

Секция 27

**«Развитие университетского комплекса
как средство обеспечения
продовольственной безопасности
региона»**

Содержание

Василевская С.П. Опыт рассмотрения технологии как системы процессов и оценка перспектив ее использования в учебном процессе.....	2
Владимиров Н.П., Вострикова Р.М., Бирюкова Н.В. Применение пшеничных зародышей для повышения пищевой и биологической ценности продуктов питания.....	7
Владимирова Е.Г., Владимиров Н.П. Макроморфологическая структура лужги зерновых культур и ее изменение при механической деструкции.....	11
Волошин Е.В. Движение частиц продукта в распределительной зоне сепарирующе-доизмельчающей машины.....	14
Кобылкин Д.С., Антимонов С.В., Соловых С.Ю., Ганин Е.В. Повышение качества зернового сырья при измельчении в условиях разрежения в рабочей камере дробилки.....	19
Сидоренко Г.А. Разработка технологии производства лечебно-профилактического бескоркового хлеба с применением электроконтактного способа выпечки.....	23
Тарасенко С.С., Владимиров Н.П. Влияние одно- и двухэтапного холодного кондиционирования на технологические свойства зерна твердой пшеницы	27
Федоров Е. А., Рогулин А. Ю. Развитие экструзионных технологий как часть пищевой промышленности.....	30

Василевская С.П. Опыт рассмотрения технологии как системы процессов и оценка перспектив ее использования в учебном процессе

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

В настоящее время значительное количество отходов органического происхождения образуется на предприятиях пивоваренной и спиртовой промышленности. Быстро разлагаясь, они становятся непригодными для дальнейшего использования. Большое содержание в них воды делает их перевозку на большие расстояния нерентабельной. Поэтому обезвоживание основных отходов пивоварения и спиртового производства является важной задачей расширения базы комбикормового производства. Основным отходом пивоварения является пивная дробина, а спиртового производства – спиртовая барда.

В жидких отходах бродильных производств содержится до 25 % питательных веществ исходного сырья: белковые и минеральные вещества, углеводы и витамины. Объемы утилизации этих отходов в нашей стране невелики,

Актуальной является разработка технологии ресурсосберегающей переработки пивной дробины и спиртовой барды в белково-витаминные кормовые продукты. Такая технология должна быть малоотходной для обеспечения охраны окружающей среды.

Сухая дробина и сухая барда являются эффективным кормовым продуктом. В то же время, отсутствуют технологии, позволяющие преобразовывать в сухой кормовой продукт не только дисперсную фазу, но и водорастворимые питательные вещества дисперсионной среды.

Предложена технология реутилизации высоковлажных отходов бродильных производств и зерновых отходов в качестве сорбента (рисунок 1). Имеется два варианта реализации этой схемы: с промежуточным отделением дисперсионной среды с последующим впитыванием ее экструдатом (показана сплошными линиями) и с непосредственным вводом дисперсионной среды в полуфабрикат при смешении (показана пунктиром).

После анализа состояния вопроса сформулированы задачи исследования.

1. Предложить способ утилизации отходов бродильного производства и оценить перспективность использования этих отходов для утилизации в виде сухих белково-витаминных продуктов.
2. Экспериментально определить режимы подготовки полуфабрикатов на основе пивной дробины и спиртовой барды и способ введения в них жидкой дисперсионной среды, обеспечивающие устойчивое сохранение заданной формы экструдата в процессе сушки.

3. Идентифицировать математические модели экструдирования высоковлажных полуфабрикатов растительного происхождения и их последующей сушки.
4. Разработать ресурсосберегающую технологию получения белково-витаминного компонента корма на основе сушки пивной дробины или спиртовой барды без потери растворимых питательных веществ.
5. Создать новые конструктивные решения оборудования, реализующего предложенную технологию. Экономически обосновать эффективность выполненных исследований.

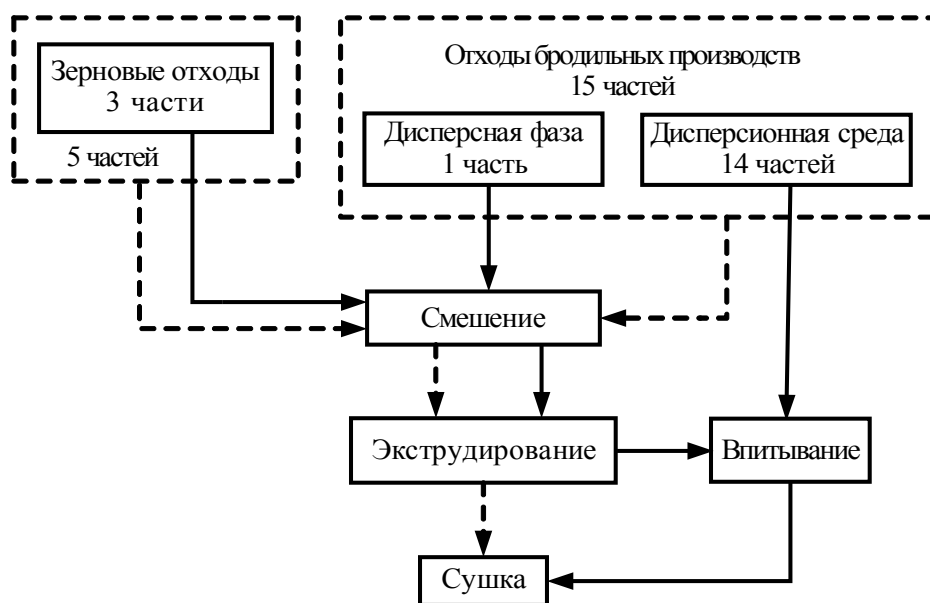


Рисунок 1 - Схема получения кормового продукта утилизацией отходов бродильного производства и зерновых отходов.

Выдвинута гипотеза об использовании для предлагаемой технологии кондуктивного влагообмена высоковлажных отходов с наполнителем и последующего формообразования полуфабриката, позволяющего использовать для его обезвоживания конвективную сушку.

Для процесса экструдирования выбрана схема одношнекового экструдера с постоянными параметрами шнека. Поскольку экструдирование высоковлажного сырья не требует создания высоких давлений, будем считать, что такой экструдер соответствует разрабатываемой технологии. Его рабочее пространство разделено на четыре зоны: канал шнека, полость насадки на конце шнека, полость утечек, фильера матрицы. Между полостями выполняется условие непрерывности объемной производительности.

Полости прессующего механизма представлены тремя парами параллельных между собой плоскостей.

В модели канала шнека верхняя пластина движется относительно нижней. Напряжения сжатия возрастают в направлении вектора скорости. На пластинах проскальзывание материала отсутствует. Вблизи нижней пластины имеется слой проскальзывания с реологическими свойствами воды.

В модели компрессионного затвора и полости утечек нижняя пластина неподвижна, а верхняя пластина движется вдоль оси шнека со скоростью, равной окружной скорости шнекового цилиндра относительно шнека.

Реологические свойства материала описывает уравнение Оствальда-де Виля, причем параметры этого уравнения постоянны во всем рабочем пространстве.

Совместное решение уравнений напряженного состояния материала и уравнения Оствальда-де Виля позволило описать распределение скоростей в канале шнека и полостях компрессионного затвора и утечек. Получены зависимости для скорости проскальзывания материала по дну канала шнека.

Предложен способ расчета расхода материала через канал переменного сечения с плавным переходом с круглого поперечного сечения на щель. Исходная фильера заменяется цилиндрической фильерой с таким же сопротивлением. При этом коэффициент отклонения формы канала от цилиндрической на участке конфузора требует экспериментального определения.

Предложен коэффициент обрабатываемого воздействия экструдера. Он определяет, какая часть мощности сил полезного сопротивления израсходована в материале без учета энергии, затраченной на создание давления в экструдере.

Определена мощность сил полезного сопротивления в экструдере. Использование уравнения неразрывности позволяет вычислить все параметры процесса экструдирования, начиная с напряжений в материале перед насадкой на конце шнека и перед матрицей.

Математическая модель процесса экструдирования может быть использована для определения рациональных режимов работы экструдера в предлагаемой технологии после экспериментального определения следующих величин: коэффициентов уравнения Оствальда-де Виля, толщины слоя проскальзывания и коэффициента отклонения формы канала фильеры.

Процесс конвективной сушки описан по методу академика А.В. Лыкова. Для расчета времени сушки с постоянной скоростью следует экспериментально определить коэффициенты влажностепроводности при постоянной и убывающей скорости сушки, коэффициент паропроводности, коэффициент внешнего влагообмена, а также влажность в первой критической точке.

Для исследования процесса конвективной сушки разработана лабораторная сушильная установка. Высушивание образцов происходит в сетчатом бункере в сушильной камере.

Определение параметров процесса сушки производилось по изменению во времени массы бункера, в который были помещены образцы экструдата. Температуру сушильного агента по сухому и мокрому термометрам определили перед его поступлением в сушильную камеру.

