

Казанский Федеральный Университет
Кафедра высоковязких нефтей и природных битумов
Kazan Federal University,
Department of high-viscosity oils and natural bitumen
Российское газовое общество
Russian Gas Society

**Экологическое состояние окружающей среды и мониторинг факторов
воздействия технологий утилизации вторичных продуктов переработки
винограда и базидиомицетов**

**Ecological state of the environment and monitoring of impact factors of
technologies for recycling secondary products of grape processing and
basidiomycetes**

Джамалов Зохид Зафарович, Djamalov Zohid Zafarovich

Кемалов Руслан Алимович, Kemalov Ruslan Alimovich

Кемалов Алим Фейзрахманович, Kemalov Alim Feizrahmanovich

аспирант кафедры высоковязких нефтей и природных битумов
кандидат технических наук, доцент кафедры высоковязких нефтей и природных битумов,
Член Экспертного совета РГО, и.о. руководителя группы «Водородная и альтернативная,
доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой высоковязких нефтей и
природных битумов

Казань, Россия

E-mail: z.djamalov@mail.ru, kemalov@mail.ru

Аннотация: Загрязнение окружающей среды – это многообразный процесс, и ущерб, причиняемый природным ресурсам, необходимо рассматривать в следующих аспектах: экономический, моральный, социальный и юридический. Следует различать затраты на предотвращение загрязнения и на компенсацию убытков. Под экономическим ущербом, наносимым окружающей среде, понимают выраженные в стоимостной форме фактические или возможные убытки, а также дополнительные затраты на их компенсацию. Расчет убытка в каждом конкретном случае определяется расчетным путем или на основе специально утвержденных тарифов ущерба по видам природных ресурсов

Ключевые слова: переработка, утилизация, сельскохозяйственной продукции, виноград, базидиомицет, дрожь, отходы, энергия, выжимка, сок, экстракция, отжатые, сбраживания.

Abstract: Environmental pollution is a diverse process, and the damage caused to natural resources must be considered in the following aspects: economic, moral, social and legal. It is necessary to distinguish between the costs of pollution prevention and compensation for losses. Economic damage caused to the environment is understood as actual or possible losses expressed in value, as well as additional costs for their compensation. The calculation of the loss in each specific case is determined by calculation or on the basis of specially approved damage rates by types of natural resources

Keywords: processing, utilization, agricultural products, grapes, basidiomycete, trembling, waste, energy, squeeze, juice, extraction, pressed, fermentation.

Введение (Introduction)

В условиях научно-технического прогресса особое значение приобретает изучение взаимодействия общества и природы, человека и биосферы. В настоящее время воздействие человека на природу достигло такого уровня, что естественные регуляторные механизмы уже не в состоянии самостоятельно нейтрализовать многие нежелательные и вредные последствия этого воздействия. Загрязнение окружающей среды было при всех формациях, однако в начале XXI века оно достигло угрожающих масштабов. В условиях научно-технической революции значительно возросли степень и интенсивность вмешательства человека в природные процессы. Это привело к загрязнению окружающей среды, несмотря на разработку соответствующих природоохранных мероприятий.

Основными элементами в системе природопользования агропромышленного комплекса являются земельные, водные, лесные ресурсы, а также минеральное сырье для выработки материальных ресурсов. В органическом единстве с живыми организмами (растениями, животными, микроорганизмами), климатом, рельефом, воздухом они образуют эколого-экономическую систему. В ней формируются необходимые условия для производства продукции, призванной удовлетворять потребности общества. Экономическим критерием экологических мер может служить величина предотвращенного экономического ущерба.

Под экономическим ущербом, наносимым окружающей среде, понимают выраженные в стоимостной форме фактические или возможные убытки, а также дополнительные затраты на их компенсацию.

Расчет убытка в каждом конкретном случае определяется расчетным путем или на основе специально утвержденных тарифов ущерба по видам природных ресурсов.

Загрязнение окружающей среды – это многообразный процесс, и ущерб, причиняемый природным ресурсам, необходимо рассматривать в следующих аспектах: экономический, моральный, социальный и юридический. Следует различать затраты на предотвращение загрязнения и на компенсацию убытков. Первые предназначены для сокращения выбросов из источников, а компенсации снижают последствия загрязнения или изъятия из оборота сельскохозяйственных угодий. Формирование ущерба необходимо рассматривать на двух уровнях:

1. в источнике выбросов – в виде дополнительных затрат на предотвращение отрицательных последствий;
2. в среде – в виде дополнительных затрат на ликвидацию отрицательных последствий.

В частности, при промышленной переработке сельскохозяйственной продукции появляется огромное количество отходов производств. Эти отходы мало используются и в основном идут на свалку, загрязняя окружающую среду. Обычно свалки размещаются вблизи заводов, захламляя территорию, нанося вред окружающей среде и здоровью человека [14].

Автором исследована винодельческая промышленность Российской Федерации, рассмотрены вопросы причиняемого окружающей среде ущерба. Установлено, что производство винограда в России на протяжении последних трех лет неуклонно растет. Объем валового сбора винограда в 2012 году по сравнению с 2011 увеличился на 8,6%. В 2013 году рост производства винодельческого сырья не прекратился, по сравнению с 2012 годом он составил 10,8%. Почти весь объем российского винограда выращивается в регионах Южного федерального округа (ЮФО). Наибольшая урожайность отмечается в Республике Дагестан и Краснодарском крае. В 2013 году в этих регионах было выращено соответственно 39 и 41% общего объема российского винограда. Далее со значительным отрывом следует Ставропольский край. В регионах других федеральных округов производится всего 2% общего объема винодельческого сырья, в том числе 0,8% – на территории Приволжского федерального округа [15].

В настоящее время, по данным Минсельхоза России, выращиванием винограда занимаются 175 специализированных хозяйств в Краснодарском и Ставропольском краях, Республике Дагестан, Кабардино-Балкарской и

Чеченской республиках и Ростовской области, из них 87 имеют заводы первичного виноделия, около 400 предприятий осуществляют розлив винодельческой продукции. Виноградарство – высокоинтенсивная и доходная отрасль агропромышленного комплекса [16].

Глубокая переработка виноградного сырья и его отходов является новым направлением инновационной деятельности в виноградарстве Узбекистане, России и становится наиболее актуальным в современных социально-экономических условиях.

Представляется целесообразным выделить в качестве одного из направлений инновационной деятельности в виноградарстве производство биологически активных пищевых продуктов из отходов промышленной переработки винограда.

В Республике Дагестан в среднем ежегодно перерабатывается около 70 тыс. т винограда, из которых отходы составляют более 20,0 тыс. т, с утилизацией которых у перерабатывающих предприятий возникают проблемы.

Комплексное использование отходов виноделия одновременно решает экологическую задачу и способствует уменьшению загрязнения окружающей среды. Однако производство вторичных продуктов из отходов виноделия в настоящее время в республике отсутствует полностью [17].

В соответствии с постановлением Президента Республики Узбекистан от 28 июля 2021 года № ПП-5200 «О дополнительных мерах по внедрению кластерной системы в развитие виноградарства, государственной поддержке привлечения передовых технологий в данную сферу» что целью является дальнейшее развитие виноградарства в республике, создание кластерной системы по выращиванию винограда, его переработке, производству готовой продукции, обеспечение республики качественной продукцией с широким внедрением эффективных механизмов регулирования алкогольного рынка, усиление экспортного потенциала, повышение инвестиционной привлекательности отрасли, а также развитие винодельческого туризма (эготуризма). Прогнозные показатели организации виноградных плантаций на территории республики приведены в таблице 1 [18].

