

ПОЛУЧЕНИЕ КОРМОВЫХ ДОБАВОК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОТХОДОВ САХАРНОГО И СПИРТОВОГО ПРОИЗВОДСТВ

Л.В. Рукшан, А.А. Ветошкина

Установлена возможность и целесообразность производства кормовых добавок с использованием отходов сахарной (фильтрационный осадок) и спиртовой (спиртовая барда) промышленности. Определен химический состав, показатели безопасности, питательность исследуемых образцов фильтрационного осадка и спиртовой барды. Технология производства кормовых добавок предложена и прошла промышленную апробацию. Выработаны опытные партии кормовых добавок. Разработаны и утверждены технические нормативные правовые акты. Разработана технологическая схема процесса производства комбикормов с использованием кормовых добавок на основе фильтрационного осадка и спиртовой барды. Проведены производственные испытания технологии производства комбикормов на основе предложенных кормовых добавок. Выработаны опытные партии комбикормов с использованием разработанных кормовых добавок, определены их качественные показатели. Все опытные партии комбикормов соответствуют санитарно-гигиеническим требованиям, предъявляемым к комбикормовой продукции.

Введение

В настоящее время одним из направлений развития комбикормовой промышленности является производство кормовых добавок. Кормовые добавки применяются для балансирования рационов по недостающим элементам питания, улучшения поедаемости основных кормов, повышения переваримости и использования питательных веществ рациона, целенаправленного стимулирования обмена веществ, профилактики стрессовых состояний животных. К числу кормовых добавок относят энергетические, небелковые азотистые, минеральные, витаминные и прочие кормовые добавки и препараты [1]. Особенностью производства кормовых добавок является повышенное использование белкового и минерального сырья и отсутствие зерна [2].

Производство кормовых добавок наиболее рационально, так как их использование возможно на крупных и малых комбикормовых заводах и непосредственно в хозяйствах. В то же время в сложившейся экономической ситуации необходимо обратить пристальное внимание на создание прочной кормовой базы животноводства, для чего применять все возможные резервы как внутри хозяйства, так и любые дополнительные источники кормов за пределами хозяйств.

Анализ данных [3,4] о наличии всевозможных побочных продуктов и отходов, получаемых при переработке сельскохозяйственного сырья на предприятиях Минсельхозпрода Республики Беларусь, показал, что есть резервы дополнительных источников кормов, и позволил в качестве основной цели исследований выдвинуть гипотезу получения новых кормовых добавок с использованием такого нетрадиционного сырья, как фильтрационный осадок (побочный продукт сахарного производства) и спиртовая барда (отход спиртового производства).

Известно, что фильтрационный осадок на сахарных заводах образуется в процессе очистки диффузионного сока, включающем предварительную и основную дефекацию, первую и вторую сатурации, сульфитацию и промежуточные фильтрации сока. Он получается при взаимодействии несахаров диффузионного сока с известью и диоксидом углерода и состоит, главным образом, из углекислого кальция [5,6]. Количество образующегося фильтрационного осадка зависит от массы вводимой извести и составляет 8-12% к массе перерабатываемого сырья [5,7]. В настоящее время непосредственно в сахарной промышленности фильтрационный осадок не используется и является крупнотоннажным отходом производства, загрязняющим окружающую среду [5].

В практике спиртовых заводов Республики Беларусь и стран СНГ существует

проблема утилизации спиртовой барды, для решения которой многие ученые и практики предлагали различные способы. Зерновая спиртовая барда образуется в заключительном процессе производства спирта в результате перегонки бражки и представляет собой жидкость светло-коричневого цвета с включением оболочек зерна. При производстве спирта из зерна получают 0,12-0,14 м³ спиртовой барды на 1 дал выработанного спирта. Главным образом зерновая барда используется на корм для животных в натуральном или высушенном состоянии и частично для производства сухих кормовых дрожжей [8]. При этом применение ее на корм скоту в сыром виде малоэффективно, поскольку транспортировка жидкой барды экономически не выгодна, а малый срок хранения (1-2 сут) и неравномерность потребления в течение года вызывают необходимость направлять ее на очистные сооружения, либо сливать на поля орошения, что приводит к загрязнению воздушного бассейна. Кроме того, хотя барда содержит отработанные дрожжи и питательную среду, из-за повышенной влажности (92-96%) она низкопитательна. В 1 дал нативной спиртовой барды содержится 0,08 к.е., коэффициент переваримости протеина составляет в среднем 59%. Получение же сухой зерновой барды в основном предполагает применение конвективной сушки, удорожающей получаемые кормовые смеси. Поэтому проблема до настоящего времени не решена.

