

Е. А. Дроздова, В. П. Попов, Г. Б. Зинюхин, В. Л. Касперович

ПРОБЛЕМА РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВТОРИЧНЫХ СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ В МОЛОЧНОЙ И ЗЕРНОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

В статье рассматривается возможность использования процесса Со-экструзии пшеничных отрубей и молочной сыворотки с целью утилизации отходов, что позволит снизить вредное влияние на окружающую среду, улучшит экологическую ситуацию, а также даст возможность для широкого спектра использования полученных экструдатов – от пищевых продуктов до кормов.

В настоящее время вопросы рационального использования природно-сырьевых ресурсов и охраны окружающей среды особо актуальны и требуют немедленного решения. Многочисленные отходы технологических процессов пищевых производств являются потенциальным вторичным сырьем (ВС). На сегодняшний день основная часть ВС, образующегося в пищевой и перерабатывающей промышленности (около 70%), поставляется в сельское хозяйство в нативном виде, а более 10% не используется вообще. Объем отходов, являющихся ВС, ежегодно по России составляет около 3,0 млн. т, и проблема их использования требует серьезного внимания. Даже с учетом спада производства продукции эта величина в молочной промышленности, например, составила в 1990 г. – 29,9, а в 1995г. – 11,9 млн. т.

С точки зрения вторичных сырьевых ресурсов особый интерес представляет молочная сыворотка, образующаяся при промышленной переработке молока.

Молоко и молочные продукты относятся к незаменимым продуктам питания, используемым человеком во все периоды своей жизни. Особо важное значение они имеют в питании людей детского и пожилого возраста. Являясь основными продуктами диетического и лечебного питания, молоко и продукты его переработки отличаются от других продуктов питания тем, что в их составе представлены все необходимые для организма пищевые и биологически активные вещества в оптимально сбалансированном состоянии. Поэтому актуальными становятся задачи увеличения объемов производства, улучшения качества, повышения пищевой и биологической ценности, расширения и совершенствования ассортимента выпускаемой продукции, что влечет за собой модернизацию соответствующих предприятий агропромышленного комплекса. В последнее время наряду с крупными производствами по приемке и переработке молока возникло множество мини-заводов, которые характеризуются также расширени-

ем сфер их деятельности, за счет ввода дополнительных отделений, цехов, линий, выпускающих отличную от основной по видовому составу и исходному сырью продукцию.

С другой стороны, интенсификация развития промышленности, химизация сельского хозяйства приводят к увеличению количества промышленных отходов и, как следствие, к большим скоплениям в окружающей среде химических веществ, вредных для здоровья человека. Ядовитые и экологически вредные вещества, попав в экосистему, не исчезают бесследно, аккумулируясь растительным сырьем из окружающей среды, куда они попадают вместе с выбросами различных предприятий пищевых и других производств, и, попав в биологический круговорот, продвигаются вверх по пищевым цепям. Известно, что около 70% чужеродных вредных веществ и ядов поступает в организм человека с пищей. Не являются исключением и молочные продукты.

Эколого-геохимическая цепь миграции вредных веществ в молочные продукты очень сложна. Можно выделить четыре фактора, влияющих на их безопасность: состояние окружающей среды в сырьевых зонах данных предприятий; нагрузка предприятий молочной промышленности на окружающую среду; технологические факторы; санитарно-гигиенические показатели готовой продукции.

Промышленная переработка молока традиционными методами в различные продукты питания (сливочное масло, творог, сыр, казеин и т. п.) связана с получением вторичного сырья в виде обезжиренного молока, пахты и молочной сыворотки. В настоящее время удельный вес вторичных продуктов составляет 2/3 ресурсов молока.

Проблема рационального использования пахты и обезжиренного молока на пищевые и кормовые цели в настоящее время практически решена. Что же касается молочной сыворотки, то ее теряется больше половины. Анализ отечественных и зарубежных данных показывает, что в целом проблема рационального использования молочной

сыворотки полностью не решена ни в одной стране мира и неразрывно связана с проблемой охраны окружающей среды. По данным международной молочной федерации (ММФ), в настоящее время до 50% молочной сыворотки сливается в канализацию, и эта тенденция, по прогнозам специалистов, сохранится в ближайшие годы.