Таблица 1 - Прогнозные показатели организации плантаций винограда в профильных районах Республики Каракалпакстан и областей в 2021 — 2024 годах

№	Наименование регионов	Наименование районов	Общая площадь, отводимая под виноградники, гектар	Из них
				приусадебные земли населения
Всего по республике:			156 945	25 581
1.	Республика	Нукусский	3 000	700
2.	Каракалпакстан	Элликкалинский	3 000	2 000
Всего			6 000	2 700
3.	Андижанская область	Асакинский	3 000	800
4.		Джалакудукский	3 000	850
5.		Булакбашинский	3 000	800
Всего			9 000	2 450
6.	Бухарская область	Гиждуванский	3 000	1 000
7.		Шафирканский	3 100	1 200
8.		Каракульский	3 000	1 000
9.		Пешкунский	3 000	800
Всего			12 100	4 000
10.	Джизакская область	Фаришский	7 500	370
11.		Янгибадский	4 000	110
12.		Зааминский	4 000	350
13.		Галляаральский	4 000	280
14.		Бахмальский	4 000	290
Всего			23 500	1 400
15.	Кашкадарьинская область	Китабский	3 000	417
16.		Шахрисабзский	3 000	411
17.		Чиракчинский	3 000	360
18.		Яккабагский	3 000	403
19.		Камашинский	3 000	351
Всего			15 000	1 942
20.	Навоийская область	Хатырчинский	3 500	276
21.		Нуратинский	3 500	109
22.		Кызылтепинский	3 500	1 400
23.		Навбахорский	3 500	1 400
Всего			14 000	3 185
24.	Наманганская область	Папский	3 000	250
25.		Чартакский	3 000	300
26.		Янгикурганский	3 000	332
27.		Касансайский	3 000	7

28.		Чустский	3 000	
Всего			15 000	889
29.	Самаркандская область	Булунгурский	3 000	115
30.		Каттакурганский	3 000	185
31.		Кошрабатский	3 000	115
32.		Иштыханский	3 105	105
33.		Ургутский	3 025	65
34.		Пайарыкский	3 081	29
Всего			18 211	614
35.	Сурхандарьинская область	Узунский	3 000	345
36.		Сарыасийский	3 000	280
37.		Алтынсайский	3 000	425
38.		Денауский	3 000	255
Всего			12 000	1 305
39.	Сырдарьинская область	Сырдарьинский	3 001	216
40.		Хавастский	3 080	180
41.		Мирзаабадский	3 040	200
Всего			9 121	596
42.	Ташкентская область	Паркентский	5 013	850
43.		Пскентский	3 000	500
44.		Кибрайский	3 000	700
Всего			11 013	2 050
45.	Ферганская область	Куштепинский	3 000	880
46.		Ферганский	3 000	880
47.		Алтыарыкский	3 000	890
Всего			9 000	2 650
48.	Хорезмская область	Багатский	3 000	1 800
Всего			3 000	1 800

А так же ежегодно в России в среднем производится 350 тыс. т винограда, из них около 300 тыс. т поступает в переработку. В результате переработки винограда возле перерабатывающих заводов ежегодно накапливается около 90 тыс. т выжимок винограда (выход выжимок винограда составляет 30% от количества винограда).

Сезонность винодельческого производства и получения за короткий промежуток времени большого количества выжимок не позволяет скармливать их в свежем виде. Около 80% выжимок остается на открытом воздухе в больших кучах около заводов или выбрасывается в поля, подвергаясь окислению, разложению, образуя плесень, выделяя углекислоту, сероводород и другие газы.

Проведенные расчеты показали, что в зонах винодельческих заводов отходами переработки винограда захламлено около 300 га земель, пригодных для сельскохозяйственного производства. С целью минимизации загрязнения окружающей среды разрабатывалась идея строительства специальных хранилищ в отдалении от заводов, но она не получила воплощения в жизнь из-за больших затрат на сооружение таких объектов, а также на транспортировку отходов переработки от завода до хранилищ. Потребность капитальных вложений на эти цели составляет около 15 млн р [19].

Утилизация вторичных материальных продуктов (ВМП)- При переработке одной тысячи тонн винограда на сусло и вино образуется примерно 120 т выжимки, 4 т семян, 5 т гребней и примерно 4 млн дал дрожжевых осадков. В настоящее время эти ВМП используются в небольших объемах из-за необходимости значительных капитальных вложений и высокой энерго- и ресурсоемкости разработанных технологий. Например, для получения из них продукта требуется в 40 раз больше воды, чем для основного производства. Несмотря на то, что ВМП обладают хорошими агробиологическими свойствами, простой их вывоз на поля, без предварительного улучшения санитарных и структурных показателей, сбалансирования их составов по оптимальному содержанию азота, фосфора, калия, микроэлементов, рН среды малоэффективно, часто приводит к обратным результатам из-за процессов корнеобразования почвы, передозировки и т. д [20].

Характеристика вторичных ресурсов, образующихся при переработки ягод винограда

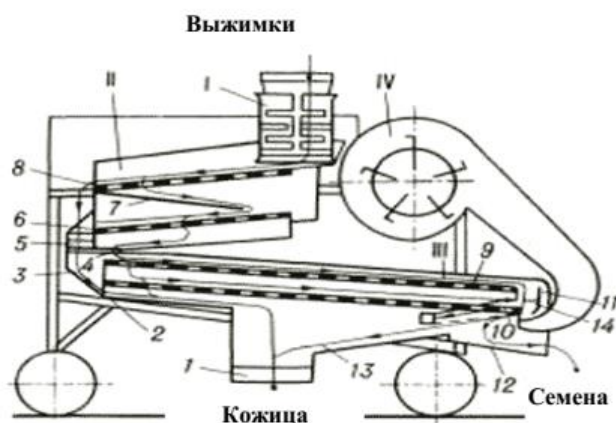
При технологической переработке ягод винограда применен механизм оптимизации процессов извлечения из виноградной выжимки семян, кожицы и остатков гребней [32]. В большинстве случаев виноградная выжимка использовалась как источник получения флавоноидов и других БАВ [21,27,36].

В процессе выполнения аналитического обзора по изучаемой проблеме выяснена возможность более глубокой переработки семян и кожицы ягод винограда с получением диетического масла, белкового порошка, CO₂-экстрактов [23,31,34,35].

Получена информация о химическом составе и пищевой ценности натуральных пищевых добавок из семян ягод винограда, кожицы и гребней [32,36]. Установлено, что в процессе получения пищевых добавок из виноградных выжимок можно целенаправленно управлять их качественным

составом за счет применения электрофизических и газожидкостных методов [30,35,37].

На рисунке 1 показана установка для разделения виноградной выжимки на фракции: влажные семена и кожицу [38]. На установке выполняются операции по рыхлению выжимки, просеиванию через многопрофильные решета и гравитационное удаление легких фракций выжимки сжатым воздухом. Изображенная на рисунке 1 установка позволяет разделять выжимки ягод винограда на семена и кожицу.



I – загрузочное устройство, II – блок с перфорированной лентой, III – сетчатый транспортер, IV – вентилятор. 6, 8, 9, 10 - решета; 1, 3, 5, 11, 12, 14 - точки; 2, 4, 7, 13 - скатные донья

Рисунок 1 – Установка для выделения семян из виноградных выжимок

При переработке ягод винограда образуется до 40% вторичных ресурсов сокового и винодельческого производства, которые раньше считались отходами. Ягоды винограда, в зависимости от сорта и места выращивания, содержат от 6 до 10% кожицы; от 87 до 91% мякоти; от 2 до 5% семян. Выжимки составляют от 20 до 23% от количества перерабатываемого винограда. После отжатия сока, выжимки содержат до 25% семян, 50% ягодной кожицы и 25 % гребней. Большой проблемой на перерабатывающих предприятиях является быстрая сушка или глубокая переработка выжимок.