Итак, очевидна актуальность исследований по утилизации фильтрационного осадка и спиртовой барды. Считаем, что одним из перспективных направлений утилизации этих отходов производства является их переработка в сухие кормовые смеси с использованием сорбционной сушки, где в качестве сорбента и наполнителя может выступать местное недорогое сырье. Это поможет не только улучшить экологическую обстановку, но и повысить рентабельность заводов-изготовителей кормовых смесей путем снижения себестоимости животноводческой продукции за счет использования дешевых, высокопитательных компонентов в их рационах.

Экспериментальная часть

С целью создания кормовых добавок нами комплексно исследованы свойства фильтрационных осадков, получаемых на Городейском сахарном комбинате (Минская область), Жабинковском сахарном заводе (Брестская область), Скидельском сахарном комбинате (Гродненская область), Слуцком сахарорафинадном комбинате (Минская область) и послеспиртовой барды, получаемой на спиртзаводах Минской и Гомельской областей.

Определялся химический состав и показатели безопасности, питательности и энергетической ценности исследуемых компонентов, как сырья для комбикормовой промышленности, кормовых добавок на их основе и готовых комбикормов. При выполнении работы были использованы стандартные методы и методики исследования. Отбор проб сырья и готовой продукции осуществлялся в соответствии с ГОСТ 13496.0. Внешний вид и цвет фильтрационного осадка, сухой спиртовой барды, кормовых добавок и комбикорма определялся органолептически. Кроме того, использовались специальные методы исследования, такие как: определение редуцирующих сахаров, содержания сахарозы с использованием перманганатного метода Бертрена. Аминокислотный состав определяли методом жидкостной хроматографии. Питательность в кормовых единицах и обменная энергия определялись расчетным путем с использованием результатов фактических измерений и табличных данных.

Следует отметить, что в период исследований качество исходного сырья, используемого для производства сахара и спирта, неоднократно изменялось. Это сказывалось и на качестве побочных продуктов и отходов. Однако определяющие кормовые свойства показатели оставались на одинаковом уровне. Кислотность фильтрационных осадков, получаемых в разное время и на разных заводах, отличалась незначительно.

Влажность исследуемых образцов фильтрационного осадка, отобранных после вакуум-фильтров на сахарных заводах республики, находилась в пределах 26,7±7,2%, содержание сухих веществ в исследуемых образцах спиртовой барды составляло 5,5±2,4%.

По своим физико-технологическим свойствам фильтрационный осадок близок к кормовому мелу и обесфторенному фосфату. Объемная масса в среднем составляет 890 кг/м^3 , угол естественного откоса 42 град., средний размер частиц $0,84$ мм, плотность 2700 г/см^3 , коэффициент внутреннего трения $0,56$.

При исследовании химического состава установлено, что по содержанию кальция, магния и карбоната кальция фильтрационные осадки близки к мелу и известняку, которые традиционно используются в качестве минеральной добавки в комбикорма для крупного рогатого скота, свиней и птицы (источник кальция и фосфора).

По показателям безопасности исследуемые образцы фильтрационных осадков соответствовали требованиям, предъявляемым к сырью для производства комбикормов. Так, содержание токсичных элементов в образцах фильтрационного осадка находится в пределах: медь $148,6 \pm 38,1$ мг/кг, свинец $40,45 \pm 14,25$ мг/кг, кадмий $0,22 \pm 0,13$ мг/кг, цинк $159,15 \pm 28,95$ мг/кг, что не превышает предельно-допустимые уровни. Ртуть и мышьяк не обнаружены.

При определении содержания радионуклидов отмечено, что содержание цезия-137 и калия-40 во всех исследуемых образцах не превышает Республиканских допустимых уровней, утвержденных Минздравом Республики Беларусь.

Замена 1% мела фильтрационным осадком приводит к повышению яйценоскости кур-несушек до 10%, снижению затрат корма до 13%, в то же время общая кормовая ценность комбикорма с осадком возрастает на 8,4%.

