отрицательных эффектов:

во-первых, он приводит к увеличению энергозатрат на измельчение вследствие расхода части энергии не на измельчение материала, а на разгон воздуха;

Во-вторых, готовый продукт получается в виде пылевоздушной смеси, от которой его надо отделить, вводя в линию помола пылеулавливающее устройство (фильтр);

В-третьих, проток воздуха через мельницу трудно настроить так, чтобы не происходило выброса из камеры измельчения частиц крупностью выше требуемой.

Необходимо отметить, что Air-cooler (охладитель воздуха) присутствует в любой линии, предлагаемой западными компаниями для помола пищевых продуктов и полимерных материалов. Зависимость производительности мельницы от температуры исходного материала и температуры в камере измельчения не афишируется производителями линий для помола пищевых продуктов и полимеров и является их НОУ-ХАУ.

Для разных продуктов требуется разная температура охлаждения. Для некоторых достаточно протока воздуха комнатной температуры. Другие невозможно эффективно измельчить без охлаждения жидким азотом. Например, для эффективного измельчения резины, сивилена и т.п. необходимо охлаждение воздуха до минус 50-70 градусов. При этом энергия, затрачиваемая на охлаждение, будет сравнима с энергией, идущей на измельчение. Однако экономические показатели мельницы (например, энергозатраты на помол 1 кг продукта) за счет роста производительности будут примерно в 2 раза выше, чем без охлаждения.

Поэтому нами было решено замораживать сырье перед измельчением по двум направлениям: 1) заморозкой в жидком азоте; 2) с помощью сухого льда.

**С целью установления температурных пределов** охлаждения и влияния температуры на технологические качества растительного сырья был проведен анализ литературы, посвященной этому вопросу, который показал, что, например, сопротивляемость зерна измельчению с понижением температур уменьшается.

Низкие температуры действуют не только на оболочки, но и на весь объем зерна. Если температура зерна отрицательна ( $-10^{\circ}\text{C}$  и ниже), то свободная и связанная влага, всегда находящаяся в порах, капиллярах и межклеточных пространствах зерна, превращаясь в лед и расширяясь, расшатывает структуру зерна и ослабляет связи между его составными частями.

В результате этого сопротивляемость зерна измельчению снижается. Кроме того, снижение температуры приводит к уменьшению кинетической энергии поступательного движения молекул вещества, снижает их скорость и длину свободного пробега – зерно становится менее вязким и пластичным, увеличивается его хрупкость. Сумма этих двух однозначно действующих факторов (расшатывание структуры и повышение хрупкости зерна) обуславливает резкое уменьшение сопротивляемости зерна измельчению [2]. Исследования также показали, что сопротивляемость зерна измельчению с понижением температур уменьшается.

В общем виде оптимизированная схема состоит из следующих операций:

**Методика исследований** состояла в следующем: в качестве сырья использовали смеси: 20% отрубей+80 лузга гречишная; 20% отруби+80% лузга подсолнечная; 60% отруби+20% лузга гречишная+20% лузга подсолнечная. Как показали проводимые нами ранее исследования это наиболее оптимальный состав смеси, как с инженерно-технической точки зрения так и с точки зрения скармливания с/х животным.

Предварительно исходное сырье охлаждали по двум вариантам: жидким азотом до температуры  $-100^{\circ}$  и  $-130^{\circ}\text{C}$  или охлаждали в промышленных морозильниках до температуры  $-20^{\circ}\text{C}$ , при этом длительность охлаждения составила 24 часа.

Предварительно перед заморозкой сырье увлажняли в диапазоне 14-22% в течение 18 часов с последующим отволаживанием. Образцы обрабатывались 3,4 и 5% раствором NaOH или  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

Подготовленные таким образом образцы первично и вторично измельчили на: роторной дробилке; молотковой дробилке; вальцовом станке, а затем экструдировали. Экструдирование проводили на одношнековом пресс-экструдере ПЭШ-30/4 при следующих частотах вращения шнека: 60, 80, 105 и 120 об/мин.

Во время проведения исследований замеряли потребляемую мощность и производили отбор продукта за определенное время.

**Анализ полученных результатов** показал, что при экструдировании смесей состоящих из 80% отрубей пшеничных + 20% лузги подсолнечника, обработанные раствором 3, 4 и 5%  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  с влажностями  $W=18, 20$  и 22% для экструдирования лучше всего использовать исходную смесь вторично измельченную на роторной дробилке, обработанную раствором в 4%  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  с влажностью  $W=22\%$  при  $n=105$  об/мин шнека экструдера.

Неплохие результаты показали экструдирование образцов, полученных при частоте вращения шнека  $n=120$  об/мин, измельченных на молотковой дробилке, предварительно обработанные 4% раствором  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  с влажностью  $W=22\%$ .

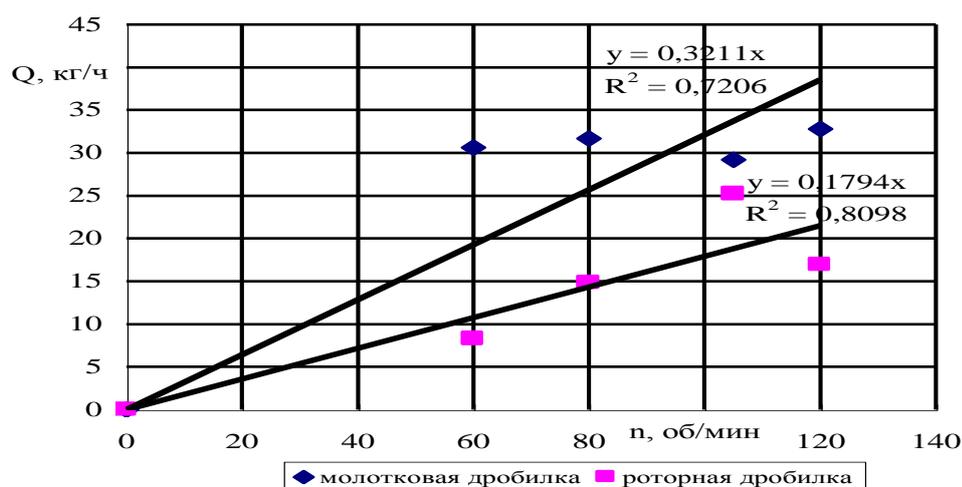


Рисунок 1 - Экструдирование смеси W=22% (80% отруби + 20% лузга подсолнечника) обработанной 4% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, вторично измельченной на молотковой и роторной дробилках

**Выводы:** 1 Заморозка исходного сырья для линии экструдированных кормов возможна по двум вариантам: жидким азотом до температуры  $-100^{\circ}$  –  $130^{\circ}$ С или охлаждением в промышленных морозильниках до температуры  $-20^{\circ}$  °С.

2 максимальная производительность и минимальная энергоемкость произведенного корма, разработанной линии может быть получена при экструдировании смеси подвергшейся двухстадийному измельчению в молотковой дробилке.

#### Список литературы

1. Антимонов С.В., Сагитов Р.Ф., Соловых С.Ю. Технология экструдирования гречишной (подсолнечной) лузги в смеси с отрубями//Известия вузов. Пищевая технология, № 2-3, 2008 , с. 61-63 г.
2. Антимонов С.В, Сагитов Р.Ф. и др. Получение экструдированных кормосмесей и добавок к ним из зерноотходов, подвергшихся химической обработке // «Вестник ОГУ».- 2006- Вып. № 12.- с.309-312.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРЕССОВОГО ГРАНУЛИРОВАНИЯ КОМБИКОРМОВ В ПРЕСС-ГРАНУЛЯТОРАХ С ТОРЦЕВЫМ ОГРАНИЧЕНИЕМ КЛИНОВИДНОГО РАБОЧЕГО ПРОСТРАНСТВА

Ковриков И.Т., Кириленко А.С.

ФГБОУ ВПО «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург

По данным Министерства сельского хозяйства РФ объем производства комбикормов в нашей стране (преимущественно в гранулированном виде) по результатам 2012 года должен составить 17,3 млн. тонн при потребности для сельскохозяйственных организаций в 30,4 млн. тонн и общей потребности (для всех категорий хозяйств) в 51,4 млн. тонн. Между тем по техническому уровню лишь треть комбикормовых предприятий России может составить конкуренцию зарубежным. Из 50 крупных комбикормовых заводов только половина использует свои производственные мощности более чем на 50%. Только 259 предприятий производят полноценные гранулированные комбикорма. Остальные 193 предприятия – это установки и агрегаты, включающие в основном дробилки и смесители, что не позволяет вырабатывать высококачественные комбикорма. Отраслевые целевые программы Минсельхоза РФ по развитию комбикормовой отрасли в качестве приоритетного направления выделяют разработку на инновационной основе и научное обеспечение высокоэффективных технологий и отечественного технологического оборудования для производства биологически полноценных комбикормов.

В связи с этим в условиях модернизации и технологического обновления производства совершенствование механического процесса прессового гранулирования комбикормов, отвечающее критериям ресурсосбережения и энергоэффективности, является весьма актуальным.

Анализ конструкций наиболее распространенных вальцово-матричных пресс-грануляторов экструзионного типа с кольцевой матрицей и направлений их совершенствования позволяет выделить такие недостатки в рабочем процессе пресс-грануляторов, которые не могут быть эффективно устранены в рамках существующих конструкций. Так, реализация рабочего процесса в них характеризуется тем, что любой прессуемый материал, подаваемый на рабочую контактную поверхность матрицы, в результате поперечной деформации стремится выдавиться со стороны ее торцов за пределы области контакта (независимо от значения эффективной ширины матрицы) [1].

Установлено [1], [2], что боковое выдавливание обрабатываемого материала является существенной проблемой процесса прессового гранулирования и имеет целый ряд отрицательных аспектов, связанных как с неоптимальным расходом материала через граничные сечения зон [1] клиновидного рабочего пространства пресс-гранулятора, так и с неравномерным распределением контактных напряжений по ширине цилиндрических рабочих органов. Проблема бокового выдавливания комбикорма проявляется в виде конкретных недостатков в рабочем процессе пресс-гранулятора: значительное снижение производительности; ухудшение условий поступления материала в

зону отставания; необоснованные энергозатраты на повторное сжатие выдавленной в осевом направлении части материала; разная производительность в крайних и центральных рядах фильер матрицы (часто блокировка крайних рядов), неодинаковое качество гранул в них, а также неравномерный износ контактных поверхностей рабочих органов вследствие неравномерного распределения контактных напряжений по ширине матрицы и прессующих роликов и др. Из проведенного анализа напряженно-деформированного состояния комбикорма при его движении в клиновидном рабочем пространстве следует, что течение материала в осевом направлении особенно выражено в зоне отставания и менее интенсивно в зоне экструзии материала в фильеры матрицы [1], [3].

Однако указанная проблема бокового выдавливания, несмотря на то, что является очевидной, остается без достаточного внимания со стороны исследователей. Те решения, которые предлагаются в связи с данной проблемой, либо направлены на частичное устранение какого-либо конкретного недостатка, связанного с боковым выдавливанием, либо малоэффективны (и поэтому до сих пор не реализованы), либо вообще не могут быть реализованы применительно к конструкциям современных пресс-грануляторов. Существующие математические модели процесса прессового гранулирования растительных материалов не дают полного представления об особенностях его реализации, так как описание процесса взаимодействия материала с рабочими органами пресс-гранулятора строится на необоснованном предположении об отсутствии поперечной деформации материала. В действительности условия прессования материала при наличии бокового выдавливания и без него существенно различаются, поскольку, в первую очередь, изменяются тензоры напряжений и деформаций.

Нами показано, что боковое выдавливание предопределено тем, что контактные поверхности матрицы и каждого из прессующих роликов образуют незамкнутое клиновидное рабочее пространство. Процесс прессования без бокового выдавливания возможен только в условиях ограниченной поперечной деформации, когда контактные поверхности рабочих органов пресс-гранулятора образуют замкнутый контур поперечного сечения слоя продукта. Это может быть обеспечено различными путями, и результат каждого из них сводится к уравниванию боковых перемещений масс.

Теоретически и экспериментально установлено, что повышение производительности пресс-гранулятора с кольцевой матрицей, снижение энергоемкости рабочего процесса в нем, улучшение механического качества готовых гранул и увеличение долговечности рабочих органов может быть обеспечено путем реализации в клиновидном пространстве пресс-гранулятора схемы плоского деформированного состояния прессуемого материала за счет торцевого ограничения данного пространства (и соответственно слоя продукта) дополнительными контактными поверхностями. Такие поверхности создают условия плоской деформации в ее чистом виде и могут быть введены в структуру прессующего механизма в виде двух цилиндрических

ограничительных колец как самостоятельных рабочих элементов его конструкции.

Нами предложена конструкция устройства, имеющая в соответствии с рисунком 1 два сменных ограничительных кольца 1 [4]. Их боковые поверхности 2, обращенные к торцам прессующих роликов 3 и контактируемые с продуктом, а также рабочая поверхность матрицы 4 образуют кольцевую полость с входящими внутрь нее прессующими роликами. В данной конструкции ограничительные кольца прикреплены к планшайбе 5 пресс-гранулятора и конусу 6 для подачи продукта в зону прессования, и таким образом предусмотрены возможности:

– изменения высоты контактных поверхностей ограничительных колец для одной и той же матрицы;

– регулирования зазора  $\Delta$  между боковыми поверхностями ограничительных колец и торцами прессующих роликов;

– изменения сопротивления выдавливанию материала через вышеуказанный зазор за счет регулирования величины или оптимизации его формы (контактная поверхность ограничительных колец вертикальная, наклонная, циклоидальная и др.).

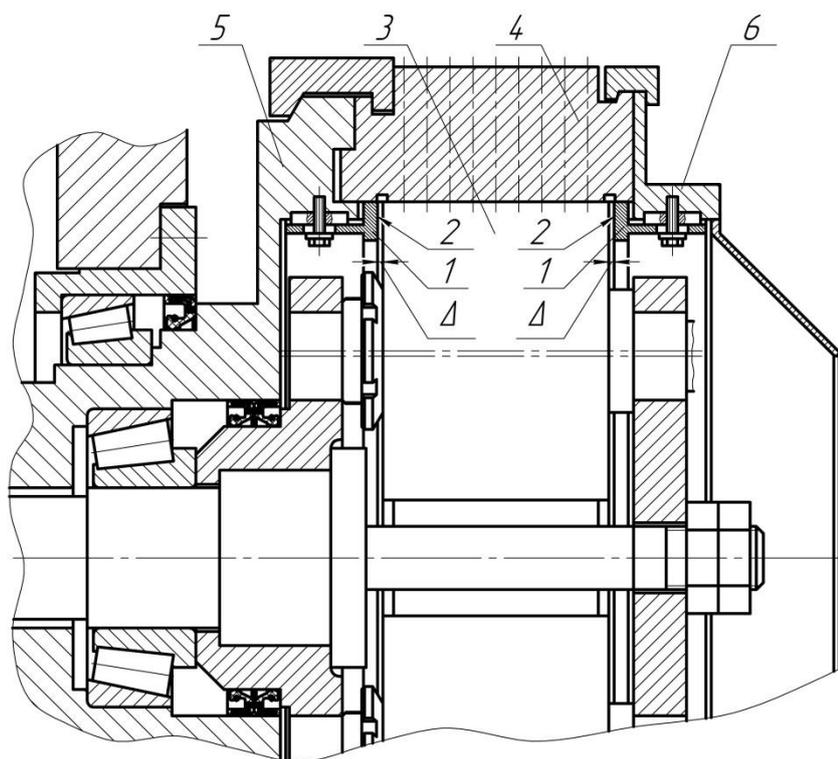


Рисунок 1 – Конструкция пресс-гранулятора с торцевым ограничением клиновидного рабочего пространства дополнительными контактными поверхностями

Нелинейный многопараметрический процесс прессового гранулирования комбикорма описывается комплексной математической моделью, связывающей (через напряженное состояние обрабатываемого материала на контактных

поверхностях рабочих органов) технологические параметры процесса, реологические свойства сырья, конструктивные (структурные и геометрические) и кинематические параметры пресс-гранулятора с ее выходными параметрами [2]. Выходными параметрами модели являются критерии оптимизации процесса: производительность, неравномерность производительности фильер по ширине матрицы, потребляемая мощность, нагрузки на рабочие органы, энергоемкость, КПД пресс-гранулятора; для характеристики качества готовых гранул – крошимость, предел прочности, импульс сжимающих напряжений, неравномерность прочности гранул по ширине матрицы.

Таким образом, при исследовании процесса прессования необходимо, в первую очередь, получить описание напряженного состояния прессуемого материала в клиновидном рабочем пространстве пресс-гранулятора. При этом для характеристики рабочего процесса с учетом бокового выдавливания комбикорма является важным исследование распределения контактных напряжений не только вдоль окружной протяженности клиновидного пространства, но и по ширине рабочих органов пресс-гранулятора.

Параметры напряженного состояния комбикорма определены нами, исходя из анализа его движения в условиях замкнутого клиновидного пространства как сплошной уплотняемой среды, обладающей свойствами упругопластического деформируемого твердого тела с изменяющимся пределом текучести [2].

Для решения задачи по определению напряжений в прессуемом материале, находящемся в условиях плоского деформированного состояния, целесообразно использовать инженерный метод [5], [6], [7]. Данный метод предполагает определение нормальных и касательных напряжений не в каждой точке объема деформируемого материала, а только на контактных поверхностях. Дифференциальное уравнение, адекватно описывающее напряженное состояние комбикорма на контактных поверхностях рабочих органов (для случая, когда контактная поверхность ограничительного кольца перпендикулярна контактной поверхности матрицы), получено в виде [2]:

$$\frac{d\sigma_\varphi}{\exp \beta \sigma_\varphi} = -\operatorname{sgn} \tau \cdot m \tau_{s0} \left[ \left( 1 + \frac{2\Delta}{b} \right) \frac{r_M}{h(\varphi)} + (\operatorname{tg}^2 \gamma(\varphi) + 1) \left( \frac{r_M - h(\varphi)}{h(\varphi)} \right) + \right. \\ \left. + \frac{2}{bh(\varphi)} \left( r_M h_{butt} - \frac{1}{2} h_{butt}^2 \right) \right] d\varphi, \quad (1)$$

где  $\sigma_\varphi$  – нормальное тангенциальное напряжение в комбикорме, Па;

$\beta > 0$  – коэффициент всестороннего давления комбикорма, Па<sup>-1</sup>;

$\tau_{s0}$  – предел текучести при сдвиге комбикорма, находящегося под действием атмосферного давления, Па;

$m$  – фактор трения;

$\varphi$  – угловая координата (относительно центра матрицы) произвольного радиального (относительно поверхности матрицы) сечения слоя материала высотой  $h$ , рад;

$\gamma$  – угол между касательными к контактными поверхностям матрицы и прессующего ролика, соответствующий высоте слоя  $h$ , рад;

$\Delta$  – величина зазора между боковыми поверхностями ограничительных колец и торцами прессующих роликов, м;

$r_M$  – радиус контактной поверхности кольцевой матрицы, м;

$b$  – рабочая ширина матрицы, м;

$h_{butt}$  – радиальная высота проекции торцевой контактной поверхности слоя материала на плоскость, перпендикулярную осям вращения рабочих органов, м;

$\text{sgn } \tau = 1$  – для зоны отставания,  $\text{sgn } \tau = 0$  – в нейтральном сечении зоны экструзии (где касательные тангенциальные напряжения равны нулю),  $\text{sgn } \tau = -1$  – для зоны опережения.

Параметры  $h$  и  $\gamma$  зависят от переменной  $\varphi$ , а также определяются радиальными размерами цилиндрических рабочих органов и величиной минимального зазора между их контактными поверхностями.

Параметр  $h_{butt}$  зависит от соотношения основной геометрической характеристики ограничительного кольца – радиальной высоты  $h_{ring}$  проекции его торцевой контактной поверхности на плоскость, перпендикулярную осям вращения рабочих органов, к радиальной высоте  $h_0$  захватываемого слоя комбикорма:

$$h_{ring}/h_0 \geq 1 \Rightarrow h_{butt} = h(\varphi) \text{ при } 0 \leq \varphi \leq \varphi_0; \quad (2)$$

$$h_{ring}/h_0 < 1 \Rightarrow \begin{cases} h_{butt} = h(\varphi) \text{ при } 0 \leq \varphi < \varphi_{ring}, \\ h_{butt} = h_{ring} \text{ при } \varphi_{ring} \leq \varphi \leq \varphi_0, \end{cases} \quad (3)$$

где  $\varphi_0$  – угловая координата радиального сечения высотой  $h_0$ , рад;

$\varphi_{ring}$  – угол образования замкнутого клиновидного пространства, рад.

Необходимо учитывать, что захватываемый слой формируется как за счет новой порции подаваемого в камеру прессования материала, так и за счет части материала, поступающего на повторное сжатие в результате его бокового выдавливания и выдавливания в зазор между матрицей и прессующим роликом. В условиях торцевого ограничения клиновидного пространства боковое выдавливание исключается (полностью или частично), а расход в зону опережения сокращается, и для обеспечения того же значения  $h_0$  требуется увеличение подачи материала. Кроме того, в условиях замкнутого клиновидного пространства является существенным определение оптимальной величины минимального зазора между контактными поверхностями матрицы и прессующего ролика, поскольку в зоне опережения боковое выдавливание отсутствует и материал движется только в направлении прокатывающего воздействия.

Реакции со стороны ограничительных колец уравновешивают боковые перемещения комбикорма (стеснение поперечной деформации), и осевые составляющие контактных касательных напряжений равны нулю. В этом случае в уравнении (1)  $m=1$ , а распределение нормальных напряжений по ширине

рабочих органов можно считать равномерным.

При отсутствии торцевого ограничения клиновидного пространства дополнительными контактными поверхностями напряженно-деформированное состояние прессуемого материала является объемным. Боковое выдавливание материала обуславливает появление осевых составляющих контактных касательных напряжений  $\tau_{zМ}$  (на поверхности матрицы) и  $\tau_{zр}$  (на поверхности прессующего ролика), которые равны нулю только в продольном сечении слоя материала с осевой координатой  $z=0$ . В этом же сечении нормальные напряжения будут иметь максимальные значения. Соответственно незамкнутое клиновидное пространство предполагает в любом другом продольном сечении  $z$  разложение векторов полных контактных касательных напряжений  $\tau_M$  и  $\tau_p$  на тангенциальные и осевые составляющие, при этом  $\tau_M = \tau_p = \tau_s$  [2]. Причем в каждом из этих сечений величина осевых составляющих касательных напряжений меньше, чем тангенциальных. Следовательно, сопротивление боковому выдавливанию материала ниже, чем пластической деформации в окружном направлении.

Векторы  $\tau_M$  и  $\tau_p$  коллинеарны векторам относительных скоростей пластического течения в приконтактных слоях прессуемого материала с проекциями  $v_{\varphiМ} = v_{\varphiр}$  и  $v_{zМ} = v_{zр}$ , то есть:

$$\tau_{\varphiМ} = \tau_{\varphiр} = \tau_s \frac{v_{\varphiМ}}{\sqrt{v_{\varphiМ}^2 + v_{zМ}^2}}; \quad (4)$$

$$\tau_{zМ} = \tau_{zр} = \tau_s \frac{v_{zМ}}{\sqrt{v_{\varphiМ}^2 + v_{zМ}^2}}. \quad (5)$$

Для предельного случая, при котором продолжают работать все ряды фильер (вдоль рабочей ширины матрицы), у свободных поверхностей слоя материала (при  $z = \pm \frac{b}{2}$ ) будем считать  $v_{\varphiМ} = v_{zМ}$  и  $v_{\varphiр} = v_{zр}$ . Тогда на основании

(4) и (5) имеем:  $\tau_{\varphiМ} = \tau_{\varphiр} = \frac{\pi}{4} \tau_s$  и  $\tau_{zМ} = \tau_{zр} = \frac{\pi}{4} \tau_s$ . С учетом этого закон распределения касательных напряжений можно записать следующим образом:

$$\tau_{\varphiМ} = \tau_{\varphiр} = \tau_s \left[ 1 - 2 \frac{z}{b} \left( 1 - \frac{\pi}{4} \right) \right] \text{ при } 0 \leq z \leq \left| \pm \frac{b}{2} \right|; \quad (6)$$

$$\tau_{zМ} = \tau_{zр} = \pm \tau_s \frac{\pi z}{2b} \text{ при } 0 \leq z \leq \left| \pm \frac{b}{2} \right|. \quad (7)$$

Для оценки влияния бокового выдавливания на рабочий процесс пресс-гранулятора в случае незамкнутого клиновидного пространства и анализа изменения параметров напряженного состояния при установке ограничительных элементов может быть использовано одномерная модель (1), в которой положим параметры  $h_{butt}$  и  $\Delta$  равными нулю, а фактор трения зададим в виде функции:

$$m = 1 - 2 \frac{z}{b} \left( 1 - \frac{\pi}{4} \right) \text{ при } 0 \leq z \leq \left| \pm \frac{b}{2} \right|. \quad (8)$$

В этом случае, полагая деформацию в пределах каждого продольного сечения слоя материала плоской, можно получить трехмерное (в зависимости от координат  $\varphi$  и  $z$ ) неравномерное распределение нормальных напряжений на контактной поверхности кольцевой матрицы с учетом бокового выдавливания комбикорма. Экспериментальное исследование распределения напряжений в клиновидном пространстве в тангенциальном и осевом направлениях (и оценка достоверности сделанных предположений) может быть реализовано на лабораторном или промышленном пресс-грануляторе с использованием силоизмерительного прессующего ролика, а также косвенно – из анализа неравномерности производительности фильер по ширине матрицы.

