

БИОХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПЕРЕРАБОТКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

Важным для развития народного хозяйства Республики Беларусь является создание на основе биохимических исследований новых современных технологий переработки сельскохозяйственного сырья (плодов, овощей, пряно-ароматических и лекарственных растений), что было целью работы при выполнении ряда заданий Государственных программ в Отделе биохимии и биотехнологии растений ЦБС НАН Беларуси.

Так, в рамках Государственной программы «Биопродуктивность-19» проведена работа по изучению биохимического состава растений семейств *Lamiaceae*, *Ariaceae*, *Asteraceae* с высокой антиоксидантной активностью и повышенным биосинтезом веществ вторичного метаболизма. В результате выполнения этого задания изучен количественный и качественный состав эфирных масел (ЭМ) более чем у 10 представителей пряно-ароматических растений.

Для каждой формы пряно-ароматических растений характерно преобладание в составе ЭМ одного или двух основных компонентов, которые и определяют тон в аромате ЭМ. Сопоставление состава изученных образцов ЭМ с литературными данными показало, что ЭМ из фенхеля, выращенного в Беларуси, практически не отличается от имеющихся данных по другим регионам. Его содержание колеблется в плодах от 4,0% до 5,7%, а в траве составляет 0,3–0,4%. В майоране садовом, выращенном в Беларуси, содержание ЭМ составляло в наших исследованиях 1,0–2,5%, в то время как в майоране, выращенном в Узбекистане, – 3,5–4,0%. Несмотря на то что ЭМ майорана обладает сильным ароматом, до сих пор не известен носитель аромата, чего нельзя сказать о тмине, кориандре, мяте, укропе и других пряно-ароматических растениях. Так, у тмина и укропа специфический запах обуславливает *d*-карвон, содержание которого составляло до 60% при достаточно высоком общем содержании ЭМ (до 4 и 6% соответственно). Кроме того, у укропа содержится еще до 30% дилланиола, у мяты перечной основной компонент – 1-ментол (41–65%) при довольно большом содержании ЭМ (до 6%). Из исследованных растений наименьший процент выхода ЭМ был у базилика обыкновенного (0,02–1,5%), руты пахучей (0,2–1,1%), любистока (0,4–0,5%).

Как свидетельствуют полученные нами результаты, в условиях Беларуси реально получение пряно-ароматического сырья с достаточно высоким выхо-

дом ЭМ, не отличающегося по составу от масла из более южных климатических зон, что позволяет более широко использовать местные пряно-ароматические растения в различных видах продукции.

Перспективны исследования, направленные на создание технологических процессов, позволяющих эффективно выделять и фракционировать эти соединения с целью получения новых продуктов для ряда отраслей, а также препаратов для медицины.

В наших исследованиях определенное место отведено изучению плодов клюквы, голубики, боярышника для разработки рецептур их использования. Нами разработан способ получения вяленой кондитерской клюквы из ягод клюквы крупноплодной (*Oxycoccus macrocarpus Pers.*) [1].

В табл. 18.1 представлены данные по биохимическому составу плодов клюквы крупноплодной свежей и клюквы кондитерской вяленой.

Таблица 18.1. Биохимический состав плодов клюквы крупноплодной свежей и клюквы кондитерской вяленой (мг% на сырую массу)

Показатель	Плоды КС	Плоды КВ
Влажность, %	86,0–88,0	17,0–18,0
Сахара, %	7,4–7,5	61,0–63,0
Витамин С	19,3–31,0	8,0–12,0
Общие фенольные вещества	336,0–340,0	730,0–743,0
Сумма катехинов и лейкоантоцианов	179,0–185,0	340,0–356,4
Флавонолы	173,0–176,0	540,0–578,0
Калий	60,0–62,0	68,0–72,0

Как видно из табл. 18.1, клюква вяленая богата своим биохимическим составом. В ней отмечается довольно высокий уровень фенольных соединений, что может свидетельствовать о ее высокой антиоксидантной активности. Фенольные соединения растительного происхождения имеют важное практическое значение в обеспечении качества растительного сырья [2–4]. После переработки в вяленой клюкве снижается содержание витамина С, но остается высоким содержание калия. Побочный продукт переработки – клюквенный сироп – рекомендовали использовать для приготовления напитков (алкогольных, безалкогольных) и других продуктов. Для длительного хранения сироп необходимо уварить до содержания сухих веществ 88% и использовать в пищевой промышленности. Клюква кондитерская вяленая предложена для использования в пищевой промышленности как добавка при выпуске хлебобулочных, кондитерских изделий, а также в качестве готового кондитерского продукта. Нами совместно с сотрудниками КУП «Городской молочный завод № 1» для повышения пищевой ценности творожных изделий, была выпущена партия сырков с клюквой кондитерской вяленой, питательные и вкусовые качества которой высоко оценены дегустационной комиссией. Клюква кондитерская вяленая предложена в качестве замены изюма в хлебобулочных изделиях, а также в производстве клюквы в шоколадной глазури.