Бареева Н.Н. и Донченко Л.В. установили, что выход выжимок из некоторых сортов винограда находится в пределах от 27,4 % до 38,4 % (рисунок 2). Виноград красных сортов, например сорт Левокумский, имел наименьший выход выжимок, но выход сока из ягод этого сорта достигал 70 %. Наибольший выход выжимок из ягод сорта Гранатовый, зато выход сока всего 59 % [21].

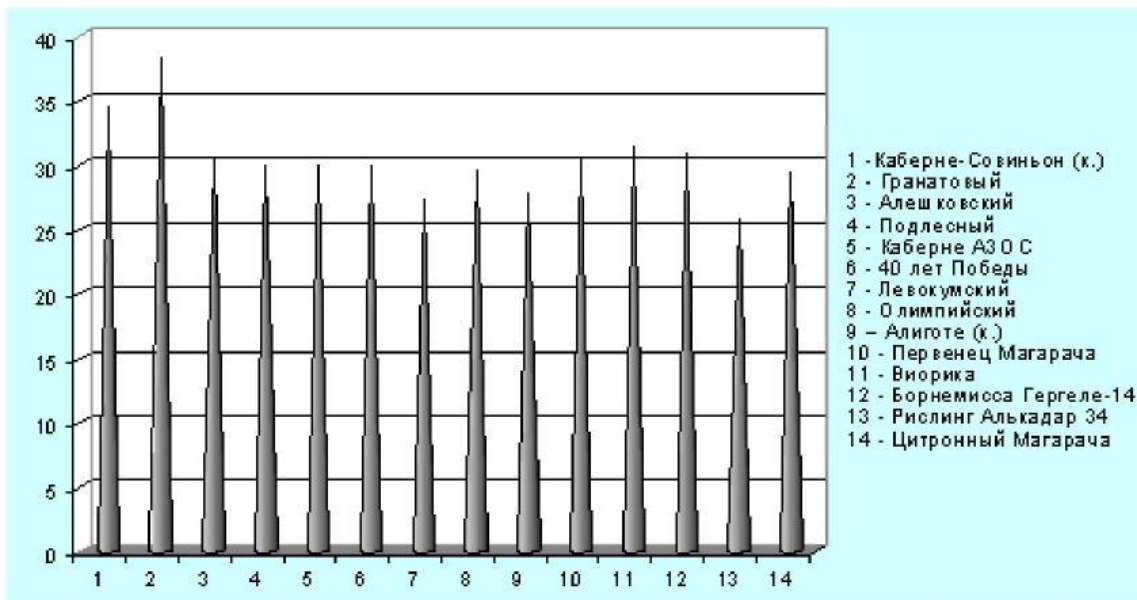


Рисунок 2 – Зависимость выхода выжимок из ягод винограда для разных сортов

Свежеотжатые выжимки быстро окисляются и загрязняются микроорганизмами при хранении, понижается масличность семян когда идут гидролитические и окислительные процессы.

Масло из виноградных семян можно извлекать прессованием на экструдерах или экстракцией. Однако в период прессования сырье сильно разогревается из-за давления в прессе, которое достигает 20 МПа или 200 атм. При этом теряется часть БАВ. Экстракция масла из семян винограда органическими растворителями дает больший выход экстрактивных веществ, но требует отгонки растворителя при повышенной температуре. Кроме того, в масле остаются следы растворителя и нежелательные химические компоненты.

Автор использовала современный способ извлечения жирного масла неорганическим растворителем – жидким диоксидом углерода. CO₂-экстракты обладают антиоксидантной активностью и обладают высокой биологической активностью [45,46].

Ценным компонентом семян винограда считаются белковые вещества, содержащие незаменимые и заменимые аминокислоты. На рисунке 3 приведен усредненный состав аминокислот семян ягод винограда.

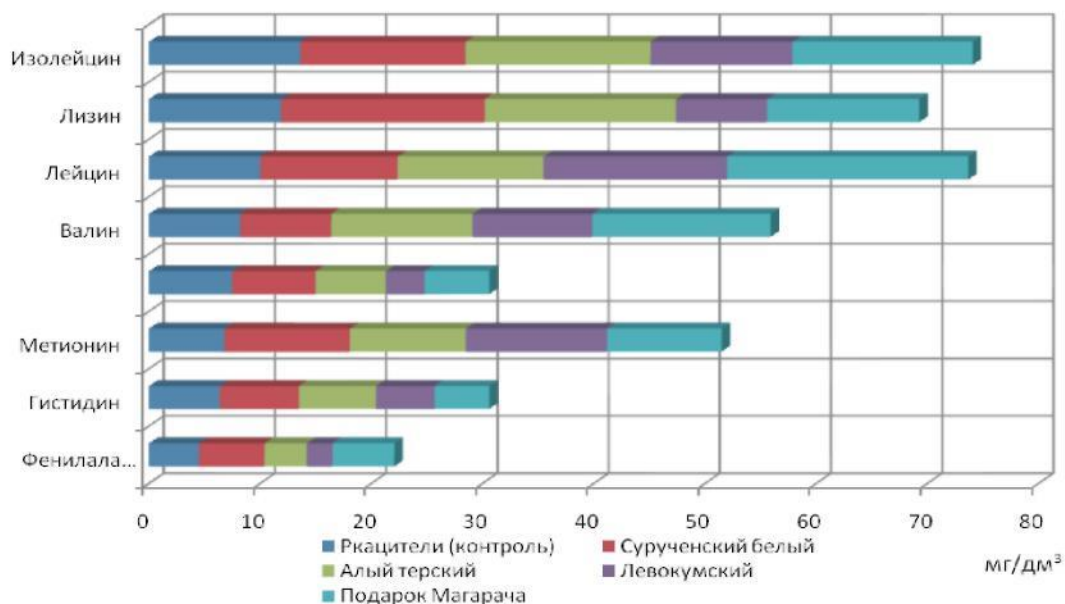


Рисунок 3 – Аминокислотный состав семян винограда, выращиваемого в Чеченской Республике

Химический состав семян винограда содержит ценные вещества с большим содержанием фенольных веществ (до 8,0%), представленных низко – и высокомолекулярными соединениями, основными из которых являются танины (до 7,0%) и лигнины (до 28,0%). Дубильные вещества включают катехин, галокатехин, эпикатехингалат, эпикатехин, катехингалат и др. Жирные кислоты липидов семян ягод винограда представлены ненасыщенными жирными кислотами (более 80,0%), с преимущественным содержанием линолевой и линоленовой кислот. Судя по жирнокислотному составу, виноградное масло находится на уровне высококачественных растительных масел, традиционно используемых в кулинарии (подсолнечного, оливкового, кукурузного). В нем содержится до 200 мг% токоферолов, что сопоставимо с подсолнечным, кукурузным, соевым.

В числе фенольных соединений семян винограда следует особо выделить флавоноиды. Также присутствуют мономеры, димеры и тримеры флаван-3-ола. Среди мономеров обнаружены катехин, эпикатехин и эпикатехингалат. Кожица ягод винограда и семена содержат различные димеры: процианидины В₁, В₂, В₃, В₄, В₅ и тримеры С₁ и С₂, которые являются производными катехинов и эпикатехинов. К тому же содержание масла в семенах винограда красных сортов выше, чем белых; в спелом винограде из южных винодельческих стран масла содержится больше, чем в семенах от старых кустов и из северных местностей.

Входящие в состав масла из семян ягод винограда мономерные катехины и процианидины представлены на рисунке 4.

