

УДК 664.8.014/019; 602.3/4

UDC 664.8.014/019; 602.3/4

06.00.00 Сельскохозяйственные науки

Agruculture

**КОМПЛЕКСНАЯ ПЕРЕРАБОТКА
СВЕКЛОВИЧНОГО ЖОМА С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ
БИОТЕХНОЛОГИИ****COMPLEX PROCESSING OF BEET PULP
USING METHODS OF BIOTECHNOLOGY**

Соболь Ирина Валерьевна
к.т.н., доцент
spin-код: 8519-0890
iv-sobol@mail.ru

Sobol Irina Valerievna
Candidate of technical sciences, associate professor
SPIN-code 8519-0890
iv-sobol@mail.ru

Белогорец Анна Николаевна
аспирант заочной формы обучения
annita155@mail.ru

Belogorets Anna Nikolaevna
annita155@mail.ru

Гнеуш Анна Николаевна
ассистент,
spin-код: 2342-8682
Gneush.anna@yandex.ru

Gneush Anna Nikolaevna
assistant
SPIN-code 2342-8682

Петенко Александр Иванович
д.с.-х.н., профессор
spin-код: 7870-5435
*Кубанский государственный аграрный
университет, Краснодар, Россия*

Petenko Aleksander Ivanovich
Dr.Sci. in Agriculture
SPIN-code 7870-5435
Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

В статье рассматривается возможность комплексной переработки одного из важнейших вторичных сырьевых ресурсов Краснодарского края – свекловичного жома с целью получения пищевого продукта и обогащенной кормовой добавки. При этом предусматривается использование экологически безопасных технологий, наносящих минимальный вред окружающей среде и здоровью человека. Одним из ценнейших компонентов свекловичного жома, после извлечения сахара, являются пектиновые вещества. Пектиновые вещества свекловичного жома обладают высокой комплексообразующей способностью и используются не только в пищевой промышленности, но и в медицине. Они являются природными детоксикантами и антиоксидантами. В настоящее время из свекловичного жома производят только сухой порошок пектина и только зарубежными производителями. Получение пищевых пектиновых экстрактов из свекловичного жома позволит не только сократить количество технологических операций, но и значительно снизить себестоимость конечного продукта. Пищевые пектиновые экстракты могут использоваться не только в качестве самостоятельного продукта в лечебно-профилактическом питании, но и в качестве ингредиента при производстве безалкогольных напитков, кондитерских и хлебобулочных изделий, мясных и молочных продуктов и т.д. Описана технология получения ценного компонента

The article analyzes the possibility of complex processing of one of the most important secondary raw materials of Krasnodar region – sugar beet pulp with the aim of obtaining a food product and enriched feed additives. Meanwhile, the use of environmentally safety technologies that cause minimal harm to the environment and human health is provided. One of the most valuable components of sugar beet pulp after extraction of sugar is pectin substance. Sugar beet pectin substances have high complexing ability and are used not only in food industry, but also in medicine. They are natural detoxifiers and antioxidants. Currently, only dry powder pectin is produced from sugar beet pulp and only by foreign producers. Making food pectin extracts from sugar beet pulp will not only reduce the number of processing steps, but also significantly reduce the cost of the final product. Food pectin extracts can be used not only as a standalone product in treatment and prophylactic nutrition, but also as an ingredient in the manufacture of soft drinks, confectionery and bakery, meat and dairy products, etc. The technology of producing a valuable component of feed bioproduct based on spent sugar beet pulp and a microscopic fungus of the genus *Trichoderma* is described

кормового биопродукта на основе отработанного свекловичного жома и микроскопического гриба рода *Trichoderma*

Ключевые слова: КОМПЛЕКСНАЯ ПЕРЕРАБОТКА, СВЕКЛОВИЧНЫЙ ЖОМ, ПЕКТИНОВЫЕ ВЕЩЕСТВА, ПЕКТИНОВЫЙ ЭКСТРАКТ, КОРМОВОЙ БИОПРОДУКТ, МИКРОМИЦЕТ, ТВЕРДОФАЗНАЯ ФЕРМЕНТАЦИЯ

Keywords: COMPLEX PROCESSING, SUGAR BEET PULP, PECTIN SUBSTANCES, PECTIN EXTRACT, FOOD BIOPRODUCT, MICROMYCETE, SOLID STATE FERMENTATION

Doi: 10.21515/1990-4665-123-064

В настоящее время, когда проблема использования природных ресурсов стоит наиболее остро, самое активное внимание уделяется экологическим подходам к использованию и переработке вторичных сырьевых ресурсов. Применение экологически чистых и безопасных для здоровья человека и для окружающей среды технологий является важным подходом для обеспечения чистой и безопасной окружающей среды и сохранения здоровья населения.