Исследования изменений физических свойств нативных и высушенных фильтрационных осадков в процессе хранения проводились в течение 12 месяцев. Через каждый месяц определялись все показатели физико-химических свойств фильтрационных осадков. Хранение фильтрационных осадков осуществлялось в открытых емкостях с перемешиванием в результате периодического выпуска их из них. Такие условия хранения предопределены условиями хранения гигроскопических компонентов комбикормов на комбикормовых заводах республики.

Отмечено, что происходит самопроизвольное снижение влажности нативных фильтрационных осадков в процессе хранения в негерметических емкостях в лабораторных условиях. Так, в течение 9 месяцев снижение влажности в среднем равно 5,1% (с 33,8% до 28,7%). Отмечено, что в последующие три месяца влажность фильтрационных осадков изменилась незначительно – на 1,2% (с 28,7% до 27,5%). При более длительном хранении (более года) дальнейшего снижения влажности фильтрационного осадка не наблюдалось.

Замечено некоторое увеличение влажности при хранении высушенных фильтрационных осадков. Так, влажность высушенного фильтрационного осадка через 9 месяцев хранения в лабораторных условиях увеличилась на 1,4%.

Следует отметить, что скорость десорбции водяных паров ($0,023$ %/сут) из нативного фильтрационного осадка в среднем в 5,8 раза выше, чем скорость сорбции водяных паров ($0,004$ %/сут) высушенным фильтрационным осадком. Это свидетельствует о том, что высушенный фильтрационный осадок может успешно храниться длительное время без создания каких-либо специальных условий.

Установлено, что в процессе хранения не происходит значительного ухудшения физических свойств, изменения химического состава и питательности фильтрационного осадка. Слеживания фильтрационного осадка в процессе хранения в течение 6 месяцев не наблюдается.

При исследовании спиртовой барды отмечено, что она может являться источником протеина и пищевых волокон. Содержание сырого протеина находится в пределах $27,22 \pm 3,56\%$, сырой клетчатки $17,75 \pm 4,32\%$. Отмечается содержание витаминов группы В и наличие всех незаменимых аминокислот. Объемная масса нативной спиртовой барды составляет в среднем 932 кг/м^3 , высушенной до влажности 10,5% – 163 кг/м^3 , угол естественного откоса сухой барды 23 град., а средний размер частиц составляет $2,21$ мм.

При исследовании показателей безопасности спиртовой барды отмечено, что содержание токсичных элементов находится в следующих пределах: медь $0,059 \pm 0,004$ мг/кг, свинец $0,039 \pm 0,012$ мг/кг, кадмий $0,254 \pm 0,009$ мг/кг, цинк $243,2 \pm 22,17$ мг/кг, что не превышает предельно-допустимые уровни. Ртуть и мышьяк не обнаружены. Содержание радионуклидов, нитратов и микотоксинов значительно ниже предельно-допустимых уровней, пестициды и патогенные микроорганизмы не обнаружены.

В ходе исследований, проведенных на спиртзаводе «Уречский спиртзавод» (филиал РУП «Минск Кристалл», Минская область), изучалась возможность производства кормовых добавок с использованием спиртовой барды и фильтрационного осадка в нативном виде. На момент исследований при производстве этилового спирта использовалось зерно ржи и ржаная дерть, а сахара – свекла, выращенная в Минской и Гродненской областях.

Отмечено, что свежая спиртовая барда имела температуру $100-105^{\circ}\text{C}$, по показателям безопасности соответствовала требованиям СанПиН 11-63 РБ-98 и содержала 5,6% сухих веществ. В связи с тем, что из-за высокой влажности барды использование ее в нативном виде неэффективно, нами предпринята попытка «сгустить» спиртовую барду до получения более вязкой массы, а для этого использовали разные разрешенные к применению в животноводстве загустители. Так, например, в качестве загустителей использовались костный клей марки $K_{2,5}$, получаемый на Могилевском желатиновом заводе (ГОСТ 2067), и карбоксиметилцеллюлоза. Отмечено, что в зависимости от соотношения используемых компонентов влажность полученных смесей находилась в пределах 49,7-93,5%. Для снижения влажности проводили также сорбционное обезвоживание. В качестве сорбента использовали побочный продукт мукомольного производства – пшеничные отруби (ГОСТ 13469-3). В результате проведенных мероприятий получили положительный эффект по снижению влажности спиртовой барды. Однако полученная относительно густая барда имела небольшую питательную ценность, что не позволяло получить экономический эффект. Поэтому было решено обогатить сгущенную спиртовую барду.