Молочная сыворотка в составе сточных вод из систем канализации поступает в различные водоемы. Чтобы избежать их загрязнения, предпринимались попытки использования как непосредственно сыворотки, так и сточных вод молокозаводов, содержащих ее значительный процент, в частности, для удобрения почв. Однако оказалось, что при содержании в сточных водах более 10% молочной сыворотки происходит угнетение роста многих сельскохозяйственных культур, степень которого сильно зависит от типа почв и вида растений. Кроме того, по причине достаточно высокого значения активной кислотности сыворотки (рН порядка 4,9), при ее попадании в окружающую среду наблюдается значительное закисление почв и гибель микрофлоры.

Сыворотка имеет значительную степень концентрации органических соединений, требующих для своего окисления большого количества кислорода, т. е. характеризуется высокой биологической активностью.

Молочная сыворотка имеет значительную величину биологического показателя кислорода (БПК) и мало различается по значению химического показателя кислорода (ХПК) /1/. Обобщенные характеристики БПК и ХПК молочной сыворотки и продуктов из нее, в сравнении с другими видами молочного сырья, приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1. БПК молочной сыворотки и других жидких сред

Среда

Таблица 2. ХПК молочной сыворотки

Среда

Известно также, что для окисления 1 л сыворотки требуется около 50 г кислорода; в то же время для окисления бытовых сточных вод нужно всего 0,3 г кислорода /1/. Поэтому попадание молочной сыворотки в составе сточных вод в водоемы приводит к значительному обеднению их кислородом и, как следствие, к массовой гибели флоры и фауны, заселяющей их. Именно поэтому считается, что даже такой энергоемкий метод, как сушка сыворотки, выгоднее, чем штрафы за причиненный природе вред при ее сливе и оплата расходов на восстановление окружающей среды.

По вопросу использования сыворотки в необработанном виде для кормления сельскохозяйственных животных проведено сравнительно большое количество исследований /2/. Многие специалисты отмечают положительный эффект от скармливания молочной сыворотки свиньям, целесообразно, в разумных пределах, использовать сыворотку для выпойки телят, а также вносить в рационы откармливаемого мясного скота. В то же время установлено, что с увеличением вводимой сыворотки степень ее усвоения организмом животного резко снижается. Кроме того, большие количества сыворотки в рационах могут вести к расстройствам желудочно-кишечного тракта животных, что связано с неспособностью сычужного фермента желудка коагулировать сывороточные белки. Также постепенное накапливание лактозы ведет к так называемому «лактозному отравлению».

При всей кажущейся простоте использования необработанной сыворотки в качестве корма для животных этот способ встречает ряд трудностей, связанных не только с транспортировкой и хранением, но и с возможностью распространения различных инфекций. Непосредственное скармливание сыворотки с целью компенсации животного белка признано экономически нецелесообразным. Предварительная сушка сыворотки с последующим использованием ее в кормовых и пищевых целях также сопряжена с рядом трудностей, связанных не только с быстрой порчей исходного сырья, но и с экономической нецелесообразностью, так как, по имеющимся данным /2/, в организме животного она усваивается только на 20%. Подобное явление связано с неблагоприятным сочетанием в сыворотке углеводов, белков и минеральных солей. Кроме того, в организме птиц лактоза не усваивается вовсе, что связано с отсутствием у них фермента, расщепляющего молочный сахар.

Вопросам использования молочной сыворотки посвящено много исследовательских работ, но проблема ее утилизации продолжает оставаться одной из наиболее серьезных, с которыми прихо-

дится сталкиваться молочной промышленности во всех странах мира.

Особый интерес молочная сыворотка представляет как источник вторичных сырьевых ресурсов (ВСП), т. к., сравнивая ее с другими видами молочного сырья и отходов по составу и энергетической ценности, видно, что она содержит около 50% сухих веществ молока.

На практике молочную сыворотку различают по видам основного продукта (подсырная, творожная, казеиновая), наличию поваренной соли (до 5%) и разбавлению водой (до 20%).

Проведенными исследованиями установлено, что в молочной сыворотке содержится более 30 макро-, микро- и ультрамикроэлементов. В нее переходят практически все витамины молока, а некоторые, например холин, даже накапливаются (таблица 3) /1/.