Вторичная переработка отходов всегда считалась приоритетным направлением любого производства, особенно для переработки растениеводческой продукции. Однако в последнее время производители не всегда уделяют этой проблеме должное внимание.

Свекловичный жом (сырой и сушеный) – побочный продукт сахарного производства, является ценным источником микроэлементов, аминокислот и белков, и считается одним из основных компонентов кормов используемых в животноводстве. Количество свекловичного жома образующегося в процессе переработки сахарной свеклы в Краснодарском крае составляет более 250 тыс. тонн сушеного жома.

В состав сахарной свеклы входят важные компоненты: пищевые волокна – 4 – 5 %, углеводы – 17 – 20%, минеральные вещества (калий – 0,1 – 0,3%, натрий – 0,04 – 0,06%, кальций – 0,06 – 0,08%, магний – 0,06 – 0,08%, фосфор – 0,06 – 0,07%), органические кислоты – 0,2 – 0,5%, белки – 0,6 – 0,8%, липиды – 0,02 – 0,04% и др. [1].

Свекловичный жом представляет собой коллоидное капиллярно – пористое вещество светло – желтого цвета в виде протертой массы с частицами пищевых волокон с массовой долей сухих веществ 7,5%, редуцирующих веществ – 1,5%, белков – 0,57%, липидов – 0,05%, углеводов – 1,5%, клетчатки – 3,87%, титруемой кислоты (в пересчете на яблочную кислоту) – 0,21 град., рН – 4,3. Путем спектрального анализа в жоме также найдены многие эссенциальные микро - и ультрамикроэлементы: барий, свинец, бор, железо, кобальт, медь, марганец, молибден, никель, рубидий, селен и др. общее содержание свободных аминокислот в жоме колеблется в пределах от 0,3 до 0,5% [1].

Кроме вышеперечисленных соединений, в состав свекловичного жома входит достаточно большое количество пектиновых веществ (до 25%), что позволяет использовать его в качестве сырья для получения пектина. Свекловичный пектин относится к низкоэтерифицированным пектинам, то есть пектинам со степенью этерификации менее 50 %, что обусловлено природными свойствами используемого сырья. Низкоэтерифицированные пектины находят широкое применение в медицине, фармакологии, кондитерской промышленности [2].

Наиболее важным свойством низкоэтерифицированных пектинов является комплексообразующая способность. Она основана на взаимодействии молекул пектина с ионами радиоактивных и тяжелых металлов. При этом степень этерификации определяет линейную плотность заряда молекулы, и, следовательно, силу и способ связи катионов.

При высокой степени этерификации (свыше 50%) свободные карбоксильные группы в значительной степени удалены друг от друга. С уменьшением степени этерификации (менее 50%), повышением количества свободных карбоксильных групп, увеличивается заряд макромолекулы пектина, связь пектиновых веществ с катионами

повышается. Взаимодействие пектина с металлосодержащими солями также зависит от природы и концентрации металла [3].

Пектины оказывают лечебное действие при язвенной болезни, регулируют содержание холестерина, повышают устойчивость к аллергическим факторам, проявляют бактерицидное действие и другие лечебные свойства [4].

Таким образом, благодаря ценным биологическим качествам пектины являются весьма важными компонентами продуктов профилактического и функционального питания.

Производство сухого свекловичного пектина по известной технологии достаточно сложное и имеет свои особенности. Оно подразумевает использование агрессивных минеральных кислот - соляной, азотной, серной и др., при одновременном воздействии высоких температур. Кроме того, получение сухого порошка пектина предусматривает использование большого количества этилового спирта, что значительно повышает себестоимость конечного продукта и предусматривает большие экономические затраты [2]. Это также приводит к повышенной пожаро - и взрывоопасности производства. Поэтому одной из задач совершенствования технологии, является снижение уровня опасности производства и повышение его экологичности.