Для производства опытных партий кормовых добавок использовали сгущенную ржаную спиртовую барду, полученную на спиртзаводе «Уречский спиртзавод», и фильтрационный осадок, полученный на ОАО «Слуцкий сахарорафинадный комбинат». В качестве обогатителя (в то же время и наполнителя) кормовых добавок минеральными веществами в них вводился фильтрационный осадок. Соотношение компонентов кормовых добавок изменяли с целью определения оптимальной рецептуры. Далее проводили сушку каждой исследуемой кормовой добавки при температуре 70°C в лабораторно-производственной кондуктивной сушилке филиала «Уречский спиртзавод» РУП «Минск Кристалл».

Анализ результатов исследования позволил выявить три наиболее лучшие в технологическом плане и наиболее ценные в питательном отношении добавки (смеси), компоненты которых хорошо смешивались, образуя относительно густую массу, способную формироваться, что в свою очередь имеет значение при производстве прессованных или гранулированных продуктов. Кроме того, уточнены разработанные на первых этапах исследования режимы сгущения барды, сорбционной сушки и т.д. Показатели качества кормовых добавок, произведенных на основе нетрадиционного сырья, представлены в таблице 1.

Содержание токсичных элементов в образцах полученных кормовых добавок соответствует требованиям ветеринарно-санитарного норматива «Допустимый уровень некоторых химических элементов и госсипола в кормах для сельскохозяйственных животных» для минеральных добавок, БВД, БВМД и составляет:

в барде сухой обогащенной содержание меди 53,7 мг/кг, свинца 1,9 мг/кг, кадмия 0,26 мг/кг, ртуть и мышьяк не обнаружены;

в добавке кормовой белковой содержание меди 50,2 мг/кг, свинца 2,1 мг/кг, кадмия 0,23 мг/кг, ртуть и мышьяк не обнаружены;

в добавке кормовой белково-минеральной содержание меди 60,4 мг/кг, свинца 2,7 мг/кг, кадмия 0,21 мг/кг, ртуть и мышьяк не обнаружены.

Определялось содержание микотоксинов в полученных добавках. Содержание афлотоксина В₁ и дезоксиниваленола во всех исследуемых добавках находилось значительно ниже предельно-допустимых норм и не превышало 0,0012 мг/кг по афлотоксину В₁ и 0,0005 мг/кг по дезоксиниваленолу. Т-2 токсин, охратоксины, зеараленон не обнаружены.

Таблица 1 - Показатели качества кормовых добавок на основе нетрадиционного сырья

Наименование показателей	Характеристика и нормы качества		
	барда сухая обогащенная	добавка кормовая белковая	добавка кормовая белково-минеральная
Номер добавки	1	2	3
Влажность, %	5,2	8,5	5,1
Натура, г/л	762	621	731
Угол естественного откоса, град.	31	33	31
Массовая доля сырого протеина, %	18,0	16,0	16,5
Массовая доля сырого жира, %	4,0	4,5	3,5
Массовая доля сырой клетчатки, %	4,2	4,2	4,2
Массовая доля кальция, %	2,7	0,1	5,0
Массовая доля фосфора, %	1,4	1,0	1,6
Массовая доля натрия, %	0,69	0,73	0,53
Массовая доля калия, г/кг	0,9	1,9	1,1
Содержание витамина Е, мг/кг	1,2	1,6	следы
Содержание витамина В ₁ , мг/кг	0,77	0,83	0,72
Содержание витамина В ₂ , мг/кг	0,60	0,63	0,48
Питательность, к.е. в 100 кг	73	47	29
Обменная энергия, ккал	144	246	105
Содержание аминокислот, %:			
лизин	0,37	0,40	0,18
гистидин	0,18	0,35	0,14
треонин	0,38	0,58	0,24
аргинин	0,63	0,81	0,29
метионин	0,20	0,45	0,14
валин	0,45	0,68	0,29
фенилаланин	0,42	0,69	0,26
изолейцин	0,29	0,43	0,19
лейцин	0,75	1,01	0,41

Содержание нитратов составляет в барде сухой обогащенной 173 мг/кг, в добавке кормовой белковой 185 мг/кг, в добавке кормовой белково-минеральной 156 мг/кг, что не превышает предельно-допустимых концентраций (для зернового сырья 300 мг/кг, для комбикормов для крупного и мелкого рогатого скота, свиней и птицы 500 мг/кг). Пестициды (ДДТ, 2-4 Д, актелик, карбофос, метифос) в исследуемых добавках не обнаружены.