Определены параметры процесса конвективной сушки для экструдатов из смесей пшеничных отрубей с пивной дробинкой и спиртовой бардой при начальной влажности 25 и 45 %. Сушке подвергали образцы круглой формы и в виде ленты. Получены регрессионные зависимости для массообменных параметров от температуры сухого и мокрого термометра, а также средней скорости сушильного агента в зоне сушки.

Предложенный лабораторный стенд для исследования процесса экструдирования, позволил измерить возникающее давление в материале на конце канала шнека и перед матрицей, угловую скорость шнека, потребляемую электрическую мощность, производительность экструдера.

Для определения давлений, на месте их измерения выполнены фланцевые разъемы в шнековом корпусе. Тензометрические втулки, установлены под головки болтов. Для регистрации показаний датчиков использован компьютер, получающий сигналы от АЦП.

Давления в материале в сечениях фланцев получены выражением нормальных напряжений, действующих на матрицу, и меридиональных касательных напряжений, действующих на корпус, через усилия во фланцах.

Измерение температуры производилось в установившемся режиме экструдирования.

Мощность сил полезного сопротивления определена по электрической мощности с учетом потерь в двигателе и в передаточных механизмах.

Производительность экструдера определена как масса экструдата за одну секунду экструдирования.

Коэффициенты уравнения Оствальда-де Виля для экструдата получены из уравнений его движения через полость насадки на конце шнека и цилиндрический канал фильеры при известном объемном расходе экструдата и давлениях в экструдате в сечениях фланцев.

Высота слоя проскальзывания приближенно определяется, если известны нормальное напряжение в материале на конце шнека, объемный расход материала в канале и коэффициенты уравнения Оствальда-де Виля.

Определение свойств полуфабриката, подготовленного к сушке, проведена на приборе ПМ. Была определена прочность сырых экструдатов на срез и слипаемость массы сырых экструдатов по методу сдвига в насыпи полуфабриката.

Проведенные экспериментальные исследования показали, что наибольшую производительность экструдер развивает при увлажнении зерноотходов дробинкой до влажности 28 ... 30 %. Дальнейший ввод жидкости в экструдат должен осуществляться за счет процесса впитывания. Впитывание позволяет утилизировать с единицей массы зерноотходов до 5,25 единиц массы дробинки, что соответствует 0,3 ... 0,4 массы сухого вещества дробинки.

Получены зависимости для параметров процесса экструдирования от относительной влажности и температуры, и скорости движения рабочих органов.

Исследование впитывающих свойств экструдата произведено снятием кривой впитывания. Впитывалась дисперсионная среда отходов бродильных

производств. Полуфабрикат имел цилиндрическую форму и форму ленты при исходной влажности 30 и 50 %. В части экспериментов экструдат перед впитыванием высушивали до влажности 12 %. Скорость впитывания мало зависит от формы поперечного сечения экструдата и вида сырья, добавляемого к отрубям. При впитывании предварительно высушенным экструдатом наблюдается его разрушение в процессе впитывания. Наибольшее увлажнение (до влажности 84 %) достигается образцами с исходной влажностью 30 %. При этом образцы сохраняют необходимую для дальнейшей обработки прочность. Все исследованные образцы имели низкую степень слипаемости.

Произведена оценка рассматриваемого способа утилизации отходов при помощи предложенного стоимостного критерия, учитывающего безотходность технологического процесса, глубину переработки сырья и экологичность производства.

Сделан вывод, что предлагаемая технология повышает эффективность пивного производства в основном за счет повышения уровня его безотходности.

Для экструдирования высоковлажных материалов предложены конструкции матриц с фильерами в упругих оболочках. Достоинством таких фильер является простота регулировки размеров выходного сечения и, соответственно формы получаемого полуфабриката.

Предложена новая конструкция экструдера, которая позволяет снижать влажность экструдата в процессе обработки. Предложена также конструкция, позволяющая впитывать дисперсионную среду в процессе экструдирования.

Изложенный подход к исследованию технологии как системы процессов может быть использован в различных компонентах учебного процесса. На начальной стадии его эффективно применять в научно-исследовательской деятельности студентов. На этапе разработки технологических линий, реализующих рассмотренные процессы, данный подход может быть применен в курсовом и дипломном проектировании.

Владимиров Н.П., Вострикова Р.М., Бирюкова Н.В. Применение пшеничных зародышей для повышения пищевой и биологической ценности продуктов питания

Оренбургский государственный университет, г.Оренбург

Одним из основных направлений государственной политики в области здорового питания населения является создание технологий производства качественно новых пищевых продуктов с направленным изменением химического состава, в том числе продуктов лечебно-профилактического назначения с высокой пищевой и биологической ценностью, содержащих незаменимые аминокислоты, витамины, минеральные вещества, пищевые волокна. Для решения поставленной задачи необходим поиск новых нетрадиционных видов сырья и добавок, в том числе использование побочных продуктов пищевой и перерабатывающей промышленности.

На мукомольных предприятиях нашей страны при сортовом помоле пшеницы от зерна, помимо оболочечных частиц, отделяется зародыш и направляется в отруби, используемые на кормовые цели. Зародыш зерна пшеницы, на долю которого приходится до 3,2%, богат полноценными белками, липидами, витаминами, минеральными веществами, эссенциальными жирными кислотами, соединениями с радиопротекторными свойствами.

Известно, что пшеничный зародыш содержит белков от 23,8% до 41,3%, при этом по химической природе, составу и пищевой ценности его белки сравнимы с физиологически активными белками животного происхождения. В них преобладают хорошо усвояемые водорастворимые фракции незаменимых аминокислот. Углеводов содержится – от 28,5% до 46,0%, липидов – от 7,4% до 21,4%, минеральных веществ – 4,5%-6,5%. В том числе макро- и микроэлементы: фосфор, калий, натрий, кальций, магний, цинк, железо, медь, селен, бром и т.д. Содержание в пшеничных зародышах тиамина – 6,2 мг%, что в несколько раз выше, чем в муке 1 сорта, содержание рибофлавина - 1,5 мг %, содержание никотиновой кислоты равно – 8,0 мг%. Из трех форм витамина в зерне преобладает пиридоксин, в зародыше его содержится – до 5,0 мг %. Количество витамина Е составляет 13,0 мг, причем преобладают наиболее активные формы токоферолов. В таблице 1 приведен химический состав пшеничных зародышей и других анатомических частей зерна пшеницы.

Для оценки пищевого достоинства сырья и продуктов большое значение имеет содержание белка и его аминокислотный состав. В состав белка зародышей пшеницы входят все незаменимые аминокислоты, причем, применительно к физиологическим потребностям организма человека, в довольно сбалансированном соотношении.

Кроме того, зародыш пшеницы содержат ценные заменимые аминокислоты.

Таблица 1 – Химический состав анатомических частей пшеничного зерна, процент от сухого вещества

Часть зерна	Соотношение частей	Белки	Углеводы					Липиды	Зольность
			Всего	в том числе					
				крахмал	сахар	клетчатка	пентозаны		
Целое зерно	100,00	16,06	78,25	63,07	4,32	2,76	8,10	2,24	2,18
Эндосперм	81,60	12,91	85,23	78,82	3,54	0,15	2,72	0,68	0,45
Зародыш	3,24	41,30	37,32	-	25,12	2,46	9,74	15,04	6,32
Оболочки с алейроновым слоем	15,45	28,75	57,03	-	4,18	16,20	36,65	7,78	10,5

Зародыш наиболее богат лизином, здесь его содержится в два с лишним раза больше, чем в эндосперме пшеницы. Содержание аминокислот в зародыше пшеницы по сравнению с мукой пшеничной 1 сорта приведено в таблице 2.

Таблица 2 - Содержание незаменимых аминокислот и аминокислотный скор зародышей пшеницы

Незаменимые аминокислоты	Шкала ФАО/ВОЗ, г на 100 г идеального белка	Содержание аминокислоты, г на 100 г белка / аминокислотный скор, %		
		Пшеничная мука 1 сорта	Зародыш пшеничный	
			сырой	обжаренный
Валин	5	5,17 / 104	6,25 / 125	6,10 / 122
Изолейцин	4	4,93 / 123	4,62 / 116	3,95 / 99
Лейцин	7	8,19 / 117	7,53 / 108	7,01 / 100
Лизин	5,5	2,45 / 44,7	7,7 / 140	7,5 / 136
Треонин + цистеин	3,5	3,72 / 106	2,63 / 65	2,03 / 58
Тирозин	4	2,88 / 68	5,63 / 141	4,91 / 123
Триптофан	1	1,1 / 110	1,3 / 130	1,18 / 118
Фенилаланин + тирозин	6	9,66 / 161	8,86 / 147	8,33 / 139

В составе зародыша углеводы занимают второе место. Отличительной особенностью состава углеводов является то, что крахмала в пшеничных зародышах совсем нет, но зато в нем содержится большое количество сахаров,

главным образом сахарозы и моносахаров (глюкозы, фруктозы, рибозы, маннозы и др.). Клетчатки в зародыше немного, гемицеллюлоз – около 10% .

