

В статье рассматривается влияние некоторых продуктов пчеловодства (меда, перги и гомогенат трутневого расплода) на технологические характеристики мучных композитных смесей, а также качество хлеба. Результаты исследований показали, что вышеперечисленные апиодобавки улучшают биотехнологические свойства дрожжей и положительно влияют на вкус и запах хлеба. Благодаря своему уникальному химическому составу перга и гомогенат трутневого расплода могут рассматриваться в качестве биологически активных добавок для повышения питательной ценности пшеничной муки для производства хлебобулочных изделий.

ВЛИЯНИЕ ПРОДУКТОВ ПЧЕЛОВОДСТВА НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МУЧНЫХ КОМПОЗИТНЫХ СМЕСЕЙ И КАЧЕСТВО ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

**УО «Гродненский государственный аграрный университет»,
г. Гродно, Республика Беларусь**

И. М. Русина, кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры технологии хранения и переработки растительного сырья;

А. Ф. Макарич, доктор биологических наук, доцент, заведующий кафедрой химии

**УО «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы»,
г. Гродно, Республика Беларусь**

И. М. Колесник, старший преподаватель кафедры экологии

**РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси
по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь**

*Т. П. Троцкая, доктор технических наук, профессор,
главный научный сотрудник отдела питания*

**РУП «Институт биохимии биологически активных соединений НАН Беларуси»,
г. Гродно, Республика Беларусь**

Т. А. Бородина, научный сотрудник

Продукты пчеловодства — мед, прополис, пыльца-обножка, пчелиный яд и маточное молочко — применяются в пищевой индустрии, фармацевтике, косметическом производстве и медицине благодаря наличию в них целого комплекса веществ, обладающих как питательной ценностью, так и разносторонними лечебными свойствами [1–4].

Среди продуктов, производимых пчелами, в пищевом отношении наиболее ценными являются пыльца-обножка и перга. В пыльце-обножке в среднем содержится 22,7 % белков, 30,8 % углеводов и 5,1 % липидов, в т. ч. 0,4 % незаменимых жирных кислот. К числу важнейших компонентов, которые присутствуют в пыльце-обножке в достаточно больших количествах (1,6 %) и оказывают разностороннее физиологическое действие на организм человека, относятся фенольные соединения, включающие флавоноиды, лейкотриены, катехины и фенольные кислоты. Кроме того, пыльца-обножка богата жиро- и водорастворимыми витаминами, макро- и микроэлементами. Общее содержание витаминов в ней составляет примерно 0,7 %, а биоэлементов — 1,6 %. В экспериментах на животных и клинических исследованиях получены данные о гипополипидемическом, антимикробном, антиоксидантном, противовоспалительном,

иммуномодулирующем и адаптогенном действии пыльцы-обножки; она препятствует развитию атеросклеротических изменений в кровеносных сосудах, обладает гепато- и кардиопротекторными свойствами [3, 5].

Перга, называемая также «пчелиным хлебом» (bee bread), представляет собой продукт анаэробной молочнокислой ферментации пыльцы-обножки, смешанной пчелами с небольшими количествами меда и слюны. После упаковки в ячейки сотов эта смесь подвергается действию микроорганизмов, влаги и температуры в улье (35–36 °С), созревая в течение двух недель до перги [6, с. 33]. По сравнению с пыльцой-обножкой перга имеет более низкие значения pH (3,8–4,3) и отличается меньшим содержанием белков (20,3–21,7 %) и липидов (0,67–1,58 %). Вместе с тем, доля углеводов в перге несколько возрастает [7]. Обладая аналогичными пыльце-обножке биологическими свойствами, перга более эффективна в применении, поскольку ее белковые и углеводные компоненты частично ферментированы и поэтому лучше усваиваются организмом человека.

В качестве весьма перспективного для пищевой промышленности продукта пчеловодства может рассматриваться гомогенат трутневого расплода. В этом продукте содержится 9,4–15,4 % белков, 3,7–4,7 % липидов, 0,4–0,5 % углеводов, 0,8 % минеральных веществ, присутствуют в небольших количествах водо- и жирорастворимые витамины и гормоны, такие как прогестерон, тестостерон, пролактин, эстрадиол [8]. В некоторых азиатских и африканских странах гомогенат трутневого расплода или же сами личинки и куколки традиционно используются в пищу из-за высокого содержания белка [6, с. 41–42]. Как свидетельствуют результаты немногочисленных исследований, трутневый гомогенат обладает анаболическим, иммуномодулирующим и гонадотропным действием, повышает физическую выносливость, улучшает работу печени и пищеварение у людей и экспериментальных животных [8].