Решения уравнения (1) получены в виде трансцендентных функций, позволяющих определить границы зоны экструзии (при известном сопротивлении фильер), угловую координату нейтрального сечения (влияющую на оптимальное значение  $h_0$ ), распределение контактных радиальных напряжений  $\sigma_r = \sigma_\varphi$  в окружном и осевом направлениях и их средние значения, а также распределение касательных тангенциальных напряжений.

Таким образом, при сравнении параметров напряженного состояния комбикорма в условиях замкнутого и незамкнутого клиновидного пространства (и дальнейшем определении на их основе критериев оптимизации процесса) можно оценить изменение напряжений и координат граничных сечений в результате выполнения ограничительными кольцами как функции дополнительных контактных поверхностей (сравнение при том же значении  $h_0$ , затем при тех же энергозатратах), так и функции ограничительных элементов (учет бокового выдавливания комбикорма).

По результатам параметрического синтеза сформированной математической модели рабочего процесса в пресс-грануляторах с торцевым ограничением клиновидного пространства и по результатам оптимизации, проведенной на основании данных экспериментальных исследований, должны быть сформулированы рекомендации, которые необходимо учитывать при проектировании новых и модернизации существующих пресс-грануляторов, а также должна быть разработана методика расчета пресс-грануляторов с замкнутым клиновидным пространством.

#### Список литературы

1. **Ковриков, И.Т., Кириленко, А.С.** Повышение производительности пресс-грануляторов путем ограничения рабочего пространства дополнительными контактными поверхностями / И.Т. Ковриков, А.С. Кириленко // Известия вузов. Пищевая технология. – 2011. – № 5-6. – С. 78-81.
2. **Ковриков, И.Т., Кириленко, А.С.** Математическое моделирование рабочего процесса в вальцово-матричном пресс-грануляторе с торцевым ограничением клиновидного пространства / И.Т. Ковриков, А.С. Кириленко //

Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2012. – № 01(75). – С. 132-155. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2012/01/pdf/42.pdf>. – 01.12.2012.

3. **Кириленко, А.С., Ковриков, И.Т.** Структурное совершенствование вальцово-матричных пресс-грануляторов с кольцевой матрицей / И.Т. Ковриков, А.С. Кириленко // *Материалы международной заочной научно-практической конференции «Наука и техника в современном мире». Часть II.* – Новосибирск, 2012. – С. 73-78. – ISBN 978-5-4379-0048-2.

4. **Пат. 2412819 Российская Федерация, МПК8 В 30 В 11/20, В 28 В 3/18.** Пресс-гранулятор / Ковриков И.Т., Кириленко А.С. ; заявитель и патентообладатель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет». – № 2009145789/02 ; заявл. 09.12.2009 ; опубл. 27.02.2011, Бюл. № 6. – 10 с. : ил.

5. **Унксов, Е. П.** Инженерная теория пластичности: методы расчета усилий деформирования / Е.П. Унксов. – М.: Машигиз, 1959. – 328 с.

6. *Теория пластических деформаций металлов / под ред. Е.П. Унксова, А.Г. Овчинникова.* – М.: Машиностроение, 1983. – 598 с.

7. **Сторожев, М. В.** Теория обработки металлов давлением / М.В. Сторожев, Е.А. Попов. – М.: Машиностроение, 1977. – 423 с.

# РАЗРАБОТКА МОДЕЛЬНЫХ ФАРШЕВЫХ СИСТЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРЕБИОТИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ

Кокорина Д. С.

Оренбургский Государственный Университет, г. Оренбург

Мясная промышленность – одна из ведущих отраслей агропромышленного комплекса России, а мясо и мясопродукты – один из основных в рационе человека продуктов животного происхождения – незаменимый источник полноценного белка, жиров, витаминов, минеральных веществ, других жизненно важных нутриентов.

В мясоперерабатывающем производстве используются разнообразные технологии обогащения мясных продуктов с направленным регулирующим воздействием на пищеварение. Мясные продукты обогащают витаминами, антиоксидантами, минеральными и ускоряющими развитие полезной кишечной микрофлоры веществами. Для поддержания в организме человека этой микрофлоры необходимо присутствие в потребляемом мясном продукте так называемых пребиотических веществ, которые активно способствуют обеспечению условий, благоприятных для поддержания, развития и численного увеличения полезных кишечных бактерий.

Свойства пребиотиков наиболее выражены в олигосахаридах, инулине и лактулозе.

Целью настоящих исследований является разработка рецептуры, в частности вареной колбасы «Университетская», с использованием пребиотических препаратов (инулин, лактулоза, олигофруктоза), повышающих биологическую и пищевую ценность, а также изучение их биохимических и функционально-технологических свойств.

В соответствии с поставленными целями определены следующие задачи исследования:

1. Оценка функционально-технологических свойств модельных фаршей вареных колбас с использованием пребиотических препаратов (лактүлоза, инулин, олигофруктоза);

2. Оценка химического состава модельных фаршей вареных колбас с использованием пребиотических препаратов (лактүлоза, инулин, олигофруктоза).

Инулин и олигофруктоза натуральные полисахариды, получаемые водной экстракцией из корня цикория, известны своими интересными целебными свойствами. Они улучшают работу пищеварительной системы, обеспечивают рост собственной бифидофлоры кишечника, способствуют повышению иммунитета, улучшению усвоения кальция, снижению уровня холестерина в крови, подходят для диабетической и низкоуглеводной диет и даже снижают риск рака кишечника.

Однако инулин и олигофруктоза не только пребиотические волокна с множеством полезных эффектов для организма. Это еще и очень технологичные

ингредиенты. Инулин может образовывать с водой кремообразный гель с очень короткой, жироподобной текстурой и таким образом имитировать присутствие жира в обезжиренных продуктах, обеспечивая им полноту текстуры и вкуса, присущих продуктам обычной жирности. Олигофруктоза может частично или полностью заменять сахар, причем без потери традиционного вкуса.

Учитывая высокую бифидогенную активность лактулозы, которая признана в мире «бифидус-фактором №1», ее можно считать наиболее перспективным олигосахаридом для производства и применения. Лактоза, обладая высоким оксиредукционным потенциалом, оказывает существенное влияние на трансформацию нитрита натрия. Это способствует снижению остаточного нитрита натрия и улучшению медико-биологических показателей готового продукта. Проведенные исследования свидетельствуют о положительном влиянии препарата на водосвязывающую, водоудерживающую способности модельных систем, выход готового продукта и органолептические показатели. Использование лактулозы при производстве вареных колбасных изделий позволяет получить качественные продукты с высокой биологической ценностью и усвояемостью.

Введение пребиотических препаратов в рецептуры не требует заметного изменения производственного процесса. И, независимо от цели их введения, получающиеся продукты могут содержать на упаковке информацию о пользе для здоровья, связанной с присутствием данных ингредиентов, что сделает эти функциональные продукты очень привлекательными для потребителя.

Таким образом, лактулоза, инулин и олигофруктоза – ингредиенты, проверенные временем, натуральные, технологичные, универсальные и полезные. Это ингредиенты XXI века.

### **Описание исследования**

Исследования по разработке фаршевых систем с пребиотическими препаратами проводили в условиях мясокомбината ООО «Афанасьевич».

В рецептуру фарша вареной колбасы вводили пребиотические препараты в количестве от 5 до 20%.

Контролем служил фарш без добавок. По стандартным методикам определяли химический состав (Таблица 1). Из данных химического состава образцов видно, что при введении 10% препарата влага в фаршевой системе увеличилась по сравнению с контролем на 0,4% , а при введении 20% - на 0,7%.

Кроме того, по мере введения препарата в фарш происходит уменьшение доли белка, жира и золы. Так, при введении в фаршевую систему 15% препарата, массовая доля белка снижается до 12,1%, жира – до 20,1 и золы – до 1,2.

Таблица 1 – Химический состав фарша

Введенный препарат, %	Массовая доля, %			
	влаги	белка	жира	зола
1	2	3	4	5
Контроль	65,0	12,6	20,2	1,4
5	65,3	12,4	20,2	1,4
10	65,4	12,3	20,1	1,3
15	65,7	12,1	20,1	1,2
20	65,7	11,9	20,0	1,1

Органолептические показатели опытных образцов, особенно по сочности и вкусу, не уступали показателям контроля.

Образцы представлены термически обработанной однородной фаршевой массой. Основная ее часть достаточно измельчена и представляет собой мелкозернистую белковую массу с включением сохранивших структуру частиц мышечной, соединительной и жировой тканей.

Смеси равномерно распределены по массе фарша, образуют достаточно однородный комплекс с мышечными белками и составляют мелкозернистую массу.

Пищевые волокна также равномерно располагаются в фарше и в виде отдельных специфически организованных образований не дифференцируются.

Взаимосвязь между структурными элементами высокой и более низкой степени измельчения не нарушается, свидетельствуя о хорошем структурообразовании и равномерном распределении водной и тонкодисперсной частей колбасного фарша.

Таким образом, из полученных нами данных видно, что добавление 15% пребиотических препаратов положительно влияет на химический состав фарша, кроме того улучшает органолептические показатели готового продукта.

В последующих экспериментах будут исследоваться структурно-механические и реологические показатели фаршевых систем.

#### Список литературы

1. Антипова, Л.В. Методы исследования мяса и мясных продуктов. – М.: Колос, 2001. – 376 с.: ил. (Учебник и учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений).
2. Журавская, Н.К. Исследование и контроль качества мяса и мясопродуктов/ Н.К. Журавская, Л.Т. Алехина, Л.М. Отрешенкова. – М.: Агропромиздат, 1985. – 296 с.
3. Позняковский, В.М. Экспертиза мяса и мясопродуктов. Качество и безопасность [Текст]: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности «Товароведение и экспертиза товаров (по областям

- применения)»/ В.М. Позняковский. – 4-е изд., испр. и доп. – Новосибирск: Сиб. универ. изд-во, 2007. – 528 с.
4. *Нормы физиологических потребностей в пищевых веществах и энергии для различных групп населения.* – М., 1991. – 24 с.
  5. *Рябцева, С.А. Технология лактулозы [Текст]./ Учебное пособие.* – М.: ДеЛи принт, 2003.
  6. *Иванкин А.Н. Функциональные белковые добавки для мясных продуктов// Мясная индустрия.* – 2007. - №2 – с.47.
  7. *Базарнова Ю.Г., Соскин В.И. Повышение пищевой ценности мясных продуктов// Мясная индустрия.* – 2005. - №2 – с.42.
  8. *Кайшев В.Г. Основные тенденции развития мясной индустрии России// Мясная индустрия.* – 2007. - №3 – с.4.
  9. *Каушев Л.В. Современная теория позитивного питания и функциональные продукты// Пищевая промышленность.* – 1999. - №4 – с.22.
  10. *Комплексная система пребиотически-сорбционной направленности// Известия вузов. Пищевая технология.* – 2005. - №4 – с.14.
- Дубров К.И. Инулин и олигофруктоза – пребиотики с древних времен и до наших дней// Пищевая промышленность.* – 2007. - №4 – с.37.

## НЕОБХОДИМОСТЬ И ВОЗМОЖНОСТЬ АВТОМАТИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОКОНТАКТНОЙ ВЫПЕЧКИ ХЛЕБА

**Краснова М.С., Попов В.П., Сидоренко Г.А., Ханина Т.В.**  
**ФГБОУ ВПО «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург**

В условиях современного общества актуальным является автоматизация технологических процессов производства продуктов питания, обеспечивающая высокое качество готовых изделий.

Выпечка является заключительной стадией приготовления хлеба, окончательно формирующей его качество, что обуславливает необходимость её оптимизации и автоматизации.

Электроконтактная (ЭК) выпечка является одним из наиболее интенсивных способов прогрева тестовой заготовки, позволяющая минимизировать потерю полезных свойств сырья и получить бескорковый хлеб повышенной пищевой ценности.

При ЭК-способе выпечки расстаивающаяся тестовая заготовка помещается между двумя пластинами из нержавеющей стали, являющимися электродами, включаемыми на время выпечки в сеть переменного тока. При прохождении электрического тока тестовая заготовка быстро и равномерно прогревается и переходит в состояние мякиша хлеба. Процесс ЭК-выпечки завершается при достижении мякишем температуры около  $100^{\circ}\text{C}$ , при этом традиционной корки не образуется. Отсутствие традиционной корки повышает пищевую ценность хлеба за счет снижения активности реакции меланоидинообразования, содержания продуктов полимеризации жиров, окисных веществ, полициклических ароматических углеводородов (в том числе канцерогена – бенз- $\alpha$ -пирена), неусваиваемых организмом соединений, которые могут вызвать механическое раздражение стенок желудка, неблагоприятно сказывающееся на состоянии желудочно-кишечного тракта человека [1-4].

Более низкое температурное воздействие при ЭК-выпечке приводит к большей сохранности витаминов в готовом хлебе [5].

Кроме того ЭК-выпечка, является самым предпочтительным способом выпечки при разработке технологий диабетических сортов хлебобулочных изделий, позволяющих снизить скорости расщепления углеводов хлеба в организме человека [6].

Значительный вклад в изучение особенностей ЭК-выпечки хлеба внесли выдающиеся отечественные и зарубежные ученые: Ауэрман Л.Я., Островский Я.Г., Гинзбург А.С., Baker J.C., Mize M.D. и др.

Однако до настоящего времени не решены вопросы автоматизации ЭК-выпечки и определения оптимальных её параметров.

В связи с этим, актуальным является создание автоматизированной системы управления, которая позволит поддерживать оптимальный режим ЭК-выпечки и обеспечит получение готового продукта высокого качества. Решение данной проблемы для ЭК-выпечки осложняется высокой интенсивностью данного процесса и недостаточной изученностью ее кинетики.

Для создания системы управления, обеспечивающей получение высококачественного готового продукта, необходимо исследовать теоретические и практические аспекты процесса ЭК-выпечки, выявить возмущающие, наблюдаемые, измеряемые, управляющие и управляемые параметры.

В процессе ЭК-выпечки в исходном сырье (в частности, в тесте) с различной рецептурой и, как следствие, реологическими характеристиками должны происходить целенаправленные коллоидные, биохимические, микробиологические и физико-химические процессы с целью его преобразования в готовый продукт с заданными показателями качества. Основным, определяющим все остальные процессы, является прогрев тестовой заготовки.

Следует отметить, что по изменению химического состава теста-хлеба можно судить об интенсивности биохимических процессов при ЭК-выпечке. Коллоидные процессы, обеспечивающие образование структуры выпекаемого изделия, в значительной степени обуславливают его пористость и объемный выход. Изменение интенсивности образования углекислого газа может характеризовать микробиологические процессы, протекающие в процессе ЭК-выпечки. Изучение изменения температуры, весового выхода выпекаемого изделия, давления в пекарной камере и силы тока позволяют оценить интенсивность прогрева, процессов испарения воды, спирта и других летучих веществ. Разрежение пекарной камеры задается исследователями (в данной работе использовалось разрежение 40 кПа), по сути, является управляющим параметром. Однако, при выделении углекислого газа и паров воды в процессе выпечки разрежение изменяется и по его приращению можно судить об интенсивности паро- и газоотделения.

Для установления механизма ЭК-выпечки хлеба нами была изучена ее кинетика, в частности изменение силы тока, температуры, пористости, объемного и весового выходов, химического состава (содержания белков, углеводов), интенсивности образования углекислого газа, а также давления в пекарной камере в зависимости от продолжительности выпечки [7,8].

Качество готового хлеба и процесс его выпечки в значительной степени зависят от свойств теста. В связи с этим была проведена серия предварительных экспериментов, позволившая определить оптимальные параметры приготовления теста, обеспечивающие получение бескоркового хлеба ЭК-выпечки хорошего качества.

Наилучшие показатели качества хлеба ЭК-выпечки достигались при внесении в тесто соли в количестве 0,65 %, сухих дрожжей – 2,0 %, массовой доле влаги в тесте – 50-56 % при безопасном способе тестоприготовления и продолжительности его созревания 185-200 мин, дозировке муки на одну тестовую заготовку - 250 г при площади электродов  $1,5 \cdot 10^4$  мм<sup>2</sup>, расстоянии между ними 100 мм и подводимом напряжении 220 В.

Результаты предварительных экспериментов позволили также установить, что наибольшее влияние на процесс ЭК-выпечки и показатели качества готовых

изделий оказывают: массовая доля влаги в тесте, степень разрежения пекарной камеры и объемное напряжение [7,8].

Изучение кинетики ЭК-выпечки и результаты предварительных экспериментов позволили разработать параметрическую схему процесса ЭК-выпечки, представленную на рисунке 1.



Рисунок 1 – Параметрическая схема процесса ЭК-выпечки хлеба

В качестве возмущающих параметров в схеме использованы технологические отклонения (температуры и продолжительности расстойки, массовой доли рецептурных компонентов и т.п.), качество сырья и теста. В качестве наблюдаемых параметров использовались реологические характеристики, в качестве измеряемых - сила тока и температура теста-хлеба. В качестве управляемых параметров использовались экспертная оценка, пористость, кислотность, влажность, объемный и весовой выход хлеба, энергоемкость процесса.

В виду большого количества управляемых параметров была разработана комплексная характеристика качества хлеба, включающая все единичные показатели с соответствующими коэффициентами значимости. Пятибалльная шкала, использованная на первом этапе исследований, в ходе экспериментов была уточнена и трансформирована в десятибалльную шкалу перевода отдельных показателей в баллы комплексной характеристики качества хлеба. Комплексный показатель качества включает сумму баллов отдельных показателей качества умноженных на соответствующий коэффициент значимости: объемный выход на коэффициент 0,3; весовой выход - 0,1; пористость – 0,3; экспертная оценка – 0,2; кислотность – 0,02. Следует отметить, что для установления коэффициентов значимости отдельных показателей, входящих в состав комплексного показателя качества и для экспертной оценки готовых изделий была сформирована группа экспертов, являющихся специалистами в области хлебопечения и знающими особенности

приготовления бескоркового хлеба ЭК-способом. Экспертная оценка проводилась методом ранжирования, а для определения суммарной характеристики каждый единичный показатель умножался на соответствующий коэффициент: вкус - 5; консистенция - 2; запах - 1,5; внешний вид - 1,5.

В качестве управляющих параметров процесса ЭК-выпечки использовались объемное напряжение, давление в пекарной камере, продолжительность выпечки и технологические параметры. Объемное напряжение с одной стороны связывает массу выпекаемой тестовой заготовки, расстояние между электродами и т. д. и подводимое напряжение с другой стороны. Изменение данного параметра можно характеризовать как:

- отношение напряжения к расстоянию между электродами;
- отношение напряжения к объему хлеба;
- отношение напряжения к массе тестовой заготовки;
- отношение напряжения к массе муки на одну тестовую заготовку.

Учитывая результаты проведенных ранее экспериментов, были построены зависимости комплексного показателя качества от данных факторов. В интервале изменения комплексного показателя качества от 7 до 9 баллов были определены коэффициенты корреляции. Установлено, что наиболее тесная связь наблюдается между комплексным показателем качества и параметром, характеризующим отношение напряжения к расстоянию между электродами.

На основе параметрической схемы по известным методикам [9] был составлен и реализован план трехфакторного эксперимента по установлению влияния объемного напряжения (отношение напряжения к расстоянию между электродами), массовой доли влаги в тесте и степени разрежения пекарной камеры на комплексный показатель качества, органолептические свойства – экспертную оценку и объемный выход хлеба. При этом массовая доля влаги в тесте варьировала в пределах от 48 до 56 %, объемное напряжение в пределах от 0,89 до 5,07 В/мм и степень разрежения пекарной камеры в пределах от 0 до 40 кПа.

По результатам эксперимента, при помощи программного средства, разработанного на факультете прикладной биотехнологии и инженерии Оренбургского государственного университета, получены уравнения регрессии второго порядка и проведена оптимизация ЭК-выпечки хлеба.

Уравнения регрессии:

для комплексного показателя качества хлеба ЭК-выпечки:

$$КП = 7,436 + 0,732 \cdot p + 0,302 \cdot \tau + 0,082 \cdot p^2 + 0,087 \cdot M^2 \quad (1)$$

для экспертной оценки качества хлеба ЭК-выпечки:

$$ЭО = 0,233 + 0,062 \cdot p + 0,055 \cdot \tau - 0,006 \cdot \tau^2 + 0,008 \cdot M^2 \quad (2)$$

для объемного выхода хлеба ЭК-выпечки:

$$ОВ = 491,53 + 56,02 \cdot p - 3,47 \cdot \tau - 6,64 \cdot M - 25,21 \cdot p \cdot \tau - 24,96 \cdot \tau \cdot M - 6,96 \cdot p \cdot M - 2,74 \cdot p \cdot \tau \cdot M - 2,61 \cdot \tau^2 - 2,61 \cdot M^2 \quad (3)$$

где:  $\tau$  – объемное напряжение;

$M$  – массовая доля влаги в тесте;

$p$  – степень разрежения пекарной камеры.

Величины  $\tau$ ,  $M$ ,  $p$  даны в условных единицах.

Для перевода натуральных единиц в условные можно воспользоваться следующими уравнениями:

$$M = -0,25 \cdot M' + 13; \quad (4)$$

$$\tau = 0,478 \cdot \tau' - 1,426 \quad (5)$$

$$p = 0,05 p' - 1 \quad (6)$$

Величины со штрихом натуральные,

где  $M'$  – массовая доля влаги в тесте, %;

$\tau'$  – объемное напряжение, В/мм;

$p'$  – степень разрежения пекарной камеры, кПа.

Плоскости отклика, отражающие зависимости комплексного показателя качества, экспертной оценки и объемного выхода хлеба от, объемного напряжения и степени разрежения пекарной камеры при массовой доле влаги в тесте 48 % представлены соответственно на рисунках 1 – 3.

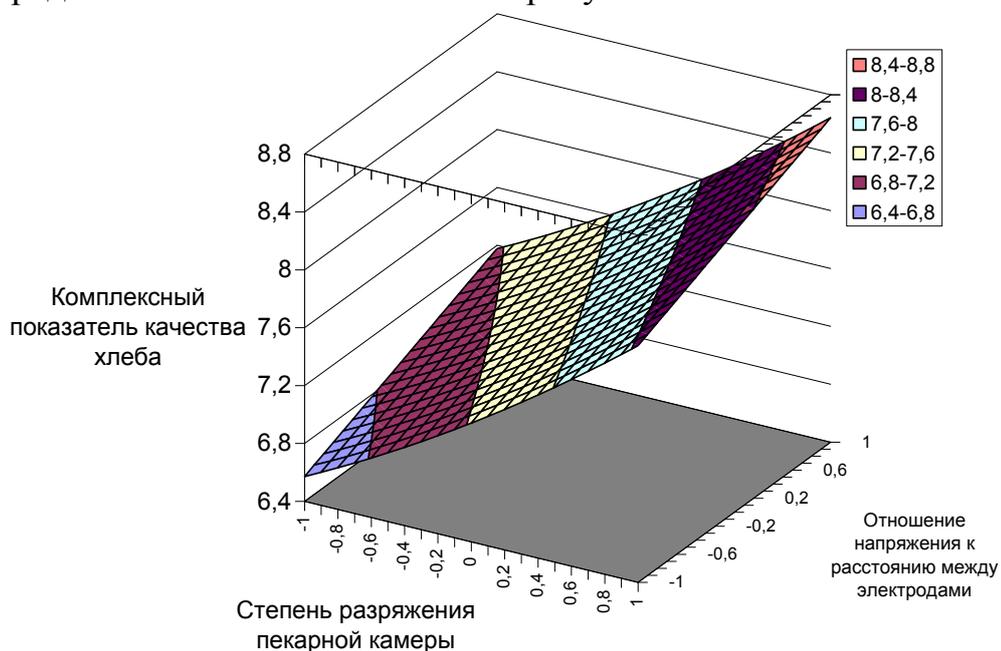


Рисунок 1 – Зависимость комплексного показателя качества хлеба ЭК-выпечки от объемного напряжения и степени разрежения пекарной камеры при массовой доле влаги в тесте 48 %

Из рисунка 1 видно, что максимальный комплексный показатель качества хлеба ЭК-выпечки (выше 8,4 баллов), достигается при степени разрежения пекарной камеры от 36 до 40 кПа (от 0,8 до 1 у.е.) и объемном напряжении от 3,00 до 5,07 В/мм (от 0,6 до 1 у.е.).

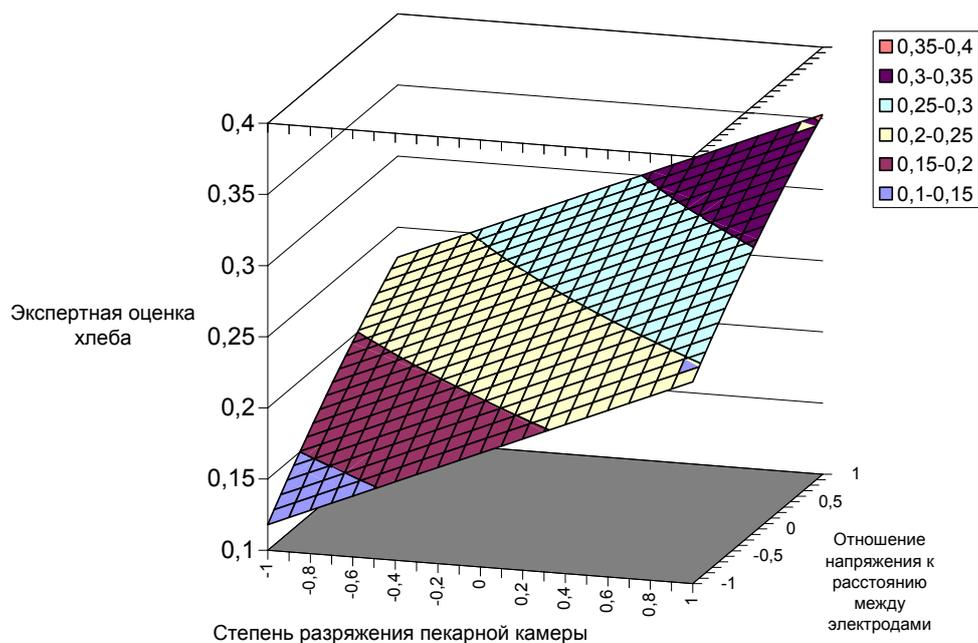


Рисунок 2 – Зависимость экспертной оценки хлеба ЭК-выпечки от объемного напряжения и степени разрежения пекарной камеры при массовой доле влаги в тесте 48 %

Из рисунка 2 видно, что максимальная экспертная оценка хлеба ЭК-выпечки (выше 0,35), достигается при степени разрежения пекарной камеры от 39 до 40 кПа (от 0,95 до 1 у.е.) и объемном напряжении от 4,75 до 5,07 В/мм (от 0,95 до 1 у.е.).