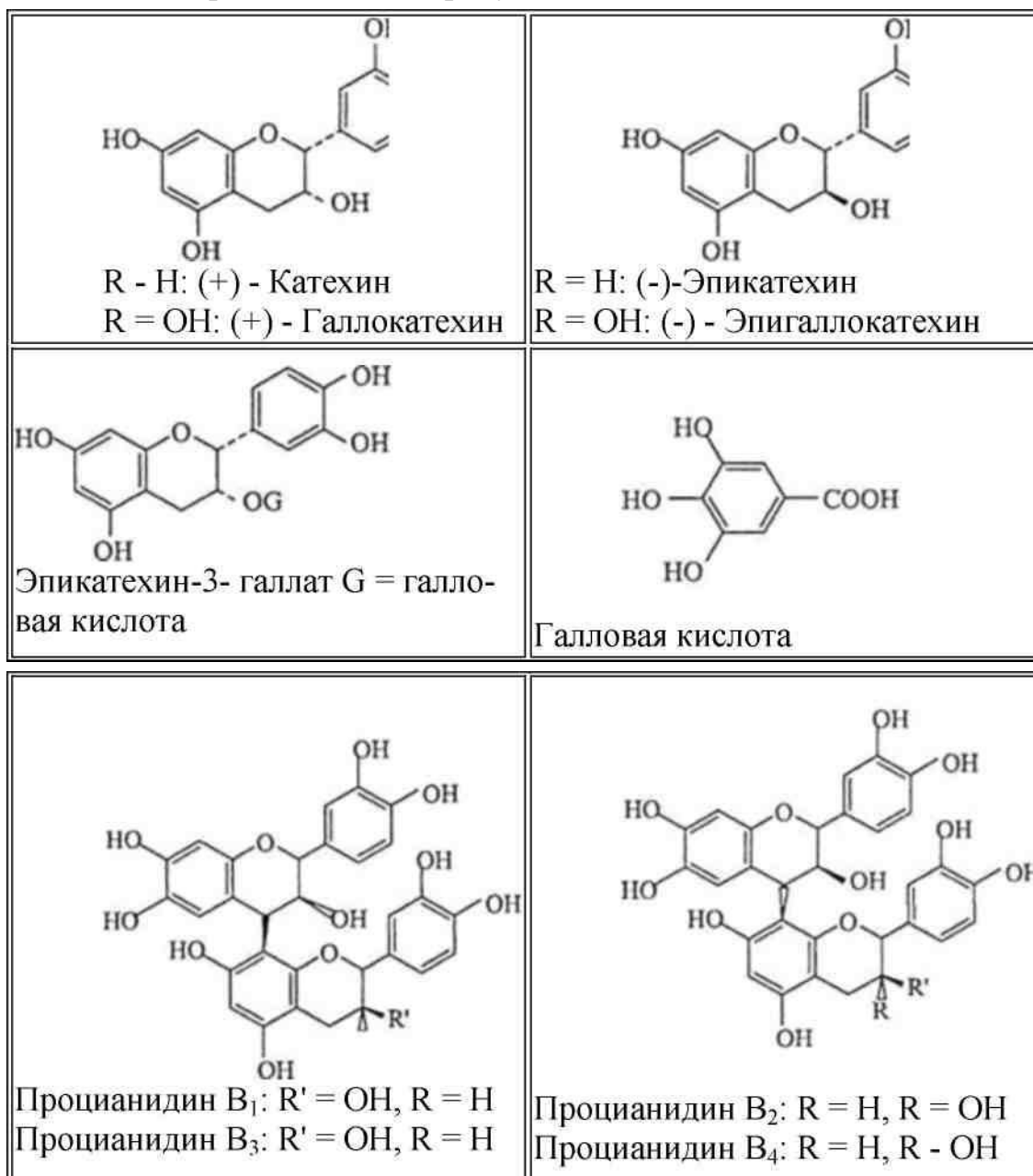


Рисунок 4 – Формулы катехинов и процианидинов, входящих в состав виноградного масла.

Судя по химическому составу, семена винограда относятся к ценным отходам виноделия, пригодным для получения виноградного масла и энтанина. Важно не допустить быстрой порчи семян винограда, получаемых из винодельческих предприятий, которые имеют высокую влажность, приводящую к денатурации ценных компонентов. Рекомендуется проводить сушку виноградных семян незамедлительно после выделения их из выжимок. Это позволит предотвратить процессы ухудшения качества виноградного масла и энтанина. Непростым является проблема накопления виноградных семян в

промышленных масштабах, что требует организации их сушки и хранения в условиях действующих предприятий.

В научно-технической литературе описаны способы получения и применения белковых и липидных компонентов семян растений с целью улучшения химического состава продуктов. В КубГТУ, под руководством профессора Деревенко В.В., выполнялись исследования по созданию технологического оборудования для экструзионной переработки и сушки семян ягод винограда [28-29].

В работе Франко Е.П. описано получение высокобелкового компонента из семян дыни для обогащения мясорастительных изделий [47,48]. В КубГТУ выполнено исследование Васильевой А.Г. по обогащению колбас белково-липидными добавками из семян тыквы [25]. Однако использование семян винограда и бахчевых культур требует проведения дополнительных технологических операций по удалению из них анти питательных веществ.

Важнейшим прорывным направлением в переработке выжимок, семян и кожицы является газожидкостная обработка. Трудями ученых научно-педагогической школы под руководством профессора Касьянова Г.И. установлена эффективность способа CO_2 -экстракции ценных компонентов из растительного сырья [34]. Получение из вторичных ресурсов виноградарства CO_2 -экстрактов позволяет создать целую линейку пищевых и фармпрепаратов [21,35,39,40,41,42,44].

При подготовке семян винограда к CO_2 -экстракции важно определить их структурные характеристики. Большинство семян винограда имеет грушевидную форму. Количество семян в ягоде колеблется от 1 до 4. Покров виноградной семечки представляет собой крепкую оболочку, затем следует эндосперм и зародыш. Средняя оболочка имеет несколько каменистых клеток, замедляющих прорастание зародыша, которые нарушаются при выдержке семян при повышенной влажности. Клетки эндосперма содержат запасные питательные вещества – белки и липиды и протоплазму.

Для интенсификации процесса извлечения компонентов из растительного сырья предложено использовать воздействие на сырье электромагнитного поля низкой частоты [24,26,33].

В работах Подшивалено Н.С. предложена технология извлечения солей винной кислоты из полупродуктов переработки ягод винограда [41-43].

Левовращающая винная кислота в последние годы стала востребована на фармакопейном рынке и в отраслях пищевой промышленности.

Левовращающая винная кислота по основным свойствам зеркально повторяет правовращающуюся. Самостоятельно в природе не встречается. Имеет температуру плавления 170 °С, а при нагревании с водой при 175 °С превращается в виноградную кислоту.

Известны несколько способов разделения рацемата налево и правовращающуюся – биохимические и химические.

Использование вторичных ресурсов переработки ягод винограда в пищевой промышленности

При промышленной переработке ягод винограда на виноградный сок или виноматериалы, значительная часть отходов в виде выжимок отправляется на свалку. Это объясняется тем, что виноградные выжимки содержат значительное количество питательной среды для микроорганизмов и быстро портятся. Организовать сушку выжимок, семян и кожицы винограда (без организации глубокой переработки) экономически не выгодно. Препятствием этому являются также высокие цены на энергоносители.

Значительный объем исследований по переработке семян винограда на пищевые и кормовые цели выполнен на кафедре технологии жиров КубГТУ с участием Азарова Ю.Н., Дударева М.С., Калманович С.А., Корненой Е.П., Мартовшука В.И., Мгебришвили Т.В. и других [30, 35, 51, 52, 53, 54, 55].