Нами были использованы ягоды голубики высокорослой (*Vaccinium corymbosum* L.) для разработки способа получения вяленого продукта. Плоды голубики высокорослой характеризуются высоким содержанием сухого вещества и сахаров (на 30–50% выше, чем у голубики топяной, естественно произрастающей по окраинам сфагновых болот), пониженным содержанием органических кислот (почти вдвое меньше, чем у голубики топяной), относительно невысоким содержанием витаминов А, В, и С. В то же время ягоды очень богаты различными физиологически активными веществами (флавонолы, лейкоантоцианы, катехины, витамин К и др.), вследствие чего они обладают высокими пищевыми качествами [5]. Как показали наши исследования, одним из способов переработки ягод голубики и клюквы является их использование в составе напитков. Ягоды клюквы и голубики содержат биологически активные вещества, что обуславливает возможность их широкого использования для получения различных пищевых продуктов и позволяет не только увеличить ассортимент пищевых продуктов, но и значительно повысить экономическую эффективность их использования.

Биохимические исследования пряно-ароматических растений легли в основу разработки композиций и рецептов газированных безалкогольных напитков. Разработка технологии проводилась в рамках Государственной программы «Фитопрепараты» совместно с РУП «Инженерно-технический центр «Плодоовощпроект», внедрена на Борисовском заводе безалкогольных напитков и на ОАО «Дрожжевой комбинат», где они выпускались до закрытия этих предприятий. Проведен подбор оптимальных составов композиций пряно-ароматических растений для производства напитков с концентратом квасного сусла и яблочным концентрированным соком [6, 7]. Разработанные оптимальные составы напитков представлены в табл. 18.2 (в расчете на 100 дал готового напитка).

Таблица 18.2. Рецептурные составы напитков на основе зернового, плодового сырья и пряно-ароматических растений

Наименование сырья	Содержание сырья в готовом напитке (на 100 дал напитка), кг		
	№ 1	№ 2	№ 3
Сахар-песок	56,0	56,0	56,0
Концентрат квасного сусла	21,70	21,70	21,70
Концентрированный яблочный сок	14,50	14,50	14,50
Лимонная кислота	1,5	1,5	1,5

Примечание. Поскольку в настоящее время проходит процедура патентования, количественный состав композиций пряно-ароматических настоев трав не приводится.

По разработанным составам на Борисовском заводе безалкогольных напитков изготовлены образцы напитков и проведена их дегустация. Наивысшую оценку по вкусовым качествам получили образцы № 2 и № 3 с использованием следующих пряно-ароматических растений: котовника лимонного (*Nepeta cataria* L.) по ТУ РБ 101191824.276, кориандра посевного (*Coriandrum*

sativum L.) по ГОСТ 29055, эхинацеи пурпурной (*Silybut marianum* L.) по ТУ ВУ 190239501.235, тмина обыкновенного (*Carum carvi* L.) по ГОСТ 29056 и полыни эстрагонной (*Artemisia vulgaris* L.) по ТУ ВУ 190239501.236. Получили высокую оценку образцы напитков на основе картофельного концентрата и концентрированного яблочного сока. Состав образцов отобранных напитков по сырьевым компонентам представлен в табл. 18.3 (в расчете на 100 дал готового напитка).

Таблица 18.3. Рецептурные составы напитков на основе плодовоовощного сырья и пряно-ароматических растений

Наименование сырья	Содержание сырьевого компонента в готовом напитке (на 100 дал напитка), кг	
	№ 1	№ 2
Сахар-песок	56,0	56,0
Концентрат картофельный	25,30	25,30
Концентрированный яблочный сок	10,90	9,90
Лимонная кислота	1,5	1,5

П р и м е ч а н и е. Поскольку в настоящее время проходит процедура патентования, количественный состав композиций пряно-ароматических настоев трав не приводится.