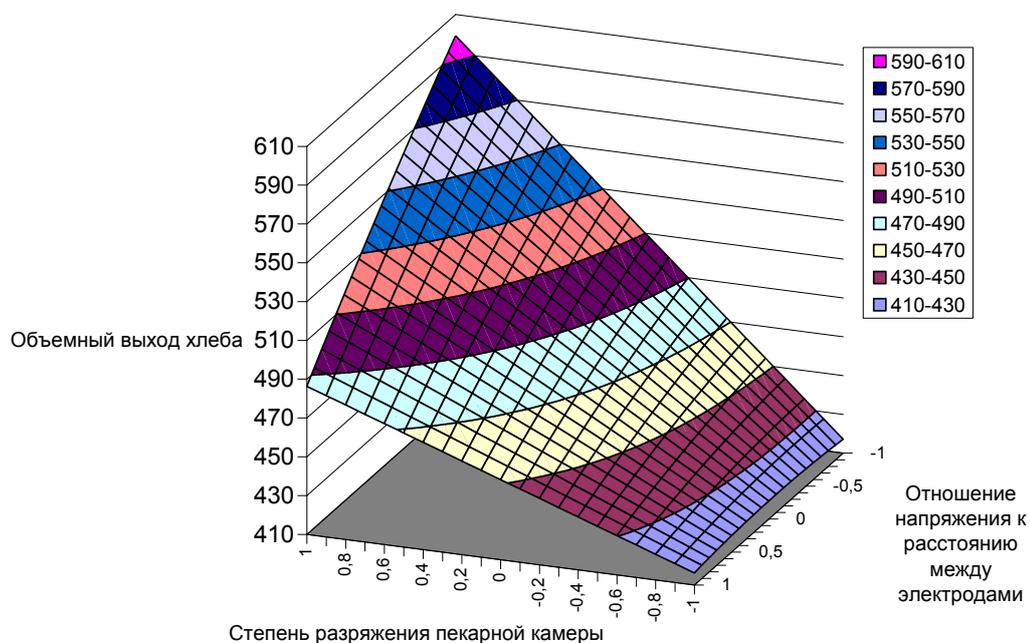


Рисунок 3 – Зависимость объемного выхода хлеба ЭК-выпечки от объемного напряжения и степени разрежения пекарной камеры при массовой доле влаги 48 %

Из рисунка 3 видно, что максимальный объемный выход хлеба ЭК-выпечки (выше 590 %), достигается при степени разрежения пекарной камеры от 38 до 40 кПа (от 0,9 до 1 у.е.) и объемном напряжении от 0,89 до 1,4 В/мм (от - 1 до - 0,9 у.е.).

Аналогичные плоскости отклика были построены для массовой доли влаги в тесте равной 50, 52, 54 и 56 %. Совокупный анализ полученных плоскостей позволил установить, что оптимальными являются объемное напряжение 4,86-5,07 В/мм (от 0,9 до 1 у.е), степень разрежения пекарной камеры 32-40 кПа (от 0,9 до 1 у.е), массовая доля влаги в тесте 54-56 % (от 0,9 до 1 у.е), при этом комплексный показатель качества хлеба ЭК-выпечки более 8 баллов, экспертная оценка хлеба ЭК-выпечки более 0,33, объемный выход хлеба ЭК-выпечки более 500 %.

#### *Список литературы:*

1. **Шевелева Г.И.** Разработка способов повышения витаминной ценности хлебобулочных изделий. Дисс. канд. тех. наук. - М. - 1992 – 178 с.
2. **Скурихин И.М., Нечаев А.П.** Все о пище с точки зрения химика. – М.: Высшая школа, 1991. - 288 с.
3. **Кретович В.Л., Токарева Р.Р.** Проблемы пищевой полноценности хлеба. – М.: Наука, 1978. – 250 с.
4. **Пономарева А.Н.** Участие свободных аминокислот в реакции меланоидинообразования при изготовлении хлеба: Дис. канд. биол. наук.- М.: 1964. – 272 с.
5. **Ауэрман Л.Я.** Технология хлебопекарного производства. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 415 с.
6. **Матвеева И.В., Утарова А.Г., Пучкова Л.И. и др.** Новое направление в создании технологии диабетических сортов хлеба. Обзор. инф. Серия.: Хлебопекарная и макаронная промышленность. - М.: ЦНИИТЭИ Хлебопродуктов, 1991. - 44 с.
7. **Сидоренко, Г.А.** Исследование особенностей выпечки бескоркового хлеба на основе системного подхода / Г.А. Сидоренко, В.П. Попов, В.Л. Касперович // Вестник ОГУ. – 1999. - № 1. – С.81-86.
8. **Сидоренко, Г.А.** Разработка технологии производства хлеба с применением электроконтактного энергоподвода. Дисс. канд. технич. наук / Г.А. Сидоренко //М. – 2002. – 178с.
9. **Грачев Ю.П., Плаксин Ю.Н.** Математические методы планирования эксперимента. – М.: ДеЛи принт, 2005.

# **ВЛИЯНИЕ СОСТАВА РАЦИОНА ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ НА МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОРГАНИЗМА ПТИЦЫ**

**Манеева Э. Ш., Быков А. В.**

**Оренбургский государственный университет, г. Оренбург**

В последние годы с целью снижения себестоимости кормов при выращивании цыплят-бройлеров наметилась тенденция повышения в рационе доли отрубей взамен дорогостоящего зерна.

Норма ввода отрубей при выращивании цыплят-бройлеров по рекомендациям ВНИТИП составляет 7 - 10 % в зависимости от возраста птицы [1]. При добавке в комбикорма ферментных препаратов с целлюлазной активностью можно увеличивать уровень ввода отрубей до 20 % [2]. Имеются сведения о возможности увеличения уровня отрубей до 30 - 40 % в кормах для птицы при использовании ферментного препарата «Ровабио» [3]. Хотя при этом наблюдалось некоторое снижение продуктивности птицы, существенная выгода была получена за счет значительного снижения стоимости кормов.

Одной из технологий, способных обеспечить повышение питательной ценности кормов является экструзия [4]. Однако имеются данные о неоднозначном влиянии экструдированных кормов на обмен веществ и продуктивность птицы. С одной стороны экструзионная обработка позволяет улучшить переваримость углеводов птицей за счет повышения содержания легкоусвояемых форм, с другой способствует формированию в продукте сложных соединений, которые могут оказывать отрицательное влияние на продуктивность животных [5].

В СибНИИ птицеводства было изучено влияние низкоэнергетических кормов на организм кур. Установлено, что снижение в рационе уровня ОЭ до 2400 ккал/кг приводит к развитию компенсаторно-приспособительных реакций тканей и структур мускульного отдела желудка кур и организма в целом [6]. При снижении калорийности рациона (с 2800 до 2000 ккал/кг) путем увеличения доли трудногидролизуемых компонентов с добавлением ферментного препарата «Ровабио» у кур в тонком отделе кишечника развивается застойная гиперемия и умеренно выраженный очаговый атрофический катар с преимущественным поражением крипт [7, 8].

В связи с вышеизложенным, мы посчитали целесообразным провести сравнительные исследования влияния на организм птицы введения в рацион повышенной доли отрубей с целлюлазосодержащим ферментным препаратом и введения экструдированных отрубей.

Эксперименты проводились в условиях вивария Оренбургского государственного университета. Для эксперимента на птице были отобраны 150 голов четырехнедельных цыплят-бройлеров кросса «Смена-7», которые методом аналогов были разделены на 5 групп (n=30). В течение подготовительного периода птица содержалась на рационе, сформированном

согласно рекомендациям ВНИТИП (2004). С 6-недельного возраста цыплят-бройлеров перевели на опытные рационы.

В рацион птицы контрольной группы было введено 20 % пшеничных отрубей взамен кукурузы. Рацион бройлеров I опытной группы содержал 20 % экструдированных отрубей. Рацион птицы II опытной группы отличался от контроля, а рацион IV опытной группы от III группы наличием ферментного препарата «Ксибетен-Цел» (75 г/т корма). В рацион бройлеров IV опытной группы было введено 20 % отрубей экструдированных вместе с ферментным препаратом «Ксибетен-Цел».

В 1 кг комбикорма контрольной группы содержалось: обменной энергии – 11,61 МДж; сырого протеина – 228 г, сырой клетчатки – 54,1 г/кг. Количество обменной энергии в комбикорме опытных групп составило 12,12-12,83 МДж/кг, сырого протеина – 223-230 г/кг, сырой клетчатки – 52,3-53,1 г/кг.

За период опытного кормления в поедаемости комбикормов выраженного различия не выявлено, а степень переваримости питательных веществ повысилась.

Повышение показателя переваримости органического вещества произошло за счет увеличения переваримости углеводов и жира. Так переваримость углеводов в I опытной группе превысила значение контроля на 6,5 % ( $P \leq 0,05$ ), во II – на 2,6; в III – на 5,2 ( $P \leq 0,05$ ) и в IV – на 4,8 %. При сравнении степени использования углеводов в опытных группах отмечается ее превышение в I опытной группе по сравнению со II опытной группой на 3,9 % ( $P \leq 0,05$ ), с III – на 2,6 и с IV – на 1,7 %. Необходимо отметить, что экструзионная обработка в данном случае в большей степени способствовала повышению переваримости углеводов, чем введение ферментных препаратов, а при различном сочетании данных воздействий дополнительного эффекта не получено.

Переваримость сырого жира в опытных группах различалась незначительно (на 0,1 - 0,7 %), превышая при этом аналогичный показатель в контрольной группе на 4,8 - 5,5 % ( $P \leq 0,05$ ).

Введение в рацион птицы исследуемых продуктов в течение всего опытного кормления способствовало повышению интенсивности роста птицы по сравнению с контролем.

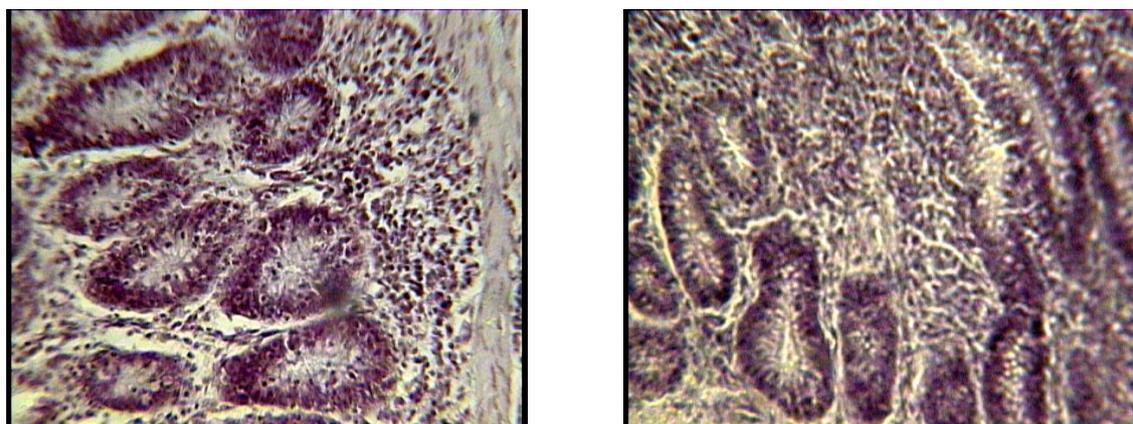
В первую половину эксперимента наблюдалось некоторое превосходство III опытной группы, получавшей в составе корма экструдированные отруби с «Ксибетен-Цел». Но в дальнейшем разница сокращалась и в конце опытного кормления живая масса птицы опытных групп различалась не более чем на 1,5 %.

Для изучения воздействия исследуемых кормов на морфофункциональные характеристики организма птицы в конце учетного периода были проведены гистологические исследования печени и тонкого кишечника. Образцы материала фиксировали в 10 % растворе нейтрального формалина, жидкости Карнуа. Для гистологических исследований были приготовлены парафиновые срезы, толщиной 4-6 мкм. Депарафиновые срезы окрашивали гематоксилин-эозином.

Количественную информацию получали в ходе морфометрических исследований при использовании винтового окуляр-микрометра МОВ-1-

15×1500. Взаимодействие показателей гистоструктур, связь морфометрических величин между собой выражали через коэффициенты парной корреляции.

Установлено, что у цыплят I опытной группы введение в рацион 20 % экструдированных отрубей оказывают мягкое воздействие на печень, что выражается в специфическом взаимодействии гепатоцитов в клеточных ассоциациях балок через гематотканевые барьеры (изменение толщины стенок вен) с системой микроциркуляции дольки. Усиление кровоснабжения инициирует цитоплазматические синтезы в гепатоцитах. На кишечник эта особенность кормления оказывает отрицательное воздействие, что выражается в массовой деградации эпителия и основы ворсинок (рис. 1). Регенерация происходит медленно, и главным образом, за счет интенсивной пролиферации малодифференцированных энтероцитов донной части крипт.



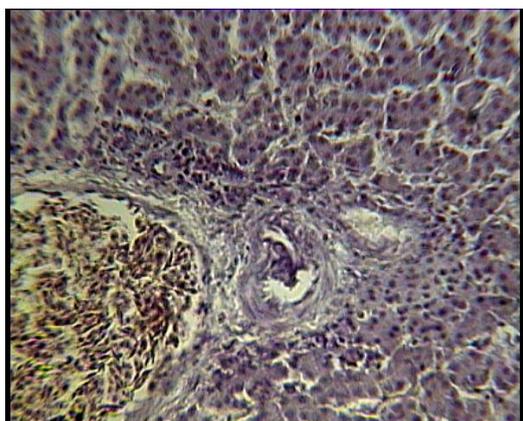
а

б

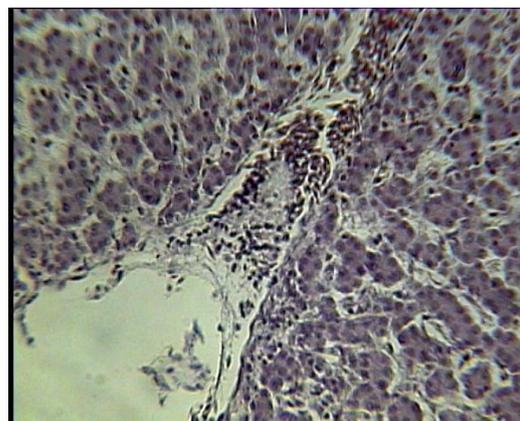
Рисунок 1 - Кишечник цыпленка-бройлера I опытной группы (а - крипты, скопления лимфоцитов в слизистой оболочке) и III опытной группы (б - крипты, скопления лимфоидной ткани). Ув.: ×600.

Во II опытной группе добавление к рациону ферментного препарата «Ксибетен-Цел» повсеместно в печени вызывает развитие застойных процессов, а именно в системе микроциркуляции долек, при этом диаметры сосудов, толщина их стенок и состояние гистогематического барьера, как лабильные информационные составляющие системы, определяют динамику гистофизиологии гепатоцитов (рис. 2). Развитие гемостаза ингибирует цитоплазматический синтез в гепатоцитах. Воздействие этой особенности кормления на кишечник напротив не вызывает значимых изменений в его гистофизиологии, что характеризует состояние органа близкое к физиологической норме.

В III опытной группе введении в рацион 20 % экструдированных отрубей в сочетании с ферментным препаратом «Ксибетен-Цел» оказывает меньшее воздействие на печень, чем во II группе, состояние выражается в постепенно нарастающем в дольке нарушении кровообращения (рис. 2). Состояние функционирования информационных систем находится на пределе



а



б

Рисунок 2 – Печень цыпленка-бройлера II опытной группы (а - эритроцитарные стазы в вене триады) и III опытной группы (б - эритроцитарные стазы в сосудах). Ув.: ×600.

физиологических возможностей. Цитофизиология и секреторный цикл гепатоцита обусловлены автономной внутриклеточной взаимосвязью ядра и цитоплазмы, определяющей ритм смены фаз ядерного и цитоплазматического белковых синтезов. Разрушительное воздействие этой особенности кормления на кишечник птицы, как и в I группе, выражается в повсеместной деградациии эпителия ворсинок, частичном разрушении их основы, формировании лимфоидных узелков в зоне крипт и мелкоклеточной инфильтрации слизистой оболочки (рис. 1). Регенерация происходит за счет интенсивной пролиферации малодифференцированных энтероцитов донной части крипт. Состояние органа несколько тяжелее, чем в I опытной группе.

В IV опытной группе введение в рацион птицы 20 % отрубей экструдированных с ферментным препаратом «Ксибетен-Цел» оказывает менее отрицательное воздействие на печень, не вызывает значимых изменений в ее гистофизиологии, что характеризует состояние органа близкое к физиологической норме. Воздействие этой особенности кормления на кишечник менее выражено, чем в I и III опытной группе. Взаимодействие клеточных элементов системы «крипта-ворсинка» определяет комплекс компенсаторно-приспособительных реакций.

Таким образом, введение в рацион бройлеров ферментного препарата «Ксибетен Цел» (II и III опытные группы) вызывает в печени развитие застойных процессов и постепенно нарастающее в дольке нарушение кровообращения.

Введение в рацион экструдированных отрубей взамен нативных (I и III опытные группы) сопровождается непосредственным воздействием на кишечник, что выражается в массовой деградациии эпителия и основы ворсинок, формировании лимфоидных узелков в зоне крипт и мелкоклеточной инфильтрации слизистой оболочки.

Вышеуказанные отрицательные эффекты не способствовали снижению продуктивности птицы, возможно из-за недолговременности кормления. Однако необходимо отметить, что по характеру кривых, отражающих интенсивность

роста птицы, к концу опытного кормления наблюдалась тенденция ее снижения в опытных группах по сравнению с контролем.

Аналогичная замена отрубями экструдированными совместно с «Ксибетен-Цел» оказывает менее выраженное воздействие на кишечник, а состояние печени близко к физиологической норме.

#### *Список литературы*

1. **Фисин, В. И.** Научные основы кормления сельскохозяйственной птицы / В.И. Фисин, И.А. Егоров, Т.М. Околелова [и др.] – Сергиев Пасад, 2008. – 351с.
2. **Ленкова, Т.** Пшеничные отруби в рационах ремонтного молодняка кур / Т. Ленкова, А. Лычак // Комбикорма. – 2008. – № 5. – С. 69-70.
3. **Бевзюк, В.** Отруби в комбикормах для бройлеров / В. Бевзюк // Птицеводство. – 2003. – № 3. – С. 23-24.
4. **Орлов, А. И.** Производство комбикормов с применением экструзионной технологии / А.И. Орлов, Н.М. Подгорнова. – М.: ЦНИИТЭИ, 1990. – 53 с.
5. **Черняев, Н. П.** Производство комбикормов / Н.П. Черняев. – М.: Агропромиздат, 1989. – 224 с.
6. **Бодрова, Л. Ф.** Влияние низкоэнергетических кормов на организм кур / Л.Ф. Бодрова // Зоотехния. – 2006. – № 7. – С. 19-20.
7. **Скареднова, О. В.** Микроморфология кишечника кур, потребляющих низкокалорийные корма / О.В. Скареднова, Н. Мельник, Н. Мальцева // Птицеводство. – 2005. – № 3. – С. 20-23.
8. **Немкова, Е. П.** Макро- и микрометрические показатели кур-несушек при добавлении в низкоэнергетические кормосмеси ферментного препарата «Ровабио» / Е.П. Немкова, О.В. Скареднова, Н.Г. Мельник // Сельскохозяйственная биология. – 2004. – № 6. – С. 13-15.

# АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ АКВАКУЛЬТУРЫ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

**Мирошникова Е. П.**

**Оренбургский государственный университет, г. Оренбург**

Основная цель развития аквакультуры в нашей стране – надёжное обеспечение населения свежей и переработанной рыбопродукцией широкого ассортимента по ценам, доступным для населения с различным уровнем доходов. При этом удельный вес сельскохозяйственной продукции отечественного производства, в частности по мясу и рыбе, должен составлять не менее 85 и 60 процентов (Доктрина производственной безопасности РФ., 2010; Стратегия развития аквакультуры в РФ на период до 2020 года, 2007).

Рыбоводство является наиболее рациональной отраслью животноводства, способной в кратчайшие сроки восстановить утраченные объемы производства ценной и экологически безопасностью пищевой продукции. Причины кроются в биологических особенностях культивируемых рыб, довольно низких затратах на строительство и эксплуатацию прудовых хозяйств, хозяйств иного типа (Скляр В.Я., 2011).

Среди биологических свойств культивируемых видов рыб следует отметить их громадную плодовитость (у карпа и других карповых рыб – до 1 млн. шт. икринок, у форели – до 10-15 тыс. икринок). Одна самка карпа может дать 500-600 тыс. икринок, из которых можно получить не менее 50-70 т товарной рыбы, из потомства одной самки радужной форели можно вырастить до 0,5-1,0 т товарной рыбы и т.д.

Давно известно, что корма в рыбоводстве расходуются более экономично, с наибольшей эффективностью и более низкими затратами, чем в животноводстве и птицеводстве. Особое внимание при этом уделяется ресурсосберегающим направлениям, связанным с разработкой новых рецептур кормов и технологий кормления, управления естественной кормовой базой и первично-продукционными процессами в водоёмах, применение интегрированных технологий, поликультуры, а также рекреационного рыбоводства (Савушкина С.И. и др., 2011).

Известно и то, что земля при выращивании рыбы используется более рационально, особенно при интеграции технологий производства рыбы и другой сельскохозяйственной продукции (Багров А.М. и др., 2004). Очень важно, что сельскохозяйственное рыбоводство, в первую очередь осваивает земли, непригодные для посевов зерновых, овощных или иных культур. Методами рыбоводства можно возвращать плодородие почв, вводить в хозяйственный оборот опустыненные, болотистые земельные массивы заросшие кустарником и другие земли, выведенные из сельхозоборота. В этом несомненная роль прудовых хозяйств - в охране окружающей среды, сохранении экосистем и природно – ландшафтных зон (Новоженин Н.П., 2010). Стратегией развития аквакультуры в Российской Федерации предусматривается дальнейшее развитие всех направлений аквакультуры.

Особую роль в развитии аквакультуры играет фермерское рыбоводство, основными производственными мощностями которого служат пруды, малые водохранилища и небольшие озера, общая площадь которых в России превышает 1 млн. га. Широкое использование в фермерском хозяйстве комплекса интегрированных технологий совместного выращивания рыбы с другими видами сельскохозяйственных животных и растений обеспечит ее производство в хозяйствах этого типа в объеме до 30 тыс. т. При этом существование фермерских хозяйств окажет благоприятное влияние на продуктивность водных и земельных угодий в составе агрогидробиоценозов, решая важные задачи социально – экономического развития сельских территорий (Стратегия развития аквакультуры в РФ на период до 2020 года, 2007).

Большое значение для повышения производства рыбопродукции является рыбохозяйственное освоение водоёмов комплексного назначения (ВКН). К ВКН относятся водоёмы, которые наряду с рыборазведением используются для бытовых нужд, полива полей, водопоя скота, а также озёра и водохранилища. В связи с этим разработка технологий в ВКН проводится в следующих направлениях: обустройство водоёмов, обеспечение ветеринарно-санитарной безопасности, подбор поликультуры рыб, выращивание рыбопосадочного материала и товарной продукции, организация любительского рыболовства. Внедрение разработанных технологий обеспечило рыбопродуктивность ВКН в размере 2-4 ц/га в 1-3 зонах рыбоводства, 6-8 ц/га в 4-6 зонах. В результате эффективность использования водоёмов повысилась в 1,5-2 раза (Савушкина С.И. и др., 2011).

Еще раз напомним, что ВКН расположены непосредственно в зоне сельскохозяйственного производства, поэтому они служат приемниками органических и минеральных стоков с окружающих полей, животноводческих комплексов, продуктов эрозии почв. Здесь непосредственно, в конкретном водоеме, происходит сложный процесс трансформации органического вещества в кормовые гидробионты для рыбы, формируется качество водной среды – среды обитания для гидробионтов, в том числе и рыб (Серветник Г.Е., 2004).

Удобное расположение ВКН вблизи населенных пунктов с хорошо развитой инфраструктурой делают их привлекательными для рыбохозяйственного освоения. С другой стороны, их большое разнообразие и размерные различия (средняя площадь 20-30 га), чаще значительная разобщенность друг от друга (некомпактность) делает их убыточными только при выращивании рыбы. Поэтому освоение таких водоемов должно основываться на интегрированном производстве продукции сельского хозяйства и аквакультуры с учетом сохранения агроландшафтной среды (Серветник Г.Е., 2006, 2010).

Ещё 250 лет назад основоположник прудового рыбоводства А.Т. Болотов своими экспериментами уже заложил основы интеграции технологий в общей системе агропроизводства. Он в частности предлагал: «... пруды же делать неглубокими: солнце должно прогревать их насквозь. Через каждые 6-9 лет воду спускать на два-три года, засевая дно хлебом, овсом, ячменем! А для

рыбного сорняка пускать щук» (Сеятели и хранители (очерки об известных агрономах, почвоведрах ...), 1992). При экологическом анализе процесса интеграции мы рассматриваем агроэкосистему и ее биоценоз, как взаимоувязанный комплекс с учетом влияния на него абиотических и биотических факторов. Рациональное управление этими экологическими звеньями, с учетом особенностей конкретной интеграции, позволяет разрабатывать интегрированную ресурсосберегающую технологию эффективного выращивания рыбы и других сельскохозяйственных объектов.