Таким образом, кормовые добавки, полученные с использованием отходов спиртового и сахарного производств, по показателям безопасности соответствуют ветеринарно-санитарным требованиям, предъявляемым к сырью и комбикормам. Сбалансированный аминокислотный состав, повышенное содержание пищевых волокон, достаточно высокое содержание протеина и минеральных веществ доказывают целесообразность использования разработанных кормовых добавок для производства комбикормов.

Предложена технология производства кормовых добавок, которая прошла промышленную апробацию и на ее производство разработаны и утверждены технические нормативные правовые акты: ТУ ВУ 700036606.074-2005 «Добавка кормовая белковая. Технические условия»; ТУ ВУ 700036606.075-2005 «Добавка кормовая белково-минеральная. Технические условия»; ТУ ВУ 700036606.076-2005 «Барда сухая обогащенная. Технические условия».

Разработана технологическая схема ввода кормовых добавок, полученных на основе нетрадиционного сырья, в комбикорма. Отмечено, что новые кормовые добавки можно использовать на любом комбикормовом заводе, применяя для их ввода существующее технологическое оборудование.

В производственных условиях на ОАО «Слуцкий комбинат хлебопродуктов» были проведены производственные испытания по внедрению технологии производства комбикормов на основе кормовых добавок №1-3, на первом этапе которых разработано три оптимальных рецепта комбикорма СК-4 для ремонтного молодняка свиней живой массой 81-150 кг с использованием компьютерной техники и программы расчета рецептов комбикормов, применяемой на комбинатах хлебопродуктов. Кормовые добавки вводились на линии мучнистого сырья (барда сухая обогащенная, добавка кормовая белковая) и линии минерального сырья (добавка кормовая белково-минеральная). Получено три партии комбикорма СК-4 по 4 т.

Отмечена технологичность кормовых добавок, т.е. их поведение при прохождении по самотечному транспорту и через технологическое оборудование, которое установлено на линиях мучнистого и минерального сырья, линии основного дозирования-смешивания.

Для оценки поведения новых кормовых добавок в процессе смешивания проведено исследование эффективности процесса смешивания на основе статистической характеристики смесей, в состав которых вводили отходы переработки. Установлено, что компоненты достаточно хорошо смешиваются, коэффициенты вариации распределения ключевого компонента в смеси составляют 4,6...5,4. Использование разработанных кормовых добавок в составе комбикормов не влияет на время смешивания, оно остается на уровне паспортной характеристики используемого смесителя.

Установлено также, что добавки являются заменителями зернового, белкового и минерального сырья. Рекомендуемый ввод их в комбикорма – 8-10%.

Оценивались качественные показатели опытных партий комбикорма, полученных на основе разработанных кормовых добавок. В качестве примера в таблице 2 приведен рецепт и показатели качества комбикорма СК-4 с использованием добавки кормовой белково-минеральной (№3).

Отмечено, что комбикорм СК-4 имеет мелкий размол (сход сита с размерами отверстий диаметром 2 мм – 1,8%, сход с сита с размерами отверстий диаметром 5 мм – отсутствует). Основное содержание мелкой фракции получается сходом с сит с размерами отверстий диаметром 1,0 мм и 0,5 мм, которое равно 40,05% и 20,65% соответственно.

Полученные опытно-промышленные партии комбикорма СК-4 были оценены по показателям безопасности. Так, проведено определение количества солей тяжелых металлов (медь, свинец, кадмий, ртуть, мышьяк), микотоксинов (по методике с применением тест-систем для иммуноферментного определения афлотоксина В1, зеараленона, охратоксина, Т-2 токсина, фумонизина, вомитоксина), нитратов, пестицидов (ДДТ, 2-4 Д, актелик, карбофос, метифос) и радионуклидов.