В работе Сидоренко А.В. представлена усовершенствованная технология производства и применения, для производства вин, порошка из выжимок ягод винограда [49, 50]. В процессе экспериментов рекомендовано вносить порошки из виноградной выжимки в тесто в виде водной суспензии, или смешиванием с дрожжевой суспензией и последующей подачи через дозировочные станции. За счет внесения добавок достигнуто повышение удельного объема пшеничного хлеба более 7 процентов пористости – до 5 % , коэффициент сжимаемости мякиша – до 10 %. Для ржано-пшеничного изделия показатель удельного объема возрос до 24 %, пористость до 4 % , коэффициент сжимаемости мякиша – до 11 %. Рассчитана оптимальная дозировка порошка из красных сортов винограда при производстве ржано-пшеничных сортов хлеба на уровне 9,5 % (от массы муки в тесте) при условии равного соотношения муки ржаной и пшеничной 1:1.

А.В. Сидоренко разработал оригинальные рецептуры хлеба «Особенный» и «Новый» с использованием пищевой добавки из выжимок красного и белого винограда. За счет использования порошков из виноградных выжимок можно

улучшить качественные показатели пшеничных и ржано-пшеничных хлебопекарных изделий.

Вершининой О.Л. разработаны технологические приемы по использованию муки из виноградных выжимок в хлебопечении [56]. Автором подготовлены проекты технической документации на оригинальный ржано-пшеничный сорт – «Особенный» и пшеничный хлеб «Новый». Экономическая эффективность использования виноградных добавок для хлеба составляет, по данным автора, 36 тыс. руб. на 100 т продукции.

Дударевым М.С. выполнена экспериментальная работа по совершенствованию технологии получения пищевой добавки из смеси семян винограда и крупы гречихи с высокими потребительскими свойствами [30, 57]. Автор полагает, что если семена винограда и зерно гречихи содержат комплекс физиологически ценных компонентов – ПНЖК, пищевых волокна, витамины и минеральные вещества, то это дает право включать их в состав добавки с высокими функциональными свойствами.

Выжимка бывает белого и красного цвета. Выжимка, полученная из под пресса после отжатия свежих ягод винограда, называется небродившей, а другой вид выжимки – перебродившая, которая подверглась брожению в чане вместе с вином. Небродившая выжимка в основном бывает белая, так как получается прессованием белого винограда.

В зависимости от применяемой технологии из красных сортов винограда можно готовить оригинальные вина или виноградный сок. При этом из ягод красного винограда отпрессовывается сок. Полученные выжимки будут сладкими, небродившими.

Сладкая и перебродившая выжимка годится для изготовления пикета, называемого также полувином. Для получения пикета в выжимку добавляют воду, после чего отпрессовывают жидкую часть и сбраживают. Полученная выжимка содержит меньше тар тратов и нестойка при хранении. Содержание составных частей в выжимках бывает различным и зависит от вида выжимки, от климатических условий года и от вида прессовочного оборудования. Выход выжимок во многом зависит от того, винтовые или гидравлические прессы установлены на предприятии.

Процентное содержание воды в сладких выжимках, при использовании и винтовых и гидравлических прессов, достигает 70%, а не отжатого суслу до 50%. Выжимка красного способа брожения содержит 50-55% спирта, от содержания его в вине. Если сравнить выход выжимки (с гребнями) при непре-

рывном прессовании, то он достигает 15%, при использовании гидравлических прессов до 17% и винтовых прессов – 20-23%.

Виннокислые соединения в сладких выжимках содержатся в количестве 0,5%, а при сильном отжати уменьшаются до 0,2%. Наоборот, в выжимках из заизюмленного винограда, количество виннокислых соединений возрастает до 2%. Если принять содержание виннокислых соединений в вы-броженных выжимках из красного винограда равным 0,9%, то их минимальное содержание в выжимке 0,7%, а максимальное 2,3%.

При использовании непрерывных прессов, в выжимках уменьшается жидкая часть, а количество твердых частей увеличивается. Для предохранения выжимки от окисления, ее нужно изолировать от действия кислорода воздуха, помещая в специальные емкости и плотно утрамбовывая. По это же причине, не рекомендуется транспортировать выжимку в открытом виде. Лучше сразу после получения помещать ее в бочки. Содержащийся в выжимках этиловый спирт предохраняет ее от действия микроорганизмов, разрушающих виннокислые соли. В случае хранения выжимки в открытой таре, спирт быстро испаряется, виннокислые соли разлагаются и выжимка покрывается плесенью, что ведет к потере солей винной кислоты (битартратов), пригодных для получения 1-винной кислоты. Таким образом, хранить выжимки следует в цементных бассейнах, чанах или в бочках, с возможностью плотной утрамбовки.

Способ получения посевного мицелия базидиомицетов на основе виноградных выжимок

Цель изобретения – повышение репродукции мицелия.

Сущность предлагаемого технического решения заключается в использовании виноградной выжимки в качестве дополнительного источника питания, а также как стабилизатора активного состояния мицелия благодаря взаимодействию ферментных систем виноградной выжимки и культуры гриба с трудно гидролизуемыми полисахаридами и лигноподобными веществами виноградной лозы.

По исследованиям сотрудника научно-исследовательского института виноградарства и виноделия «Магарач» изобрели способ получения посевного мицелия базидиомицетов [58].

Пример 1. 10 кг измельченной виноградной лозы и 20 кг сухой виноградной выжимки (соотношение 1:2) замачивали водой из расчета 4 л на 1 кг сухого субстрата, выдерживали 13 часов при температуре 20°C, после чего

избыточная вода сливалась и через 1 ч после этого осуществляли расфасовку субстрата в бутылки емкостью 1 дм³ на 50% их загрузки. Затем бутылки закрывали ватными тампонами и проводили их стерилизацию в автоклаве при 130°C и давлении 1,5 атм в течение 2 ч. Полученный охлажденный субстрат засеивали ранее приготовленной маточной культурой базидиомицетов штамма *Pleurotus ostreatus* ИБК-1019. Бутылки помещали в термостат в горизонтальном положении, где поддерживалась температура 24°C. Каждые 10 дней роста мицелия бутылки встряхивали с целью аэрирования субстрата. После полного зарастания субстрата в бутылках его пересевали на ферментированный субстрат в 2-х литровых баллонах из расчета 15% посадочного материала. Инокулированные баллоны располагали в вертикальном положении на стеллажах при температуре 22°C. На 10-й день после инокуляции баллоны встряхивали и через 5 дней после этого их помещали в холодильник на хранение при +1°C (при этой же самой температуре хранятся штаммы чистых культур).

Пригодность мицелия после хранения определяли с помощью пробных инокуляций. За конечный результат продолжительности периода устойчивой репродуктивности мицелия приняли период его хранения, после которого выход грибов из единицы объема снижался на 10% по отношению к максимальной величине.

В данном примера период устойчивой репродуктивности мицелия составил 15 месяцев. Выход плодовых тел из 1 кг мицелия составил 12,1 кг (поз.2 табл. 2).

Примеры 2-3. Приготовление питательного субстрата, его засев и хранение осуществляли так же, как в примере 1, изменяя соотношение виноградной лозы и виноградной выжимки соответственно 1:1 и 1:3. Результаты примеров приведены в таблице (поз. 1 и 3).

Пример 4. Посевной мицелий выращивали на субстрате, содержащем виноградную лозу, сахарозу, дрожжевой автолизат и пивное сусло при следующем соотношении компонентов, г/л:

Измельченная виноградная лоза	250
Сахароза	20
0,1%-ный дрожжевой автолиз	3
Пивное не хмеленное сусло	до 1 л

Хранение мицелия в холодильнике при температуре +1°C и использование его для пробных инокуляций показали, что период устойчивой

репродуктивности этого мицелия составляет 3 месяца, а выход плодовых тел из 1 дм³ мицелия – 8,5 кг.