Поскольку производство концентрата квасного сусла в настоящее время осуществляется на ряде предприятий республики, а производство картофельного концентрата находится в стадии освоения, дальнейшую разработку технологии, технологической схемы и технологические расчеты расхода компонентов сырья проводили, акцентируя внимание на концентрате квасного сусла. На разработанные способы получения безалкогольных напитков получены три патента на изобретения [8–10], а на выставках напитки награждены золотыми медалями и призами. Использование местного сырья в современных технологиях получения пищевых продуктов является перспективным и актуальным. В данной работе приводятся отдельные результаты исследований по разработке технологий получения витаминизированных пищевых продуктов. Работа проведена совместно с РУП «Инженерно-технический центр «Плодовоощпроект» и Институтом микробиологии НАН Беларуси в рамках Государственной программы «Импортзамещение».

При разработке способов получения новых продуктов использовали высушенные грибы вешенка (*Pleurotus ostreatus*) (представлены Институтом микробиологии НАН Беларуси), высушенные плоды клюквы крупноплодной канадской и пряно-ароматические растения. По химическому составу вешенка обыкновенная превосходит многие виды съедобных грибов. Содержит 40–50% сырого протеина, 2–3% жира, 1–2% углеводов и витамины В₁, В₂, С и РР. Из минеральных веществ в вешенке выявлены калий, фосфор, железо, кальций. Грибной белок, содержащий все незаменимые для человека аминокис-

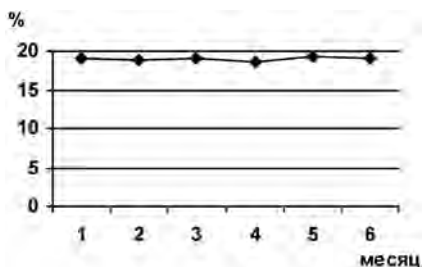


Рис. 18.1. Содержание белка в картофеле-грибном продукте

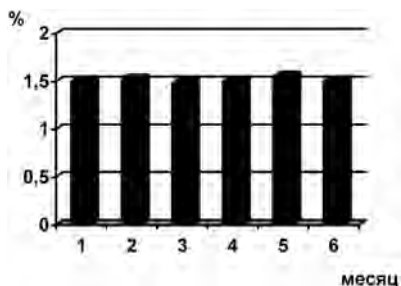


Рис. 18.2. Содержание липидов в картофеле-грибном продукте при хранении в течение 6 мес.

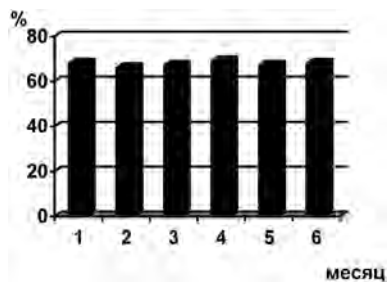


Рис. 18.3. Содержание общих углеводов в картофеле-грибном продукте при хранении в течение 6 мес.

лоты, по их соотношению близок к белку куриного яйца. Гриб обладает рядом полезных для здоровья человека свойств, что особенно важно в настоящее время в связи с загрязнением окружающей среды: препятствует развитию опухолей, содержит биоэлементы, повышающие устойчивость организма к радионуклидам. Нами разработан способ получения пищевого концентрата «Картофеле-грибной продукт» с пряно-ароматическими растениями, состав которого следующий: белок – 17,0–19,0%, липиды – 1,5–1,7%, зольные элементы – 1,6–1,8%, общие углеводы – 65,0–68,0%. Фенольные соединения составили 302,0–308,0 мг%, энергетическая ценность – 361,5 ккал/100 г. В составе липидов преобладают кислоты $C_{18:2}$ – 47,5%, $C_{16:0}$ – 29,0%, $C_{18:1}$ – 15,6%. Сумма ненасыщенных жирных кислот составила около 66%, насыщенных – 34%. Антиокислительная активность – 50%. Хранение картофеле-грибного продукта в течение 6 мес. при температуре 20–25 °С не влияло на изменение показателей (рис. 18.1–18.3). Общий белок оставался практически на одном уровне (17,0–19,0%). Не изменилось содержание липидов и количество общих углеводов.

Фенольные соединения составляли 280–310 мг%, энергетическая ценность продукта колебалась в пределах 360–370 ккал/100 г, фосфолипиды составляли 25–27% от общих липидов (табл. 18.4).