Таблица 3. Химический состав молочной сыворотки

Сыворотка

Как известно, белковый, углеводный и липидный комплексы молочной сыворотки, аминокислотный состав ее белков, содержание витаминов свидетельствуют о ее высокой биологической ценности.

Промышленная переработка молочной сыворотки осуществляется по двум основным направлениям: комплексное использование всего сухого остатка и извлечение отдельных компонентов. Особое место в промышленной переработке молочной сыворотки занимают биологические методы (биотехнология): микробный синтез и ферментативный катализ.

Исследования, проводимые на кафедре пищевой биотехнологии ОГУ в области создания пищевых и кормовых продуктов с заранее заданными свойствами, свидетельствуют о различных возможностях и вариантах применения молочной сыворотки, а также о широком спектре пищевых и кормовых продуктов, получаемых из нее. Из всех ви-

дов сывороток (кроме казеиновой технической кондиции) получают продукты непосредственного потребления: напитки жидкие, сгущенные (сиропы) и сухие; норвежские сыры; гидролизаты сывороточных белков; гидролизаты лактозы; сливочное масло из подсырных сливок; белковые продукты (альбуминное молоко и продукты его переработки, белковая масса, альбуминный творог). Молочная сыворотка и продукты ее переработки находят широкое применение в хлебопекарной и частично кондитерской промышленности, при производстве мороженого, десертов, заменителей меда, продуктов детского питания, пищевого уксуса, молочной кислоты, этилового спирта, а также в качестве заменителей пищевого сырья, например патоки в технических целях (строительство, получение смол, клея, шампуней) и т. д.

Не менее пристальный интерес вызывают отходы зерноперерабатывающих предприятий агропромышленного комплекса – пшеничные отруби (ПО). Их особенностью является повышенное содержание клетчатки при незначительном количестве других биополимеров (белков, жиров и пр.), т. е. они являются ценным источником пищевых волокон (ПВ) (таблица 4).

Таблица 4. Состав пищевых волокон

Компоненты

Они могут добавляться в повседневную пищу или вводиться в молочные продукты, пищевые концентраты (супы, каши), овощные консервы, мясные фаршевые и кондитерские изделия, придавая им диетический характер.

Как свидетельствуют экспериментальные данные специалистов в области физиологии и медицины, пищевые волокна пшеничных отрубей стимулируют моторику, тоническую деятельность кишечника. Они положительно влияют на функции пищеварения, кровообращения, показатели обмена веществ /3/.

Кроме того, пшеничные отруби характеризуются высокой гидрофильностью, т. е. способностью связывать и удерживать значительное количество жидкой фазы.

Однако при всем многообразии предложений и вариантов целевого использования как сыворот-

ки, так и отрубей, на настоящий момент существует множество перспектив получения на их основе новых видов пищевых и кормовых продуктов.

Целью наших исследований являлась разработка технологии комплексного использования молочной сыворотки и пшеничных отрубей.

Для реализации поставленной цели были намечены следующие задачи:

1. Изучить химический состав и свойства молочной сыворотки, а также их изменчивость в зависимости от особенностей конкретного производства.

2. Подобрать возможные источники ВСП других предприятий для получения пищевых или кормовых продуктов.

3. Разработать способы и режимы получения продуктов из указанных видов отходов.

4. Изучить химический состав и свойства полученных продуктов и сделать рекомендации по их целевому использованию.

5. Оценить экологический и экономический эффекты от использования предложенных технологий.

Экспериментальная часть

1. Объект исследования – молочная сыворотка различных молокоперерабатывающих производств и отходы предприятий зерноперерабатывающей промышленности (пшеничные отруби).

2. Методы исследования.

Химический состав молочной сыворотки, пшеничных отрубей, полученных продуктов совместной утилизации молочной сыворотки и пшеничных отрубей исследовался при помощи стандартных методик. Титруемую кислотность молочной сыворотки (T^0) определяли по ГОСТ 3624-67, отрубей и конечного продукта – по болтушке в соответствии с ГОСТ 10844-74. Активная кислотность (рН) измерялась на рН-метре-милливольтметре типа рН-150. Экструзия проводилась на универсальном прессе-экструдере марки АЭ-РЗ. 001, разработанном на кафедре пищевой биотехнологии ОГУ и изготовленном АО «Долина» (г. Кувандык).