Исследованиями установлено, что максимально эффективное использование комплексообразующих и детоксицирующих свойств пектина обнаруживается при его введении в организм человека в гидратированном (жидком) виде [5]. Поэтому наши исследования были направлены на возможность получения и использования полупродуктов пектинового производства – пищевых пектиновых экстрактов.

Получение пищевого пектинового экстракта из свекловичного жома в настоящее время по существующим технологиям невозможно, так как свекловичный жом имеет в своем составе вещества, балластные по

отношению к пектину - сапонины, которые имеют характерный неприятный вкус и аромат, и в определенных количествах могут являться ядовитыми даже для домашних животных, пуриновые основания, бетаин и др. [6]. При проведении основной операции получения пектина - гидролизе–экстрагировании, эти вещества переходят в раствор и не позволяют получить пищевой продукт. Кроме того, использование минеральных кислот также не позволяет использовать пектиновый экстракт из свекловичного жома в качестве самостоятельного пищевого продукта.

Безотходность – критерий экологический безопасности и экономической эффективности любого производства. Переработка свекловичного жома для получения пищевых пектиновых экстрактов не является исключением из общего правила, так как после получения пектинового экстракта жом остается ценным сырьем [8, 12].

Таким образом, целью нашей работы стала комплексная переработка свекловичного жома для получения пищевых пектиновых экстрактов и разработка технологии компонента кормового биопродукта на основе микроскопического гриба рода *Trichoderma*. Исследования проводились на кафедре технологии хранения и переработки растениеводческой продукции; на кафедре биотехнологии, биохимии и биофизики Кубанского государственного аграрного университета.

В процессе исследования был определен химический состав исследуемого сухого свекловичного жома: массовая доля воды – 10,8%; массовая доля сухих растворимых веществ - 9,4%; сырой протеин - 10,2%; белок - 8,9%, жир - 0,21%; клетчатка - 21,8%; безазотистые экстрактивные вещества - 65,5%; минеральные вещества - 4,4%, пектиновые веществ – 15,87%.

Содержание пектиновых веществ в сухом свекловичном жоме по фракционному составу представлено на рисунке 1.