Благодаря большому содержанию витаминов группы В и витамину Е пшеничный зародыш представляет большую ценность для рациона питания человека. Он содержит целый витаминный комплекс - А, В1, В2, В6, РР, С, К, Е; бета-каротин, витаминоподобные вещества: инозитол, лецитин, холин. Особенностью витаминного состава зародыша является уникальное содержание витамина Е – до 600 мг и более в 1 кг продукта. По уровню каротиноидов липиды этого продукта превосходят рыбий жир.

Пшеничный зародыш богат минеральными веществами, он содержит все макроэлементы и большое количество различных микроэлементов, в том числе цинк, железо, марганец, медь, селен, бром, стронций, алюминий, барий и кобальт.

Ценный химический состав зародышей пшеницы обуславливает перспективность их использования в производстве новых видов продуктов питания профилактического и лечебного назначения на основе зерновых культур.

На кафедре ТПП ОГУ проведены исследования по разработке технологии новых видов кондитерских изделий лечебно-профилактического назначения с использованием побочных продуктов мукомольной промышленности.

За основу нами была выбрана рецептура № 95, печенье «Нарезное» (Сборник рецептов мучных кондитерских и булочных изделий для предприятий общественного питания, 1986). Для улучшения вкусовых качеств и повышения пищевой и биологической ценности в рецептуру был введен яичный меланж. В качестве обогатительной добавки были использованы пшеничные зародышевые хлопья в соотношении 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30% от массы муки.

Полученные образцы печенья были исследованы по основным органолептическим показателям методом ранжирования. В результате построены графики зависимости органолептических показателей печенья от дозировки пшеничных зародышевых хлопьев и установлен оптимальный ввод пшеничных зародышей в рецептуру изделия.

На втором этапе работы для улучшения органолептических показателей и в качестве обогатительной добавки были использованы обжаренные зародышевые хлопья в соотношении 0, 10, 20, 30, 40, 50% от массы муки. Обжаривание хлопьев проводили на металлических листах в пекарном шкафу при температуре 100° - 130 °С в течении 3 – 5 минут. Хлопья при этом нагревались до 65° ... 70 °С с сохранением пищевой ценности. Нами были определены оптимальные параметры технологического процесса, установлены пределы ввода пшеничных зародышей в рецептуру изделий, разработаны технические условия и технологические инструкции на данные виды продуктов питания, проведены исследования химического состава новых видов мучных кондитерских изделий.

В результате установлено, что введение пшеничных зародышевых хлопьев в состав ингредиентов для мучных кондитерских изделий позволяет улучшить органолептические показатели за счет создания гармоничного вкуса, приятного

аромата и цвета. Нами получены продукты повышенной пищевой и биологической ценности, содержащие заменимые и незаменимые аминокислоты, моно- и полисахариды; витамины; макро- и микроэлементы; моно- и полиненасыщенные жирные кислоты, пищевые волокна и т.д. Потребление таких продуктов населением целесообразно при несбалансированном питании, при проживании в экологически неблагоприятных зонах. Новые виды продуктов питания обогащают рацион, улучшают обменные процессы, положительно влияют на микроциркуляцию всех органов и систем, что способствует поддержанию оптимального состояния организма.

Владимирова Е.Г., Владимиров Н.П. Макроморфологическая структура лужги зерновых культур и ее изменение при механической деструкции

Оренбургский государственный университет, г.Оренбург

Как известно, основным структурным компонентом лужги зерновых и масличных культур является целлюлоза. Важнейшие вещества, с которыми связана целлюлоза - лигнин, гемицеллюлозы, пектиновые вещества.

Целлюлоза образует каркас, несущий механическую нагрузку в статических и динамических условиях. Лигнин заполняет пространство между структурами, состоящими из целлюлозы и гемицеллюлозы, тем самым механически скрепляет структуру и одновременно защищает целлюлозу от прямых внешних воздействий. Лигнин не только сам не переварим, но и тормозит переваримость других питательных веществ, препятствуя воздействию на них ферментов. На основании разделения методом электрофореза гемицеллюлоз лужги зерновых культур, выделенных со значительным содержанием веществ лигнинной природы, установлено, что основное количество веществ не углеводного характера не соединено химически с полисахаридами гемицеллюлоз.

Молекулы целлюлозы образуют элементарные фибриллы, содержащие несколько десятков линейных молекул, которые объединены в микрофибриллы, хорошо видимые при электронномикроскопическом исследовании.

Целлюлоза обладает развитой системой водопроводящих путей, которые относятся к микрокапиллярам полости клеток - межклеточные пустоты, камеры пор, отверстия в мембранах пор. Перечисленные микрокапилляры называют " постоянными", т.к. в процессе набухания их размеры мало изменяются. В сухом состоянии клеточная стенка представляет собой сплошное стекловидное тело, капилляры образуются лишь в присутствии воды

В результате механической деструкции лигноцеллюлозных материалов происходит разрушение морфологической структуры, разрыв связей в макромолекулах, а также водородных связей между ними в результате чего повышается реакционная способность целлюлозы.

Нами исследованы изменения макроморфологической структуры лужги при механическом воздействии. Микроскопирование проводили на светооптическом микроскопе МБИ-15 и сканирующем электронном микроскопе РЭМ 100У.

Получены снимки поперечного и продольного срезов необработанной подсолнечной лузги. На поперечном срезе наблюдается довольно четкая структура. Полости клеток имеют форму, близкую к округлой. Клетки направлены вдоль лузжинок и имеют длину большую, чем ширину. Толщина клеточных стенок колеблется от 1750 до 5500 нм. На снимке продольного среза видно большое количество впадин и отверстий, поверхность клеточной стенки неровная.

После измельчения лузгу фракционировали на системе сит. Полученные фракции условно назвали «крупная», «средняя» и «мелкая». Как показали исследования, у крупной фракции наблюдается нарушение целостности структуры, причем разрушения здесь происходят в основном вдоль лузжинки по пустотам клеток, а также, возможно, по аморфным участкам мицелл.

У средней фракции виден более сильный характер разрушений, но еще сохраняются отдельные участки лузжинок, имеющие целостную структуру. Для мелкой фракции характерно максимальное разрушение микроструктуры, на снимке видны лишь отдельные участки клеточных стенок.

При подготовке образцов из ячменной лузги для сканирования на электронном микроскопе сказалась их повышенная хрупкость, вследствие чего не удалось получить абсолютно ровной поверхности поперечных срезов. Края клеток получились рваные. Общий рисунок поперечного среза похож на подобный образец подсолнечной лузги, такая же ячеистая структура, форма клеток близкая к овальной. Клеточные стенки более толстые. В отличие от подсолнечной лузги микрокапилляры не просматривались. Продольное сечение показывает, что все клетки имеют удлиненную форму, причем длина клеток различная и колеблется от 35 до 80 мкм. В одревесневшем виде это полые "каналы" .

Крупная фракция ячменной лузги представляет собой изломанные частицы с практически неповрежденной структурой. В частицах средней фракции еще видны остатки клеток . Мелкая фракция, в отличие от подсолнечника, не имеет вида аморфной массы, а состоит из отдельных частиц разнообразной формы без признаков упорядоченной структуры .

Форма лузги проса резко отличается от других культур и представляет собой полусферу. По своим хрупко-эластичным свойствам занимает промежуточное положение между лузгой подсолнечника и ячменя. На поперечном срезе исходного образца видна группа гнездно расположенных крупных и мелких клеток, одни из которых имеют округлую форму, другие - щелевидную с параллельными стенками, третьи - неправильных многоугольников. Продольный срез исходного образца - плотная матрица, составленная из клеток удлиненной формы и различного сечения .

Электронно-микроскопический анализ измельченных образцов показал, что в крупной фракции, помимо получения более мелких образований произошло и частичное разрушение клеточных стенок при сохранении общей структуры. Значительные изменения отмечены в средней фракции, первоначальная структура практически не сохранилась, а мелкая почти полностью превратилась в аморфный порошок.

Совершенно иная картина наблюдается на срезах лужги гречихи. При изготовлении среза в любом направлении картина получалась идентичной.

Срез необработанной лужги представляет хаотичное нагромождение плотно упакованных клеток неопределенной формы и различных размеров. Трудно определить и толщину клеточных стенок. Не оставляет сомнения тот факт, что клетки вытянуты в длину и образуют достаточно длинные нити (трубочки), переплетающиеся между собой. Возможно, это также является причиной особой эластичности гречишной лужги. Она с трудом поддается измельчению, выход мелкой фракции самый маленький. На снимке крупной фракции видна чешуйчатая структура, Клетки безусловно деформированы, они как бы смяты измельчающим механизмом, плотность увеличена. Частицы средней фракции сохранили достаточное количество участков с первоначальной структурой. Даже в самой мелкой фракции частицы полностью не деструктивированы .

Исходя из вышеизложенного следует, что лужга всех рассмотренных культур имеет свою характерную структуру, форму и размеры клеток, их упаковку, взаимное расположение. Все это безусловно должно сказываться на изменении химического состава и физических свойств продуктов измельчения лужги.