В настоящее время изделия с добавлением меда не находят достойного места в ассортименте продукции, выпускаемой хлебопекарной отраслью Республики Беларусь, а перга и трутневое молочко не применяются совсем, хотя данные продукты отвечают критериям добавок, способных повышать биологическую ценность пищевых систем и придавать изделиям функциональные свойства. Кроме того, апидобавки, вероятно, могут влиять на физико-химические показатели качества мучных изделий, а также на технологические характеристики процесса выпечки, выступая в роли регуляторов бродильной активности дрожжей. Немаловажным является и то обстоятельство, что увеличение спроса на сырье могло бы послужить мощным импульсом для развития пчеловодства в нашей стране.

Цель данной работы состояла в исследовании некоторых важных в технологическом отношении биохимических показателей натурального меда (цветочного и падевого), перги и гомогената трутневого расплода, а также действия апидобавок на бродильную активность дрожжей, показатели качества композитных смесей и пробных выпечек пшеничного хлеба.

Материалы и методы. В работе использованы тиамин «Acros Organics», тетрагидрофуран «Fisher», тетра-*n*-бутиламмонийгидрогенсульфат (ТБА) «AppliChem Panreac», трихлоруксусная кислота (ТХУ) «Sigma»; остальные реагенты производства «Реахим» квалификаций «хч» и «осч».

Содержание тиамина регистрировали методом обращенно-фазовой ион-парной высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) с предколоночной дериватизацией [9]. Содержание глутатиона и активность каталазы определяли с помощью описанных в литературе методов [10, с. 158–196], активность кислой фосфатазы — по скорости гидролиза *n*-нитрофенилфосфата при pH 5,5. Интенсивность брожения, осуществляемого хлебопекарными дрожжами в композитных смесях, изучалась стандартным методом в колбах с затвором Мейссля при 30 °С [11, с. 191].

Оценку хлебопекарных показателей качества композитных смесей проводили по методикам ГОСТ 9404-88, 27839-88, 28797-90, 27493-87, 21094-75, 5669-96, 5670-96.

Результаты и обсуждение. Важнейшей стадией технологического процесса при производстве хлебобулочных изделий является разрыхление теста, осуществляемое дрожжами перед выпечкой. На бродильную активность пекарских дрожжей оказывают действие различные факторы,

основные их них температура и влажность теста, наличие минеральных солей и витаминов, кислотность, состав рецептуры. Известно, что в процессе спиртового брожения лучшими субстратами для дрожжей *Sacharomyces cerevisiae* служат глюкоза и фруктоза, несколько хуже сбраживаются мальтоза и простые декстрины; лактоза, крахмал и целлюлоза практически не сбраживаются. Дрожжи отличаются высоким содержанием витамина В₁, и это не случайно, так как они в больших количествах экспрессируют пируватдекарбоксилазу (КФ 4.1.1.1) — тиминдифофат-зависимый фермент, необходимый для спиртового брожения. Дрожжевые клетки способны производить тиамин самостоятельно, однако данный биосинтетический путь весьма энергозатратен по причине участия в нем двух суицидных белков — ТН14 и ТН15 [12, 13]. Поэтому при наличии тиамина в окружающей среде дрожжи активно поглощают его посредством специфической транспортной системы [14]. Очевидно, что внесение в рецептуру обогатительных добавок, содержащих органические и минеральные субстраты, может существенно влиять на жизнедеятельность дрожжей. В связи с этим одна из задач проводимого нами исследования состояла в определении некоторых биохимических показателей апидобавок, способных оказывать действие на бродильную активность дрожжей, с последующей оценкой скорости газообразования в модельных экспериментах.

Результаты биохимических исследований апидобавок представлены в табл. 1.