Говоря о выращивании водоплавающей птицы, академик В.И. Фисинин указывает, что «... в России надо возрождать гусеводство и утководство по мировой схеме кооперации крупных сельхозпредприятий с личными подсобными хозяйствами населения» (Фисинин В.И., 2008).

В искусственно созданном агрогидробиоценозе при выращивании рыбы, водоплавающей птицы, околородных животных и сельскохозяйственных растений, на биоценоз водоема оказывают дополнительное влияние животноводческие стоки ферм и смывы с посевов возделываемых культур.

В результате, при интеграции рыбоводства и других отраслей сельскохозяйственного производства возникает дополнительное влияние абиотических и биотических факторов на экосистему (и биоценоз) рыбоводного водоема, что сказывается на его экологии.

Таким образом, разработка интегрированных технологий в развитии аквакультуры имеет особо важное значение и широкие перспективы. При этом должна быть выработана правильная, продуманная, научно-обоснованная, учитывающая специфику конкретного региона тактика. Одновременно требуется государственная поддержка как в проведении инвестиций, так и в подготовке дипломированных специалистов данной отрасли.

#### *Список литературы*

- 1. Багров, А.М. Стратегия развития аквакультуры во внутренних водоёмах России / А.М.Багров, Г.Е.Серветник, Н.П.Новоженин // Вестник Россельхозакадемии. – 2006. - №3. – С.17 – 20.*
- 2. Доктрина продовольственной безопасности РФ. Указ президента РФ от 30 января 2010 г. № 120 «Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности РФ».*
- 3. Новоженин, Н.П. О сельскохозяйственном рыбоводстве/ Н.П.Новоженин // Научные основы сельскохозяйственного рыбоводства: состояние и перспективы развития. Сб. науч. тр./ ГНУ ВНИИР. М.: Изд-во РГАУ-МСХА им. К.А.Тимирязева, 2010. – С. 59 – 73.*
- 4. Новоженин, Н.П. Научные основы сельскохозяйственного рыбоводства: состояние и перспективы развития / Н.П.Новоженин // Научные основы сельскохозяйственного рыбоводства: состояние и перспективы развития. Сб. науч. тр./ ГНУ ВНИИР. М.: Изд-во РГАУ-МСХА им. К.А.Тимирязева, 2010. – С. 9 - 16.*

5. *Пресс – служба Министерства сельского хозяйства РФ сообщает // Агромакс., 2011. - №3. – С. 23 -47.*
6. **Савушкина, С.И.** *Использование низкобелкового кормления рыб в условиях интегрированной технологии / С.И.Савушкина, И.А.Алимов, Н.К.Шульгина // Развитие аквакультуры в регионах: проблемы и возможности / ГНУ ВНИИР Россельхозакадемии. М.: Изд-во РГАУ-МСХА им. К.А.Тимирязева, 2011. – С. 167 - 174.*
7. **Серветник, Г.Е.** *О развитии сельскохозяйственного рыбоводства в России / Г.Е.Серветник // Научные основы сельскохозяйственного рыбоводства: состояние и перспективы развития. Сб. науч. тр./ ГНУ ВНИИР. М.: Изд-во РГАУ-МСХА им. К.А.Тимирязева, 2010. – С. 23 - 47.*
8. **Серветник, Г.Е.** *Сельскохозяйственное рыбоводство – состояние, задачи и научное обеспечение / Г.Е.Серветник // Научные основы сельскохозяйственного рыбоводства: состояние и перспективы развития. Сб. науч. тр./ ГНУ ВНИИР. М.: Изд-во РГАУ-МСХА им. К.А.Тимирязева, 2010. – С. 17 - 23.*
9. **Серветник, Г.Е.** *Пути освоения сельскохозяйственных водоёмов / Г.Е.Серветник. – М.: Изд-во Колос, 2004. – 130 с.*
10. **Серветник, Г.Е.** *ВНИИ ирригационного рыбоводства / Г.Е.Серветник, Н.П.Новоженин // Рыбоводство. – 2006. - №2. – С. 22 – 23.*
11. *Сеятели и хранители (очерки об известных агрономах, почвоведрах...). Кн.1. М.: «Современник», 1992. – С. 58.*
12. **Склярков, В.Я.** *Резервы развития аквакультуры юга России / В.Я.Склярков, Л.Г.Бондаренко // Развитие аквакультуры в регионах: проблемы и возможности / ГНУ ВНИИР Россельхозакадемии. М.: Изд-во РГАУ-МСХА им. К.А.Тимирязева, 2011. – С. 42 - 45.*
13. *Стратегия развития аквакультуры в РФ на период до 2020 года. – МСХ РФ, 2007. – 32 с.*
14. **Фисинин, В.И.** *Интегрированное развитие яичного и мясного птицеводства России / В.И.Фисинин // Достижения науки и техники АПК.- 2008. - № 10. – С. 9 – 12.*

# **ПОБОЧНЫЕ ПРОДУКТЫ ПЕРЕРАБОТКИ ГОРОХА КАК ИСТОЧНИК БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ДЛЯ ОБОГАЩЕНИЯ МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ**

**Никифорова Т.А., Пономарев С.Г., Куликов Д.А.  
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург**

Создание обогащенных продуктов питания, содержащих значительное количество незаменимых макро- и микронутриентов с целью улучшения состояния здоровья населения, а также для профилактики заболеваний, является важной задачей. Решение этой задачи возможно путем расширения использования побочных продуктов переработки зерна, богатых пищевыми и биологически активными веществами.

С этих позиций перспективным сырьем для обогащения мучных кондитерских изделий могут стать побочные продукты переработки гороха.

При переработки гороха в крупу в качестве побочного продукта образуется мучка. Гороховая мучка представляет собой высококачественное сырье, поскольку при переработке гороха в крупу в мучку попадают ценные для человека анатомические части - росток и зародыш.

Комплексным исследованием химического состава гороховой мучки установлено, содержания белка в ней составляет - 20,2-25,5 %, жира – 11,2-14,1 %, крахмала – 33,6-35,1 %, пищевых волокон – 9,2-14,2 %. Зольность мучки составляет 3,1-4,5 %.

Полученные данные свидетельствуют о том, что гороховая мучка является продуктом с высокой пищевой ценностью.

Одним из показателей, определяющих биологическую ценность зерна гороха и продуктов его переработки, является аминокислотный состав белков. В связи с этим, был исследован аминокислотный состав белков гороховой мучки и зерна гороха. Проведенные исследования аминокислотного состава позволили установить, что по сумме незаменимых аминокислот гороховая мучка превосходит целое зерно гороха. Гороховая мучка богата лизином, метионином и цистеином. На основании полученных данных можно сделать вывод о том, что белковый комплекс гороховой мучки с точки зрения содержания незаменимых аминокислот более полноценен, чем белок гороха.

Проведенные исследования аминокислотного состава позволили установить, что гороховая мучка по содержанию лизина, метионина и цистеина превосходит зерно гороха.

Биологическая эффективность липидов определяется качественным и количественным составом жирных кислот. В связи с этим был исследован жирнокислотный состав липидов гороховой мучки. Как показали исследования, липидный комплекс гороховой мучки широко представлен пальмитиновой, олеиновой, линолевой жирными кислотами и носит ненасыщенный характер. Линолевая кислота является главным представителем жирных кислот, количество которой в гороховой мучке составляет 36,84 %. Гороховая мучка содержит полиненасыщенную жирную кислоту  $\omega$ -3 (4%).

Были проведены исследования по определению содержания и состава стерина в гороховой мучке (таблица 3).

Таблица 3 - Содержание и состав стерина в гороховой мучке

Стерины	Содержание стерина, % от суммы
Холестерин	2,95
Кампастерин	11,83
Стигмастерин	4,66
$\beta$ -ситостерин	73,21
$\beta$ -амирин	7,35

Основным представителем стерина гороховой мучки является  $\beta$ -ситостерин, обладающий наиболее высокой биологической активностью.

Углеводы служат основным источником энергии, поэтому их качественный и количественный состав во много сказывается на питательной и энергетической ценности получаемого продукта. В гороховой мучке углеводы представлены главным образом крахмалом. Исследования показали, что в гороховой мучке помимо крахмала содержатся сахара. Основными сахарами гороховой мучки являются: невосстанавливающий тетрасахарид стахиоза (2,6 %), дисахарид сахароза (0,5 %) и трисахарид рафиноза (0,7 %).

Кроме того, углеводы гороховой мучки представлены растворимой клетчаткой, гемицеллюлозами и пентозанами, входящими в состав семенных оболочек, клеточных стенок и попадающими в мучку в процессе переработки зерна в крупу.

В работе был изучен минеральный состав гороховой мучки. Как показали исследования, гороховая мучка содержит в своем составе калий (1010,0 мг/100 г), кальций (131,0 мг/100 г), марганец (110,0 мг/100 г), а также фосфор (288,0 мг/100 г), железо (10,4 мг/100 г) и цинк (31,8 мг/100 г). Минеральный комплекс гороховой мучки является сбалансированным.

Витамины важнейший компонент в рационе питания. В процессе шелушения гороха значительная часть биологически активных веществ переходит в побочные продукты, большей частью в мучку. Было исследовано содержание витаминов в гороховой мучке.

Проведенные исследования показали, что гороховая мучка содержит в своем составе важнейшие витамины, такие как В<sub>1</sub> в количестве 1,44 мг/100 г, В<sub>2</sub> – 0,31 мг/100 г, В<sub>6</sub> – 0,60 мг/100 г, РР – 6,20 мг/100 г, Е – 8,14 мг/100 г, а также каротиноиды – 0,40 мг/100 г.

Флавоноиды называют «натуральными биологическими модификаторами реакции» из-за их способности изменять реакцию организма человека на другие вещества, такие как аллергены, вирусы и канцерогены. Об этом говорят их противовоспалительные, антиаллергические, противовирусные и противоопухолевые свойства. Методом тонкослойной хроматографии в гороховой мучке были выделены рутин, гиперозид и витексин (таблица 2).

Таблица 2 - Содержание флавоноидов в гороховой мучке

Флавоноиды	Содержание флавоноидов, %
Рутин	0,43
Гиперозид	0,04
Витексин	0,03

В связи с перспективой использования гороховой мучки в качестве сырья для пищевой промышленности была проведена оценка ее санитарно-гигиенического состояния. Исследовали содержание пестицидов, микотоксинов, радионуклидов и токсичных элементов в ней. Оценка безопасности гороховой мучки показала, что она соответствует требованиям СанПиН 2.3.2.1078-01.

Однако, применение продуктов переработки гороха ограничено ввиду присутствия в них антипитательных веществ и необходимостью дополнительной обработки. Современными исследованиями установлено, что наиболее ярко выраженным антипитательным фактором в горохе является наличие ингибиторов трипсина.

В ходе эксперимента установлено, что активность ингибиторов трипсина гороховой мучки составляет 3,86 мг/г. В связи с тем, что ингибиторы трипсина гороховой мучки снижают ее биологическую ценность, было исследовано влияние методов обработки (гранулирование, экструдирование, ИК-обработка) на изменение активности ингибиторов трипсина.

Гранулирование гороховой мучки осуществляли на агрегате Б6-ДГВ А. В процессе испытаний использовали матрицы с размером отверстий 12,7 мм. Режимы обработки: давление пара  $2 \cdot 10^5$  Па, при  $T=140^\circ\text{C}$ . Температура гранул на выходе из пресса  $80-85^\circ\text{C}$ . Установлено, что гранулирование гороховой мучки снижает активность ингибиторов трипсина до 2,7-2,9 мг/г. Проведенные исследования показали, что данный вид обработки позволяет стабилизировать качество гороховой мучки при хранении. Так, за три месяца хранения кислотное число гранулированной гороховой мучки изменилось с 7,2 до 23,2 мг КОН.

В процессе экструдирования гороховую мучку увлажняли до 14-16%. Опытные образцы экструдированной мучки были получены на лабораторном экструдере (частота вращения рабочего вала 93 об/мин, температура обработки  $140^\circ\text{C}$ ). Результаты эксперимента свидетельствовали о снижении активности ингибиторов трипсина до 1,7-2,1 мг/г. Установлено, что экструдирование гороховой мучки также позволяет стабилизировать ее качество при хранении. Кислотное число экструдированной гороховой мучки за три месяца хранения составило 20,8 мг КОН.

Проводили исследование влияния ИК-обработки гороховой мучки с последующим темперированием в теплоизоляционном бункере на активность ингибиторов трипсина. Обработку ИК-излучением осуществляли на лабораторной установке, в которой использовали лампы КГТ 220-1000 с плотностью лучистого потока  $36 \text{ кВт/м}^2$ . Продолжительность обработки составляла от 50 до 90 секунд, конечная температура обработки от  $80$  до  $160^\circ\text{C}$ . Установлены оптимальные параметры ИК-обработки гороховой мучки с

последующим темперированием: продолжительность ИК-нагрева и темпериования – 70 секунд и 10 минут соответственно. Данный вид обработки позволяет снизить активность ингибиторов трипсина в гороховой мучке до 0,05-0,07 мг/г. Кроме того, удалось стабилизировать рост кислотного числа при хранении. За три месяца хранения кислотное число липидов ИК-обработанной гороховой мучки составило 18,6 мг КОН.

Таким образом, наиболее эффективным способом обработки для снижения активности ингибиторов трипсина является ИК-обработка гороховой мучки с последующим темперированием в теплоизоляционном бункере.

В связи с высокой пищевой и биологической ценностью гороховой мучки была исследована возможность использования ее при производстве сахарного печенья.

В опытных образцах сахарного печенья пшеничную муку в стандартной рецептуре частично заменяли гороховой мучкой, подвергнутой ИК-обработке с последующим темперированием. Дозировку гороховой мучки варьировали в интервале от 5 до 30%. Пробные лабораторные выпечки проводили по стандартной методике.

В ходе эксперимента установлено, что введение гороховой мучки в качестве компонента для производства сахарного печенья в количестве от 5 до 25% (взамен муки 1-го сорта), а также снижение в рецептуре количества маргарина на 9% не изменяет физико-химических и органолептических показателей качества печенья по сравнению с контрольными образцами.

На основе проведенных исследований разработана рецептура на сахарное печенье «Богатырское» с использованием в качестве компонента гороховой мучки.

Анализ полученных результатов показал, что обогащение сахарного печенья гороховой мучкой до 25% приводит к увеличению содержания в нем белка на 42,0% и снижению калорийности на 4,1% по сравнению с контрольным образцом.

Содержание каротиноидов в сахарном печенье «Богатырское» по сравнению с контролем увеличилось в 3 раза, витаминов В<sub>6</sub> - в 1,4 раза, РР - в 3,5 раз.

Установлено, что по сравнению с контрольным образцом содержание фосфора, магния, кальция и калия выросло в 2,6, 1,3, 3 и 1,7 раза соответственно. Количество железа в сахарном печенье «Богатырское» увеличилось в 3 раза.

Таким образом, введение гороховой мучки в качестве рецептурного компонента сахарного печенья позволяет увеличить содержание белка, витаминов, пищевых волокон и минеральных веществ в нем, а также снизить его калорийность.

## **ПОВЫШЕНИЕ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ ХЛЕБА**

**Никифорова Т. А., Куликов Д.А., Пономарев С.Г.  
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург**

Научно обоснованное питание предусматривает обеспечение человеческого организма определенным количеством углеводов, белков, жиров, минеральных веществ и витаминов.

В последнее время проблема повышения пищевой ценности хлеба стала актуальной.

В нашей стране и за рубежом широко применяется обогащение хлебобулочных изделий физиологически необходимыми веществами за счет нетрадиционного сырья зерновых культур. Высокоценным натуральным обогатителем хлеба является овсяная мучка.

Овсяная мучка – побочный продукт переработки овса. Согласно проведенным исследованиям химического состава овсяная мучка, по сравнению с пшеничной мукой, обладает более высокой пищевой ценностью. В мучке содержится больше белка (до 16,4 %), жира (до 14,8 %), минеральных веществ, среди которых преобладают калий, кальций, железо, фосфор. Также значительно содержание витаминов группы В, Е и каротиноидов.

Проведенные исследования показали, что овсяная мучка является богатейшим источником пищевых волокон, которые представлены в основном растворимой клетчаткой –  $\beta$  - глюканом (до 15 %). Известно, что  $\beta$  - глюканы обладают ярко выраженными иммуномодулирующими и радиопротекторными свойствами.

Овсяная мучка содержит до 5 % пентозанов, которые образуют слизи и намного меньше возбуждают желудочную секрецию, не вызывают значительной перистальтики кишечника, что может быть использовано в диетологии при лечении больных с хроническими заболеваниями желудка и кишечника.

Цель данного исследования состояла в изучении возможности использования овсяной мучки в технологии хлебобулочных изделий.

Для реализации данной цели изучали влияние различных дозировок овсяной мучки на качество хлеба, изготовленного из муки пшеничной высшего сорта, анализировали влияние дополнительных компонентов, вносимых в рецептуру хлеба из смеси пшеничной муки и овсяной мучки.

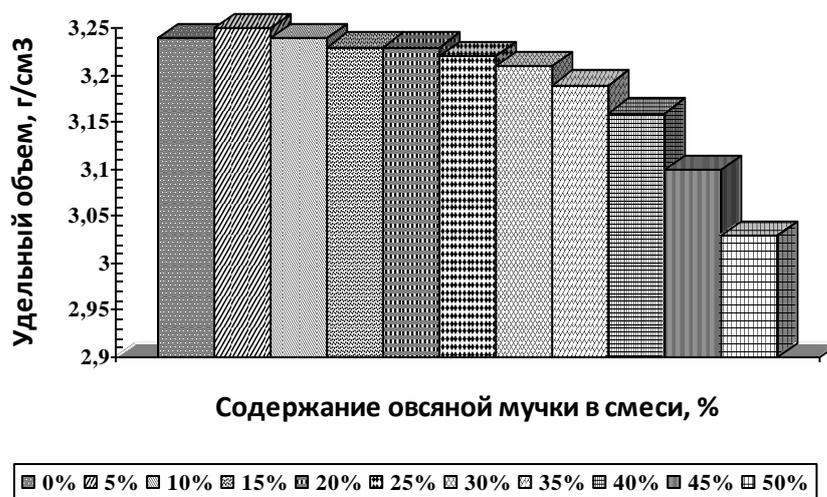
Изучение влияния овсяной мучки на качество хлеба осуществляли посредством лабораторных выпечек. Для лабораторных выпечек готовили смеси из пшеничной муки высшего сорта и овсяной мучки в соотношении от 95:5 % до 50:50 % соответственно.

Тесто для хлеба готовили безопасным способом. Контролем в эксперименте служили образцы без добавления овсяной мучки. Овсяную мучку перед внесением в тесто измельчали до 150-200 мкм.

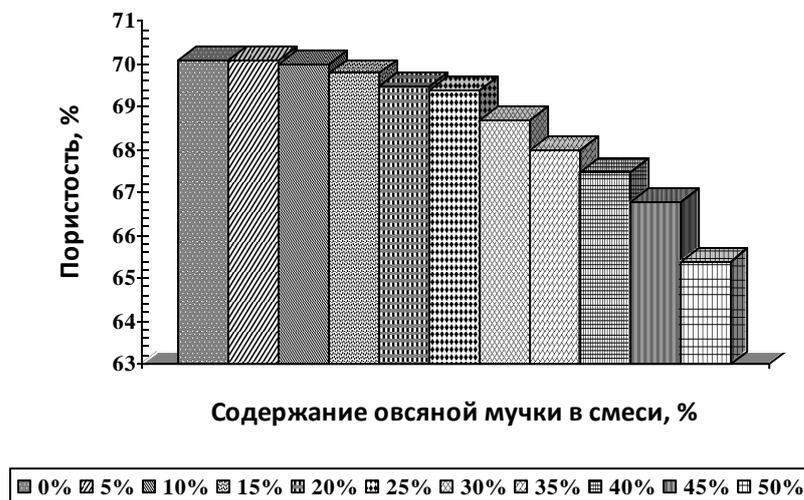
У готовых изделий оценивали такие показатели как удельный объем, пористость, кислотность. Органолептическую оценку осуществляли по системе балловых оценок.

Результаты исследования, представленные на рисунке 1, показывают, что овсяная мука влияет на удельный объем и пористость хлеба, приготовленного из смеси пшеничной муки высшего сорта и овсяной муки.

Было установлено, что овсяная мука не оказывает существенного влияния на показатель кислотности хлеба. Так, кислотность образца хлеба с массовой долей овсяной муки 50 % увеличилась по сравнению с контролем с 3,0 град до 3,3 град.



а)



б)

Рисунок 1 – Влияние овсяной муки на удельный объем (а) и на пористость (б) хлеба

Интенсивность изменения этих показателей обусловлена массовой долей муки в тесте. Так, внесение овсяной муки в смесь в количестве от 5 до 10 % не оказывало существенного влияния на качество хлеба по сравнению с

контрольным образцом. Увеличение массовой доли мучки в смеси с 15 до 30 % положительно влияло на качество готового хлеба, так органолептические показатели хлеба были наилучшими по сравнению с контрольной пробой (рисунок 2). Суммарная балловая оценка образца хлеба, содержащего 30 % овсяной мучки, на 2,3 % выше, чем у контрольного образца.

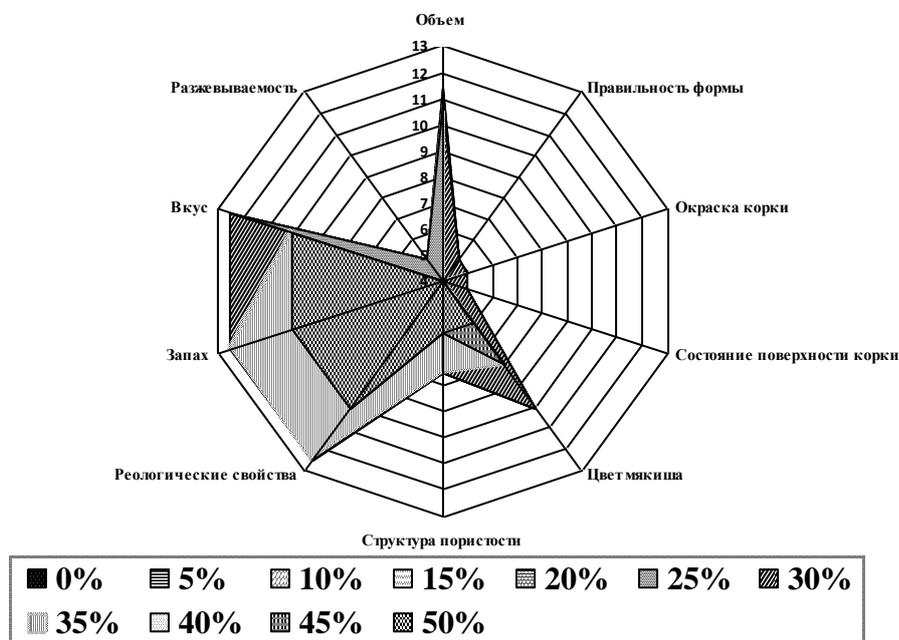


Рисунок 2 – Балловая оценка показателей качества хлеба

В процессе лабораторных выпечек хлеба из смеси пшеничной муки и овсяной мучки изучали влияние дополнительных рецептурных компонентов (сахара).

Анализ полученных данных позволяет сделать вывод о том, что внесение в рецептуру 1,5 % сахара к массе смеси положительно влияет на показатели качества хлеба. Удельный объем увеличился от 2 до 11 %, а пористость выпеченных образцов хлеба с добавлением сахара увеличивалась от 1 до 7 %.

Очевидно, сахар положительно воздействует на процессы газообразования и спиртового брожения в тесте, вследствие чего улучшаются показатели удельного объема и пористости.

Таким образом, проведенные исследования позволяют заключить возможность использования овсяной мучки в хлебопечении. Использование овсяной мучки в количестве 30 % позволяет увеличить содержание витаминов в хлебе ( $B_1$  – на 14,3 %,  $B_2$  – на 40 %, PP – на 14,2 %, E – в 3,5 раза), а также содержание пищевых волокон в 2,2 раза.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОКОНТАКТНОГО ПРОГРЕВА ДЛЯ ВЫПЕЧКИ БИСКВИТНОГО ПОЛУФАБРИКАТА**

**Ребезов М.Б., Попов В.П., Сидоренко Г.А., Биктимирова Г.И.  
Южноуральский государственный университет, г. Челябинск  
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург**

Бисквитный полуфабрикат, обладающий пышной, мелкопористой, эластичной структурой, получают путем сбивания меланжа и сахарного песка (при этом объем массы увеличивается в 2,5-3 раза) и последующего быстрого смешивания с мукой. Кратковременный замес способствует тому, что клейковина не успевает развить свои упругие свойства и тесто получается мягкой консистенции. Относительная плотность теста должна быть 0,45-0,5, влажность 36-38 %. Приготовленное тесто сразу должно быть отформовано (разлито в капсулы), после чего его выпекают. Традиционно бисквитный полуфабрикат выпекают радиационно-конвективным (РК) способом при температуре около 200 °С. После выпечки бисквитный полуфабрикат охлаждают (20-30 мин), вынимают из форм и подвергают выстойке в цехе. Выстойка необходима для того, чтобы исключить сминание заготовок при резке и размокание с потерей формы при пропитывании сиропом. Влажность готового бисквитного полуфабриката 22-27%.

В настоящее время кроме традиционной РК выпечки известны другие способы прогрева, отличающиеся характером теплового воздействия на тестовую заготовку и получаемыми при этом продуктами.