Волошин Е.В. Движение частиц продукта в распределительной зоне сепарирующе-доизмельчающей машины

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Проведенные исследования возможной конструкции сепарирующе-доизмельчающей машины показали, что наиболее перспективной является конструкция дискового классификатора У1-ДКЗ, разработанного в МГУПП под руководством профессора Глебова Л.А., которая состоит из питающего и выходного патрубков, корпуса с декой, ротора, опорных стоек, привода. При вращении ротор разгоняет продукт и направляет в калибрующую щель, образованную ротором и декой. Величину калибрующей щели можно изменять в зависимости от технологических условий получения конечного продукта.

Новая конструкция машины позволяет обеспечить сепарацию и доизмельчение крупных частиц зернового продукта в одной машине - зона разрушения располагается перед зоной сепарации и частица не прошедшая сепарацию будет доизмельчаться до проходного размера в непрерывном потоке продукта без нарушения его однородности.

При аналитическом исследовании воздействия рабочих органов на частицы продукта в машине принимаем, что движение отдельного зерна с достаточной для практики точностью характеризует движение всего зернового потока, так как при свободном движении и малой плотности потока, уменьшающегося по мере продвижения, имеющие место в реальном процессе, взаимодействием зерен можно пренебречь. Также принимаем, что при движении частицы по поверхности рабочих органов отсутствует качение, частица имеет сферическую форму радиусом r_c , действие аэродинамических сил при движении зерен в рабочей зоне не учитывается.

Движение частиц рассматривается в подвижной системе координат $XOYZ$ связанной с ротором машины.

При встрече рабочих органов с зерновым потоком воздействие на продукт оказывает сторона, обращенная в направлении движения вращения ротора.

Начальные условия:

- начальная скорость частицы в момент встречи с рабочим органом - V ;
- угловая скорость вращения ротора - Ω .

Возможно три варианта подачи зернового продукта в рабочую зону ротора сепарирующе-доизмельчающей машины:

- зерновой продукт подается на диск ротора;
- зерновой продукт подается на диск ротора, где установлен распределительный конус;
- зерновой продукт подается на диск ротора, где установлены лопатки для распределения и разгона частиц.

Из трех вариантов подачи был выбран первый, так как в этом случае конструкция питающего устройства наиболее проста и может быть оставлена без изменений от классификатора У1-ДКЗ.

Рассмотрим движение частицы продукта на поверхности ротора и определим возможные траектории ее движения.

Частица мгновенно сцепится с поверхностью диска и приобретет скорость точки падения, то есть переносная скорость частицы будет определяться как:

$$V_{\epsilon} = \omega \cdot r \quad (1)$$

где ω - угловая скорость вращения диска;

r - расстояние от точки падения частицы до оси вращения диска.

Так же частица мгновенно приобретет переносное ускорение $a_{\epsilon n} = \omega^2 r$. Касательное ускорение переносного движения $a_{\epsilon t} = 0$, так как диск вращается равномерно.

Частица некоторый момент времени находится на поверхности шероховатого вращающегося диска и не имеет в этот момент относительной скорости. На частицу действуют следующие силы: mg - вес; N - реакция диска; $F = f \cdot N$ - сила трения покоя; $\Phi_k = m \omega^2 r$ - центробежная сила инерции переносного движения (где r - расстояние от частицы до оси вращения).

Проецируя эти силы на оси OX и OY , найдем, что $N = m \cdot g$ и $m \cdot \omega^2 r = f \cdot m \cdot g$. Из уравнений следует, что расстояние частицы до оси вращения, при ее относительном равновесии, должно удовлетворять условию:

$$r = \frac{f \cdot g}{\omega^2} \quad (2)$$

В реальных условиях при большом значении угловой скорости, расстояние до оси r будет близко к нулю. Следовательно, в соответствии с рисунком 1, сразу же начнется движение по поверхности диска.

В переносном движении частица обладает только нормальным ускорением $a_{\epsilon n} = \omega^2 r$. Касательное ускорение переносного движения $a_{\epsilon t} = E \cdot r$.

Проекции относительной скорости частицы по диску будут связаны с её координатами формулами: $V_{rx} = \frac{dx}{dt}$ и $V_{ry} = \frac{dy}{dt}$.

Тогда модуль относительной скорости частицы будет определяться формулой: $V_r = \sqrt{V_{rx}^2 + V_{ry}^2}$, а направление вектора относительной скорости определяться его направляющими косинусами.

Так как вращение диска есть переносное движение частицы, то частица имеет ускорение Кориолиса, которое по модулю равно $a_{\epsilon} = 2\omega \cdot V_r$, а его направление определяется поворотом относительной скорости на угол 90° в направлении, указанном угловой скоростью. Значит, ускорение Кориолиса

перпендикулярно вектору относительной скорости, то есть его направление определяется направляющими косинусами: $\sin \gamma = \cos \beta$ и $\cos \gamma = \sin \beta$.

Направляющие косинусы радиус-вектора r (рисунок 1) равны

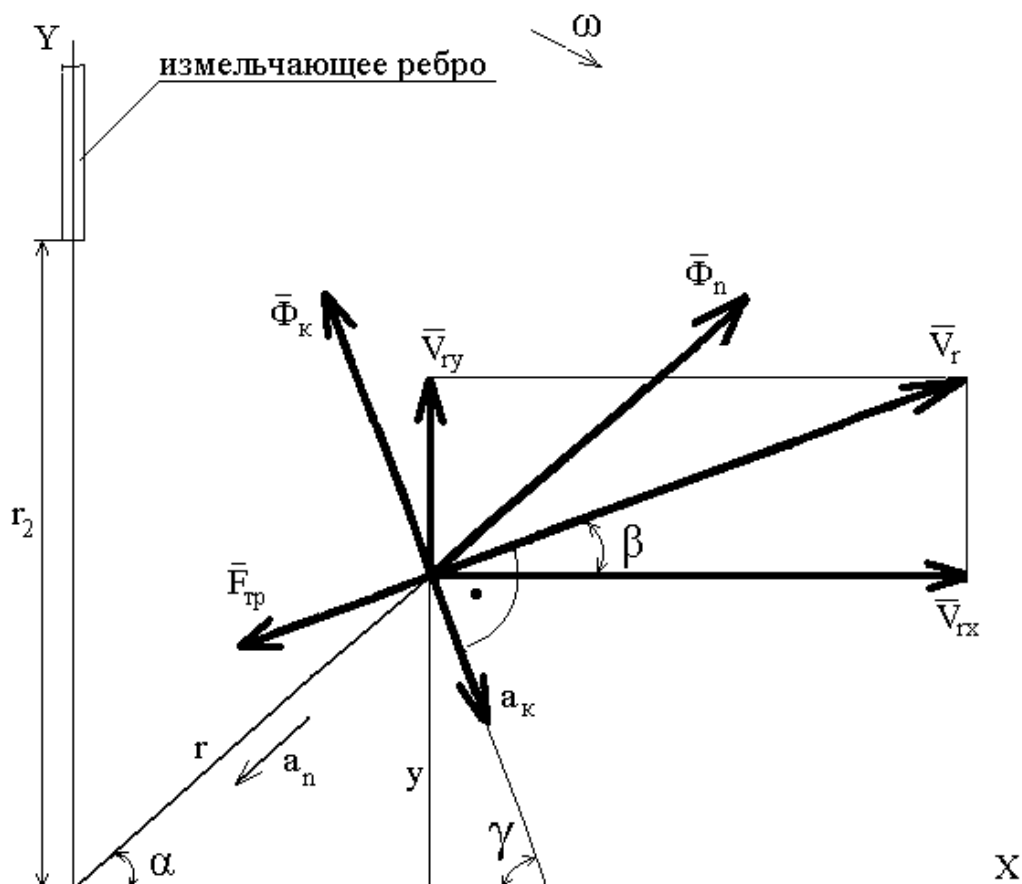


Рисунок 1 - Схема сил действующих на частицу на поверхности ротора

$$\cos \alpha = \frac{x}{r} = \frac{x}{\sqrt{x^2 + y^2}} \text{ и } \sin \alpha = \frac{y}{r} = \frac{y}{\sqrt{x^2 + y^2}}$$

Сила инерции Кориолиса $\Phi_k = 2m \cdot V_r \cdot \omega$ - направлена противоположно ускорению Кориолиса. Сила трения $F_{тр} = f \cdot m \cdot g$ направлена в противоположную сторону от относительной скорости.

Под действием указанных сил относительное движение частицы по поверхности диска сепарирующе-доизмельчающей машины будет описываться следующими дифференциальными уравнениями:

$$\begin{cases} m\ddot{x} = \Phi_n \cos \alpha - \Phi_k \cos \gamma - F_{тр} \cos \beta \\ m\ddot{y} = \Phi_n \sin \alpha + \Phi_k \sin \gamma - F_{тр} \sin \beta \end{cases} \quad (3)$$

или, подставляя значения сил и направляющих косинусов

$$\begin{cases} m\ddot{x} = m\omega^2 r \frac{x}{r} - 2mV_r \omega \frac{\dot{y}}{V_r} - mgf \frac{\dot{x}}{V_r} \\ m\ddot{y} = m\omega^2 r \frac{y}{r} + 2mV_r \omega \frac{\dot{x}}{V_r} - mgf \frac{\dot{y}}{V_r} \end{cases} \quad (4)$$

После несложных преобразований получим

$$\begin{cases} \ddot{x} = \omega^2 \cdot x - 2\omega \cdot \dot{y} - f \cdot g \frac{\dot{x}}{\sqrt{\dot{x}^2 + \dot{y}^2}} \\ \ddot{y} = \omega^2 \cdot y + 2\omega \cdot \dot{x} - f \cdot g \frac{\dot{y}}{\sqrt{\dot{x}^2 + \dot{y}^2}} \end{cases} \quad (5)$$

Система уравнений (5) является системой нелинейных дифференциальных уравнений, описывающих криволинейное движение частицы продукта по поверхности диска.