Таблица 1. Некоторые биохимические показатели пчелиного меда, перги и гомогената трутневого расплода

Апипродукт	Белок, %	Глутатион окисл. мкмоль/г	Глутатион восстанов., мкмоль/г	Кислая фосфатаза, мкмоль/мин/г	Каталаза, мкмоль/мин/г
Цветочный мед	0,65	0,014	0,144	0,012	2,32
Падевый мед	0,78	0,017	0,218	0,044	1,91
Перга	19,2	0,013	0,227	1,125	1,16
Трутневый гомогенат	14,3	0,015	0,315	2,145	2,05

Из данных табл. 1 видно, что массовая доля белка в обоих видах меда не превышала 1 %. В то же время перга и трутневый гомогенат отличаются высоким содержанием белковых веществ, что позволяет рассматривать возможность их использования в качестве обогатительных добавок для повышения пищевой ценности хлебобулочных изделий. Следует отметить, что полученные нами результаты по количеству белка в продуктах пчеловодства хорошо согласуются с данными литературы [3, 5–8].

Глутатион — тиолсодержащий трипептид — является одним из основных компонентов в регуляции редокс-баланса клеток животных, растений и микроорганизмов. Глутатион играет важную роль в антиоксидантной защите, метаболизме нутриентов и регуляции многочисленных процессов жизнедеятельности клетки, таких как экспрессия генов, синтез белка, пролиферация, апоптоз, производство цитокинов и иммунные ответы [15]. В большинстве биологических объектов содержание восстановленной формы глутатиона (GSH) более чем в 10 раз выше, чем окисленной (GSSG). Помимо отмеченных биологических функций, глутатион, вступая с легкостью в реакции дисульфидного обмена, способен также существенно влиять на технологические (реологические) характеристики полуфабрикатов путем модификации сульфгидрильных групп белков клейковинного комплекса. Как следует из данных табл. 1, для продуктов пчеловодства характерно достаточно высокое содержание глутатиона, причем соотношение GSH/GSSH составляет 10–21 к 1. Необходимо также сказать, что во всех исследованных апипродуктах была обнаружена активность глутатионредуктазы — фермента, катализирующего восстановление GSSH. Кроме того, в апипродуктах присутствует каталаза (табл. 1), функции которой состоят в разложении токсичной для клеток H₂O₂. Таким образом, внесение продуктов пчеловодства, создавая восстановительную среду, должно благотворно влиять на активность дрожжевых клеток в процессе биологического разрыхления теста. Помимо этого, под действием глута-

тиона возможны некоторые изменения в состоянии клейковинного комплекса. Исследование активности кислой фосфатазы в образцах апипродуктов показало, что наибольшие ее величины регистрируются в трутневом гомогенате и перге, тогда как в цветочном и падевом меде ферментативная активность незначительна. Свободные фосфаты, образующиеся в ходе реакции гидролиза фосфатсодержащих соединений (нуклеозидфосфатов, фосфорилированных сахаров и т.д.), катализируемой кислой фосфатазой, могут метаболизироваться дрожжевыми клетками, выступая для них в роли нутриента, и в то же время улучшать реологические свойства полуфабрикатов за счет эмульгирующего действия.

По данным ВЭЖХ, содержание тиамин в цветочном меде составляет 0,0165 мг/100 г, в падевом — 0,0081 мг/100 г, в перге — 0,29 мг/100 г, в трутневом гомогенате — 0,144 мг/100 г (рис. 1).