В качестве сухих компонентов нами были выбраны пшеничные отруби (ПО), отличающиеся по содержанию крахмала, полученные с различных по степени интенсивности вымола типов зерноперерабатывающих предприятий. Предварительные эксперименты показали, что пшеничные отруби хорошо поглощают жидкую фазу молочной сыворотки, которая, в зависимости от вида, содержит: подсырная – 93,3%, творожная – 95,58%, казеиновая – 94-95% воды.

Исследования по изучению особенностей трансформации химического состава и свойств сырья при термо-механо-химической экструзии на примере крахмалсодержащих их видов показали, что ее можно рассматривать как универсальный метод получения продуктов с заранее заданными свойствами.

Известно, что процесс экструзии представляет собой выдавливание сырья из формующих отверстий различных размеров и формы, включает этапы смешивания, сжатия, гомогенизации, «варки» и протекает при высокой температуре и давлении.

Экструзионные пищевые продукты характеризуются рядом физических и структурно-механических характеристик (СМХ): объемной массой, степенью расширения, средним размером пор, отношением площади пор к площади образца. Одними из главных при определении качества экструзионных пористых продуктов являются СМХ. Для достижения приемлемых их уровней необходимо знать, как влияют условия проведения экструзии на исходное сырье и каким образом формируется качество конечных продуктов.

Для экструзии нами использовались увлажненные до технологической влажности образцы на основе использования молочной сыворотки в количестве, необходимом для доведения пшеничных отрубей до содержания массовой доли влаги в диапазоне от 20-40% с шагом изменения 5% и контрольный образец, увлажненный водой. После увлажнения и отлежки в течение 80 мин. осуществили контроль влажности подготовленных образцов.

Экструзии подвергались образцы средней массой 700 г в трех повторностях. Полученные экструзионные продукты анализировались по показателям: степень вспучиваемости, химическому составу и показателям кислотности.

Анализ полученных экспериментальных данных свидетельствует о том, что в результате процесса экструзии наиболее существенно изменялось значение активной (рН) и титруемой кислотности (T^0). В частности, средняя величина рН изменялась от рН=4,06 в сыворотке (до экструзии) до значения рН=7,13 в образцах после экструзии.

Кроме сыворотки в образцы до экструзии в качестве добавок вносились NaCl и NaHCO_3 как вещества, позволяющие не только повлиять на кислотность молочной сыворотки и улучшить процесс экструзии, но и придать конечным продуктам те или иные вкусовые и структурно-механические характеристики. Анализ полученных экспериментальных данных позволил установить оптимальный режим экструзии: влажность исход-

ного образца 18-30% (без добавок), влажность исходных образцов с добавками NaCl и NaHCO₃ – 18-20%, величина добавок NaCl – 3% и NaHCO₃ в количестве 1-2% от массы исходного образца, температура на выходе из экструдера 150^oC, давление – 0,5-0,6 МПа. Степень вспучиваемости продукта – 2, усредненный показатель производительности – 25,2 кг/ч (без добавок) и 28,2 кг/ч при внесении добавок (при влажности образцов – 20%). Проведенная экспертная оценка полученных экструдатов позволила определить их пищевые характеристики.

Выводы:

1. Использование процесса Со-экструзии пшеничных отрубей и молочной сыворотки позволяет снизить показатели кислотности примерно в 1, 7 раза.

2. Полученные экструдаты имеют широкий спектр использования – от пищевых до кормовых продуктов.

3. Добавка NaCl в количестве 3% и NaHCO₃ в количестве 1% существенно улучшает показатели качества конечных продуктов, а также производительность.

Список использованной литературы:

1. Храмцов А. Г. Научно-технические аспекты рационального использования молочной сыворотки. //«Молочная промышленность». – №2. – 1993. – с. 2-4.
2. Залашко М. В. Биотехнология переработки молочной сыворотки. Агропромиздат, 1990. – 192 с.
3. Дудкин М. С., Щелкунов Л. Ф. Новые продукты питания. М.: МАИК «Наука», 1998. – 304 с.