По периметру ротора установлены измельчающие ребра. Угол между измельчающими ребрами φ_p (рисунок 1). Этот угол должен быть меньше чем $\varphi_{доп}$, обеспечивающий захват зерновок измельчающими ребрами. При выполнении этого условия зерновка, проходя расстояние в радиальном направлении, равное длине измельчающего ребра $l_p = r_3 - r_2$, обязательно встретится с ребром и при движении по нему на длине l подвергнется воздействию неподвижного измельчающего ребра.

Для определения $\varphi_{доп}$ рассмотрим возможные варианты движения частицы относительно диска. Возьмем два крайних случая начала движения частицы:

1. Движение частицы по диску начинается с точки А, отстоящей от оси вращения на расстояние, равное радиусу питателя R_1 (максимально возможное расстояние начала движения частицы).

2. В случае попадания частицы в центр ротора, она будет оставаться неподвижной, согласно выражению (5). В связи с этим интерес представляет точка траектории, начало которой берется в некой точке, отстоящей от оси вращения на некоторое малое расстояние Δr (рисунок 1).

Частица, попавшая на диск ротора будет двигаться по траектории T_1 , а по радиусу питателя – по траектории T_2 . Так как нас интересует определение максимального угла, то траектории расположим так, что они проходят крайнюю точку измельчающего ребра, расположенную ближе к оси. Решив систему дифференциальных уравнений (5) численным методом Рунге-Кутты на ЭВМ с использованием математической модели MathCAD, рассматривая движение от r_2 до $(r_3 - l)$, можно графически найти φ_p .

С учетом ширины измельчающего ребра, максимальный угол $\varphi_{доп}$ между измельчающими ребрами обеспечивающий захват зерновок, можно найти по следующей формуле:

$$\varphi_{\text{доп}} = \varphi_p + \arcsin \frac{b}{2r_2} + \arcsin \frac{b}{2(r_3 - l)} \quad (6)$$

Для описания движения частицы по измельчающим ребрам необходимо знать её скорость в момент столкновения с ребрами. Минимальную скорость удара частицы о ребро можно определить численным методом, исходя из условий:

$$x_0 = R_1; y_0 = 0; \dot{x}_0 = 0; \dot{y}_0 = 0; \sqrt{x^2 + y^2} = r_2 \quad (7)$$

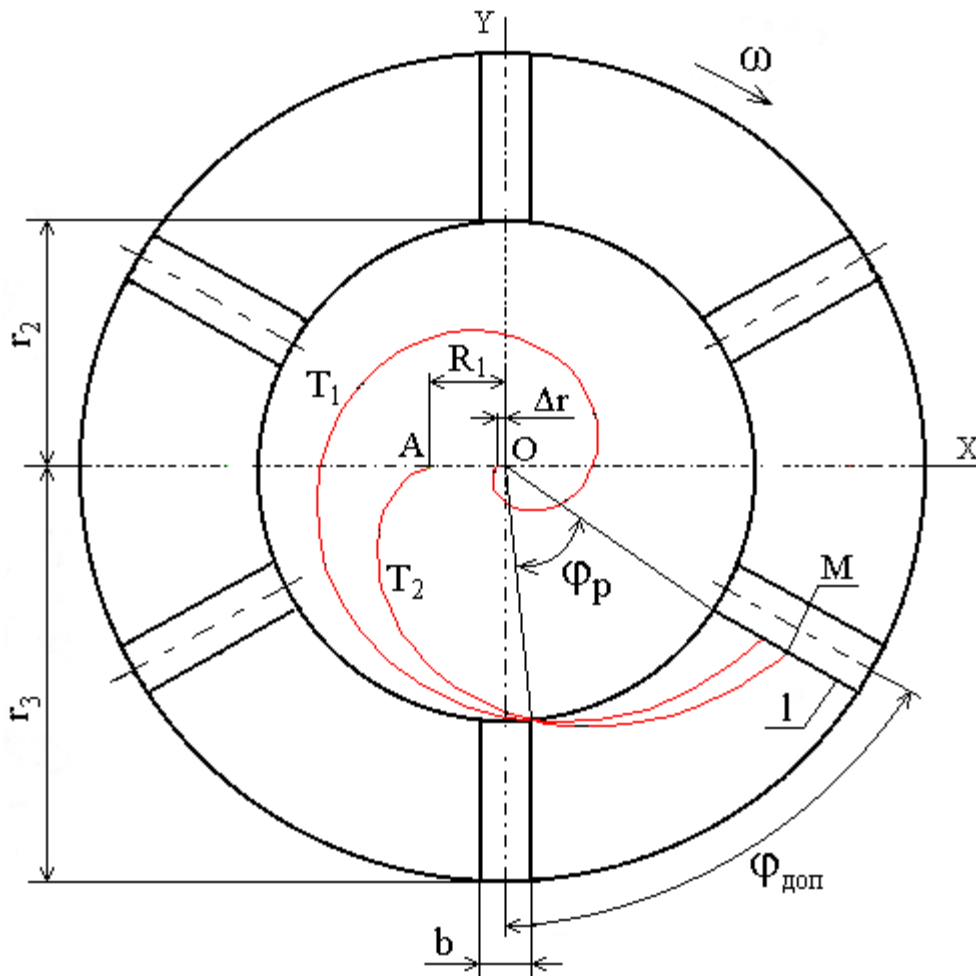


Рисунок 2 - Возможные траектории движения частицы по поверхности ротора

Кобылкин Д.С., Антимонов С.В., Соловых С.Ю., Ганин Е.В.
**Повышение качества зернового сырья при измельчении в
условиях разрежения в рабочей камере дробилки**

Оренбургский государственный университет, Оренбург

Стратегическим направлением увеличения производства продуктов питания является развитие прогрессивной технологии, обеспечивающей высокое качество готовой продукции на основе внедрения новой техники, способствующей экономии исходного сырья, энергии, материалов.

Создание и внедрение в промышленность современной, высокоэффективной техники, прогрессивной технологии и материалов, повышающих производительность, улучшающих условия работы, экономию материальных и трудовых ресурсов, а также направленных на охрану окружающей среды, - главная задача развития пищевой промышленности.

Важнейшими условиями создания прогрессивного оборудования, позволяющего эффективно решать проблему комплексной переработки сельскохозяйственного сырья и производства продуктов питания, являются:

- возможность выполнения процессов прогрессивной технологии. Иначе говоря, машины и аппараты при полной их производительности должны технологически оптимально воздействовать на обрабатываемый продукт, а неизбежные потери должны быть минимальными.

- всемерное снижение стоимости новых конструкций машин на единицу производительности (мощности);

- повышение в оптимальных пределах единичной мощности машин при одновременном уменьшении их габаритов;

- снижение энергопотребления, удельной металлоемкости;

- обеспечение экономичности в эксплуатации, надежности и безопасности конструкций машин.

Реализацию этих мероприятий можно осуществить за счет использования новых конструктивных решений, автоматизированных методов расчета, современных контрольно-измерительных операций, перспективных методов ведения технологических процессов осуществляемых в машинах, рациональных технологических и динамических режимов работы оборудования.

Решением проблемы повышения качества продукции на основе внедрения новой техники, способствующей экономии исходного сырья, энергии, материалов заняты как сотрудники научно-исследовательских институтов, конструкторских бюро, лабораторий, так и молодые ученые и аспиранты университетов страны.

На комбикормовых заводах, малых фермерских хозяйствах, кормоцехах, личных подсобных хозяйствах получают один из самых основных продуктов питания животных – комбикорм.

Как известно рациональное кормление сельскохозяйственных животных, птиц и рыб во многом определяет их рост, развитие и продуктивность.

Зная характеристику отдельных продуктов, можно составить смесь, в которой в благоприятном соотношении будут основные питательные вещества, витамины и т.д. Такая смесь называется комбинированным кормом, или комбикормом.

Корм перед употреблением нужно предварительно измельчить. Измельчение приводит к лучшей перевариваемости и более полному усвоению энергии корма. За счет измельчения зерна продуктивность животных повышается на 10-15%. В связи с возрастанием индустрии производства и обработки кормов необходимо обеспечить условия для беспрепятственного движения отдельных видов кормов внутри технологических линий (в транспортерах, нориях, дозаторах, смесителях, сушилках), чего нельзя достичь без измельчения. Измельченный корм легче дозируется, равномернее смешивается, обладает сыпучестью.