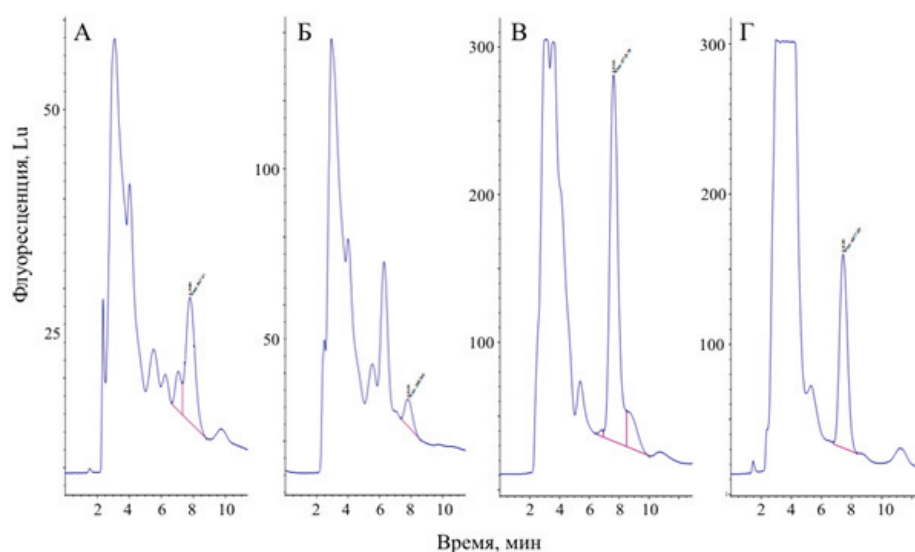


Рис. 1. Хроматограммы экстрактов из продуктов пчеловодства: А — цветочный мед, Б — падевый мед, В — перга, Г — трутневый гомогенат

Как уже отмечалось выше, витамин В, исключительно важен для процесса брожения, в связи с чем также можно ожидать, что внесение продуктов пчеловодства в рецептуру должно оказывать благотворное влияние на жизнедеятельность дрожжевых клеток.

Таким образом, результаты исследования некоторых биохимических свойств апипродуктов позволили предположить, что вносимые добавки способны стимулировать процессы брожения при производстве мучных изделий. Следует сказать, что в ряде работ также отмечалось, что значительное содержание белков, углеводов, витаминов, микроэлементов в составе продуктов пчеловодства, позволяет рассматривать их в качестве модуляторов дрожжевой клетки [16, 17, с. 183]. На основании всего этого, мы провели серию модельных экспериментов, в которых изучалась бродильная активность пекарских дрожжей. Количество вносимых продуктов пчеловодства рассчитывали в разных пропорциях к массе муки по рецептуре пробной выпечки (табл. 2). Контролем служила проба без добавок. Количество выделенного CO_2 оценивали по разности массы колбы в начале опыта, через 60 мин, 120 мин и 150 мин наблюдения.

Таблица 2. Варианты добавок продуктов пчеловодства в композитные смеси

Компонент	Доля добавки к массе муки, %		
	10	15	20
Мед цветочный	10	15	20
Мед падевый	10	15	20
Перга	3	5	7
Трутневый гомогенат	3		

Полученные результаты свидетельствуют о значительном повышении газообразования в опытных образцах в сравнении с контролем (рис. 2).



Рис. 2. Сравнение суммарного газообразования (за 150 мин) в различных вариантах композитных смесей

При этом наибольшее суммарное выделение CO₂ наблюдалось в образцах, содержащих мед падевый (10 %), мед цветочный (10 %) и пергу (7 %). Существенную роль в процессе сбраживания углеводов играла концентрация вносимых добавок. Установлено, что при повышении количества вносимого меда (независимо от его происхождения) с 10 % до 20 % бродильная активность заметно снижалась. Наблюдаемый ингибиторный эффект высоких концентраций меда вполне объясним, так как для этого продукта характерно значительное содержание моносахаридов — глюкозы и фруктозы, составляющих по массе 58–70 % [18, с. 30]; известно, что большие концентрации сахара замедляют процесс брожения вследствие того, что создается высокое осмотическое давление. В то же время увеличение концентрации перги обеспечивало большее суммарное выделение CO₂. Это становится понятным, исходя из химического состава данного продукта. В отличие от меда перга может содержать до 15 % грубых волокон и до 21 % белка, проявляющих низкую осмотическую активность, а концентрация низкомолекулярных сахаров в ней колеблется в пределах 12–35% [7, 19]. С другой стороны, количество вносимой перги составляло лишь 3–7 %. Наименьшей энергией брожения отличался образец с добавлением трутневого гомогената, однако и в этом варианте опыта масса выделившегося газа более чем в 6 раз превышала контрольное значение. Надо полагать, что относительно слабое влияние трутневого гомогената на бродильную активность дрожжей по сравнению с другими апипродуктами в значительной степени обусловлено низким содержанием в нем углеводов.

Поэтапное наблюдение за динамикой выделения CO₂ показало, что в первые 60 минут наиболее интенсивным было газообразование во всех образцах с пергой — 0,15–0,16 г/час (рис. 3). То, что именно данный продукт вызывал быструю активацию дрожжей, вероятно, обусловлено сочетанием двух факторов.