С точки зрения подвода или генерации тепла, вызывающего прогрев теста-хлеба, все известные способы выпечки можно классифицировать следующим образом [1]:

- Способы, при которых тепло к выпекаемому тесту-хлебу подводится извне:

- 1) РК-выпечка в обычных хлебопекарных печах;
- 2) выпечка в печах с генераторами инфракрасного (ИК) излучения;
- 3) выпечка в замкнутых камерах в атмосфере пара.

- Способы, при которых тепло выделяется в массе прогреваемой тестовой заготовки:

- 1) выпечка с применением электроконтактного прогрева (ЭК-выпечка);
- 2) выпечка в электрическом поле токов высокой и сверхвысокой частоты (ВЧ и СВЧ-выпечка).

- Способы выпечки с комбинированным прогревом выпекаемой тестовой заготовки:

- 1) выпечка с одновременным ВЧ и ИК прогревом тестовой заготовки;
- 2) выпечка с последовательным прогревом - сначала ВЧ и затем ИК-способами;
- 3) выпечка с одновременным ЭК и ИК прогревом;

4) выпечка с последовательным прогревом – сначала ЭК и затем ИК способами.

При традиционной РК-выпечке применяют печи, в которых тепло выпекаемому тесту-хлебу передается, в основном, термоизлучением и конвекцией (при температуре теплоотдающих поверхностей 300-400 °С и среды пекарной камеры 200-250 °С).

РК-выпечка сопровождается целым комплексом процессов – физических, микробиологических, коллоидно-химических и биохимических.

Основным, определяющим все остальные процессы и изменения, является прогрев тестовой заготовки. Прогрев тестовых заготовок при традиционной РК-выпечке начинается с поверхности и углубляется в процессе выпечки к центру изделия. При этом все процессы, характерные для выпечки происходят не одновременно во всей массе изделия, а послойно, по мере его прогрева. К концу выпечки температура в центре мякиша приближается к 100 °С, причем слои, граничащие с поверхностью имеют более высокую температуру (около 160-180 °С).

Следует отметить некоторые особенности процессов и изменений, происходящих в корке и существенно влияющих на качество получаемых изделий. Это связано с более быстрым прогревом и более высокой температурой поверхностных слоев выпекаемой заготовки.

Под воздействием высоких температур в корке (как в наиболее горячем слое) протекает реакция меланоидинообразования, определяющая интенсивность окраски хлеба. Придавая готовому изделию привлекательный вид данная реакция неблагоприятно сказывается на его пищевой ценности за счет расходования на нее аминокислот [1,2].

Снижение пищевой ценности хлеба в процессе выпечки происходит также и за счет термического разрушения витаминов [1,4,5].

Анализируя влияние традиционного способа выпечки на пищевую ценность готовых изделий, Скурихин И.М. [4] отмечает, что в процессе выпечки связывается до 25 % белков, витаминов, аминокислот, снижается активность ферментов и многих биологически активных соединений. Кроме того, высокая температура корки хлеба способствует накоплению в ней продуктов полимеризации жиров, полициклических ароматических углеводов, различных окисных веществ. Особое внимание Скурихин И.М. обращает на образование наиболее нежелательного представителя полициклических углеводов – бенз- $\alpha$ -пирена. Бенз- $\alpha$ -пирен является сильным канцерогеном и относится к веществам, способствующим развитию онкологических заболеваний. В корке он может накапливаться до 0,5 мкг/кг.

Потребление неусвояемых организмом соединений, накапливающихся в поджаренной корке, может вызвать механическое раздражение стенок желудка. Поэтому не рекомендуется злоупотреблять поджаренными продуктами, а людям с заболеваниями желудочно-кишечного тракта следует избегать их. Определенный интерес, в связи с этим, приобретают способы выпечки, при которых не образуется традиционной корки, такие как ЭК, ВЧ и СВЧ.

Нетрадиционные способы выпечки позволяют изменить характер теплового воздействия на выпекаемую тестовую заготовку.

При выпечке в печах с генераторами ИК излучения тестовая заготовка подвергается воздействию относительно коротких волн электромагнитных колебаний (максимум длины волны излучения 1,0-3,0 мкм). Для этого вида излучения характерна способность проникновения в поверхностный слой прогреваемой тестовой заготовки тем большая, чем меньше максимум длины волны ИК-излучателя. Поэтому тепло ИК-излучения воспринимается не только поверхностью тестовой заготовки, но и слоем толщиной несколько миллиметров. Это обуславливает значительно более быстрый прогрев тестовой заготовки при ИК-выпечке и в связи с этим резкое сокращение длительности процесса выпечки. Как отмечают Ильясов С.Г., Шомурадов Т.Ш. [6], с этой точки зрения, ИК-выпечка особенно эффективна для мелкоштучных и тонкослойных изделий.

Другие нетрадиционные способы выпечки позволяют получить готовый продукт, не имеющий на поверхности традиционной корки.

Одним из способов получения бескоркового мякиша является выпечка его в атмосфере пара, рассмотренная в работах Ауэрмана Л.Я., Rubenthaler G.L., Huang S.D. и др. [1,7]. Для выпечки таких изделий применяются специальные камеры с герметично закрывающимися дверцами. В эти камеры закатывают вагонетку с формами, заполненными расстоявшимися тестовыми заготовками, и после закрытия дверец впускают в камеру насыщенный пар под небольшим избыточным давлением. Таким образом, температура паро-воздушной среды в такой «пекарной» камере около 100 °С. Следствием этого является значительно более медленный прогрев тестовых заготовок, соответственно удлиненное время «выпечки» (в зависимости от массы тестовых заготовок, их вида и назначения может достигать 12-20 часов и более), приводящее к разрушению нетермостойких биологически активных веществ.

В работах Селягина В.Г., Данилова А.М. и др. [8, 9] рассмотрен более быстрый способ получения из теста бескоркового мякиша путем его выпечки с использованием токов ВЧ. Тесто, помещенное в электрическое поле токов ВЧ (10-30 кГц) нагревается, тепло при этом способе энергоподвода выделяется во всем объеме тестовой заготовки. Прогрев тестовых заготовок при ВЧ-выпечке происходит на 25-40 % быстрее, чем при обычной РК. Объем получаемых изделий вследствие отсутствия корки увеличивается в течение всего периода выпечки и поэтому на 10-15 % больше обычного.

В последнее время для особо быстрого прогрева пищевых продуктов начал применяться и СВЧ-прогрев в поле электромагнитных колебаний частотой 2300-2500 кГц и длиной волны 12-13 см. Однако при данном способе выпечки наблюдается образование очагов повышенной магнитной напряженности, которые приводят к неравномерному прогреву и образованию поджаренных слоев внутри мякиша.

Джабраилов А.Д., Долидзе Г.В. и др. [10] отмечают, что самым быстрым способом получения бескоркового мякиша является ЭК-выпечка.

Процесс ЭК-выпечки осуществляется следующим образом: тестовая заготовка помещается между двумя пластинами из нержавеющей стали, являющимися электродами, включаемыми на время выпечки в сеть переменного тока. При действии электрического тока в тестовой заготовке выделяется тепло и формируется мякиш без образования традиционной корки. ЭК-прогрев тестовой заготовки происходит быстро и практически равномерно во всей выпекаемой массе. Процесс ЭК-выпечки завершается достижением тестом-мякишем температуры около 100 °С и протекает во много раз быстрее, чем при традиционной выпечки.

Отсутствие традиционной корки повышает пищевую ценность получаемого продукта за счет снижения активности реакции меланоидинообразования, содержания продуктов полимеризации жиров, окисных веществ, полициклических ароматических углеводородов (в том числе канцерогена – бенз- $\alpha$ -пирена), неусваиваемых организмом соединений, которые могут вызвать механическое раздражение стенок желудка, неблагоприятно сказывающееся на состоянии желудочно-кишечного тракта человека [1-4]. Еще одним достоинством ЭК-способа выпечки хлеба является более низкое температурное воздействие на тестовую заготовку, что приводит к большей сохранности витаминов [5].

Таким образом, ЭК-прогрев представляет интерес как наиболее интенсивный способ выпечки, позволяющий минимизировать потерю полезных свойств сырья и получить продукт повышенной пищевой ценности.

Значительный вклад в изучение особенностей ЭК-выпечки хлеба внесли выдающиеся отечественные и зарубежные ученые: Ауэрман Л.Я., Островский Я.Г., Гинзбург А.С., Baker J.C., Mize M.D. и др.

Исследование особенностей ЭК-прогрева проводились для выпечки хлебобулочных изделий из различных сортов и видов муки. Сведений о применении ЭК-прогрева для выпечки тестовых полуфабрикатов кондитерского производства нами не обнаружено.

В связи с этим представляет интерес исследование возможности применения ЭК-прогрева для выпечки тестовых полуфабрикатов кондитерского производства, в частности бисквитного теста.

Для проведения экспериментов использовалась установка для ЭК-прогрева, разработанная на кафедре «Пищевая биотехнология» ОГУ. Установка представляет собой специальную форму с изменяемым объемом, изготовленную из неэлектропроводного термостойкого материала. На внутренних поверхностях двух противоположных стенок формы установлены пластины из нержавеющей стали, являющиеся электродами, включаемыми на время выпечки в сеть переменного тока с возможностью регулирования подводимого напряжения. Установка снабжена приборами для измерения силы тока, напряжения и температуры тестовой заготовки в процессе выпечки.

Тесто для бисквитного полуфабриката было приготовлено по традиционной технологии. Выпечку бисквитного полуфабриката осуществляли традиционным РК и ЭК-способами. Анализ полученных изделий показал, что бисквитный полуфабрикат, выпеченный ЭК-способом отличался более высокой

и равномерной пористостью и более устойчивой структурой, что позволяет максимально уменьшить последующую выстойку бисквита.

Таким образом была установлена возможность применения ЭК-прогрева для выпечки бисквитного теста и целесообразность его использования для повышения величины и равномерности пористости и сокращения времени выстойки бисквита.

#### *Литература:*

1. Ауэрман Л.Я. *Технология хлебопекарного производства.* – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 415 с.
2. Пономарева А.Н. *Участие свободных аминокислот в реакции меланоидинообразования при изготовлении хлеба: Дис. ... канд. биол. наук.* – М., 1964. – 272 с.
3. Кретович В.Л., Токарева Р.Р. *Проблемы пищевой полноценности хлеба.* – М.: Наука, 1978. – 250 с.
4. Скурихин И.М., Нечаев А.П. *Все о пище с точки зрения химика.* – М.: Высшая школа, 1991. – 288 с.
5. Шевелева Г.И. *Разработка способов повышения витаминной ценности хлебобулочных изделий. Дисс. ... канд. тех. наук.* – М. -1992 – 178 с.
6. Ильясов С.Г., Шомурадов Т.Ш., Киракосян Ю.Р., Панин А.С. *Выпечка узбекских лепешек в поле ИК-нагрева //Изв. вузов. Пищ. технология.* - 1988. -№ 6. - с. 50-52.
7. Rubenthaler G.L., Huang M.L. *Steamed bread. I. Chinese steamed bread formulation and interaction //Cereal Chem.* –1990. –v. 67. -№ 5. - p. 471-475.
8. Селягин В.Г., Энкина Л.С., Фихтенгольц Н.Н. *Влияние СВЧ-нагрева на качество пшеничного хлеба //Изв. вузов. Пищ. технология.* –1986. -№ 5. - с. 47-49.
9. Данилов А.М., Хачатурян Э.Е., Джангиров А.П. *Влияние СВЧ-нагрева на качество хлебобулочных изделий // Тез. докл. 6 Всес. науч.-техн. конф. «Электрофиз. методы обработки пищ. продуктов и с.-х. сырья».* -М., 1989. - с. 137-138.
10. Джабраилов А.Д., Долидзе Г.В. *Особенности тепловой обработки теста ЭК способом // Тез. докл. Всес. науч.-техн. конф. «Совершенствование технол. процессов производства нов. видов пищ. продуктов и добавок. Использование втор. сырья пищ. ресурсов».* Ч.2 /Центр. правл. всес. НТО пищ. пром-сти. – Киев, 1991. – с. 44-45.

# **КОМПЛЕКСНОЕ СРАВНЕНИЕ РЕНТГЕНОВСКИХ АППАРАТОВ РОССИЙСКОГО (МОБИРЕН-МТ) И ЗАРУБЕЖНОГО (FUJIFILM FCR GO) ПРОИЗВОДСТВА**

**Сисин Н.К., Сорокин А.Н.**

**ФГБОУ ВПО Балашовский институт (филиал) Саратовского  
государственного университета имени Н.Г.Чернышевского, Балашов**

На сегодняшней день создано огромное количество приборов, использующихся в диагностике и лечении различных заболеваний. Среди них есть как простые, которыми пользуются даже дети, так и очень сложные, созданные с использованием современных технологий. Вся эта аппаратура называется медицинской техникой.

На современном рынке огромное количество фирм, занимающихся продажей медицинской техники. В основном это фирмы-посредники. Наиболее оптимальным является приобретение медицинской техники непосредственно у производителя, минуя всех посредников. В этом случае оплачиваются дополнительно только транспортные расходы, да и цены у производителей намного ниже. Однако, не всегда удается наладить контакт с производителем и в этом случае лучше обратиться к известным фирмам — посредникам, имеющим сервисные центры в вашем городе.

Превосходство импорта над отечественной техникой на отечественном рынке в некоторых случаях связано с ее техническим превосходством, но в первую очередь с практически полным отсутствием инфраструктуры по закупке и сервисному обслуживанию медицинской техники. Однако и у импортной техники есть свои недостатки. Они связаны с техническим обслуживанием, а именно, с дорогостоящими запасными частями и сервисным обслуживанием. Все это, безусловно, отражается на качестве диагностики и лечения.

Проведем комплексное сравнение двух передвижных рентгеновских аппаратов, это поможет разобраться в том, какие же аппараты лучше приобретать и ставить в больницы. Для сравнения возьмем отечественный передвижной рентгеновский аппарат МОБИРЕН-МТ и зарубежный передвижной рентген Fujifilm FCR Go.

Сравнивать будем по следующим параметрам: мобильность и подвижность, управление, технические характеристики и преимущества аппаратов, отмеченные производителями.

## **1. Мобильность и подвижность.**

В соответствии с [1] компактность аппарата МОБИРЕН-МТ, небольшой вес и поворотные оси на передних колесах обеспечивают легкость передвижения и точность установки для выполнения исследований. Перемещение излучателя обеспечивается с помощью электропривода, что позволяет установить излучатель моноблочного исполнения на любой высоте для выполнения стандартных и специальных исследований.

Описанный в [2] аппарат Fujifilm FCR Go – это универсальный и эффективный передвижной аппарат для компьютерной рентгенографии FCR Go

благодаря приводу с двумя моторами и регулируемой скоростью движения обеспечивает высокий уровень мобильности. На передней панели аппарата находится датчик касания, который автоматически реагирует на возникшие препятствия и сразу же останавливает движение. Все это гарантирует комфортную транспортировку аппарата даже в тесных пространствах. Также перемещение устройства не вызовет беспокойства окружающих во время ночи ввиду низкого уровня производимого шума.

Телескопический штатив трубки с легкостью выдвигается и точно позиционируется в необходимое положение. Штатив обладает расширенным диапазоном перемещения, как по вертикали, так и по горизонтали, что дает возможность производить съемку на большой дистанции, сохраняя при этом качество изображения на высоком уровне. Также и рентгеновская трубка обладает возможностью перемещения по горизонтали и вертикали для установки в нужное положение даже в случае, когда штатив занимает диагональное положение.

Основная отличительная особенность этих аппаратов – это их мобильность, возможность проводить исследования пациентов с ограниченной подвижностью в лечебных учреждениях и различных нестандартных ситуациях.

Из всего выше сказанного, можно заключить, что по мобильности гораздо лучше зарубежный рентген который оснащен моторами для передвижения и множеством датчиков. Отечественный аппарат приводится в движение только посредством качения.

## 2. Управление.

В аппарате МОБИРЕН-МТ все клавиши управления и индикаторные элементы расположены на удобном и легко доступном пульте управления, на котором имеется цифровая индикация кВ, мАс и времени.

У аппарата Fujifilm FCR Go на блоке рентгеновской трубки расположена панель дистанционного управления, призванная обеспечить удобство работы. С помощью этой панели можно без труда управлять всеми функциями устройства – от позиционирования до съемки, и настройкой всех параметров экспозиции. На панели расположен регулятор для точного позиционирования аппарата, а также цифровой метр, показывающий точное расстояние между трубкой и пациентом. Для удобства работы регуляторы настройки поля облучения установлены как на передней, так и на задней панели излучателя. Это упрощает и ускоряет позиционирование, так как избавляет от необходимости поворачивать трубку при каждой операции.

В управлении более удобен Fujifilm FCR Go, который имеет огромное количество настроек, что позволяет значительно улучшить качество и удобство получения изображения.

## 3. Технические характеристики.

По данным приведенным в таблице 1 можно видеть, что американский аппарат превосходит аппарат русского производства по всем показателям. Такие показатели как мощность, анодный ток и максимальная теплоемкость анода выше в несколько раз, а это означает, что Fujifilm FCR Go позволяет получать

более точные снимки. Так же Fujifilm FCR Go потребляет в четыре раза меньше электроэнергии.

Таблица 1.

	МОБИДЕН-МТ	Fujifilm FCR Go
Генератор		
Мощность	4 кВ	15 кВ
Напряжения	40-115 кВ	40-130 кВ
Анодный ток	макс 100 мА	макс 250 мА
Рентгеновская трубка		
Номинальный размер фокусного пятна	0,4 мм	0,36 мм
Максимальная теплостойкость анода	40 тыс. тепл. ед.	140 тыс. тепл. ед.
Потребляемая мощность	не более 4,5 кВА	1 кВА

#### 4. Преимущества аппаратов.

В Fujifilm FCR Go легкие и прочные IP-кассеты разного размера, позволяют сделать работу рентгенолога более простой в тесной обстановке, например, при съемке в палате непосредственно у кровати пациента.

Резервное питание для дополнительных экспозиций позволяет системе при малом заряде аккумулятора сделать еще примерно десять экспозиций. При этом светодиодный индикатор предупреждает о том, что аккумулятор практически разряжен.

Технология Image Intelligence – уникальная технология обработки изображений, созданная компанией Fujifilm, которая в результате анализа рентгеновских изображений и автоматической коррекции их плотности и контрастности повышает точность и эффективность диагностики.

Распознавание параметров экспозиции: автоматическая оптимизация плотности и контрастности рентгеновских изображений.

Обработка шкалы серого: оптимизация шкалы для различных анатомических областей в соответствии с диагностической задачей.

Технология сжатия динамического диапазона: оптимизация контрастности с целью создания изображения, соответствующего фактической полученной информации.

Многочастотная обработка: создание более четких изображений путем одновременного применения алгоритма подчеркивания контуров к темным и светлым областям и к окружающим мягким тканям.

Гибкое подавление шума: подавление шума изображений для повышения их качества.

Ввод сведений о пациенте: возможность вводить сведения о пациенте с помощью сенсорного экрана. Параметры экспозиции устанавливаются на панели управления рентгеновским излучением путем выбора соответствующего меню на панели консоли оператора.

Установка окончательных параметров экспозиции и позиционирования аппарата с помощью панели дистанционного управления, расположенной на рентгеновском излучателе.

Благодаря высокой мощности и небольшому размеру фокусного пятна аппарат позволяет получать четкие изображения при малом времени экспозиции. Во время рентгеновской съемки на аппарате горит зеленый индикатор, который хорошо виден даже издалека

Возможность использования IP-кассеты повторно, что позволяет не возить с собой большое количество запасных кассет.

Передача изображений: считанные изображения передаются из устройства обработки в больничную сеть по беспроводному каналу связи. Кроме того, изображения можно передать на консоль CR Console на USB-носителе.

В МОБИРЕН-МТ подвижная часть штатива обеспечивает излучателю моноблочного исполнения любой угол наклона, необходимый для проведения стандартных и специальных исследований.

На неподвижной части штатива размещен пульт управления аппарата и рентгенозащитный контейнер для хранения всех типоразмеров рентгеновских кассет, используемых в рентгенографии.

Гармоничное сочетание диагностических возможностей, конструкции, простоты в эксплуатации, мобильность – делают этот аппарат незаменимым в больницах, травматологических пунктах и в различных нестандартных условиях.

Подведем итоги: превосходство импорта над отечественной техникой на отечественном рынке в некоторых случаях связано с ее техническим превосходством, но в первую очередь оно обусловлено практически полным отсутствием инфраструктуры по закупке и сервисному обслуживанию медицинской техники. У импортной техники есть свои недостатки. Они связаны с техническим обслуживанием: дорогостоящими запасными частями и сервисным обслуживанием.

### *Список литературы*

- 1. Компьютерная рентгенография МОБИРЕН-МТ [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа : <http://www.svk-spb.ru/index.php?productID=137>*
- 2. Компьютерная рентгенография FUJI FCR Go [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа : [http://www.fujifilm.ru/assets/files/249/XB\\_868E\\_FCR\\_Go\\_RUS\\_4pg\\_210x280mm\\_for\\_print.pdf](http://www.fujifilm.ru/assets/files/249/XB_868E_FCR_Go_RUS_4pg_210x280mm_for_print.pdf)*

## **РОЛЬ ПРИКЛАДНОЙ БИОТЕХНОЛОГИИ И ИНЖЕНЕРИИ В РАЗВИТИИ ИННОВАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА РЕГИОНА**

**Студяникова М.А.  
ОГУ, г. Оренбург**

Качество питания напрямую связано со здоровьем человека и его иммунитетом. Пищевой фактор играет важную роль не только в профилактике, но и в лечении многих заболеваний. Для нормального роста, развития и поддержания жизнедеятельности организму необходимы белки, жиры, углеводы, витамины и минеральные соли в нужном ему количестве.

Неправильное питание является одной из главных причин возникновения сердечно-сосудистых заболеваний, заболеваний органов пищеварения, болезней, связанных с нарушением обмена веществ, поражение сердечно-сосудистой, дыхательной, пищеварительной и других систем, резко понижается трудоспособность и устойчивость к заболеваниям, сокращающая продолжительность жизни в среднем на 8-10 лет.

В натуральных продуктах многие биологически активные вещества обнаруживаются в равных, а иногда и в более высоких концентрациях, чем в применяемых лекарственных средствах. Вот почему с древнейших времен многие продукты, в первую очередь овощи, фрукты, семена, зелень, применяют при лечении различных болезней.

Многие продукты питания оказывают бактерицидные действия, подавляя рост и развитие различных микроорганизмов. Так, яблочный сок задерживает развитие стафилококка, сок граната подавляет рост сальмонелл, сок клюквы активен в отношении различных кишечных, гнилостных и других микроорганизмов. Всем известны антимикробные свойства лука, чеснока и других продуктов. Поэтому сегодня в мире остро встал вопрос об экологической чистоте пищи.

К основным рискам промышленного возделывания ГМ-культур относятся:

- управление переносом генов из ГМ-культур в сорта традиционной селекции;

- управление практически неконтролируемым распространением ГМ-культур за пределы ---разрешенных для их посевов площадей;

- правильные оценка и планирование ротации ГМ-культур;

- контроль биологической полноценности и безопасности урожая ГМ-культур;

- межтерриториальные и межгосударственные потоки семян ГМ-культур

В сортах, создаваемых традиционными методами, создаваемая устойчивость соотносится с другими ее типами и, соответственно, может регулироваться. В случае ГМ - культур это невозможно. Эта опасность может оказаться очень большой при создании сортов ГМ-культур, высоко устойчивых к одной болезни. При доминировании в агроценозе они будут создавать сильное давление отбора в пользу штаммов патогенов, преодолевающих устойчивость.

При замедленной сортосмене это будет приводить к сильнейшим эпифитотиям и панфитотиям, поскольку во всех странах будут генетически однородные ГМ сорта определенной культуры.

Эта закономерность справедлива для всех ГМ-культур, устойчивых к гербицидам, вредителям и болезням. В 1995 г. правительство США разрешило коммерческое использование Bt-защищенных культур при условии неукоснительного соблюдения стратегии сдерживания развития рези-стентности вредителей к Bt-токсинам. Следует также учитывать, что гены, отвечающие за синтез Bt-токсинов у ГМ-культур, могут встраиваться в геномы бактерий *E. coli* и *B. subtilis*, составляющих основу микрофлоры желудка человека, сельскохозяйственных животных и птиц.

В результате такой генетической трансформации эти микроорганизмы могут производить токсины, разрушающие слизистую желудка.

ГМ-культуры, обладающие комплексной устойчивостью к вредителям и гербицидам, имеют все недостатки ГМ-культур с одним типом устойчивости и могут стать источником возникновения рас вредителей и штаммов фитопатогенов с перекрестной устойчивостью.

Это тем более вероятно, что все типы ГМ-культур, поражаются болезнями и вредителями (кроме целевых), как и традиционные сорта.

Спектр устойчивости ГМ-культур к фитопатогенам не шире, чем у традиционных сортов. В то же время, если для последних мы можем спрогнозировать долговременные последствия их устойчивости к отдельным видам фитопатогенов и быстро реагировать на экстремальные ситуации, то для ГМ-культур это невозможно.

Другими словами, возделывание трансгенных культур не освобождает от проведения химической борьбы с вредителями и болезнями, но эта область почти не изучена.

Непредсказуема фитопатологическая ситуация при возделывании ГМ-культур и с точки зрения их генетики. Выявлено, что трансгенная соя содержит несколько фрагментов ДНК, происхождение и функции которых установить невозможно. Разрешение на использование этих фрагментов при регистрации ГМ-сои получено не было.

Можно предположить, что и другие ГМ-культуры содержат "лишние" фрагменты ДНК, которые могут нарушать процессы, отвечающие за синтез нормальных, в том числе и защитных белков. Тем более, что фирмы не информируют о таких вставках и предсказать поведение этих культур в агроценозе невозможно.