Как видно из примеров, предлагаемый способ по сравнению с известными обеспечивает больший период устойчивой репродуктивности мицелия за счет усиления стабилизирующих свойств компонентов субстрата (эффект синергизма) при их соединении друг с другом в указанном соотношении, что предотвращает ранний лизис мицелия.

Способ получения посевного мицелия базидиомицетов, включающий приготовление питательного субстрата, содержащего виноградную лозу и источник дополнительного питания, стерилизацию субстрата, засев и культивирование базидиомицетов, отличающийся тем, с целью повышения репродукции мицелия, в качестве дополнительного источника питания используют виноградную выжимку при соотношении лозы к выжимки 1:1-1:3.

Таблица 2 - Продолжительность фазы активного состояния посевного мицелия в зависимости от состава

№	Соотношение субстрата виноградная лоза : виноградная выжимка	Продолжительность периода устойчивой репродуктивности, мес.	Выход грибов, кг
1	1:1	13,8	11,0
2	1:2	15,0	12,1
3	1:3	13,6	12,1
4 (прототип)		3	8,5

Базидиальные грибы как средства переработки и утилизации лигноцеллюлозных отходов

Древесные и травянистые растения являются основными источниками субстратов для культивирования высших базидиальных грибов. Алтайский край обладает огромными, ежегодно возобновляемыми видами лигноцеллюлозного сырья. Это в основном отходы деревоперерабатывающей промышленности и сельскохозяйственного производства, которые уходят в отвалы или сжигаются, что приводит к загрязнению окружающей среды. Все районы Алтайского края обладают своим спектром потенциально пригодного лигноцеллюлозного сырья. Наиболее распространенные и доступные ресурсы представлены в таблице 3.

Таблица 3 - Сырье для культивирования съедобных и лекарственных грибов, используемое в качестве субстрата

№	Источник сырья	Материал
1	Деревоперерабатывающая промышленность	Древесина лиственных пород деревьев: тополь, ольха, береза, осина, липа, вяз.
2	Сельскохозяйственное производство	Обрезь плодовых культур. Солома зерновых культур: пшеница, рожь, овес, ячмень, просо. Отходы переработки зерна: отруби, полова, шелуха, жмых. Кукурузные кочерыжки, стебли, листья технических культур, многолетних, однолетних трав.
3	Парфюмерная и медицинская промышленности	Отходы экстракции эфирномасличных культур
4	Текстильная промышленность	Отходы переработки хлопка: очесы, орешек, угары, подметь, костра льна
5	Пивоваренное производство	Пивная дробина, солодовые ростки

Сырье, содержащее большое количество лигнина и целлюлозы и небольшое количество легкоусвояемых соединений углерода (крахмал, сахара) и азота (белки, аминокислоты), используется как основа субстрата. Это преимущественно вегетативные части растений [67, 72]. Сырье, богатое легкоусвояемыми соединениями углерода и азота, и содержащее низкий уровень лигнина и целлюлозы, используют в качестве питательной белковой или белково-жировой добавки. Это, как правило, генеративные части растений [67, 71].

Культивирование базидиальных грибов на лигноцеллюлозном сырье гарантирует эффективную утилизацию отходов, загрязняющих окружающую среду. Применение в качестве сырья для культивирования съедобных грибов малоценных, местных, восполняемых ресурсов (отходов), позволяет получать ценный, белковый, деликатесный, пищевой продукт (грибы), а переработанный субстрат использовать как органическое удобрение для открытого и закрытого грунта (микоудобрение), как субстрат для вермикультуры (микосубстрат) или как питательную добавку в корма сельскохозяйственным животным (микокорм).

экзо ферменты. Как правило, грибы разрушающие лигнин, выделяют фенол оксидазы, поэтому полагают, что именно эти ферменты ответственны за отщепление ароматических соединений [59, 62, 65, 66].

Важную роль при проникновении гиф через клеточную оболочку играют микро фибриллы [69, 73]. Микро фибриллы, расположенные на поверхности гиф грибов ксилотрофов, представлены экстра целлюлярными волокнами. Их длина составляет несколько мкм, а толщина, от 200 до 500 А. Микро фибриллы способствуют энзиматическому разложению клеточной оболочки, т.е. проникновению и распространению в нее ферментов. Рост гифов ксилотрофных грибов, как правило, наблюдается в полости клеток, а иногда и в пектиновом слое клеточных оболочек [75].

Изучая процесс биодеструкции лигнина ксилотрофными грибами, Куликова Н.А. и др. установили следующие закономерности:

- 1) на первых этапах происходит деметоксилирование и последующее гидрокселирование лигнина, что сопровождается увеличением количества гидроксильных групп и снижением метоксильных;
- 2) затем происходит разрыв связи α C- β C с окислением первого гидроксила до карбонильной группы;
- 3) в дальнейшем наблюдается разрыв ароматического кольца в структуре лигнина [61].

Способность базидиальных грибов разрушать лигнин в настоящее время стала предметом широких исследований в биотехнологии.

Целлюлоза является химически гомогенным полимерным углеводом, структурной единицей которого являются остатки β -D-глюкозы (рисунок 6).

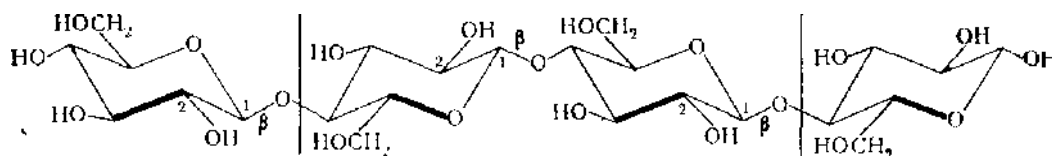


Рисунок 6 - Структурная формула целлюлозы

Свойства полимеров частично зависят от типа связи между мономерами; каркасом служат неразветвленные или слаборазветвленные цепочки, а другие компоненты - укрепляющими наполнителями клеточной стенки [76]. Целлобиоза - промежуточный продукт инверсии целлюлозы [61, 69, 70]. Особенностью исходного состояния целлюлозы служит то, что в состав клеточной стенки растений входят волокна целлюлозы, состоящие в комплексе с другими полисахаридами (гемицеллюлозой, пектином), лигнином, разнообразными растворимыми веществами органической и минеральной

природы, а также водой [68, 69, 74].

Целлюлозоразрушающие грибы или грибы, вызывающие бурую гниль, подвергают деструкции только целлюлозу. Древесина изменяет цвет от красноватой до ржаво-красной и, в конечном итоге, становится темно-бурой от освобожденного лигнина, хрупкой, легко крошится и ломается, заметно теряет в объеме и массе, нередко призматически трескается.

Некоторые грибы, воздействуют одновременно как на лигнин, так и на целлюлозу: вешенка (*Pleurotus ostreatus*), трутовик лакированный (*Ganoderma lucidum*), опенок осенний (*Armillaria mellea*).

Такие грибы, как *Armillaria mellea*, способны заражать древесину, в которой находятся еще живые клетки растительной ткани, содержащие необходимый объем запасных веществ [59, 63]. С помощью экзоферментов грибы переводят субстрат из нерастворимой формы в растворимую. Также грибам доступны продукты ферментативного расщепления древесины, которые являются для них источником энергии и питания [63].

Таким образом, древесина является естественным окружением для грибов ксилотрофов, которая выполняет несколько существенных функций. Во-первых, древесина выступает в качестве структурной матрицы для роста грибов. Во-вторых, организмы, произрастающие на древесине, потребляют целлюлозу, лигнин и другие полисахариды как источник питания, разрушая их до легкоусвояемых сахаров с использованием ферментов.