Таким образом, комбикорм – это смесь измельченных до необходимой крупности кормовых продуктов, составленная по научно обоснованным рецептам и правильно сбалансированная по содержанию питательных, минеральных веществ, витаминов и т.п.

Основой комбикормов является зерновое сырье. Общее количество зерна в составе комбикорма достигает 65-70% [1].

Предприятиями комбикормовой промышленности вырабатывается следующий ассортимент комбикормов, в которых содержится непосредственно зерновое сырье:

Комбикорма-концентраты. Предназначены для скармливания птице и животным в дополнение к грубым, сочным и прочим местным кормам.

Комбикорма полнорационные. Являются полным рационом для птицы и животных. Они предназначены для скармливания без добавления других кормов.

Кормовые смеси. Их применяют для взрослых жвачных животных. Кормовые смеси состоят из грубых и концентрированных кормов растительного происхождения, минеральных веществ и другого сырья.

Комбикорма-концентраты и комбикорма полнорационные изготавливают для различных (по возрасту и продуктивности) групп птицы, свиней, крупного рогатого скота, овец, лошадей, кроликов, нутрий, пушных зверей и других видов животных и прудовых рыб.

Комбикорма разного назначения. По требованию заказчиков в установленном порядке могут быть выработаны опытные партии комбикормов, комбикорма для лабораторных животных (морских свинок, белых мышей, крыс, собак и других животных и птиц), а также для животных зверинцев и цирков.

Комбикорма и кормовые смеси для взрослых жвачных животных вырабатывают в виде сыпучей массы требуемой крупности, гранул и крупок заданных размеров, а также в виде брикетов.

Качество комбикормов и кормовых смесей для взрослых жвачных животных должно соответствовать показателям, установленным для каждого вида комбикормов, действующими государственными стандартами или техническими условиями.

Измельчение сырья комбикормов необходимо производить до крупности частиц, которая рекомендуется для данного комбикорма с учетом вида, назначения и возрастной группы животных. Для свиней лучшим оказывается комбикорм, в котором зерно мелкого помола (с преобладанием частиц диаметром 0,5 – 1,0 мм), для крупного рогатого скота (КРС) – среднеразмолотое зерно (частицы с диаметром 1,0 – 1,8 мм), а для птицы зерно мелкого помола. При этом согласно ГОСТ 13496.8-72 содержание целых зерен не должно превышать 0,3-0,5%. Нарушение указанных границ, как правило, ведет к перерасходу кормов.

Таким образом, степень измельчения характеризует крупность размола. В комбикормовой промышленности установлено три крупности размола.

Числовой показатель каждой степени называется модулем крупности размола и выражается следующими значениями по ОСТ – 452: крупный - 2,60 – 1,80 мм; средний - 1,80 – 1,00 мм; мелкий - 1,00 – 0,2 мм. При любой крупности размола качество комбикормов считается тем выше, чем меньше в нем мучнистого пылевидного продукта (проход через сито 0,2 х20) .

Тонкоизмельченный продукт теряется при погрузке, разгрузке, транспортировании и при раздаче корма, он трудно смачивается водой и слюной животных и хуже усваивается организмом.

Согласно принятой терминологии все машины, предназначенные для измельчения кормов, называют измельчителями. Каждый тип измельчителей охватывает большую группу машин, отличающихся конструктивным исполнением и схемой организации рабочего процесса.

В технологии приготовления кормов основными машинами являются измельчители ударного действия – молотковые дробилки. Простота устройства, высокая надежность в работе, компактность установки, динамичность рабочих режимов, высокие скорости рабочих органов и непосредственное соединение вала машины с электродвигателем обусловили возможность широкого применения их во всех отраслях народного хозяйства.

Наряду с этим молотковым дробилкам свойственны существенные недостатки: высокая энергоемкость, неравномерность гранулометрического состава получаемого продукта с повышенным содержанием переизмельченных частиц, интенсивный износ рабочих органов.

В отличие от молотковых, дробилки с жестко закрепленными рабочими органами (билами) принято называть роторными дробилками.

На кафедре МАХПП Оренбургского государственного университета была создана роторная дробилка ударно-стирающего принципа действия, в которой измельчалось зерновое сырье (пшеница и ячмень) при изменении давления воздуха в рабочей камере от давления 1 атм. (обычные условия) до 2 атм. и 0,0001 атм [2,3].

Анализ полученного при измельчении продукта показал, что с разрежением крупность продукта уменьшается, при этом доля пылевидной фракции не превышает заданных требований, предъявляемых к рецептуре комбикорма.

Полученные результаты экспериментов подтверждают технологические преимущества измельчения зернового сырья при разрежении в рабочей камере, а именно [2]:

- увеличивается эффективность процесса измельчения: получение более мелкого по гранулометрическому составу продукта;
- уменьшается доля пылевидной фракции в измельченном продукте;
- снижается удельная энергоемкость процесса измельчения;

При применении измельчения зерна с созданием разрежения в рабочей камере обеспечиваются более комфортные санитарно-гигиенические условия в производственном помещении за счет уменьшения пылевыделения.

На основе положительных результатов исследования нами предложена конструкция производственной дробилки на которую подана заявка на патент.

Литература:

1. Бутковский В.А., Мельников Е.М. Технология мукомольного и комбикормового производства (с основами экологии).-М.: Агропромиздат, 1989.-464с.

2. Кобылкин Д.С. Теоретические предпосылки процесса измельчения зерновых культур при разрежении воздуха в рабочей камере дробилки. Материалы 1 международной научно-практической конференции “Передовые научные разработки – ‘2006””. Том 9.-Днепропетровск: Наука и образование, 2006.-62 с. – с. 52-54

3. Коротков В.Г., Кобылкин Д.С. Оптимизация процесса измельчения в молотковой дробилке. Материалы всероссийской научно-практической конференции «Вызовы 21 века и образование». Оренбург: ОГУ, 2006 – 2762с. – 15 секция -с.75-78

Сидоренко Г.А. Разработка технологии производства лечебно-профилактического бескоркового хлеба с применением электроконтактного способа выпечки

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

На современном этапе развития хлебопекарной промышленности РФ проблема расширения ассортимента хлебобулочных изделий лечебно-профилактического назначения является актуальной. Существенный интерес вызывает разработка теоретических основ и практических аспектов использования интенсивных технологий приготовления хлеба, в частности, производство бескоркового хлеба с применением электроконтактного (ЭК) способа выпечки. Использование ЭК-энергоподвода позволяет не только ускорить стадию выпечки, замедлить скорость расщепления углеводов хлеба в организме человека, снизить образование нежелательных веществ, неусвояемых организмом соединений, но и повысить биологическую ценность продукта.

Целью исследования являлось изучение закономерностей ЭК-выпечки и разработка технологии производства хлеба с применением данного способа выпечки.

Для проведения экспериментов по ЭК-выпечке хлеба была разработана установка, представляющая 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 цепь переменного тока с возможностью регулирования подводимого напряжения.

Установка снабжена приборами для измерения силы тока, напряжения и температуры тестовой заготовки в процессе выпечки и имеет патрубок в верхней части для подключения к системе вакуумирования.

Хлеб, выпеченный ЭК-способом, не имел темноокрашенной корки, образующейся при радиационно-конвективной (РК) выпечке. Поверхность хлеба ЭК-выпечки была покрыта тонкой пленкой, не отличающейся по цвету от мякиша.

Для разработки оптимальной технологии производства хлеба ЭК-способом была проведена серия предварительных экспериментов, показавших, что наибольшее влияние на процесс ЭК-выпечки и показатели качества готовых изделий оказывают: массовая доля влаги в тесте, степень разрежения пекарной камеры и расстояние между электродами в сочетании с массой тестовой заготовки и величиной подводимого напряжения. Наилучшие показатели качества ЭК-хлеба достигались при внесении в тесто соли в количестве 0,65 %, сухих дрожжей –2,0 % и продолжительности выпечки 3...5 мин. Оптимальная дозировка муки на одну тестовую заготовку составляла 250 г при площади электродов $1,5 \cdot 10^4$ мм² и расстоянии между ними 100 мм. Массовая доля влаги

в тесте должна составлять 50...56 % при безопасном способе тестоприготовления и продолжительности его созревания 185...200 мин. Диапазон оптимальных значений степени разрежения пекарной камеры был определен в интервале от 20 до 40 кПа. При использовании напряжения выше 220 В оптимальные показатели качества достигались при уменьшении массы тестовой заготовки, продолжительности выпечки и расстояния между электродами.

В результате исследований выпечки хлеба при подаче на электроды постоянного электрического тока был получен продукт, который не соответствовал требованиям действующих стандартов, что исключило возможность дальнейших исследований в данном направлении. Результаты исследования возможности использования пульсирующего напряжения при ЭК-выпечке хлеба показали, что наилучшими показателями качества обладали образцы ЭК-хлеба, выпеченные при непрерывной подаче напряжения.

Изучение кинетики процесса ЭК-выпечки позволило установить зависимость силы тока, температуры, пористости, объемного и весового выхода хлеба, а также давления в пекарной камере от продолжительности выпечки. Кроме того, было изучено изменение химического состава и интенсивности газообразования в процессе ЭК-выпечки. Полученные результаты позволили установить механизм и особенности ЭК-выпечки хлеба.