При массовом возделывании ГМ-культур генетическое загрязнение исторически возникших выращиваемых культур станет необратимым.

В Российском государственном медико-дозиметрическом ведомстве зафиксировано почти полмиллиона человек, подвергавшихся радиационному воздействию в результате катастрофы на ЧАЭС.

Растет число случаев рака щитовидной железы среди населения загрязнённых территорий. Причиной могло стать облучение щитовидной железы детей и взрослых вследствие йодового удара. Который был наиболее

интенсивный в Брянской, Орловской, Калужской и Тульской областях. Около 1000 человек подвергаются дополнительному облучению в дозах свыше 1 мЗв/год.

Радиоактивному загрязнению после аварии в России подверглись 2.955.000 га сельскохозяйственных угодий, в том числе 171.000 га – с плотностью 15 Ки/км<sup>2</sup> и выше. Сокращения объёмов специальных агромероприятий в 1993-1994 годах вызвало повышения содержание радиоактивного цезия в растениеводческой продукции и кормах. В Новозыбковском районе, например, уровень загрязнения сена и кормов в 1994 по сравнению с 1992 годом вырос в среднем в 1.5 раза.

Наиболее гигиенически значимым на обследованных территориях, как уже отмечалось, является радиоцезий – долгоживущий РН, период полураспада, которого составляет 30 лет. Поскольку эффективный период полувыведения <sup>137</sup>Cs равен в среднем 70 суткам, его содержание в организме практически полностью определяется поступления алиментарным путём и, следовательно, накопление данного изотопа зависит от уровня загрязнённости им продуктов питания.

Анализ результатов выявил определённую зависимость между содержанием в продуктах <sup>137</sup>Cs, местом их производства и плотностью загрязнения территории. Больше количество радиоцезия обнаруживалось в продуктах питания, произведённых в частном секторе (мясо, молоко, овощи) и в дикорастущих плодах (ягоды, грибы), которое при высоких плотностях загрязнения нередко превышало установленные в 1988 году временные допустимые уровни (ВДУ - 88).

В России, по данным за 2003г, - 75 % сельского населения находится за чертой бедности, убыточны более 70 % хозяйств, ежегодно снижаются площади посевов под зерновыми культурами. Часть территорий страны заражена химически и радиационно. Ухудшается биологическая полноценность и безопасность зерна и продуктов его переработки.

По заявлению академика А. Каштанова продолжается деиндустриализация сельскохозяйственного производства. Ежегодно Россия закупает около 30-40% импортного продовольствия и тратит на это в 10 раз больше, чем на все свое сельское хозяйство. А удобрений там из расчета на 1 га пашни применяют в 30-40 раз больше, чем в России. Это не может не приводить к последствиям, и они более чем наглядны.

Каждый год в России регистрируется до 40 млн. случаев инфекционных и паразитарных заболеваний, около 25 тыс. из них оканчиваются смертельным исходом. Смертность детей в возрасте от 1 до 4 лет выше, чем в развитых странах, в 4-5 раз. Уровень младенческой смертности в России в 22,5 раза выше, чем в Японии.

Быстро растет заболеваемость, инвалидность и смертность ликвидаторов последствий аварии ЧАЭС, особенно у ликвидаторов 1986-1987 годов.

У них зарегистрировано двукратное увеличение заболеваемости лейкозами, пятикратное (для ликвидаторов 1986) – раком щитовидной железы:

- заболевание эндокринной системы более чем в 9 раз;

- крови и кроветворных органов более чем в 3 раза;
- психические расстройства более чем в 5 раз;
- болезни системы кровообращения и пищеварения (более чем в 4 раза);

Сейчас население России сокращается почти на миллион человек в год. Детей в возрасте до 6 лет насчитывается всего лишь 5 миллионов. При этом больше половины из них имеют те или иные заболевания. Под угрозой стоит генофонд нации.

Согласно прогнозу Госкомстата России, через 10 лет численность населения страны может сократиться на 16,5 млн. человек. Потери соизмеримы с потерями во Второй Мировой Войне. Поэтому как можно скорее мы должны найти решение агроэкологических и фитосанитарных проблем защиты существующих генетических ресурсов культурных растений и их биологического разнообразия, а также защиты растений от вредителей и болезней.

Сегодня необходимо преодолеть непонимание того, насколько серьезными станут экологические проблемы и их последствия в ближайшем будущем.

На российском рынке ГМ-продукция появилась в 90-е годы. В настоящее время в России разрешенными являются 17 линий ГМ-культур (7 линий кукурузы, 3 линии сои, 3 линии картофеля, 2 линии риса, 2 линии свеклы) и 5 видов микроорганизмов. Наиболее распространенной добавкой является ГМ-соя, устойчивая к гербициду раундапу (линия 40.3.2). Вроде бы разрешенных сортов немного, но добавляются они во многие продукты. ГМ-компоненты встречаются в хлебо-булочных изделиях, в мясных и в молочных продуктах. Много их и в детском питании, особенно для самых маленьких.

Комиссия Государственной экологической экспертизы по оценке безопасности ГМ-культур, работающая в рамках закона РФ "Об экологической экспертизе", не признала ни одну из представленных для утверждения линий безопасной. (Членами этой комиссии являются представители трех основных российских академий: РАН, РАМН и РАСХН). Благодаря этому в России выращивание ГМ-культур официально запрещено, а вот импорт ГМ-продуктов разрешен, что вполне соответствует чаяниям компаний-монополистов на рынке ГМ-продуктов.

Сейчас в стране много продуктов, которые содержат ГМ-компоненты, но все они поступают к потребителю без соответствующих маркировок, несмотря на подписанное В.В.Путиным в конце 2005г. "Дополнение к закону о защите прав потребителей об обязательной маркировке ГМ-компонентов". Проведенная Институтом питания РАМН проверка не соответствовала "Методическим Указаниям по проверке ГМО", подписанным Г.Г.Онищенко, а в некоторых случаях полученные данные полностью противоречили заявленным выводам. Так, при экспериментальной проверке Институтом питания сортов американского ГМ-картофеля "Рассет Бурбанк" на крысах у животных наблюдались серьезные морфологические изменения в печени, почках, толстой

кишке; понижение гемоглобина; усиление диуреза; изменение массы сердца и предстательной железы. Однако Институт питания сделал вывод, что "изученный сорт картофеля может быть использован в питании человека при проведении дальнейших эпидемиологических исследований", т.е. при изучении клинической картины заболевания и его распространения среди населения (Медико-биологические исследования трансгенного картофеля, устойчивого к колорадскому жуку. Отчет Института питания РАМН. М: Институт питания РАМН. 1998, 63с.).

В нашей стране по непонятным причинам практически не проводятся научные и клинические исследования и испытания влияния ГМО на животных и человека. Попытки провести такие исследования наталкиваются на огромное сопротивление. А ведь влияние ГМ-продуктов на человека все еще совершенно не изучено, последствия их широкого распространения непредсказуемы.

Проведенное нами исследование влияния ГМ-сои, устойчивой к гербициду раундапу (RR, линия 40.3.2), на потомство лабораторных крыс показала повышенную смертность крысят первого поколения, недоразвитость части выживших крысят, патологические изменения в органах и отсутствие второго поколения (Ермакова, 2006; Ермакова, 2006, 2007; Ермакова & Барсков, 2008). При этом мы подкармливали ГМ-соей только самок за две недели до спаривания, во время спаривания и лактации. Сою добавляли в виде соевой муки (три повторные серии), соевых семян или соевого шрота. Более 30% крысят из группы ГМ-соя были недоразвитыми, имели значительно меньшие размеры и массу тела, чем обычные крысята на этом сроке развития. В контрольных группах таких крысят было в несколько раз меньше. В других сериях ГМ-сою добавляли к корму не только самок, но и самцов. При этом не смогли получить нормальное первое поколение: 70% крыс потомство не дали (Малыгин, Ермакова, 2008). В другой работе не удалось получить потомство у мышей в соевых группах (Малыгин, 2008). Снижение рождаемости и уменьшение концентрации тестостерона у самцов наблюдалось у хомячков Кэмпбелла при добавлении в их корм семян той же линии ГМ-сои (Назарова, Ермакова, 2009).

На огромные риски для здоровья человека, обусловленные потреблением "трансгенных" продуктов, указывалось в работах российских ученых (О.А.Монастырский, В.В.Кузнецов, А.М.Куликов, А.В.Яблоков, А.С.Баранов и многие другие). В научной литературе появились статьи о взаимосвязи ГМО с онкологией. По мнению учёных, внимание надо обратить не только на особенности трансгенов, которые внедряются, и безопасность белков, которые образуются, но и на технологии встраивания генов, которые еще очень несовершенны и не гарантируют безопасность организмов, созданных с их помощью.

По данным О. А.Монастырского и М.П.Селезневой (2006), за 3 года импорт в нашу страну увеличился в 100 раз: более 50% пищевой продукции и 80% кормов содержат зерно или продуктов их переработки (ГМ сои, рапса, кукурузы), а также некоторые виды плодов и овощей. В настоящее время генетически модифицированные источники по оценке экспертов могут

содержать 80% овощных консервов, 70% мясных продуктов, 70% кондитерских изделий, 50% - фруктов и овощей, 15-20% молочных продуктов и 90% - пищевых смесей для детей. Возможно, что резкое увеличение по данным "Медицинского информационного агентства" в России числа онкологических заболеваний, особенно кишечного тракта и предстательной железы, всплеска лейкемии у детей, связано с использованием именно генетически-модифицированных компонентов в продуктах питания.

Проверка генетически модифицированных организмов в России осуществляется Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзор), которая была образована в соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 9 марта 2004 г. № 314. В разных городах России были созданы лаборатории с использованием полимеразной цепной реакции (ПЦР) для выявления ГМ-компонентов в продуктах питания.

Действующая в России система оценки безопасности ГМО требует проведения более широкого спектра исследований, чем в других странах (США, Евросоюз) и включает в себя длительные токсикологические исследования на животных – 180 дней (Евросоюз – 90 дней), а также применение современных методов анализа, таких как, определение генотоксичности, геномный и протеомный анализы, оценка аллергенности на модельных системах и многое другое, что является дополнительным фактором, гарантирующим безопасность регистрируемых пищевых продуктов, полученных из ГМО. Эти многоплановые исследования осуществляются в целом ряде ведущих научно-исследовательских учреждений системы Роспотребнадзора, РАМН, РАН, РАСХН и Минобрнауки России.

В соответствии с законодательством Российской Федерации (Федеральные законы от 05.07.1996 № 86-ФЗ "О государственном регулировании в области генно-инженерной деятельности", от 02.01.2000 № 29-ФЗ "О качестве и безопасности пищевых продуктов" и от 30.03.1999 № 52-ФЗ "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения") пищевая продукция из ГМО относится к категории "новой пищи" и подлежит обязательной оценке на безопасность и последующему мониторингу за оборотом.

Согласно письму Роспотребнадзора от 24.01.2006 № 0100/446-06-32 содержание в пищевых продуктах 0,9 % и менее компонентов, полученных с применением ГМО, является случайной или технически неустранимой примесью и пищевые продукты, содержащие указанное количество компонентов ГМО, не относятся к категории пищевых продуктов, содержащих компоненты, полученные с применением ГМО, и не подлежат этикетированию. Однако отсутствие хорошо подготовленной лабораторной базы на местах делает это постановление ещё одной лазейкой для предпринимателей, позволяющей не ставить маркировку на продукт

Для анализа ситуации с ГМО в России и мире введём условные оценки уровня безопасности от ГМО. Если использовать эти оценки, то наилучшая ситуация по отсутствию ГМО в Швейцарии, Австрии, Греции, Польше,

Венесуэле, Франции, Германии и в ряде европейских стран; наихудшая - в США, Канаде, Бразилии, Аргентине, Великобритании, Украине и в ряде развивающихся стран. Остальные страны, в том числе и Россия, занимают промежуточное положение, что тоже не очень хорошо, поскольку опасных ГМО просто не должно быть.

Решить проблему, связанную с распространением и использованием ГМ-культур, полученных с помощью несовершенных технологий, силами одной страны и даже нескольких стран невозможно. Трудно спастись в помещении, которое находится в объятном пламенем здании. Необходимо объединить усилия всех стран для спасения планеты от опасных генетически модифицированных организмов, которые из-за несовершенства применяемых технологий превратились в ОМП, т.е. оружие массового поражения, и могут уничтожить всё живое на планете.

### *Список литературы*

- 1) *<http://www.inspection.gc.ca/english/agen/agence.shtml>. Российский статистический ежегодник, 2009 г., 2011 г.*
- 2) *Лобановский А. Чаще всего в России подделывают продукты питания//Деловой Петербург. 01.11.2008 г.*
- 3) *Новикова Л. Пищевые компании заставят общаться с покупателем. Депутаты хотят обязать производителей продуктов питания создавать «горячие линии» для общения с потребителем//КВС Daily.16.02.2006 г.*
- 4) *Новикова Л. Call-центры пока остаются добровольным делом. Депутатам не понравилась идея обязательного создания call-центров на потребительском рынке//КВС daily. 15.06.2009 г.*
- 5) *Небалуева Л.А. Система менеджмента пищевой безопасности: технология разработки//Методы менеджмента качества. 2008. №8.*
- 6) *В.С. Сергунов, В.И. Тужилкин, Н.В. Жирова, М.М. Вайсерман, Н.А. Байтерякова Контроль качества пищевого сырья и продукции на производстве, оптовых складах и в торговой сети// Пищевая промышленность. 2009 №7*
- 7) *Е.В. Алексеева Совершенствование организационной структуры системы управления качеством и безопасностью// Пищевая промышленность. 2008 №5*
- 8) *Бекиш О.-Я.Л. Медицинская биология. - Мн.: Ураджай, 2000. - с.114-119.*

# **РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПОЛУФАБРИКАТОВ ВСПУЧЕННЫХ ЭКСТРУДАТОВ НА ОСНОВЕ КРАХМАЛОСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ С ВНЕСЕНИЕМ МЕЗГИ ПЛОДОВООВОЩНЫХ КУЛЬТУР**

**Тагиров Х.Х., Гайнулина А. Р., Попов В. П., Зинюхина А. Г.  
Башкирский государственный аграрный университет, г. Уфа  
Оренбургский Государственный Университет, г. Оренбург**

Одним из наиболее эффективных методов преобразования свойств растительного сырья с целью приготовления на его основе разнообразных пищевых продуктов высокого качества является экструзионная обработка.

При экструзионной обработке перерабатываемый материал подвергается интенсивному термо-влаго-механическому воздействию, которое приводит к различным по глубине изменениям его составных частей.

Экструзионная обработка крахмалосодержащего сырья позволяет получать легко усвояемые, с улучшенными вкусовыми свойствами пищевые продукты, которые требуют незначительной кулинарной обработки либо полностью готовых к употреблению.

Технологии производства полуфабрикатов вспученных экструдатов недостаточно изучены и распространены в России. Вместе с тем пользуются определенной популярностью у Российских граждан импортные аналоги вспученных экструдатов «Снеки». Причем потребителей привлекает не только высокие органолептические свойства и питательная ценность данных продуктов, а также и сам процесс фритирования сопровождающийся значительным увеличением размеров продукта. Хлебопекарные предприятия имеют большие проблемы, связанные с утилизацией некондиционного хлеба, крошка из которого может служить основным сырьем для производства полуфабрикатов вспученных экструдатов. Дополнительным сырьем могут служить отходы винозаводов содержащие значительное количество пищевых волокон (целлюлоза, гемицеллюлозы, лигнин) служащих средством улучшения деятельности желудочно-кишечного тракта и для лечения ряда серьезных заболеваний человека.

В связи с вышеизложенным, задачей исследования явилось изучение возможности и целесообразности производства, вспученных экструдатов посредством определения влияния способа предварительной обработки винных выжимок и дозы их добавления к хлебной крошке на ход процессов экструзии и сушки экструдированных полуфабрикатов и на качество вспученных экструдатов.

Основная цель работы – расширение технологических возможностей одношнековых экструдеров и ассортимента, вспученных экструдатов путем разработки оптимальных рецептур и параметров экструзии полуфабрикатов с добавлением к хлебной крошке винных выжимок.

Научная новизна работы состоит в том, что впервые изучено влияние добавления винных выжимок в полуфабрикаты вспученных экструдатов на

основе крошки из некондиционного хлеба на эффективность прохождения процесса экструзии и на качество получаемых полуфабрикатов. В частности, изучено влияние добавления винных выжимок в полуфабрикаты вспученных экструдатов на основе крошки из некондиционного хлеба 1 сорта на производительность пресса-экструдера, энергоемкость процесса экструдирования, внешний вид сухих полуфабрикатов вспученных экструдатов, их влажность и кислотность, свойства при фритировании и прочность отфритированных изделий.

Практическая значимость работы состоит в следующем: дано обоснование целесообразности применения винных выжимок в качестве источника пищевых волокон при производстве полуфабрикатов вспученных экструдатов на основе крошки из некондиционного хлеба. Рекомендовано оптимальное соотношение внесения в тесто для полуфабрикатов хлебной крошки, морковной мезги и винных выжимок.

На основании проведенного по теме конференции обзора литературы можно сделать следующие выводы:

- экструзия является одним из наиболее эффективных методов переработки растительного сырья для производства продуктов;
- экструзионную переработку крахмалосодержащего сырья целесообразно проводить в шнековых экструдерах с применением автогенных режимов экструзии;
- основными параметрами, влияющими на ход автогенных режимов экструзии, являются: вид исходного сырья, массовая доля влаги в экструдированной смеси, конструкция шнековой части, конструкция матрицы;
- наиболее важным параметром, характеризующим шнековую часть пресса, является отношение длины шнека к его диаметру;
- наиболее перспективным из способов переработки некондиционного хлеба является производство из него сухих завтраков типа экструдатов с применением режимом теплой экструзии на длинношнековых экструдерах;
- наибольшее распространение получила выработка полуфабрикатов экструдатов в виде лапши;
- при экструдировании полуфабрикатов экструдатов в виде лапши в режиме теплой экструзии наиболее важными параметрами, характеризующими матрицу, являются высота (толщина) формирующего отверстия и коэффициент живого сечения матрицы;
- переработка крахмалосодержащего сырья в режиме теплой экструзии сопровождается изменением углеводного комплекса, степень которого до настоящего времени изучена недостаточно.

Приготовление крошки из хлеба осуществляли следующим образом: хлеб нарезали на куски размером не более 70x70x70 мм, измельчали в дробилке до размеров частиц не более 7 мм, высушивали полученную крошку до влажности 12-14 % в сушилке и домалывали в той же дробилке до частиц размера не более 2 мм.

Подготовка добавок проводилась двумя способами:

– размол (морковную мезгу и винные выжимки измельчали в дробилке до частиц размером не более 1 мм, затем смешивали с хлебной крошкой);

– предварительное экструдирование (морковную мезгу и винные выжимки увлажняли до массовой доли влаги 28 %, затем экструдировали через матрицу с одним формующим отверстием диаметром 3 мм, при температуре продукта на выходе из экструдера около 120 °С; полученный экструдат смешивают с хлебной крошкой).

Приготовление полуфабриката вспученного экструдата (формование полуфабриката) осуществляли на лабораторном универсальном прессе-экструдере. Основные узлы пресса-экструдера: станина, электродвигатель, ременная передача, редуктор, смеситель, прессующий механизм, ваттметр (амперметр и вольтметр). Прессующий механизм экструдера состоит из шнека, расположенного внутри корпуса, состоящего из отдельных секций и заканчивающегося головкой, в которой установлена матрица. Корпус состоит из секции с питающей воронкой и прессующих секций. На прессующей секции может быть установлен электродвигатель. Для измерения температуры продукта на выходе из экструдера применяли хромель-копелевые термопары и регистрирующий потенциометр типа КСП-11. Для измерения давления перерабатываемого материала перед матрицей применяли манометр. При установке секций на место секций или изменяется длина рабочей части шнека.

На основании поставленной задачи исследований и результатов обзора литературы перед непосредственным проведением исследований была разработана параметрическая схема их проведения.

Системный подход к изучению процесса экструзии был осуществлен нами на основании анализа результатов экспериментов многочисленных предыдущих исследований в области теплой и горячей экструзии [1, 3, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 13].

В качестве возмущающего, параметра процесса экструзии был определен вид исходных ингредиентов (хлебная крошка и добавки).

В качестве регулирующих параметров процесса экструзии были определены: массовая доля влаги в экструдированной смеси, частота вращения прессующего шнека, отношение длины шнека к его диаметру, толщина формующего отверстия и коэффициент живого сечения матрицы.

В качестве наблюдаемого параметра – состояние поверхности получаемого полуфабриката.

В качестве регулируемых параметров – степень вспучивания полуфабриката, производительность процесса экструзии, удельный расход энергии на экструдирование, удельная прочность вспученных полуфабрикатов, температура и давление продукта перед матрицей, энергия связи воды с частицами в полуфабрикате.

Температура и массовая доля влаги в исходной смеси являются регулирующими, так как они определяют его реологическое состояние.

Однако при проведении процесса в автоматическом режиме, проводимом без принудительного нагрева и охлаждения исходной смеси, ее температура до экструзии изменяется незначительно от 20 до 25 °С и не оказывает

существенного влияния на прохождение процесса экструзии. В результате этот показатель был исключен из регулирующих параметров.

Давление экструдруемого материала перед матрицей в качестве регулируемого параметра было взято в связи с тем, что по данным исследователей [1, 2, 4, 6, 12] этот параметр хорошо коррелирует с качеством получаемого продукта. Температура экструдруемого материала перед была выбрана в качестве регулируемого параметра в связи с тем, что она коррелирует с качеством конечного продукта.

Однако на основе материалов исследований, проводимых в области теплой экструзии и предварительных экспериментов нами был сделан вывод о том, что при теплой экструзии корреляции между температурой перерабатываемой массы перед матрицей, качеством получаемого полуфабриката, а также давлением перерабатываемой массы перед матрицей и качеством получаемого полуфабриката не наблюдается. Это можно объяснить тем, что при теплой экструзии для достижения наилучших результатов желательна полная желатинизация и лишь частичная декстринизация, что не всегда объективно определяет температура и давление продукта перед матрицей.

На данном этапе исследований было выявлено: наибольшую производительность (23,6 кг/ч) имеет экструдер при экструдировании полуфабрикатов вспученных экструдатов при толщине формующего отверстия 1,1 мм и массовой доле влаги в экструдруемой массе 33 %.

Наибольшую степень вспучивания (1,5 ус.ед.) имеет полуфабрикат, экструдированный при толщине формующего отверстия 1,1 мм и массовой доле влаги экструдруемой смеси 29 %.

Наименьшие энергозатраты (398,8 кДж/кг) требуется на проведение процесса экструзии при толщине формующего отверстия 1,1 мм и массовой доле влаги в экструдруемой смеси 33 %.

Наименьшую удельную прочность (6,24 г/мм<sup>2</sup>) имеют экструдаты, полуфабрикат которых получен экструдированием смеси морковной мезги и хлебной крошки с добавлением сахара при массовой доле влаги в экструдруемой массе 29 % и толщине формующего отверстия 0,3 мм.

#### *Список литературы*

- 1. Богатырев, А. Н., Экструзионные продукты // Пищевая промышленность / А. Н. Богатырев, В. П. Юрьев. – М., 1993. – N1 – с. 10-11.*
- 2. Герун Е. Г., Потапов В. Д. Технология и оборудование производства сухих завтраков.– М.: Пищевая промышленность, 1972 – 140с.*
- 3. Дегтяренко Г. Н., Попов В. П., Чеснокова Е. Я. Оптимизация процесса производства полуфабрикатов экструдатов на универсальном малогабаритном пресс-экструдере с использованием черствого и деформированного хлеба.// Тезисы докладов XV научно-технической конференции.- Оренбург: ОрПИ, 1993.– с.36-37.*

4. **Зоткин В. И.** и др. Изменение показателей качества гороха при экструдировании.// ВНИИКП, 1981. – вып.19.– с.16-19.
5. **Жушман А. И.,** Контелова Е. К., Карпов В. Г. Экструзионная обработка крахмала и крахмалосодержащего сырья. – ЦНИИТЭИ Пищепром, 1980. – 36с.
6. **Карлов В. Г.** Получение набухающих крахмалопродуктов экструзионным методом. Диссертация кандидата технических наук. – М.: 1981.– 240 с.
7. **Краус С. В.** Оптимизация параметров экструдирования продуктов из крушеного сырья. Кандидатская дисс. М.: МТИПП. 1988.
8. **Медведев Г. М.,** Дегтяренко Г. Н., Попов В. П. Оптимизация процесса производства полуфабрикатов хлебных экструдатов на одношнековом экструдере.// Инф. сборник ЦНИИ и ТЭП. – М.-N2.– 1993.– с. 26-28.
9. **Медведев Г. М.** Использование режимов тепловой экструзии для формования полуфабрикатов экструдатов на шнековых макаронных прессах. Обзорная информация.– М.: ЦНИИТЭИ хлебопродуктов.– 1992.– 33с.
10. **Мухамедов Х. Р.** Совершенствование технологии получения новых видов пищевых продуктов из черствого и деформированного хлеба методом экструзии. Кандидатская диссертация.- М.: МТИПП.– 1989.
11. **Попов В. П.** Разработка технологии производства сухих полуфабрикатов экструдатов с использованием варочных экструдеров.// Автореферат кандидатской диссертации. – М., 1995. 24с.
12. **Попова И. Н.** Исследование изменений технологических и физико-химических свойств крахмала различных растений в производстве экструдатов пенообразной структуры. Кандидатская диссертация.– М.: МТИПП, 1974. – 186 с.
13. **Силин В. А.** Динамика процессов переработки пластмасс в червячных механизмах, М.: Машиностроение, 1972.– 147 с.