На сегодняшний день в Российской Федерации оптимальные методы культивирования грибов являются малоизученными. Основная причина заключается в том, что грибоводство в России длительное время не развивалось, было сведено к положению побочного (второстепенного) и не рассматривалось как самостоятельная отрасль сельского хозяйства. В связи с этим, в области промышленного производства грибов и его материально-технического обеспечения в России имеются значительные отставания.

Поэтому разработка методов интенсивного культивирования ксилотрофных видов грибов с применением различных активно воздействующих абиотических и биотических факторов роста (максимально приближенных к природным), приведет к интенсификации процессов развития мицелия и плодовых тел, что, в свою очередь, позволит получать дополнительные продукты для пищевых, фармацевтических и сельскохозяйственных целей.

Список литературы (References):

1. Ибрагимов А. Г. Пути повышения эффективности использования кормов в животноводстве. – М.: изд-во МСХА, 2002. – 133 с.
2. Виноградарство и виноделие в Краснодарском крае // Винорус Винотех: [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.vinorus.ru/home/winegrowing.aspx> (дата обращения 15.12.13).
3. Об утверждении целевой программы ведомства «Развитие виноградарства Российской Федерации на 2011–2012 годы»: приказ от 5 августа 2011 г. ¹ 259 Министерства сельского хозяйства Российской Федерации. – URL: <http://base.garant.ru/2175223/>.
4. Мудуев Ш.С., Мельхашев М.М./ Глубокая переработка отходов виноделия — перспективное и высокоэффективное направление развития виноградарств
5. Постановление Президента Республики Узбекистан «О дополнительных мерах по внедрению кластерной системы в развитие виноградарства, государственной поддержке привлечения передовых технологий в данную сферу» г. Ташкент, 28 июля 2021 г., № ПП-5200
6. А. Г. Ибрагимов/ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный университет природообустройства» /Эколого-экономическая эффективность утилизации отходов виноделия
7. Бобров О. Г., кандидат биологических наук./Глава 13. Охрана окружающей среды на винодельческих заводах/ URL: <https://vinograd.info/knigi/spravochnik-po-vinodeliyu/ohrana-okruzhayushey-sredy.html>
8. Истригова Т.А., Мусаева Н.М., Салманов М.М. Химический состав и пищевая ценность добавок из семян, кожицы и гребней винограда //Хранение и переработка сельхоз сырья, 2012, № 4. –С.20-22.
9. Аралина А.А. Анализ и оптимизация технологического процесса извлечения флавоноидов из виноградных выжимок /А.А. Аралина, М.А. Селимов, В.В. Садовой //Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. –2012. – № 2. – С. 55-57.
10. Гиашвили М.Д., Танащук Т.Н Перспективы использования виноградной выжимки как источника биологически активных добавок. //Виноделие и виноградарство. 2005. № 6. С. 37-38.

11. Мусаева Н.М., Исригова Т.А., Салманов М.М. Химический состав и пищевая ценность добавок из семян, кожицы, гребня винограда // Технология хранения и переработки сельхоз сырья. -2010.- № 12.– С. 24-25.
12. Бодякова А.В, Христюк В.Т., Черненко Е.И. О путях совершенствования технологии комплексной переработки вторичных ресурсов виноделия //Индустрия напитков, № 3, 2012. С.14-15.
13. Дударев М.С. Сравнительная характеристика виноградных семян как источника растительного масла /Дударев М.С., Басий Н.А., Мартовщук В.И., Мартовщук Е.В., Чакерьян П.А //Известия вузов. Пищевая технология -Краснодар, 2003. - №5-6, с.23-24.
14. Касьянов Г.И., Тагирова П.Р. Рациональная переработка вторичных ресурсов виноделия //Известия вузов. Пищ. технология, № 4, 2014. С. 121-123.
15. Марковский Ю.И. Хлебобулочные изделия, обогащенные биологически активными добавками на основе растительного сырья. //Ю.И.Марковский, Н.Н.Корнен, Т.В Першакова, А.А Щипанова // Кубан. гос. технол. ун-т Краснодар: Изд. КубГТУ, 2006. -100с.
16. Дударев М.С. Влияние механохимической активации на качество виноградного порошка / Дударев М.С., Мартовщук В.И., Гюлушанян А.П., Большакова Е.Н., Мхитарьянц Г.А. // Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Инновационные технологии в создании продуктов питания нового поколения », г.Краснодар, 1-3 декабря 2005г, с. 116-118.
17. Отходы виноделия - перспективное сырье для получения биологически активных веществ /Назарько М.Д., Степура М.В., Алешин В.Н., Щербаков В.Г. //Известия вузов. Пищевая технология, 2011, № 1. – С. 7-9.
18. Патент 1412711 РФ. Машина для отделения семян из выжимок винограда / Паланчук П. К. Андрейчук В.К. Гельфман Ю.Д. Паланчук В.
19. Тагирова П.Р. Мясорастительные консервы, обогащенные белково-липидным продуктом из семян винограда. В сб. материалов международной научно-технич. интернет-конференции «Инновационные технологии в мясной, молочной и рыбной промышленности» Краснодар: КубГТУ, 2012.
20. Тагирова П.Р., Касьянов Д.Г. Переработка виноградных выжимок и виноградных семян с использованием жидкого диоксида углерода //Известия вузов. Пищевая технология, №2-3, 2010.–С.60-62.

21. Деревенко В.В. Закономерности конвективной сушки выжимки белого винограда /В.В.Деревенко, А.В.Сидоренко, В.А.Ковалев, Н.Г.Володько //Известия вузов. Пищевая технология. - 2011. - № 4. - С. 88-89.
22. Деревенко В.В. Функционально-структурный анализ линии для переработки косточкового сырья /В.В.Деревенко, А.В. Сидоренко, Л.М. Бакирова // Современные проблемы техники и технологии пищевых производств: Матер. XII Межд. науч.- практич. конф., Барнаул, 2009. -С. 365-370
23. Франко Е.П. Разработка технологии получения белково-липидного продукта из семян дыни и его использование в мясорастительных изделиях. Автореф. дис. к.т.н. Краснодар: КубГТУ, 2011. 25с.
24. Франко Е.П., Касьянов Г.И. Особенности получения белково-липидного продукта из семян дыни //Известия вузов. Пищевая технология, 2011. – № 5- 6. – С. 108 - 109.
25. Патент 233447 РФ. Способ получения экстракта / В.Т. Христюк, Ю.Ф. Якуба, Р.В. Алексеева, Л.Н. Узун, Р.Н. Ткаченко – № 2007104457; Заяв. 05.02.07; Оpubл. 27.08.08; Бюл. № 24.
26. Патент № 2264749 RU, МПК А 23 L 1/29, 1/30; С 12 Р 1/02. Способ производства композиции для геродиетического питания /О.И.Квасенков, Г.И.Касьянов, Н.С.Подшиваленко. Заявка №2003103102822/13. Заявл. 31.01.2003. Оpubл.27.11.2005. Бюл. №33.
27. Подшиваленко Н.С. Детартрация как способ улучшения качества виноградного сока. В сборнике трудов КНИИХП «Развитие инвестиционных технологий обработки сырья растительного и животного происхождения».-Краснодар: КНИИХП, 2006. -С.68-69.
28. Подшиваленко Н.С. Новая технология осветления соков и виноматериалов в непрерывном потоке. //Известия вузов. Пищевая технология, - № 6, 2006. -С. 47- 49.
29. Программа ЭВМ «Усовершенствованная система регулирования параметров процесса газожидкостной экстракции» (TempContrOOS) /Коробицын В.С., Бородихин А.С., Запорожский А.А., Тагирова П.Р., Касьянов Д.Г.
30. Важенин Е.И., Касьянов Г.И., Грачев А.В. Перспективы использования в пищевой индустрии технологий с применением электромагнитных полей крайне низкой частоты. Политематический научный журнал КубГАУ, №85(01), 2013 г. <http://ej.kubagro.ru/2013/01/pdf/32.pdf>