Была проведена серия экспериментов по сравнительной выпечке хлеба ЭК и РК способами из различных видов и сортов муки (пшеничная обойная, высшего, первого и второго сортов, ржаная и смесь ржаной и пшеничной муки).

В ходе экспериментов было выявлено, что ЭК-выпечка ржаного хлеба происходит при более высоких значениях силы тока (на 2 – 4 А при выпечке тестовой заготовки массой 350 г), чем пшеничного. Это может быть связано с большей влажностью, меньшей вязкостью и особенностями белкового и углеводного комплексов ржаного теста.

ЭК-выпечка пшеничного хлеба из обойного сорта муки происходит несколько быстрее и при более высоких значениях силы тока по сравнению с хлебом из муки высшего и первого сортов из-за большей влажности и меньшей вязкости теста из обойного сорта муки. Однако существенных отличий в процессе выпечки хлеба из одного вида муки обнаружено не было.

Сравнительные результаты исследований показателей качества всех сортов хлеба, выпеченных ЭК и РК способами, показали, что характер изменения показателей качества аналогичен и отличается по абсолютным значениям. По всем показателям качества (пористость, объемный и весовой выход, кислотность) хлеб, выпеченный ЭК-способом, превосходил образцы хлеба, выпеченные РК-способом.

При снижении сорта используемой муки, наблюдалось уменьшение пористости, объемного выхода и увеличение весового выхода и кислотности хлеба. Образцы хлеба, выпеченные ЭК-способом, имели большую разрыхленность мякиша, более равномерную пористость, меньшую толщину стенок пор.

Проведен анализ химического состава образцов хлеба из различных сортов пшеничной и ржаной муки и их смесей, выпеченных ЭК и РК способами.

Анализ полученных данных показал, что способ выпечки оказывает некоторое влияние на химический состав хлеба. Следует отметить, что при использовании пшеничной муки высшего и первого сортов, отличия в химическом составе хлеба ЭК и РК выпечки были более существенными, чем при использовании муки обойной и второго сорта.

Наибольшие различия в образцах хлеба выпеченных с помощью ЭК и РК энергоподвода наблюдались в содержании сахаров и декстринов. В хлебе, выпеченном ЭК-способом, содержание белка в среднем на 0,15 % выше, а декстринов – на 0,3 % ниже, чем в традиционном варианте, что является результатом отсутствия корки, при образовании которой интенсивно протекают реакции меланоидинообразования (сопровождающаяся расходом белковых веществ) и декстринизации (сопровождающаяся увеличением количества декстринов). Несколько более высокое содержание крахмала (в среднем на 1,5 %) и низкое содержание сахаров (на 0,3 %) в ЭК-хлебе обусловлено тем, что ЭК-выпечка протекает гораздо быстрее и процессы гидролиза и брожения развиваются менее интенсивно, чем при РК-выпечке. Содержание жира в хлебе, выпеченном двумя указанными способами, существенно не отличается.

В результате исследований установлена возможность использования ЭК-энергоподвода для выпечки безбелкового и высокобелкового хлеба. Безбелковый хлеб готовили на основе различных фракций крахмала из пшеничной муки высшего сорта, различающихся скоростью осаждения. Показатель седиментации для «верхней» (ВФК), «промежуточной» (ПФК) и «нижней» (НФК) фракции крахмала составлял соответственно 3,75; 4,66; 4,32 мл. Замес теста для высокобелкового хлеба осуществляли на основе сухой клейковины.

Анализ результатов эксперимента показал ЭК-выпечка безбелкового и высокобелкового хлеба приводит к увеличению пористости, объемного и весового выхода данных продуктов по сравнению с РК вариантом выпечки.

Полученные данные свидетельствуют о целесообразности применения ЭК-энергоподвода при выпечке безбелкового и высокобелкового хлеба для повышения пористости, объемного и весового выходов данных продуктов.

Исследования влияния добавок, в т. ч. биологически активных веществ, в частности бифидолактобактерина, на процесс приготовления и качество бескоркового хлеба показали, что внесение в рецептуру теста до 1% бифидолактобактерина, повышает интенсивность газообразования теста на 15..20 %. Улучшается пористость и физические свойства мякиша, хлеб приобретает специфический, приятный вкус и аромат. Весовой выход ЭК-хлеба повышается на 3...5 %.

В результате исследований по внесению в тесто этилового спирта на показатели качества хлеба, выпекаемого ЭК-способом, было установлено, что внесение в тесто этилового спирта (до 5 % от общего количества воды,

используемой при замесе) приводит к увеличению объемного выхода и пористости бескоркового хлеба на 8...15 %, а также улучшению органолептических свойств; дальнейшее увеличение дозировок спирта приводит к ухудшению показателей качества готовых изделий.

Внесение сухой клейковины (до 3 % от массы используемой муки) приводит к увеличению объемного выхода на 5...10%, весового выхода на 2...5 %, экспертной оценки на 15...20 % и комплексного показателя качества бескоркового хлеба на 5...7 %. Увеличение дозировок клейковины приводит к ухудшению органолептических свойств и снижению комплексного показателя качества бескоркового хлеба.

Для установления биологического воздействия хлеба, выпекаемого с помощью ЭК-энергоподвода, на живой организм была проведена серия медико-биологических экспериментов, которая показала на диетический характер данного продукта (средние привесы по сравнению с традиционным вариантом питания уменьшились у крыс на $10,0 \pm 2,0$ г за период кормления). Отклонений в поведенческих реакциях животных обнаружено не было, не установлено также патологий внутренних органов подопытных животных.

Технология производства бескоркового хлеба, требует одновременного решения проблемы сохранности его свежести и изучения факторов, влияющих на процесс влагоотдачи и черствения.

Для установления условий хранения бескоркового хлеба была изучена кинетика его влагоотдачи. В ходе исследований был установлен более интенсивный характер влагоотдачи ЭК-хлеба (по сравнению с традиционным), для предотвращения которого необходимо предусматривать упаковку данного продукта. В связи с этим, было изучено влияние различных видов упаковочных материалов на показатели качества хлеба, хранящегося в стандартных условиях. В качестве упаковочных материалов использовались: пленка полиэтиленовая (из ПЭВД марки 15803-020), пищевая пленка (марки ОРР МСМ), целлофан, фольга, пергамент; контролем служил хлеб без упаковки.

Наилучшим видом упаковочного материала была признана полиэтиленовая пленка, позволяющая сохранять ЭК-хлеб в течение 24 ч без ухудшения его качества.

Результаты исследований позволили разработать технологию получения хлеба с использованием на стадии выпечки электроконтактного энергоподвода.

На основе проведенных исследований была разработана промышленно-бытовая установка для ЭК-выпечки хлеба, которая может быть использована в хлебопекарнях малой мощности, в системе общественного питания, а также в бытовых условиях. Экспертиза установки в органах сертификации г. Оренбурга, подтвердила ее соответствие требованиям НТД.

По результатам исследований была разработана технологическая инструкция для производства бескоркового ЭК-хлеб из различных сортов пшеничной и ржаной и их смесей, утверждены технические условия на данный вид хлебных изделий. Бескорковый ЭК-хлеб прошел экспертизу в органах Госсанэпиднадзора г. Оренбурга на соответствие заявленным требованиям и получил гигиеническое заключение.

Тарасенко С.С., Владимиров Н.П. Влияние одно- и двухэтапного холодного кондиционирования на технологические свойства зерна твердой пшеницы

Оренбургский государственный университет, г.Оренбург

Под мукомольными свойствами зерна принято понимать те свойства, которые определяют особенности размола зерна в муку. Обычно эти свойства определяют по выходу и качеству крупнодунстовых продуктов в драгомпроцессе, а также по выходу и качеству готовой продукции.

В литературе имеются данные о влиянии крупности зерна на его технологические свойства, а так же способе и продолжительности его кондиционирования.

Однако большинство исследований выполнено на мягкой пшенице.

Информации о влиянии данного фактора на эффективность переработки твердой пшеницы в макаронную муку крайне недостаточно для разработки практических рекомендаций по продолжительности и способа кондиционирования зерна.

В связи с этим, была изучена зависимость технологических свойств зерна твердой пшеницы от его крупности и выравненности, а также степени влияния одно- и двухступенчатого холодного кондиционирования на выход и качество крупнодунстовых продуктов, получаемых на I-IV драмых системах и, в конечном итоге, макаронной муки высшего сорта.

Объектом исследований являлась твердая пшеница II типа (Дурум), сорта Харьковская -46, производимая в Оренбургской области, с зольностью 1,92%, начальной влажностью 12,4%. Было проведено одноэтапное и двухэтапное увлажнение и отволаживания зерна, в обоих вариантах конечная влажность зерна перед I драмой системой составила 16,8%.

Помолы были проведены на лабораторной установке Нагема, на четырех драмых системах. Результаты оценивали по извлечению и зольности продуктов первого качества - с трех систем, а также суммарно с четырех систем, что позволяет судить об эффективности драмого процесса и технологического процесса в целом.