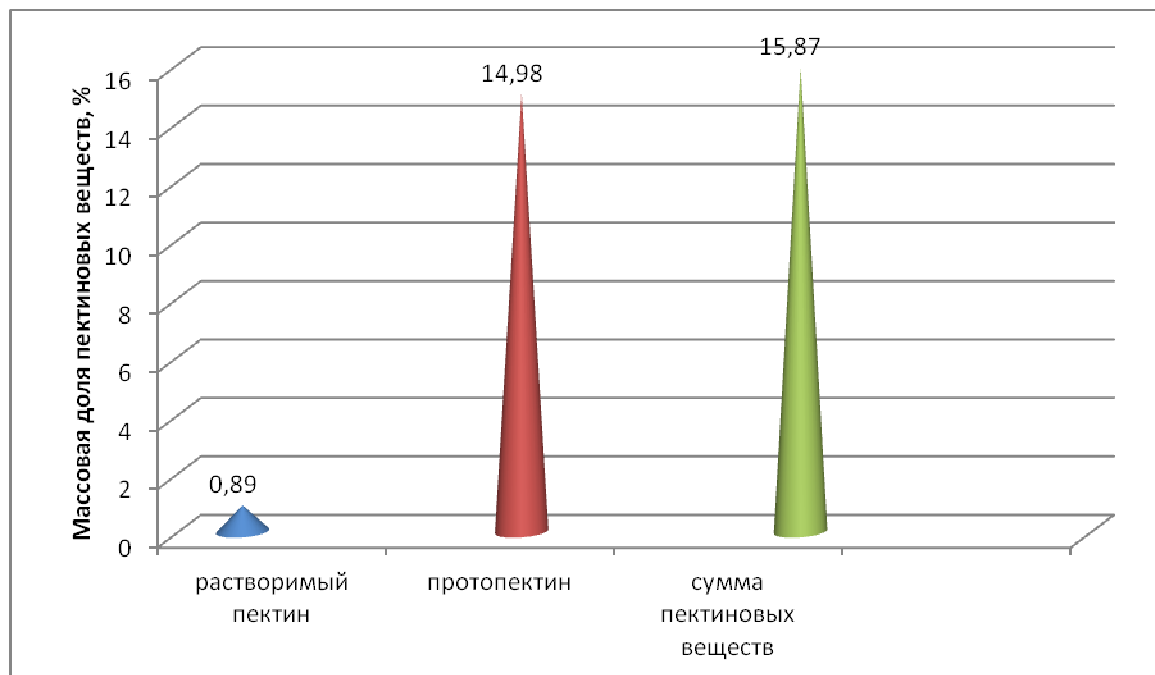
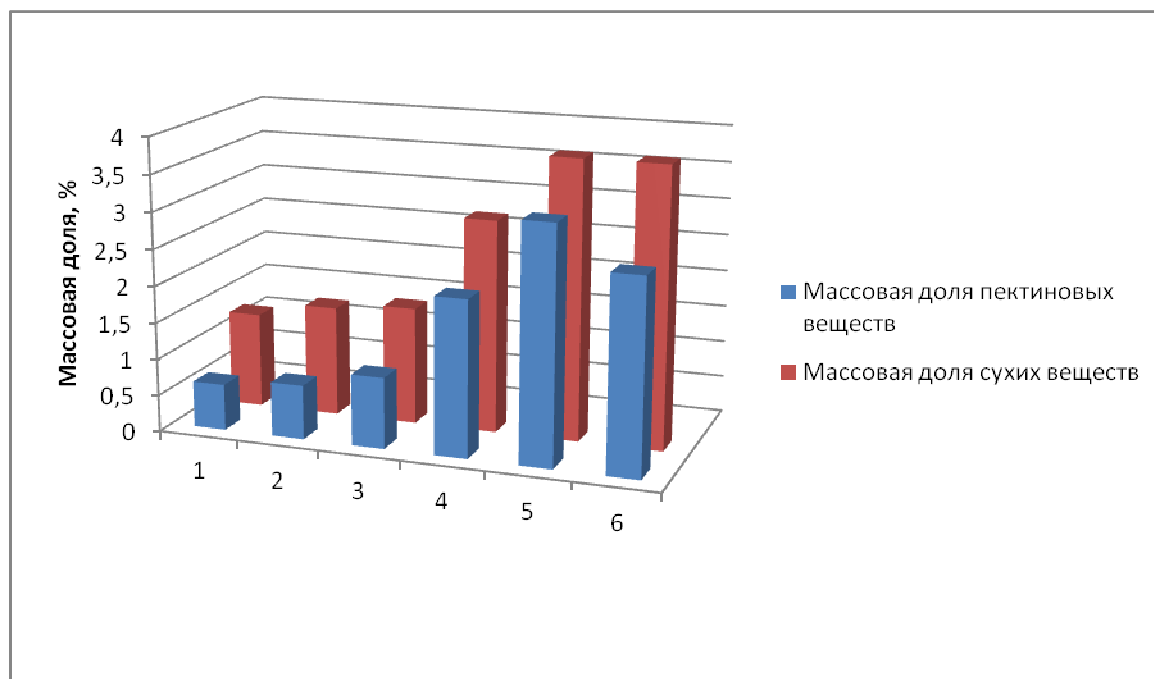


Рисунок 1 – Фракционный состав пектиновых веществ в сушеном свекловичном жоме (в пересчете на абс. сух. вещество)

В качестве гидролизующих агентов для получения пектинового экстракта использовали лимонную кислоту и молочную сыворотку. Концентрация лимонной кислоты варьировалась в пределах 0,1...0,5%. Результаты исследования представлены на рисунке 2.



где: 1 – 0,1% лимонная кислота; 2 – 0,2% лимонная кислота
 3 – 0,3% лимонная кислота; 4 – 0,4% лимонная кислота
 5 – 0,5% лимонная кислота; 6 – молочная сыворотка

Рисунок 2 – Влияние вида гидролизующего агента на содержание пектиновых веществ в пектиновых экстрактах

Результаты исследований, представленные на рисунке 1 показывают, что наибольшее содержание пектиновых веществ (3,21%) наблюдается при использовании 0,5%-ой лимонной кислоты. Повышение концентрации лимонной кислоты придает экстрактам слишком кислый вкус. Использование молочной сыворотки также позволяет получить достаточно высокое содержание пектиновых веществ – 2,64%.