31. Виноградные семена - важное сырье для масложировой промышленности. /Синявская Л.В., Калманович С.А., Мартовщук В.И., Бабушкин А.Ф., Кравчук Н.С. //Известия вузов. Пищевая технология, 2003, №2-3. С.26-27.
32. Касьянов Г.И. Перспективы обработки пищевого сырья электромагнитным полем низкой частоты //Известия вузов. Пищ. технология, № 1, 2014. С. 35-38.
33. Подшиваленко Н.С., Куприянова Л.А. Технология комплексной переработки винограда. В сборнике научн. трудов КубГТУ «Совершенствование технологии переработки сырья животного и растительного происхождения». - Краснодар: КубГТУ, 2002. - С.88.
34. Дударев М.С., Басий Н.А., Мартовщук В.И. Сравнительная характеристика виноградных семян //Пищевая промышленность - №3, 2003г., с.48-49.
35. Калманович С.А. Экспертиза масел, жиров и продуктов их переработки. Качество и безопасность Сибирское университетское издательство, 2009 г., 978-5-379-01220-5
36. Корнен Н.Н. Разработка технологии получения активированных растительных липид содержащих биологически активных добавок и их применение в хлебопечении. Автореф. дис. к.т.н. Краснодар: КубГТУ, 2001. 24с.
37. Мустафаев С.К., Мхитарьянц Л.А., Корнена Е.П., Мартовщук Е.В. Технология отрасли (приемка, обработка и хранение масличных семян) – СПб.: ГИОРД, 2012. – 248 с.
38. Шаззо А.Ю., Мартовщук В.И., Корнен Н.Н., Илларионова В.В. Исследование химического состава виноградных семян с целью использования их в качестве кормовой добавки // Изв. вузов. Пищевая технология. -2002. -№ 1. -С.38-39.
39. Сидоренко А.В. Безотходная технология переработки винограда /А.В.Сидоренко, В.В. Деревенко //Пищевые технологии и биотехнологии: Матер. X Межд. конф. молодых ученых, Казань, 2009. - С. 59.
40. Сидоренко А.В. Технологические особенности приготовления хлебобулочных изделий обогащенных порошком из кожицы виноградных выжимок /А.В.Сидоренко, О.Л.Вершинина, В.В.Деревенко, Д.В.Шаповалова //Известия вузов. Пищевая технология. -2011. -№ 4. -С. 26-28.
41. Вершинина О.Л. Использование порошка из кожицы виноградных выжимок для активации прессованных хлебопекарных дрожжей /О.Л. Вершинина, А.В. Сидоренко, Д.В. Шаповалова //Хлебобулочные,

- кондитерские и макаронные изделия XXI века: Матер. 2-ой межд. науч.-практич. конф., Краснодар, 2011. -С. 144-147.
42. Ежов В.Н., Баранова С.В., Скорикова Т.К., Мартыненко Л.В., Черноокова Т.В., Ананченкова Л.В., Викторов А.С. Способ получения посевного мицелия Базидиомицетов //Научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарач» - SU 1829890 А3 государственное патентное ведомство СССР А 01 G 1/04, С 12 N 1/14
 43. Лыков, Ю.С. Роль специфики лигнинсодержащих субстратов при культивировании ксилотрофных грибов *in vitro* / Г.В. Ильина, Д.Ю. Ильин, Ю.С. Лыков // Микология и Фитопатология. - 2009. - Том 43. - Вып. 2. - С. 135-141.
 44. Тищенко, А.Д. Субстраты для культивирования вешенки. Часть 2. Приготовление субстратов / А.Д.Тищенко. - М. : Школа грибоводства, 2004. - 56 с.
 45. Тищенко, А.Д. Субстраты для культивирования вешенки. Часть 1. Характеристика субстратов / А.Д. Тищенко. - М. : Школа грибоводства, 1999. - 59 с.
 46. Казарцев, И.А. Изменения химического состава древесины под действием лигнинразрушающего гриба *Phanerochaete sanguinea* / И.А. Казарцев, В.А. Соловьев // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2009 - Вып. 188. - С. 253-259.
 47. Боголицын, К.Г. «Зеленая» химия лигнина - новые аспекты / К.Г.Боголицын // Физ. хим. лигнина : материалы международной конференции - Архангельск : АГТУ, 2007. - С. 16-21.
 48. Кононов, Г.Н. Химия древесины и ее основных компонентов / Г.Н. Кононов. - М. : МГУЛ, 1999. - 247 с.
 49. Бабицкая, В.Г. Ферментативная деструкция лигнина, содержащегося в растительных субстратах мицелиальными грибами / В.Г. Бабицкая // Прикладная биохимия и микробиология. - 1994. - Т. 30., №6. - С. 827-835.
 50. Кузнецов, А.А. Микогенный ксилолиз крупных древесных остатков в лесах средней подзоны тайги / А.А. Кузнецов, Е.В. Шорохова, Е.А. Капица, И.А. Казарцев // «Биологическое разнообразие, озеленение, лесопользование» : сборник материалов междунаро. научн. -практ. конф.. - СПб. : СПбГЛТА, 2008. - С.108-112.
 51. Лунин, В.В. Зеленая химия в России / В.В. Лунин // Физ. хим. лигнина : материалы междунар. конф. - Архангельск : АГТУ, 2005. - С. 9-10.
 52. Рабинович, М.Л. Теоретические основы биотехнологии древесных

- композитов. Книга 1: Древесина и разрушающие её грибы / М.Л. Рабинович, А.В. Болобова, В.И. Кондращенко - М. : Наука, 2001. - 262 с.
53. Hamelinck, C.N. Ethanol from lignocellulosic biomass: techno-economic performance in short-, middle-and long-term / C.N. Hamelinck, G.V. Hooijdonk, A.P.C. Faaij // *Biomass and bioenergy*. - 2005. - Vol. 28, № 4. - P. 384-410.
54. Zeng, Y. Lignin plays a negative role in the biochemical process for producing lignocellulosic biofuels / Y. Zeng [et al.] // *Current opinion in biotechnology*. 2014. - Vol. 27. - P. 38-45.
55. Использование базидиальных грибов в технологиях переработки и утилизации техногенных отходов: фундаментальные и прикладные аспекты / Н.А. Куликова, О.И. Кляйн, Е.В. Степанова, О.В. Королева // *Прикладная биохимия и микробиология*. - 2011. - №6. - С. 619-634.
56. Рабинович, М.Л. Разложение природных ароматических структур и ксенобиотиков грибами (обзор) / М.Л. Рабинович, А.В. Болобова, Л.Г. Васильченко // *Прикладная биохимия и микробиология*. - 2004. - Т. 40., № 1. - С. 5-23.
57. Taherzadeh, M.J. Pretreatment of lignocellulosic wastes to improve ethanol and biogas production: a review / M.J. Taherzadeh, K. Karimi // *International journal of molecular sciences*. - 2008. - Vol. 9, № 9. - P. 1621-1651.
58. Казарцев, И.А. Разрушение лигнина некоторыми ксилотрофными грибами / И.А. Казарцев // «Молодые исследователи - регионам» : мат. Всероссийск. научн. конф. студентов и аспирантов. - Вологда, 2009. - С. 243-244.