Таблица 18.4. Содержание физиологически активных соединений в картофеле-грибном продукте

Длительность хранения, мес.	Фенольные соединения, мг%	Фосфолипиды, % от общих липидов	Энергетическая ценность, ккал/100 г
1	280,0–285,0	25,0–26,0	359,0
2	285,0–290,0	23,0–24,0	340,0
3	287,0–310,0	26,0–27,0	350,0
4	277,0–300,0	23,0–25,0	360,0
5	287,0–300,0	26,0–28,0	355,0
6	289,0–290,0	26,0–27,5	350,0

Постоянным оставалось содержание в продукте зольных элементов (1,7–2,0%). Антиоксидантная активность продукта находилась в пределах 48–50%. Не произошло изменений и в составе жирных кислот липидов картофеля-грибного продукта. Длительность хранения не вызвала уменьшения ненасыщенных жирных кислот, в частности, олеиновой (C_{18:1}) и линолевой (C_{18:2}). Их количество колебалось от 14,0 до 16,45% и от 46,0 до 52,0% соответственно. Сумма ненасыщенных жирных кислот составила 65,0–70,0, насыщенных – 30,0–34,5.

Питательная ценность картофеля-грибного продукта определяется в основном наличием в нем грибов. В табл. 18.5 представлен аминокислотный состав этого продукта, из которой следует, что лимитирующей биологическую ценность белка оказалась аминокислота лейцин. Вместе с тем белок по сумме незаменимых аминокислот соответствует норме ФАО (36,03 и 36,00).

Таблица 18.5. Аминокислотный состав белка сушеных грибов вешенки обыкновенной, %

Аминокислота	<i>M ± m</i>
Лизин	6,54 ± 0,29
Гистидин	2,11 ± 0,05
Аргинин	8,18 ± 0,13
Аспарагиновая кислота	8,13 ± 0,15
Треонин	5,13 ± 0,47
Серин	4,95 ± 0,14
Глутаминовая кислота	2,63 ± 0,17
Пролин	3,85 ± 0,07
Глицин	5,77 ± 0,07
Аланин	4,13 ± 0,10
Валин	5,07 ± 0,07
Метионин	2,30 ± 0,05
Изолейцин	4,36 ± 0,01
Лейцин	5,98 ± 0,03
Тирозин	3,45 ± 0,03
Фенилаланин	3,20 ± 0,02
Сумма незаменимых аминокислот	36,03
Незаменимые/Заменимые	0,57
Аргинин + лизин/Пролин	3,82

Известно, что существует определенная взаимосвязь между аминокислотным составом белка и степенью его расщепления пищеварительными ферментами, что выражается отношением суммы аминокислот аргинин + лизин к пролину. И чем выше значение этого показателя, тем выше усвояемость продукта. Для белка сушеных грибов вешенки обыкновенной это отношение равно 3,82 и приближается к значению высокоусвояемого белка риса (4,0).

В последние годы в мире огромное влияние уделяется вопросу использования самых различных пищевых и вкусовых добавок при производстве

продуктов питания. В рамках ГНХП «Фитопрепараты» нами выполнялось задание, целью которого было подобрать пряно-ароматическое и плодово-ягодное сырье для составления пищевых добавок с последующим изучением их биохимического состава в процессе отработки технологических режимов производства и хранения. Работа выполнялась совместно с РУП «Инженерно-технический центр «Плодоовощпроект». При этом использовали плодово-ягодные и пряно-ароматические растения: эстрагон (*Artemisia dracunculu* L.), душица обыкновенная (*Origanum vulgare* L.), мелисса лекарственная (*Melissa officinalis* L.), шалфей мускатный (*Salvia officinalis* L.), айва продолговатая (*Cydonia oblonga* Mill.), чеснок (*Allium sativum* L.), базилик обыкновенный (*Ocimum basilikum* L.) и др. Вышеуказанные растительные объекты имеют высокое природное содержание биологически активных веществ и обладают хорошими органолептическими свойствами. Их выбор обоснован также распространенностью в Республике Беларусь, универсальностью и традиционностью в питании населения. На основании биохимических исследований сырья разработана технология получения двух пищевых добавок – «Аппетитная» и «Пикантная».