Для оценки эффективности технологического процесса были применены общий критерии эффективности E и технологический коэффициент K.

$$E = \frac{\check{C}}{Z} \quad (1)$$

где И – общее извлечение крупнодунстовых продуктов %,

Z – зольность полученных продуктов %.

$$\check{L} = \check{C} \frac{Z_0 - Z_i}{Z_0} \% = \check{C} \Delta \% \quad (2)$$

где И – общее извлечение круподунстовых продуктов,
 Z_0, Z_i – зольность поступающего и извлеченного продуктов на данной системе измельчения или на данном этапе процесса.

Полученные данные приведены в таблицах 1, 2, 3.

Таблица 1 - Результаты при одноэтапном варианте ГТО

Длительность отволаживания, час	2	4	6	7	8	9	10	11	12
Общее извлечение И%	79,6	44,5	82,2	81,2	86,5	80,5	81,0	79,8	79,5
средневзвешенная зольность%	1,33	1,27	1,30	1,25	1,26	1,20	1,29	1,31	1,33
Е %	21,6	22,7	23,5	25,3	27,0	26,1	24,0	23,6	22,3
К ед.	60	61	63	65	69	67	63	62	60

Наиболее высокие результаты получены при 8 часовом отволаживании зерна: комплексный критерий эффективности Е и технологический коэффициент К имеют наивысшее значение. Следовательно, при одноэтапном варианте ГТО длительность отволаживания 8 часов является оптимальной.

Таблица 2 - Результаты 1-го этапа холодного способа ГТО

τ , час	2	3	4	5	6	7
И %	79,9	81,3	82,6	83,8	83,2	81,3
Z %	1,31	1,29	1,29	1,27	1,28	1,29
Е %	22,7	23,7	24,1	25,1	24,5	23,7
К ед	61	63	64	66	65	63

Таблица 3. Результаты 2-го этапа холодного способа ГТО

τ , час	2	3	4	5	6	7
И %	81,5	83,2	83,3	82,5	81,7	82,5
Z %	1,23	1,16	1,19	1,17	1,18	1,21
Е %	25,9	29,3	28,0	28,4	27,3	26,9
К ед	66	72	70	70	68	67

Анализ этих данных показывает, что при проведении холодного кондиционирования в два этапа происходит более выраженное положительное изменение мукомольных свойств зерна. Так, если максимальное значение комплексного критерия эффективности Е при одноэтапном варианте равнялось 27.0%, то при двухэтапном оно достигло 29.3%, это же характерно и для показателя К, его значение также повысилось на 3 ед.

При этом суммарная длительность отволаживания в обоих случаях оказалась одинаковой - оптимальный результат получен при 8 ч.

Проведенные исследования наглядно показывают преимущество организации и ведения холодного кондиционирования твердой пшеницы в 2 этапа.

Федоров Е. А., Рогулин А. Ю. Развитие экструзионных технологий как часть пищевой промышленности

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Процесс экструзии материалов органического происхождения применяется с 30-х годов 20-го столетия. Экструдировать, что буквально означает «выталкивать наружу», можно различными способами. Шнековая экструзионная техника в настоящее время наиболее перспективна в производстве продуктов питания.

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 ее производства. Высокий экономический эффект обусловлен 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.

Впервые метод экструзионной обработки был применен в 1797 г. В Англии при производстве бесшовных жестяных труб. Эта технология, позволившая изготовить трубы с использованием давления, а также кольцевых насадок, получила широкое распространение. По этому же принципу вскоре были получены другие изделия: кирпич, мыло, пленки, искусственные волокна, кабельные изделия и т.д.

В Оренбургской области переработка растительного сырья имеет особенно актуальное значение, так как возрастает продуктивность сельскохозяйственного производства.

Особого внимания заслуживает определение требований к процессу экструдирования с учетом качества пищевых продуктов, оцениваемого по комплексу критериев.

Экструдер, перерабатывающий растительное сырье, является сложной физико-химической системой, элементами которой выступают процессы взаимодействия обрабатываемого материала с рабочими органами шнекового прессующего механизма. При этом процесс обработки можно рассматривать как энергетическое взаимодействие технологического оборудования и обрабатываемого материала. Изменения этой системы отражаются таким понятием, как состояние (внутренняя характеристика) системы. Внутренняя характеристика системы определяет текущее значение выходной величины.

Основной проблемой процесса экструдирования является высокая энергоемкость, снижение которой можно добиться изменением ряда характеристик экструдированного материала. При этом он должен обладать вязкими, упругими свойствами и повышенной пластичностью.

Упругость материала, т. е. свойство восстанавливать первоначальную форму при мгновенном снятии приложенной нагрузки, проявляется при малых и кратковременных нагрузках.

Пластичность материала, т. е. способность к формоизменению и течению при напряжениях выше критического, называемого пределом упругости, проявляется при значительных по величине нагрузках и длительном их воздействии.

Вязкость материала является мерой сопротивления его текучести и определяется величиной сил сцепления его частиц между собой, называемых силами когезии: чем больше величина сил когезии, тем оно более вязкое. Таким образом, вязкость обратна текучести.

Для полимерных материалов вязкость непостоянна. Она зависит от влажности, температуры, давления прессования и других факторов.

Отмеченные свойства уплотненного материала отражаются графически в виде кривой течения.

На рисунке 1 изображены кривые течения идеальной (ньютоновской) жидкости (вода, растворы неорганических веществ, спирты, эфиры) — кривая 1 и вязкопластичного тела (макаронного теста) — кривая 2.

Для идеальной жидкости скорость течения v находится в постоянной пропорциональной зависимости от приложенного к ней давления p .

Кривая течения вязкопластичного тела не проходит через начало координат. Это говорит о том, что движение вязкопластичного тела, его деформация начинаются лишь тогда, когда оказываемое на него давление превысит определенное значение — предел текучести (предельное напряжение сдвига), величина которого зависит от природы вещества, его температуры, влажности и других факторов.

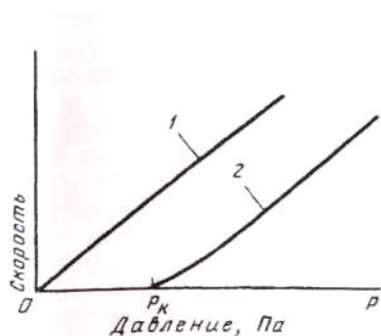


Рисунок 1. Кривые течения: 1- ньютоновской жидкости; 2 — вязкопластичного тела

Из графика также видно, что в области высоких давлений вязкопластичное тело ведет себя, как идеальная жидкость: дальнейшее увеличение давления приводит к пропорциональному увеличению скорости течения.

Реологические методы в промышленности применяются не только в традиционных случаях, таких, как изучение физических величин и расчет движения продуктов в рабочих органах машин, но и для оценки ряда технологических, в том числе и качественных, показателей продуктов, управления или получения заранее заданных технологических характеристик. Это направление имеет существенное значение в совершенствовании техники и технологии. При этом первоначальной, главной задачей является изучение и определение значений структурно - механических характеристик в широком диапазоне изменения основных определяющих технологических, механических и других параметров

В настоящее время ведущими фирмами, занимающиеся выпуском экструдеров предназначенных для переработки пищевых материалов, все большее внимание уделяют предварительной подготовке сырья к непосредственному экструдированию. Цель данной подготовки заключается в снижении вязко – упругих и повышение пластических свойств обработанных материалов, как следствие снижение общих затрат энергии на проведение процессов подготовки и непосредственно экструзии.

Снижение энергоемкости также можно добиться уменьшением противотока экструдированного продукта в зазоре между шнеком и шнековым корпусом (в шнековом экструдере).

Указанный технический результат достигается тем, что в шнековом экструдере, включающем шнековый корпус, на внутренней поверхности которого выполнены направляющие канавки, внутри которого установлен шнек с винтовой нарезкой, а также загрузочное устройство и головку в виде патрубка для установки матрицы, на конце шнека со стороны матрицы выполнены направляющие канавки, а на внутренней поверхности корпуса выполнена винтовая нарезка, причем направление винтовой нарезки на корпусе противоположно направлению винтовой нарезки на шнеке.

Предлагаемая конструкция позволяет более эффективно экструдировать пищевые и кормовые продукты, при этом наблюдается снижение утечек в кольцевом зазоре между шнеком и корпусом, за счет уменьшения площади поперечного сечения кольцевого зазора, которое вызвано уменьшением длины внешней окружности зазора. Снижение утечек в кольцевом зазоре наблюдается также за счет меньшего противодействия со стороны матрицы в зоне близкой к валу шнека по сравнению с зоной близкой к поверхности корпуса. Различное противодействие со стороны матрицы в вышеуказанных зонах вызвано различным давлением в данных зонах со стороны шнека на матрицу.

Данный материал может использоваться студентами старших курсов для курсового и дипломного проектирования, младшими научными сотрудниками в целях проведения исследовательских работ.

Проведение исследований в перечисленных выше направлениях будет способствовать дальнейшему развитию теории и практики экструдирования в перерабатывающих отраслях агропромышленного комплекса.