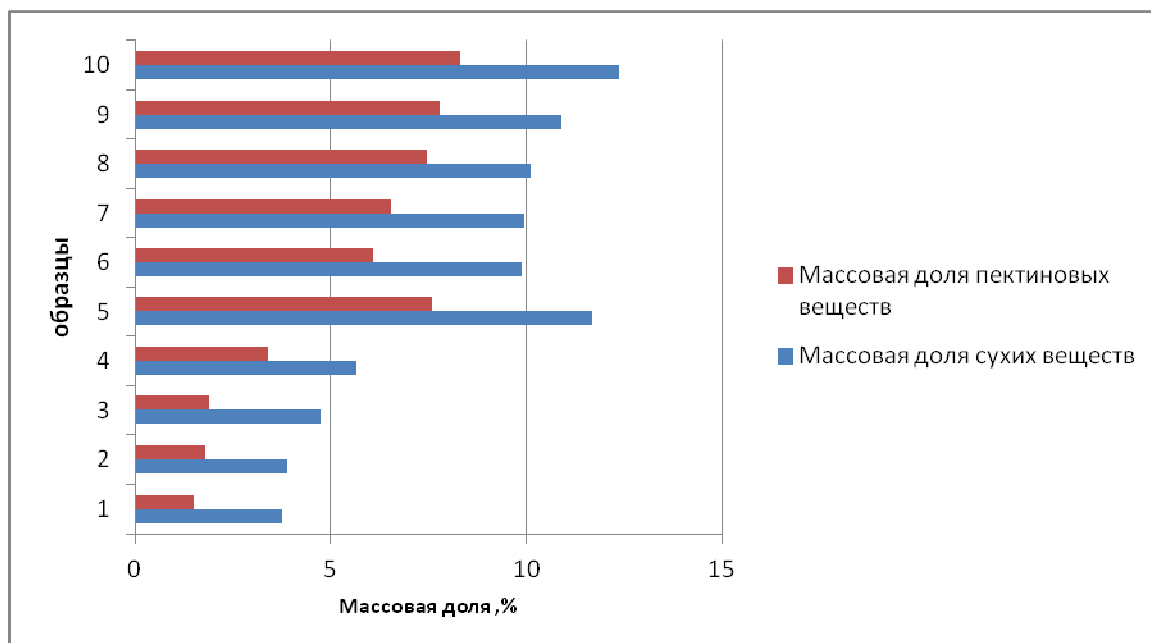
Однако, полученные пектиновые экстракты отличались низкими органолептическими показателями – посторонние запах и вкус, что, по-видимому, связано с наличием балластных веществ – сапонинов. Поэтому следующим этапом работы стало удаление этих веществ. Известно, что сапонины гидролизуются под влиянием ферментов и кислот. Некоторые формы сапонинов гидролизуются под воздействием щелочей [6].

Для очистки пектинового экстракта от загрязняющих веществ использовали ферментные препараты пектолитического и целлюлолитического действия.

Ферментация растительного материала применяется при производстве компонентов алкогольных и безалкогольных напитков, витаминных экстрактов, пищевых красителей. Применение ферментных препаратов в пищевой промышленности позволяет интенсифицировать технологические процессы, улучшить качество готовой продукции, увеличить ее выход, экономить ценное пищевое сырье, повысить экологическую безопасность производства [7].

При выделении пектина из растительного сырья использование ферментных препаратов существенно упрощает технологический процесс и его аппаратное оформление, сокращает энергозатраты.

Количество ферментных препаратов варьировали в пределах 0,1...0,5%. Результаты проведенных исследований представлены на рисунке 3.



где: образцы 1-5 – гидролизующий агент 0,5% лимонная кислота

образцы 6-10 – гидролизующий агент молочная сыворотка

Рисунок 3 – Влияние концентрации ферментного препарата на содержание пектиновых веществ в экстрактах

Результаты исследований, представленные на рисунке 2, позволяют сделать вывод, что наибольшее содержание пектиновых веществ в полученном экстракте наблюдается при использовании ферментного препарата 0,5%-ной концентрации и гидролизующего агента молочной сыворотки (8,3% пектиновых веществ) или лимонной кислоты (7,6% пектиновых веществ). При этом наблюдалось значительное улучшение органолептических показателей пектиновых экстрактов – внешнего вида, вкуса и аромата.