Содержание солей тяжелых металлов не превышает допустимых уровней для комбикормов и составляет: для цинка $81,6 \pm 7,0$ мг/кг, меди $59,8 \pm 2,45$ мг/кг, свинца $3,1 \pm 0,2$ мг/кг, кадмия $0,2 \pm 0,02$ мг/кг, ртуть и мышьяк не обнаружены. Пестициды (ДДТ, 2-4 Д, актелик, карбофос, метифос) в исследуемых добавках не обнаружены.

Таблица 2 - Показатели качества комбикорма СК-4, выработанного с использованием добавки кормовой белково-минеральной

Компоненты	Процент ввода	Массовая доля, %		Питательность, к.е.	Массовая доля, %	
		сырая клетчатка	сырой протеин		кальций	фосфор
Кукуруза	29,3	2,2	9,0	136	0,01	0,26
Ячмень	11,2	5,5	11,6	113	0,06	0,34
Пшеница	9,8	2,7	13,2	118	0,06	0,47
Шрот подсолнечниковый, СП*=38-40%	7,6	14,1	38,6	104	0,33	0,82
Шрот подсолнечниковый, СП<38%	6,0	14,1	38,6	104	0,33	0,82
Мука рыбная, СП=61-65%	1,6	-	63,0	129	6,20	3,00
Премикс КС-4	1,0	-	-	-	-	-
Соль поваренная	0,5	-	-	-	-	-
Овес шелушенный	13,0	5,3	12,8	136	0,03	0,14
Тритикале	12,0	2,2	12,8	114	0,04	0,40
Добавка №3	8,0	4,2	15,6	30	5,00	1,60
ИТОГО	100,0	4,7	16,0	114	0,79	0,76

* СП – сырой протеин.

В таблице 3 приведены результаты оценки содержания нитратов и микотоксинов комбикорма СК-4, выработанного на основе добавок кормовой белково-минеральной.

Таблица 3 - Показатели безопасности комбикорма СК-4, выработанного на основе добавки кормовой белково-минеральной

Наименование образца	Микотоксины, мг/кг					Нитраты, мг/кг
	афлотоксин В1	Т-2 токсин	охратоксин	зеараленон	ДОН	
Опытный комбикорм СК-4	не обнаружен	0,04	не обнаружен	0,4	0,09	202
Предельно-допустимая концентрация	0,05	0,4	0,05	0,5	1,0	500

Отмечено, что все опытные партии комбикормов на основе разработанных кормовых добавок соответствуют санитарно-гигиеническим требованиям, предъявляемым к комбикормовой продукции.

Заключение

Установлена возможность и целесообразность получения кормовых добавок с использованием отходов сахарного (фильтрационный осадок) и спиртового (спиртовая барда) производств, что позволяет расширить ассортимент комбикормовой промышленности при сокращении в рецептах доли зерновых и белковых видов сырья, снизить себестоимость продукции, решить проблему утилизации отходов перерабатывающих производств, тем самым улучшая экологическую обстановку.

Литература

1. Комбикорма и кормовые добавки: справ. пособие / В.А. Шаршунов [и др.]; под общ. ред. В.А. Шаршунова. – Минск: Экоперспектива, 2002. – 440 с.
2. Правила организации и ведения технологических процессов производства продукции комбикормовой промышленности – Введ. 01.10.04. – Минск: Департамент по хлебопродуктам Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, 2004. – 305 с.
3. Сельское хозяйство Республики Беларусь: статистический сборник. – Минск: Министерство статистики и анализа Республики Беларусь, 2003. – 311 с.
4. Промышленность Республики Беларусь: статистический сборник. – Минск: Министерство статистики и анализа Республики Беларусь, 2005. – 197 с.
5. Вторичные материальные ресурсы пищевой промышленности (образование и использование). Справочник. / А.Е. Юрченко [и др.]; под общ. ред. А.Е. Юрченко. – Минск: Экономика, 1984. – 328 с.
6. Фильтрационный осадок – компонент комбикорма / А.П. Левицкий [и др.] // Сахарная промышленность. – 1992. – №2. – С. 23-25.
7. Клейман, М.Б. Утилизация фильтрационного осадка: проблемы и возможности / М.Б. Клейман // Сахарная промышленность. – 1995. – №4. – С.13-17.
8. Маринченко, В.А. Технология спирта / В.А. Маринченко, В.А. Смирнов, Б.А. Устинников; под ред. В.А. Смирнова. – М.: Легкая и спиртовая пром-ть, 1981. – 416 с.

Поступила в редакцию 11.05.2006