## **ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА ПРЕОБРАЗОВАНИЯ СЫПУЧЕГО МАТЕРИАЛА В УПРУГО-ВЯЗКО-ПЛАСТИЧНЫЙ В ХОДЕ ЕГО ЭКСТРУЗИОННОЙ ОБРАБОТКИ**

**Тимофеева Д. В., Попов В. П., Антимонов С. В., Соловых С. Ю.  
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» г. Оренбург**

В настоящее время широко применяется экструдирование различных материалов с целью получения продуктов разнообразного назначения. Так например: вспученных экструдатов пищевого назначения, полуфабрикатов вспученных экструдатов, макаронных изделий, пиллет из грубодисперсных материалов и т.д. [1,2] Имеется достаточно большое количество исследований, направленных на изучение процессов экструзионной обработки различных материалов. Однако практически все эти исследования направлены на изучение интенсификации процессов движения, смешивания, разогревания и т.д. в экструдере уже спрессованных материалов или же процессов формования экструдруемых материалов в матрице экструдера. Практически не производилось исследований процесса превращения сыпучего продукта, загружаемого в экструдер, в спрессованный однородный материал. Математической модели данного процесса в настоящее время не создано. Интенсификации данного процесса практически не проводилось. [3,4] В связи с вышесказанным представляет интерес изучение процесса преобразования сыпучего материала в однородную упруго-вязко-пластичную массу в ходе его экструзионной обработки и разработка конструкции оборудования для более интенсивного осуществления данного процесса.

На сегодняшний день при экструдировании продуктов имеются проблемы связанные со значительными сырьевыми и энергетическими затратами. Актуальной проблемой является изучение и реализация возможности снижения затрат за счет оптимизации адгезионно-когезионных воздействий. В связи с вышесказанным актуальным является изучение процесса преобразования сыпучего материала, подаваемого в экструдер в упруго-вязко-пластичную массу. Ведущими представителями, производящими технологии и оборудование для экструзионного воздействия на перерабатываемый материал являются: немецкая фирма «Бюллер», итальянская фирма «Паван-мампимпьянти», французская фирма «Бассано». Вышеперечисленные фирмы разработали достаточно эффективные методы осуществления экструзионных технологий. Однако, несмотря на наличие при фирмах научно-исследовательских центров, технологии, разработанные ими, осуществляются без выхода на оптимальные режимы, не учитывают кинетику изменения структурно-механических свойств и химического состава, а также не учитывают адгезионно-когезионного взаимодействия. [5] Вместе с тем представляет интерес изучение когезионно-адгезионного взаимодействия и создания оборудования, учитывающее данное взаимодействие и создания оборудования, учитывающее данное взаимодействие. Аналогов предлагаемой технологии в данное время не имеется не в России не за рубежом.

Задачей исследования является разработка и обоснование оптимальных параметров технологического процесса преобразования сыпучего материала в упруго-вязко-пластичную массу на основе параметрического синтеза биотехнологических объектов, а именно:

- Анализ существующего оборудования, выявление недостатков и особенностей узлов уплотнения перерабатываемых материалов.
- Анализ существующих математических моделей и методологий описания экструзионных процессов.
- Разработка комплексной методологии создания единого подхода к математическому описанию всех этапов преобразования материала в экструдерах.
- Разработка математической модели уплотнения материала в экструдере, ее идентификация и верификация.
- Оптимизация конструкции рабочих органов экструдера на основе вышеприведенной методологии и математической модели.

Целью проекта является разработка инновационной энергоресурсосберегающей технологии производства экструдированных продуктов с учетом адгезионно-когезионных взаимодействий.

На данном этапе исследований был проведен анализ существующих математических моделей, используемых при экструдировании, в частности для макаронных изделий. [6-9] При смешивании используются модели уравнения баланса мощностей с учетом гидравлических коэффициентов смеси, а для прессования макаронного теста используются реологические модели, основанные на реологических критериях. Из чего можно сделать вывод, что нет единого описания для экструдирования в частности макаронных изделий, и отсутствует математическая модель описания преобразования сыпучего материала в упруго-вязко-пластичное тело. В работе будет использована лабораторная установка, разработанная на факультете ФПБий. Предполагается разбиение конструкции на пять зон: зона загрузки, зона транспортирования, зона сжатия, зона гомогенизации и зона формования, и изучение преобразования материала в каждой зоне с созданием соответствующей математической модели.

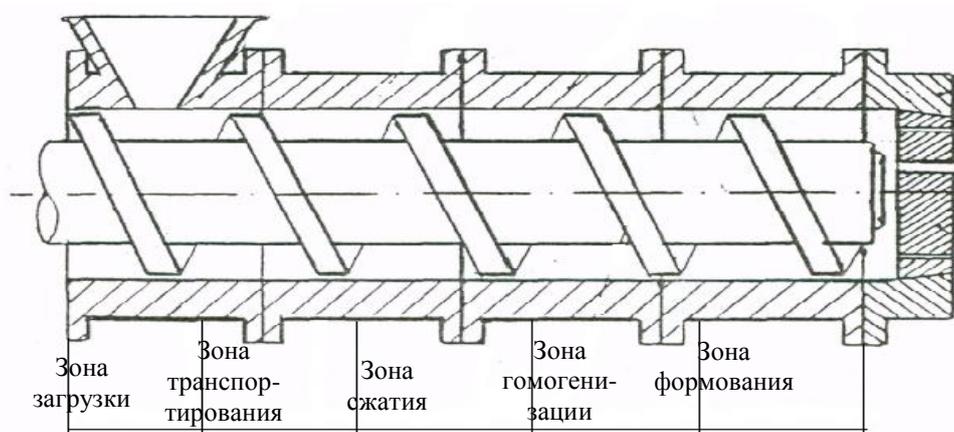
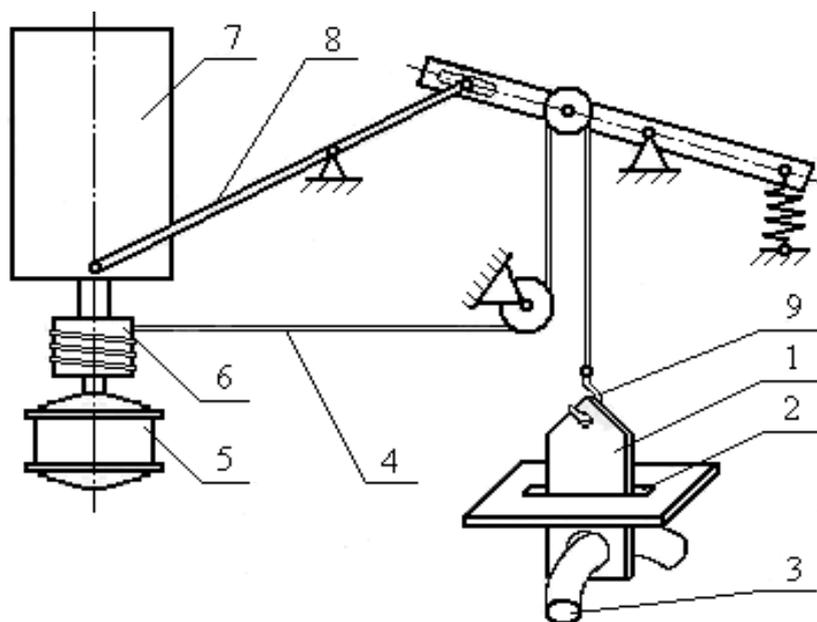


Рисунок 1 – Шнековый пресс-экструдер

В работе будут использованы разработанные ранее математические методы оптимизации биотехнологических объектов на основе математического планирования экспериментов и методология критериальной комплексной оценки эффективности технологии. В работе так же будут использованы разработанные ранее устройство для определения физико-механических свойств готовых экструдированных изделий и устройство для определения когезионных и адгезионных напряжений возникающих при растяжении и сжатии исследуемых материалов извлекаемых из зон экструдера.



- 1 – планка с отверстием; 2 – опорная пластина;  
 3 – образец макаронного полуфабриката; 4 – нить;  
 5 – электродвигатель; 6 – барабан; 7 – измерительный цилиндр; 8 – стрелка; 9 – крючок.

Рисунок 2 – Устройство для определения относительной прочности получаемых экструдатов.

Проведены исследования процесса экструдирования различных видов сельскохозяйственного сырья (рис, рисовая сечка, гречневая крупа, продел гречки и подсолнечника) на изменение физико-химических и структурно-механических свойств перерабатываемых материалов. Особое внимание при этом уделялось изучению явления когезии и адгезии.

По результатам исследования изготовлена лабораторная установка для экструдирования зернового сырья. Изготовлена лабораторная установка для изучения степени когезии и адгезии зернового сырья. Разработан способ получения кормов и кормовых добавок из отходов растительного сырья. Подана заявка на способ производства комбикорма. Предложена конструкция модернизированной лабораторной экструзионной установки.

В дальнейшем планируется разработка представления о влиянии адгезионно-когезионного взаимодействия на процессы экструзионных

технологий. Создание комплекса математической модели адгезионно-когезионного взаимодействия в составе: модели адгезионно-когезионных процессов в ходе экструзионной обработки растительного сырья. Разработка эскизов чертежей линии для инновационной экструзионной обработки растительного сырья.

#### Список литературы

1. **Абрамов, О. В.** Исследование основных закономерностей процесса экструзии при производстве комбинированных продуктов питания / О. В. Абрамов // *Хранение и переработка сельхозсырья*, 2007. - № 6. - С. 69-72. - Библиогр.: с. 72 (3 назв. ).
2. **Остриков, А. Н.** Экструзия в пищевой технологии / А. Н. Остриков, О. В. Абрамов. А. С. Рудометкин. - СПб. : ГИОРД, 2004. - 288 с. : ил. - Библиогр.: с. 263-281 - ISBN 5-901065-62-X.
3. **Платов К. В.** Научное обеспечение процесса получения зерновых палочек на одношнековом экструдере: дис. ... к.т.н. / К. В. Платов. – Воронеж, 2004. – 169 с.
4. **Фисенко К. А.** Оптимизация процесса экструдирования кормов с учетом изменения геометрических и режимных параметров рабочего пространства шнекового прессующего механизма: автореф. дис. ... к.т.н. / К. А. Фисенко. Оренбург, 2000 – 17 с.
5. **Медведев, Г. М.** Технология макаронных изделий : учеб. для студентов / Г. М. Медведев. - СПб. : ГИОРД, 2005. - 312 с.- ISBN 5-901065-95-6.
6. **Атыханов А. К.** Оптимизация процесса экструдирования при производстве кормовых добавок для жвачных животных: дис. ... к.т.н. / А. К. Атыханов. – Алма-Ата, 1984. – 211 с.
7. **Плотников Д. А.** Обоснование и разработка автономной установки для производства пеллет с энергообеспечением от перерабатываемого сырья: дис. ... к.т.н. / Д. А. Плотников. – Ижевск, 2008. – 131 с. 61 08-5/1400
8. **Гаврилов Н. В.** Обоснование конструктивно-режимных параметров экструдера при переработке кормосмеси: дис. ... к.т.н. / Н. В. Гаврилов. - Оренбург, 2005. – 121 с.
9. **Щербакова Н. Л.** Разработка математической модели процессов центробежно-экструзионной грануляции: дис. ... к.т.н. / Н. Л. Щербакова. – Волгоград, 2004. – 157 с.

# ВОЗМОЖНОСТИ ПРИКЛАДНОЙ БИОТЕХНОЛОГИИ ПО СОЗДАНИЮ РЕГИОНАЛЬНО ЗНАЧИМЫХ ПИЩЕВЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ

Третьяк Л.Н., Герасимов Е.М., Ежов А.В., Перякина К.И.  
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

*Ключевые слова:* биоэлементозы, пищевые продукты, биологически активные добавки, биотрансформация минералов, коммерциализация проектов.

*Предложен механизм ускоренной реализации научно-технических проектов, направленных на борьбу с биоэлементозами и пивным алкоголизмом; предложена рецептура молочно-творожных пищевых продуктов и антистрессовых напитков, использующих новые пищевые добавки на основе растительных комплексов и плазмоллизате отработанных пивных дрожжей*

Оренбургская область относится к геохимическим провинциям с острой нехваткой в природных средах йода, фтора, лития и селена, что приводит к массовому развитию биоэлементозов. Применяемые администрацией области меры по обогащению пищевых продуктов минеральными солями дефицитных биоэлементов в виде йодирования поваренной соли и насыщения минералами питьевой воды отражают стратегию борьбы с биоэлементозами середины прошлого века. Современные достижения нутрициологов и наши специальные исследования по проблеме создания селеносодержащих продуктов питания [1] показали, что минеральные соли большинства дефицитных для Оренбуржья биоэлементов являются высокотоксичными для организма соединениями.

Мы защищаем концепцию, что организм человека без риска развития патофизиологических эффектов воспринимает только соли биоэлементов пищевой цепочки, биотрансформированные в организме растений или животных. К примеру, смертельно опасный шестивалентный селен – яд бледной поганки и незаменимые элементы пищевых цепочек – селеноцистеин и селенометионин, в которых селен имеет биологически адаптированную нетоксичную двухвалентную форму. Поэтому мы считаем ошибочной тактику зарубежных нутрициологов, добавляющих в детские питательные смеси, например, «нутрилон» четырехвалентный селенит или шестивалентный селинат натрия. Отечественные нутрициологические школы показали эффективность обогащения молока, например, селеном путем добавления коровам в корм минеральных соединений селена, а хлебопродукты успешно обогащают селеном путем культивирования хлебопекарных дрожжей на средах с минеральным селеном. Следует учесть, что фтор и литий в минеральной форме вообще химически чрезвычайно агрессивны. Например, фторпаста для фторирования водопроводной воды при контакте с водой превращается в плавиковую кислоту, растворяющую даже стеклотару.

Мы разработали методологию обогащения пищевых продуктов массового спроса органическими соединениями биоэлементов растительного происхождения, что позволит предложить торговой сети экологически адаптированные пищевые продукты.

Как основу для создания экологического адаптированного молочного продукта мы использовали творожный продукт (кварк) и йогурт жирностью 2,5 %, являющиеся продуктами массового спроса и предлагаемые нами для питания школьников.

В качестве новой оригинальной пищевой добавки в спортивные напитки мы предлагаем использовать плазмоллизат отработанных пивных дрожжей (ТУ 9184-001-5609574-2012) [2], обладающий уникальным набором витаминов, биоэлементов и ферментов. Использование этой пищевой добавки позволило запатентовать рецептуру оригинального антистрессового напитка, который как показали доклинические испытания существенно снижает токсичное повреждение внутренних органов от избытка стрессовых гормонов [3]. Мы считаем этот напиток, сочетающий возможности гепатопротекторов, адаптогенов и антиоксидантов, незаменимым питанием при восстановлении и снятии стресса у работников тяжелого физического труда и стрессовых профессий.

Как технологический метод борьбы с пивным алкоголизмом мы разработали технологию производства пива с заданными вкусоароматическими свойствами и пониженными токсикологическими характеристиками, защищенную 11-ю патентами на изобретения и полезные модели [4, 5]. Мы считаем наиболее перспективным методом борьбы с этим распространенным алкогольно-барбитуратным привыканием не запрет на употребление пива, а запрет на производство низкокачественного пива. Европейские пивовары все чаще переходят на производство «биопива», американцы – на производство высокоминерализованного «органического» пива, а общественность Европы агитирует европейского потребителя на потребление фито-фармацевтических сортов пива. К примеру, немецкие и шотландские законодатели обязали пивоваров добавлять в пиво высокие концентрации витаминов группы В, в дозах, применяемых для лечения алкоголиков. Следуя этим традициям, мы разработали рецептуру «протекторного» пива, содержащего растительные добавки, защищающие органы-мишени потребителей пива от токсического влияния микропримесей пива [6]. Из-за отсутствия финансирования все исследования остановлены на стадии разработки технологических инструкций.

Возникла парадоксальная ситуация: Оренбургская область обладает колоссальным научным потенциалом, способным нивелировать как последствия региональных биоэлементозов и стрессов, так и остановить развитие «пивного алкоголизма». Однако внедрить научные разработки достаточно сложно, так как ни предприятия, ни научные учреждения, в частности кафедры Оренбургский государственный университет, не обладают необходимыми условиями для внедрения экспериментальных разработок.

Существующая региональная стратегия инновационного развития основана на стимулировании индивидуальных предпринимателей, действующих в инновационной сфере. На это же нацелена деятельность технопарков и бизнес-инкубаторов. Но основные производители интеллектуальной собственности – преподаватели ВУЗов и аспиранты не могут бросить преподавательскую и научную деятельность и стать

предпринимателями. Складывается тревожная ситуация, когда изобретатели и патентообладатели в массовом порядке перестают поддерживать свои патенты на технические решения, так и не востребованные промышленностью, что приводит к ее научно-техническому отставанию от западных конкурентов. В России ученому-изобретателю сейчас практически невозможно реализовать свои разработки. Производство невосприимчиво к инновациям. Более того, инициатива наказуема, а эксперимент на производственной базе – основная причина техногенных катастроф.

Мировой опыт показывает, что решение проблемы инновационной перестройки производства можно осуществить по американско-японскому примеру. В частности, ещё Генри Форд ввел в должностные инструкции требование: каждому инженеру ежемесячно вносить предложения по технической модернизации участка, на котором он работает. Предложения рассматривают технические комиссии предприятия, принятые предложения мгновенно апробируются и внедряются, обеспечивая карьерный лифт творческому работнику, а предприятию – конкурентные преимущества.

На основе изучения мирового опыта мы предлагаем следующую концепцию организации внедрения в производство научных разработок кафедр университета. Университет, выполняя функции центра научных разработок, создает юридическую структуру для коммерциализации проектов, выполняющую после получения патента все этапы внедрения инновационной идеи до внедрения разработки в действующее производство, включая составление бизнес-планов на разработку конструкторской документации, на образцы моделей и опытно-промышленных образцов перспективного изделия, в том числе, включая заключение договоров с предприятием, заинтересованным в получении технической документации (Технические условия и технологическая инструкция) на инновационную технологию. Правительство области не сочло возможным создать подобную структуру, справедливо считая это функцией федеральных властей. Однако университет, используя свой безналоговый статус образовательного учреждения научной направленности, может добиться финансирования этой внедренческой структуры средствами Российского фонда технологического развития.

Таким образом, в Оренбургской области имеются все возможности для диверсификации производства функциональных напитков, например пива, антистрессовых напитков и функциональных молочных продуктов в направлении борьбы с социальными недугами, такими как пивной алкоголизм, стресс и региональные биоэлементозы. Однако реализация этих возможностей сдерживается несовершенством использования административного ресурса администрацией региона.

### ***Список литературы***

*1. Третьяк, Л.Н. Специфика влияния селена на организм человека и животных (применительно к проблеме создания селеносодержащих продуктов питания). / Л.Н. Третьяк, Е.М. Герасимов // Вестн. Оренбург. гос. ун-та. – 2007. – № 12. – С. 136-145.*

2. Плазмоллизат отработанных пивных дрожжей ТУ 9184-001-56090574-2012 : зарегистрированы Росстандарт ФБУ «Оренбургский ЦСМ» : Введены в действие с 01.07.2012 : разработчик **Л.Н. Третьяк** – Оренбург 2012. – 16 с.
3. **Герасимов, Е.М.** Влияние антистрессовых спортивных напитков на восстановление работоспособности после мышечных перегрузок / Е.М. Герасимов, Л.Н. Третьяк, А.В. Скальный // Вестник восстановительной медицины. – 2011. – № 5. С.16-20.
4. **Третьяк, Л.Н.** Технология производства пива с заданными свойствами: монография. / Л.Н. Третьяк. – СПб.: Издательство «Профессия», 2012. – 463 с.
5. **Третьяк, Л.Н.** Научные основы обеспечения качества и безопасности пива: монография. / Л.Н. Третьяк. – Оренбург: ИПК «Университет», 2012. – 405 с.
6. Способ производства пива : пат. 2383587 Рос. Федерация, МПК<sup>7</sup> C12 C 11/00 / Л.Н. Третьяк, Е.М. Герасимов; заявитель и патентообладатель Оренбург. гос. ун-т. - № 2008119253/13 ; заявл. 15.05.2008 – опубл. 10.03.2010, Бюл. №7 – 11 с.

# **ОЦЕНКА ПОГРЕШНОСТИ ИНСТРУМЕНТАЛЬНО-ПРИКЛАДНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО АНАЛИЗА МЕТОДОМ ОПТИЧЕСКОЙ МИКРОСКОПИИ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ**

**Федотов В.А.**

**Оренбургский Государственный Университет, г. Оренбург**

В существующей на сегодняшний день информационно-измерительной системе контроля потребительских свойств пшеницы руководствуются в основном стандартизированными ГОСТ показателями качества. Однако даже комплексный учет этих показателей ввиду недостаточной своей информативности не может однозначно охарактеризовать технологические достоинства зерна, влияющие на качество производимой из него продукции.

В частности, на зерноперерабатывающих предприятиях в России для оценки структурно-механических свойств пшеницы используется показатель стекловидности, который обычно тесно связывают с его химическим составом, мукомольными и хлебопекарными свойствами [1]. В тоже время практика работы мукомольной промышленности показывает, что показатель стекловидности является лабильным - при одинаковой стекловидности зерна разные сорта пшеницы характеризуются различными технологическими свойствами [2].

Твердозерность является особым показателем структурно-механических свойств зерна, тесно связана с особенностями измельчения эндосперма, представляет собой показатель, комплексно отражающий особенности микроструктуры эндосперма.

Оценку твердозерности осуществляют различным образом. Наиболее популярными и широко используемыми являются методы, основанные на анализе гранулометрического состава муки. Дело в том, что при помолу твердозерной пшеницы образуется более крупные и более выровненные по размерам частицы, чем при помолу мягкозерной пшеницы. С помощью данных методов рассчитывают условный средний диаметр частиц муки, или же находят содержание частиц определенной фракции крупности - индекс размера частиц (ИРЧ): количество прохода сита № 0071 муки 70 %-ного выхода (мельниц МЛУ-202) [3]. Однако данный метод оценивает размер частиц только одним параметром – проходимостью через сито с фиксированным размером отверстий, отсюда низкая точность определения. Принятый в России для оценки муки показатель крупности помола (контроль на ситах с размерами ячеек 250 - 140 мкм) также практически не позволяет идентифицировать различия в ее структурных особенностях [4].

Одним из перспективных методов оценки твердозерности является гранулометрический анализ. Гранулометрический состав муки – один из наименее изученных показателей ее качества, поскольку его измерение сопряжено с трудностями применения прямых методов измерения, а также с отсутствием однозначных критериев оценки формы частиц муки [5]. Наиболее

точным методом определения характеристик частиц муки является микроскопический метод, который позволяет получить количественную оценку не только размеров частиц, но и их формы. Интенсивное развитие компьютерных технологий позволило для проведения микроскопических исследований дисперсных материалов задействовать информационные технологии, тем самым снизив трудоемкость анализа и максимально автоматизируя весь процесс исследований.

Для проведения гранулометрического анализа получали микроснимки размола зерна с помощью оптического микроскопирования на микроскопе Биолам. Анализ полученных изображений осуществляли с помощью выбранного программного обеспечения: Open Source Computer Vision Library (OpenCV) - библиотеки алгоритмов компьютерного зрения, обработки изображений и численных алгоритмов общего назначения с открытым кодом. В качестве программной среды для разработки компьютерного приложения задействован Borland C++Builder [6]. На разработанную программное средство получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2011610605 «Программное обеспечение для прогнозирования технологических качеств пшеницы на основе данных гранулометрического анализа». Разработанная методика определения показателей технологических качеств пшеницы отражена в способе определения хлебопекарных качеств зерна пшеницы (патент №2433398 от 10.11.11), способе определения твердозерности пшеницы (патент №2442132 от 10.02.12).

Алгоритм анализа микрофотографий заключался в следующих действиях:

- предварительная обработка изображения (сглаживание, фильтрация помех, увеличение контраста, перевод изображения в монохромное);
- обнаружение объектов - частиц муки, построение и прорисовка замкнутых контуров этих объектов (контурный анализ);
- нахождение центра тяжести каждой получившейся фигуры, ограниченной контуром (аппроксимация контура полигонами);
- проведение большого количества отрезков из центра тяжести фигуры к контуру объекта во все стороны;
- определение периметра и площади частицы, среднеарифметическое значение длин получившихся отрезков  $X$ , мкм, и коэффициент вариации длин получившихся отрезков – коэффициент неровности частицы  $K$ ;
- вычисление среднестатистических значений  $X_{CP}$  и  $K_{CP}$ , исходя из полученных  $X$  и  $K$  для всех частиц изображения.

На основе гранулометрических параметров  $X_{CP}$  и  $K_{CP}$  разработаны регрессионные уравнения (таблица 1), позволяющие с высокой точностью прогнозировать технологические качества зерна: влагопоглатительную способность муки ВПС, %, валориметрическую оценку В, ед. валориграфа, твердозерность ТВ, кг/мм<sup>2</sup>.

Таблица 1 – Уравнения регрессии показателей качества зерна пшеницы

Уравнение регрессии	Коэффициент корреляции $r$	Коэффициент детерминации $R^2$	Скорректированный коэффициент детерминации $R^2$	Стандартная ошибка оценки	Критерий Фишера	
					табличный	расчетный
$ВПС = 0,53 \cdot K_{CP} - 0,67 \cdot X_{CP} + 9,0$	,963	,927	,925	,612	,27	172,60
$B = 0,47 \cdot K_{CP} - 0,61 \cdot X_{CP} + 85,2$	,974	,949	,942	,987	,27	22,54
$TB = 0,15 \cdot K_{CP} + 0,28 \cdot X_{CP} + 0,90$	,953	,908	,901	,654	,27	32,95

Для работы данной методики на предприятии реализована возможность доступа к получаемой информации из любой точки локальной сети, за счет удаленного хранения ее в базе данных (рисунок 1). Создаваемая база дает возможность проведения сравнительного анализа статистических данных, использования результатов для разработки математических моделей процессов, протекающих в информационно-измерительной системе.