Таким образом, проведенные исследования позволяют сделать вывод о возможности использования полученных пектиновых экстрактов в пищевых целях. Работа продолжается для определения показателей безопасности пектиновых экстрактов.

Одной из поставленных задач, в рамках проводимых нами исследований, является разработка технологии получения компонента кормового биопродукта на основе микроскопического гриба рода *Trichoderma* с использованием в качестве субстрата отработанного свекловичного жома.

Для производства посевного материала использовали исходный штамм микроскопического гриба рода *Trichoderma* из коллекции чистых культур кафедры биотехнологии, биохимии и биофизики.

Посевной материал выращивался на жидкой модифицированной питательной среде, характеризующейся полноценностью для роста продуцента. Подготовленную питательную среду подвергали стерилизации при 1 атм. 20 мин. Процесс культивирования микроорганизма начинался с момента засева охлажденной стерильной питательной среды посевным материалом. Жидкофазная ферментация осуществлялась в ротационном термостатируемом шейкере в течение 72 часов, с поддержание температуры в пределах 24–26°C, обороты мешалки 150–160 об/мин.

Культивирование на всех стадиях велось при оптимальной температуре и обязательном аэрировании, так как именно аэрирование растущей культуры обеспечивает снабжение микроорганизма необходимым для роста и развития количеством кислорода, удаление с отходящим воздухом газообразных продуктов обмена.

Получение компонента кормового биопрепарата осуществляется кюветным способом, при использовании ячеек (кювет) представляющих собой емкость четырехугольной формы высотой 40-70 мм и площадью 0,2-0,3м² без крышки, выполненных из оцинкованного железа или пластмассы.

Кюветы заполнялись засеянным субстратом влажностью 65-70 %, накрывались перфорированным материалом с целью поддержания

оптимальной аэрации и испарения влаги, устанавливались под вытяжные шкафы. Твердофазная ферментация велась в течение 7-ми суток без перемешивания и дополнительного увлажнения. После окончания процесса ферментации проводилась щадящая сушка продукта при 40°C до достижения равновесной влажности 12-14 %, обеспечивающая сохранении ферментной активности.

Культура микромицета, выращенная поверхностным способом содержит большое количество балластных веществ. Выделение и очистка ферментов – трудоемкий и дорогостоящий процесс.

Таким образом, исходя из поставленных задач проводимых исследований, также разработан ценный компонент кормового биопродукта на основе отработанного свекловичного жома и микроскопического гриба рода *Trichoderma* [9,10,11]. Разработанный кормовой биопродукт положительно влияет на процесс пищеварения сельскохозяйственных животных и птицы, способствуя ускоренному разложению трудногидролизуемых компонентов корма.

Список литературы

1. Петенко, А.И. Биотехнология кормопродуктов и кормовых добавок функционального назначения: учеб.-справ. пособие. В двух томах. - Т. 1 / сост. А. И. Петенко, А. Г. Кощаев. - Краснодар: КубГАУ, 2007. - 490с.
2. Донченко, Л.В. Пектин: основные свойства, производство и применение / Л. В. Донченко, Г. Г. Фирсов. – М.: ДеЛи принт, 2007. – 276с.
3. Соболев, И.В. Биохимическое обоснование технологии получения пектина повышенной биологической ценности из корзинок-соцветий подсолнечника / И.В.Соболев, автореф. дисс. ...канд. техн. наук. – Краснодар, 1997. – 23с.
4. Технология функциональных продуктов питания: Учеб пособие / Л.В.Донченко [и др.]. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – 200с.
5. Родионова, Л.Я. Технология пектиносодержащих пищевых композиций функционального назначения / Л.Я.Родионова. – Краснодар, КГАУ, 2004. – 233с.
6. Запрометов, М.Н. Основы биохимии фенольных соединений / М.Н.Запрометов. – М.: Высшая школа, 1974. – 213с.
7. Соболев, И.В. Предварительная обработка корзинок-соцветий подсолнечника для получения качественных гидратопектинов / Соболев И.В., Родионова Л.Я., Барышева И.Н. // Молодой ученый. – 2015. - №5-1 (85). – с.99-102

8. Гнеушева, И.А. Кормовые биологически активные добавки для промышленного животноводства / И.А. Гнеушева, И.Ю. Солохина, Н.Н. Полежаева, Н.Е. Павловска // Хранение и переработка сельхоз сырья. – 2012. – № 3. С. 30–32.