При исследовании извлечения ЭМ из образцов пищевых добавок при отработке технологических параметров показано, что тепловая обработка образцов снижала выход ЭМ как у пищевой добавки «Пикантная» (на 33,1% по сравнению с контролем), так и у пищевой добавки «Аппетитная», что связано с потерями легколетучих монотерпеноидов ЭМ при нагревании (табл. 18.6). Обработка кварцем существенно не влияла на выход ЭМ из добавки «Аппетитная» и лишь в небольшой степени снижала выход ЭМ из добавки «Пикантная» (на 7,7%). СВЧ-обработка в наибольшей степени оказала влияние на выход ЭМ, причем это воздействие было противоположным: снижение на 40,5% у добавки «Пикантная» и увеличение на 40,4% у добавки «Аппетитная».

Таблица 18.6. Содержание эфирных масел в пищевых добавках в зависимости от способа ее технологической обработки

Наименование пищевой добавки	Вид технологической обработки	Выход эфирного масла, мл/100 г	Цвет эфирного масла	% изменения выхода эфирного масла по сравнению с контролем
«Пикантная»	Контроль	0,130	Светло-коричневый	0
	СВЧ-излучение	0,078	—//—	-40,0
	Кварц	0,120	—//—	-7,7
	Тепловая обработка	0,087	—//—	-33,1
«Аппетитная»	Контроль	0,057	Светло-желтый	0
	СВЧ-излучение	0,080	Светло-коричневый	+40,4
	Кварц	0,056	—//—	-1,8
	Тепловая обработка	0,047	—//—	-17,5

В работе изучены биохимические показатели пищевых добавок в процессе их хранения. Согласно полученным данным, обе пищевые добавки обладают высоким содержанием витамина С и каротина, при этом в процессе хранения наиболее существенными были потери каротина у обеих добавок «Аппетит-

ная» и «Пикантная» (до 52,1 и 59,0% соответственно), в то время как потери витамина С составили у них до 11,0 и 13,8% соответственно. Анализ содержания фенольных соединений в процессе хранения добавок показал, что потери общих фенольных соединений у них спустя 3 мес. достигают от 15,4 до 31,3%. Содержание углеводов, витаминов группы В в процессе 12 месяцев хранения изменяется незначительно.

Дегустационные комиссии отметили высокие вкусовые качества пищевых добавок. Опытно-промышленные партии и освоение производства осуществлялось на РДУПП «Осиповичский хлебозавод».

По заданию ГНХП «Фитопрепараты» совместно с Полесским аграрно-экологическим институтом НАН Беларуси проведены биохимические исследования биологически активных добавок и CO₂-экстрактов, полученных по разработанным рецептурам из пряно-ароматических и лекарственных растений. Содержание биологически активных веществ в БАДах и CO₂-экстрактах представлено в табл. 18.7.

Таблица 18.7. Содержание биологически активных веществ в БАД-ах и CO₂-экстрактах, мг%

Наименование образца	Сумма фенольных соединений	Сумма катехинов и лейкоантоцианов	Витамин С	Каротин	Углеводы, %
БАД «Фитополесье»	2,7–3,0	0,22–0,25	0,79–0,82	5,2–5,7	0,41–0,45
CO ₂ -экстракт масла шиповника	2,0–2,2	0,10–0,15	0,65–0,70	1,3–1,8	0,41–0,47
CO ₂ -экстракт из семян расторопши	1,37–1,45	0,35–0,40	0,70–0,73	0,09–0,11	0,51–0,53

Как видно из табл. 18.7, наибольшее содержание витамина С в БАД «Фитополесье», а каротина – в CO₂-экстракте масла шиповника. В то время как в CO₂-экстракте из семян расторопши отмечено самое низкое содержание каротина и фенольных соединений. Необходимо отметить, что для получения биологически активных композиций, содержащих жирорастворимые антиоксиданты, наиболее эффективной является CO₂-экстракция. CO₂-экстракт – это комплекс натуральных компонентов, получаемых из растительного сырья по оригинальной технологии без термообработки методом экстрагирования жидкой пищевой углекислотой. Они являются источниками ценных биологически активных веществ. Преимущества CO₂-технологий перед другими технологиями получения БАД: возможность легко производить фракционирование даже кислородсодержащих молекул из монотерпеновых углеводов по причине их различной растворимости. CO₂-технология – наиболее экономичный процесс.

На основании проведенных исследований разработаны и утверждены технические нормативно правовые акты и выпущены опытно-промышленные партии на РУП «Эксон». Проведенные биохимические исследования стали основой для разработки технологий получения новых пищевых продуктов, сочетающих в себе определенные целенаправленные свойства и создающих новые перспективные возможности использования отечественного сырья.