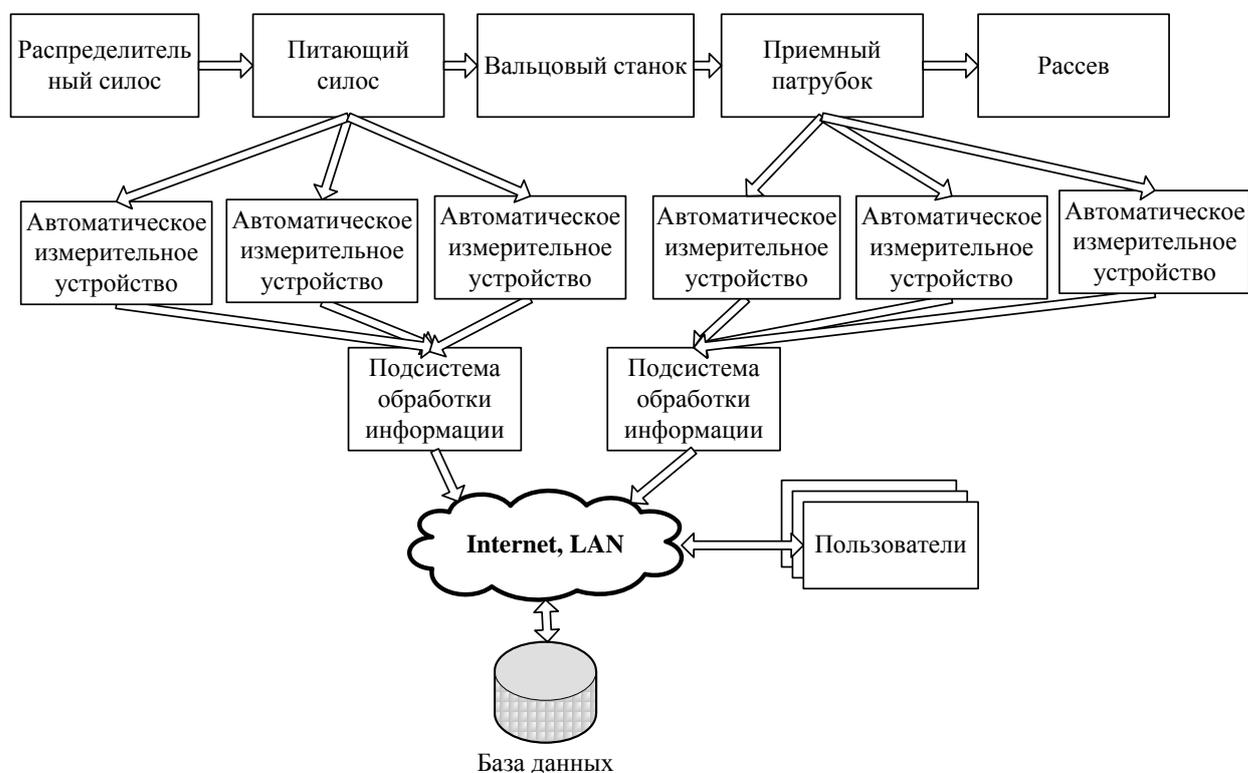


Рисунок 1 - Аппаратурная схема контроля потребительских свойств зерна и продуктов его переработки

Автоматическое измерительное устройство состоит из заборного устройства, управляемого сервоприводами, за счет которых происходит периодический забор пробы муки, которая попадает в приемную воронку (рисунок 2). С помощью вибрационного устройства анализируемый образец движется вдоль желоба, в котором с помощью цифровой камеры происходит измерение гранулометрических параметров частиц размола зерна. Информационные потоки гранулометрического анализа передаются для анализа в подсистему обработки информации.

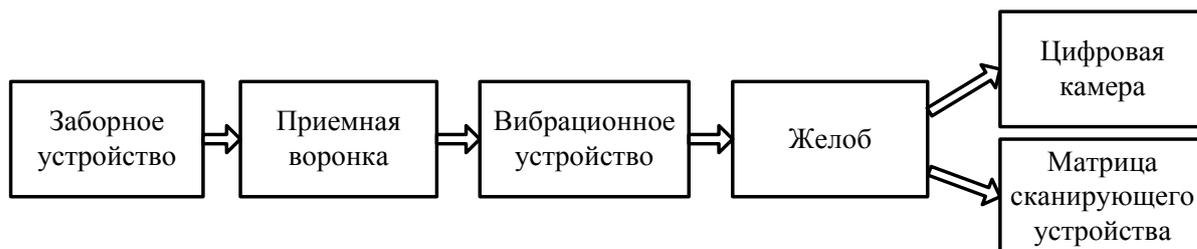


Рисунок 2 – Схема автоматического измерительного устройства

На каждом этапе обработки данных оптического микроскопирования, полученных методом гранулометрического анализа (рисунок 3) оценены возникающие систематические и случайные погрешности определения технологических качеств зерна. В ходе обработки информации погрешности накапливаются, поэтому имеет смысл вычисление результирующей погрешности [7].

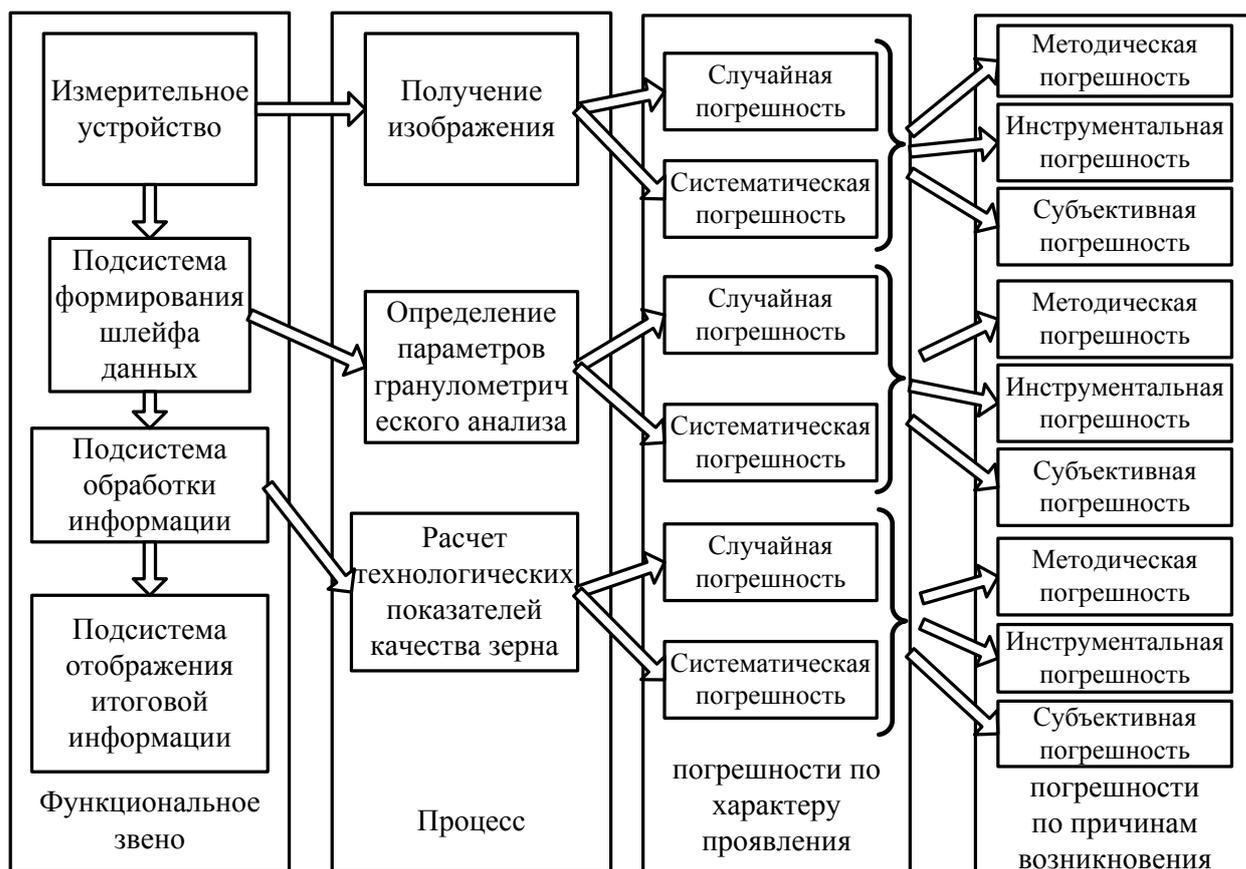


Рисунок 3 – Оценка различных видов погрешностей измерения, возникающих в ходе обработки данных оптического микроскопирования

Субъективная погрешность в измерениях не учитывалась на всех этапах проведения гранулометрического анализа ввиду автоматизации процесса измерения и исключения личного фактора влияния на обработку информации.

На этапе производства микроснимков размола зерна наибольший интерес представляет инструментальная погрешность измерений. В случае оптической микроскопии инструментальная погрешность может быть выявлена теоретически на основании оптических характеристик аппаратуры измерения [8]. Основным критерием, влияющим на качество получаемых микрофотографий, является разрешительная способность матрицы цифровой камеры. Именно эта характеристика, в основном, определяет насколько детально можно описывать мелкие объекты. Значения гранулометрических параметров  $X$  и  $K$  при повышении разрешающей способности матрицы выше 8000 - 9000 dpi практически не изменяются, свидетельствуя тем самым о том, что при получении микроснимков разрешением выше 9000 dpi позволяет не принимать в расчет инструментальную погрешность измерения (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние разрешающей способности матрицы на качество съёмки

Разрешающая способность матрицы, dpi	Значение гранулометрического параметра X	Значение гранулометрического параметра K
2000	50,84	14,00
3000	51,04	14,05
5000	52,17	14,23
6000	52,40	14,45
8000	52,43	14,45
9000	52,42	14,46
12000	52,43	14,46
15000	52,42	14,47
18000	52,43	14,46

Из всех способов обнаружения систематических погрешностей дисперсионный анализ является наиболее эффективным и достоверным [9]. Критерием оценки наличия систематических погрешностей в данном случае является дисперсионный критерий Фишера. В проведенной серии из 200 измерений гранулометрических показателей X и K наличие систематических погрешностей не обнаружено. Выявлены случайные погрешности измерений для гранулометрических показателей X и K (таблица 3).

Таблица 3 - Статистические данные показателей гранулометрического анализа

Показатель	Число повторов измерений	Среднее	Среднеквадратичное отклонение (погрешность)	Коэффициент Стьюдента табличный*	Абсолютная предельная погрешность	Относительная предельная погрешность, %
X	224	52,68	0,1396	1,964	0,0187	0,0355
K	224	14,45	0,0148	1,964	0,0020	0,0137

\* - при доверительной вероятности  $p = 0,95$

На стадии расчета технологических показателей качества зерна на основе параметров гранулометрического анализа интерес представляет оценка методологической погрешности. Методическая погрешность измерений обусловлена несовершенством метода измерений, неточностью формул, применяемых при нахождении результата измерений [10]. Наилучшим критерием оценки точности измерений принято считать среднюю квадратичную (стандартную) погрешность измерения  $m$ , определяемую по формуле Гаусса:

$$m = \sqrt{\sum \frac{\Delta_i^2}{n}}, \quad (1)$$

где  $\Delta_i$  - абсолютная погрешность в  $i$ -том измерении, определяемая по формуле:

$$\Delta_i = l_i - X_i, \quad (2)$$

где  $X_i$  - истинное значение измеряемой величины в  $i$ -том измерении;  
 $l_i$  - результат  $i$ -того измерения.

В качестве истинного значения анализируемых показателей использовали их опытные значения, полученные измерением этих показателей референтными способами: влагопоглодательную способность и валориметрическую оценку с помощью валориграфа, твердозерность – с помощью микротвердомера. На практике за предельную погрешность принимают  $2m$ , т.е. с вероятностью 95 % можно утверждать, что случайные погрешности не превысят величины равной  $2m$  [11]. Таким образом определены предельные абсолютная и относительная погрешности измерений (таблица 4).

Таблица 4 – Статистические данные оцениваемых показателей качества зерна

Показатель	Число измерений	Среднее	Средняя квадратичная погрешность	Коэффициент Стьюдента табличный	Абсолютная предельная погрешность	Относительная предельная погрешность, %
ВПС	82	64,26	1,8023	1,99*	3,5866	5,5815
Валориметрическая оценка	82	58,89	2,3047	1,99*	4,5864	7,7881
Твердозерность	82	17,56	0,7442	1,99*	1,4884	8,4761

\* - при доверительной вероятности  $p = 0,95$

Поскольку определенные нами предельные относительные инструментальные погрешности измерений (0,0355 %; 0,0137 %) отличаются от относительных методических (5,5815 %; 7,7881 %; 8,476 %) более чем на 2 порядка, их долей в суммарной погрешности определения технологических показателей качества зерна и продуктов его переработки можно пренебречь.

Результаты наших наблюдений свидетельствуют о возможности, анализируя данные гранулометрического анализа зерна, прогнозировать с большой точностью конечные хлебопекарные качества муки из этого зерна.

#### Список литературы

1. Казаков, Е.Д. Биохимия зерна и хлебопродуктов: Учеб. пособие для вузов / Е. Д. Казаков, Г. П. Карпиленко. - СПб.: ГИОРД, 2005. - 512 с.

2. **Мерко, И.Т.** Совершенствование технологических процессов сортового помола пшеницы. - М.: Колос, 1979. - 191 с.
3. **Беркутова, Н.С.** Методы оценки и формирования качества зерна. - М.: Росагропромиздат, 1991. - 206 с.
4. **Беркутова, Н.С.** Микроструктура пшеницы / Н. С. Беркутова, И. А. Швецова. - М.: Колос, 1977. - 122 с.
5. **Кругляков, Г.Н.** Товароведение продовольственных товаров / Г. Н. Кругляков, Г. В. Круглякова. - Ростов-на-Дону: издательский центр «МарТ», 1999.
6. **Bradsky, G.** Learning OpenCV / G. Bradsky, A. Kaehler. - O'Reilly, 2008. - 571 p.
7. **Димов, Ю. В.** Метрология, стандартизация и сертификация: Учебник для вузов. - Издательство: Питер., 2004. - 432 с.
8. **Тартаковский, Д.Ф.** Метрология, стандартизация и технические средства измерений: Учеб. для вузов / Д. Ф. Тартаковский, А. С. Ястребов. - М.: Высшая школа, 2001. - 205 с.
9. **Сергеев, А.Г.** Метрология: Учебное пособие для вузов. - М.: Логос, 2001. – 208 с.
10. **Пронкин, Н.С.** Основы метрологии: практикум по метрологии и измерениям: учеб. пособие для вузов. - М.: Логос. - 2007. - 392 с.
11. **Болтон, У.** Карманный справочник инженера-метролога. - М.: Издательский дом «Додэка-XXI», 2002. - 384 с.

# ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЦЕНКИ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ КАЧЕСТВ ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ И ПРОДУКТОВ ЕГО ПЕРЕРАБОТКИ

**Федотов В.А.**

**Оренбургский Государственный Университет, г. Оренбург**

На сегодняшний день в предприятиях отрасли для оценки потребительского качества зерна пользуются следующими основными показателями: натура, количество и качество клейковины, стекловидность, влажность. Однако даже комплексный учет этих показателей ввиду недостаточной своей информативности не может однозначно охарактеризовать достоинства зерна, влияющие на качество производимой из него продукции. В предлагаемой модели использованы следующие показатели: твердозерность, микробиологическая контаминация зерна, содержание тяжелых металлов, содержание поврежденных зерен, засоренность зерна.

Для оценки повышения эффективности определения потребительских качеств зерна и продуктов его переработки за счет определения показателя твердозерности и учета показателей безопасности зерна воспользовались одним из методов принятия решений – методом экспертных оценок. Сущность методов экспертных оценок заключается в том, что в его основу закладывается мнение специалиста или коллектива специалистов, основанное на профессиональном, научном и практическом опыте. Мнения обычно выражены частично в количественной, частично в качественной форме. При выполнении своей роли в процессе управления эксперты производят две основные функции: формируют объекты - показатели качества и производят измерение их характеристик - коэффициенты значимости (весомости).

Для оценки эффективности определения потребительских качеств зерна и продуктов его переработки в описанных двух моделях вычислены так называемые весовые коэффициенты каждого показателя. Для их нахождения пользовались частным случаем метода экспертных оценок - методом ранжирования. При формировании мнения о порядке приоритета показателей качества зерна и продуктов его переработки опирались также на данные формализации и визуализации информации методом графа.

Структура совокупности показателей качества зерна и продуктов его переработки могут быть представлены графом - совокупностью непустого множества вершин и связей между вершинами, в котором вершины (узлы) - это показатели качества, а ребра (границы) – связи между этими показателями [1]. Для визуализации графов в топологии пользуются различными способами. Визуализация данных проводилась средствами программного обеспечения с открытым исходным кодом: The Open Graph Viz Platform – Gephi 0.8.1-beta. Построение графа осуществили по алгоритму равномерного распределения вершин по квадрату. Все ребра – неориентированные, при этом каждое отдельное ребро имеет свой вес [2]. Вес ребра представляет собой степень связи (коэффициент корреляции) между двумя вершинами – показателями качества.

Ранжирование узлов проводилось по показателю его степени промежуточности (betweenness) – характеристики, описываемой числом присутствия узла в кратчайших путях между любыми другими узлами (количество ребер графа, инцидентных узлу). Высокая степень промежуточности узла говорит о его высокой значимости в процессе формирования потребительского качества зерна и продуктов его переработки [3]. Рядом с каждым узлом помещена метка (label) с именем узла. Размер метки дифференцируется в зависимости от присвоенного узлу ранга: чем выше ранг, тем больше в пунктах размер шрифта метки (рисунок 1). Это позволяет визуально разделить показатели качества по их значимости в модели. Также ранжирование велось по весам узлов, при этом каждому узлу присвоен вес, исходя из средневзвешенного веса инцидентных ему ребер. В данном случае рангу узла соответствует размер его визуального представления (рисунок 2).



Рисунок 1 – Структура графа показателей качества зерна и продуктов его переработки с учетом ранжирования узлов по степени промежуточности

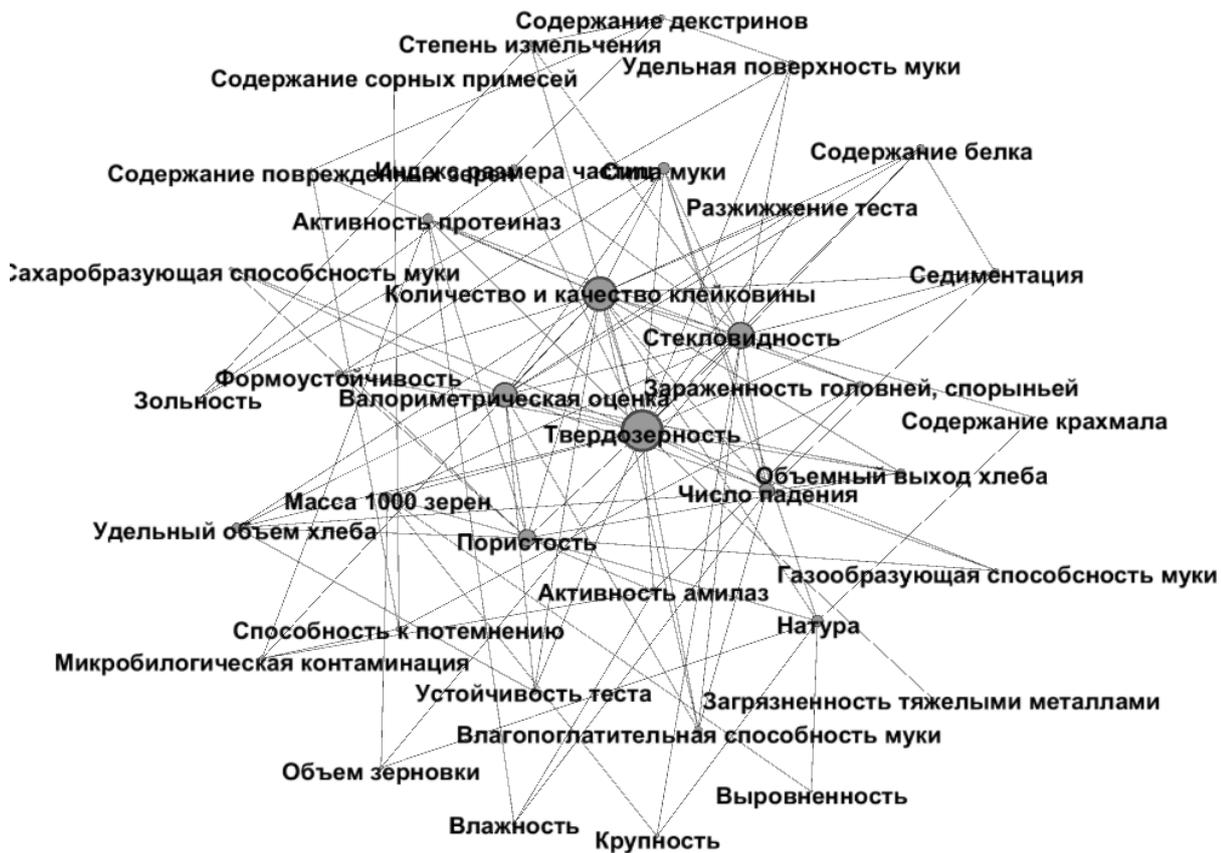


Рисунок 2 – Структура графа показателей качества зерна и продуктов его переработки с учетом ранжирования узлов по весу

При обработке результатов экспертного оценивания находили эффективность аддитивной статической модели  $W$  :

$$W = \sum_{i=1}^n \alpha_i \cdot \bar{x}_i, \quad (1)$$

где  $\alpha_i$  - весовой коэффициент для  $i$ -того показателя;  
 $\bar{x}_i$  - текущее значение  $i$ -того безразмерного показателя.

При этом должно выполняться условие нормирования:

$$\sum_{i=1}^n \alpha_i = 1. \quad (2)$$

Отсюда, с учетом ранжирования, показателям качества присвоены следующие весовые коэффициенты:

$$\alpha_1 = \frac{1}{15} = 0,067; \alpha_2 = \frac{2}{15} = 0,134; \alpha_3 = \frac{3}{15} = 0,200; \alpha_4 = \frac{4}{15} = 0,267; \alpha_5 = \frac{5}{15} = 0,334.$$

В стандартном случае для оценки качества зерна пользуются следующими показателями (расположены с учетом ранжирования их веса):

$\bar{x}_1$  - влажность;

$\bar{x}_2$  - натура;

$\bar{x}_3$  - стекловидность;

$\bar{x}_4$  - качество клейковины;

$\bar{x}_5$  - количество клейковины.

Значения показателей качества получены в результате зернового анализа выборки образцов зерна пшеницы. Исследованию подверглось 70 образцов зерна пшеницы. Если монотонное повышение качества зерна и продуктов его переработки происходит при увеличении значения показателя, текущее значение  $\bar{x}$  определяли, исходя из максимального (базового) значения  $x_{\max}$  в выборке как:

$$\bar{x} = \frac{x_j}{x_{\max}}, \quad (3)$$

где  $x_j$  - значение показателя для j-того образца в выборке.

Данное свойство характерно для следующих показателей качества: натура, стекловидность, количество и качество клейковины, твердозерность. В случае монотонного повышения качества зерна и продуктов его переработки при уменьшении значения показателя, текущее значение  $\bar{x}$  определяли исходя из минимального (базового) значения  $x_{\min}$  в выборке как:

$$\bar{x} = \frac{x_{\min}}{x_j}. \quad (4)$$

Данное свойство характерно для следующих показателей качества: влажность, засоренность и поврежденность зерна, содержание тяжелых металлов, микробиологическая контаминация зерна. При обработке результатов ранжирования получено следующее значение эффективности модели:

$$W = \frac{1}{15} \cdot 0,81 + \frac{2}{15} \cdot 0,78 + \frac{3}{15} \cdot 0,62 + \frac{4}{15} \cdot 0,85 + \frac{5}{15} \cdot 0,52,$$

$$W = 0,682.$$

В предлагаемой модели для оценки качества зерна использованы следующие показатели (расположены с учетом ранжирования их веса):

- $\bar{x}_1$  - засоренность зерна;  
 $\bar{x}_2$  - содержание поврежденных зерен;  
 $\bar{x}_3$  - содержание тяжелых металлов;  
 $\bar{x}_4$  - микробиологическая контаминация;  
 $\bar{x}_5$  - твердозерность.

При обработке результатов ранжирования получено следующее значение эффективности модели:

$$W = \frac{1}{15} \cdot 0,75 + \frac{2}{15} \cdot 0,84 + \frac{3}{15} \cdot 0,71 + \frac{4}{15} \cdot 0,92 + \frac{5}{15} \cdot 0,95,$$

$$W = 0,866.$$

Неравенство  $0,682 < 0,866$  наглядно демонстрирует повышение эффективности модели в случае определения потребительских качеств зерна и продуктов его переработки за счет определения показателя твердозерности и учета показателей безопасности зерна. Прибавка эффективности составляет 0,184, что в приводит к ее повышению на 26,98 %. В потенциале существует возможность усиления, за счет указания количества повторных измерений каждого показателя для обеспечения необходимой метрологической точности.

#### *Список литературы*

1. **Уилсон, Р.** Введение в теорию графов. - М.: Мир, 1977. – 208 с.
2. **Оре, О.** Теория графов. - М.: Наука, 1968. – 336 с.
3. **Кирсанов, М. Н.** Графы в Maple. - М.: Физматлит, 2007. - 168 с.