9. Кощаев, А.Г. Кормовая добавка на основе ассоциативной микрофлоры: технология получения и использование / А. Г. Кощаев, А. И. Петенко // Биотехнология. – 2007. – № 2. – С. 57–62.

10. Кощаев, А. Г. Эффективность использования бактериальных кормовых добавок в промышленном птицеводстве / А. Г. Кощаев, Г. В. Фисенко, А. И. Петенко // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2009. – № 4(19). – С. 176–180.

11. Разработка белково-ферментной кормовой добавки для птицеводства / Лысенко Ю.А., Хусид С.Б., Волкова С.А. и др. // Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – № 112. С. 1864 – 1880. – (30.10.2015) URL: <http://ej.kubagro.ru/2015/08/pdf/136.pdf> (дата обращения: 12.11.2015)

12. Скворцова, Л. Н. Влияние ферментного препарата на продуктивность бройлеров /Л.Н. Скворцова, О.А. Нигоев // Комбикорма. – 2007. – № 8. С. 81.

References

1. Petenko, A.I. Biotehnologija kormoproductov i kormovyh dobavok funkcional'nogo naznachenija: ucheb.-sprav. posobie. V dvuh tomah. - T. 1 / sost. A. I. Petenko, A. G. Koshhaev. - Krasnodar: KubGAU, 2007. - 490s.

2. Donchenko, L.V. Pektin: osnovnye svojstva, proizvodstvo i primenenie / L. V. Donchenko, G. G. Firsov. – M.: DeLi print, 2007. – 276s.

3. Sobol', I.V. Biohimicheskoe obosnovanie tehnologii poluchenija pektina povyshennoj biologicheskoy cennosti iz korzinok-socvetij podsolnechnika / I.V.Sobol', avtoref. diss. ...kand. tehn. nauk. – Krasnodar, 1997. – 23s.

4. Tehnologija funkcional'nyh produktov pitaniya: Ucheb posobie / L.V.Donchenko [i dr.]. – Krasnodar: KubGAU, 2008. – 200s.

5. Rodionova, L.Ja. Tehnologija pektinosoderzhashhih pishhevyyh kompozicij funkcional'nogo naznachenija / L.Ja.Rodionova. – Krasnodar, KGAU, 2004. – 233s.

6. Zaprometov, M.N. Osnovy biohimii fenol'nyh soedinenij / M.N.Zaprometov. – M.: Vysshaja shkola, 1974. – 213s.

7. Sobol', I.V. Predvaritel'naja obrabotka korzinok-socvetij podsolnechnika dlja poluchenija kachestvennyh gidratopektinov / Sobol' I.V., Rodionova L.Ja., Barysheva I.N. // Molodoj uchenyj. – 2015. - №5-1 (85). – s.99-102

8. Gneusheva, I.A. Kormovye biologicheski aktivnye dobavki dlja promyshlennogo zhivotnovodstva / I.A. Gneusheva, I.Ju. Solohina, N.N. Polehina, N.E. Pavlovskaja // Hranenie i pererabotka sel'hoz syr'ja. – 2012. – № 3. S. 30–32.

9. Koshhaev, A.G. Kormovaja dobavka na osnove associativnoj mikro-flory: tehnologija poluchenija i ispol'zovanie / A. G. Koshhaev, A. I. Petenko // Biotehnologija. – 2007. – № 2. – S. 57–62.

10. Koshhaev, A. G. Jefferktivnost' ispol'zovanija bakterial'nyh kormovyh dobavok v promyshlennom pticevodstve / A. G. Koshhaev, G. V. Fisenko, A. I. Petenko // Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo uni-versiteta. – 2009. – № 4(19). – S. 176–180.

11. Razrabotka belkovo-fermentnoj kormovoj dobavki dlja pticevodstva / Lysenko Ju.A., Husid S.B., Volkova S.A. i dr. // Nauchnyj zhurnal KubGAU [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2015. – № 112. S. 1864 – 1880. – (30.10.2015) URL: <http://ej.kubagro.ru/2015/08/pdf/136.pdf> (data obrashhenija: 12.11.2015)

12. Skvorcova, L. N. Vlijanie fermentnogo preparata na produktivnost' brojlerov /L.N. Skvorcova, O.A. Nigoev // *Kombikorma*. – 2007. – № 8. S. 81.