С одной стороны, перга отличается высокой питательной ценностью, так как содержит большие количества белковых веществ, минеральных компонентов и витаминов, в т. ч. тиамин (рис. 1В), которые могут использоваться дрожжевыми клетками. В то же время в ней

присутствует достаточно большое количество легкодоступных низкомолекулярных сахаров, способных служить энергетическим субстратом брожения. Высокая скорость газообразования, на уровне 63–67 % по сравнению с пергой, также наблюдалась в образце с гомогенатом трутневого расплода. В связи с этим следует сказать, что трутневый гомогенат является богатым источником белков, минеральных солей и витаминов, однако в нем, как уже отмечалось, практически нет углеводов. В пробах с 10 %-ным цветочным и падевым медом интенсивность брожения в первые 60 мин превышала контрольную величину в 9–10 раз. В последующий час наблюдения в этих образцах скорость газообразования выросла в еще большей степени — в 11–13 раз по сравнению с первым этапом. Здесь, очевидно, имеет место экспоненциальный рост числа дрожжевых клеток на фоне достатка пищевых ресурсов (сахаров, вносимых с медом). В остальных образцах с медом, а также с 5 и 7 %-ной пергой, брожение на втором этапе активизировалось не так значительно — в 2–5 раз. В пробах с 3 %-ной пергой и трутневым гомогенатом скорость газообразования в промежутке 61–120 мин снизилась. Можно предположить, что количество легкодоступных сахаров в данных образцах было недостаточным для дальнейшей интенсификации брожения. В заключительный период наблюдений бродильная активность продолжала нарастать только в пробах с 15 и 20 %-ным медом.

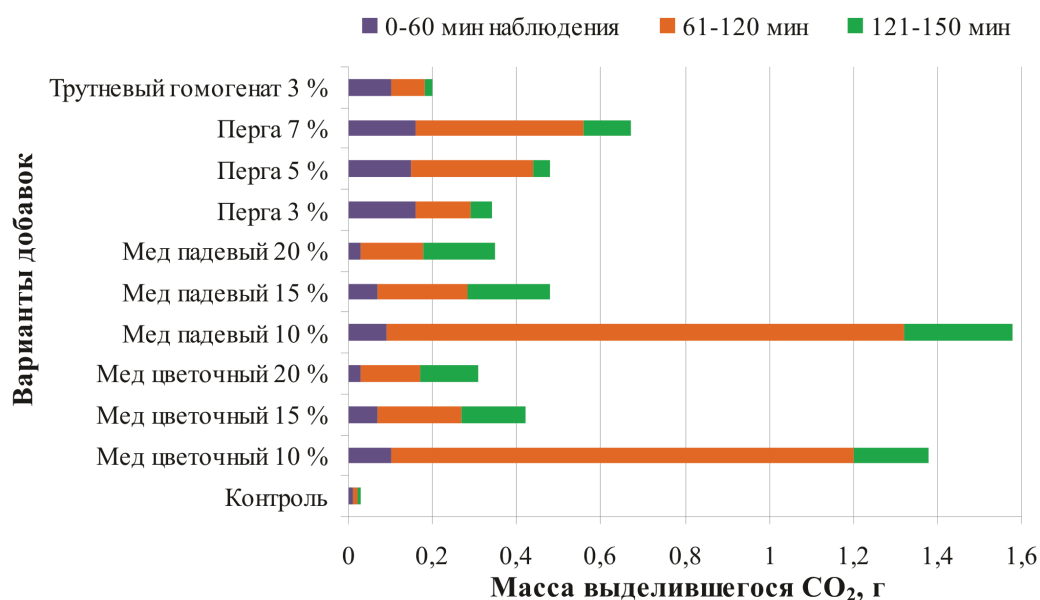


Рис. 3. Динамика газообразования на разных этапах опыта

Полученные результаты свидетельствуют о том, что включение в состав композитных смесей продуктов пчеловодства приводит к значительной интенсификации брожения. Наиболее быстрой активации дрожжей способствовала перга, а самому высокому суммарному газообразованию — мед в концентрации 10 %. Установленные нами зависимости в целом хорошо объяснимы в рамках s-образной модели роста численности популяции с учетом временного фактора, наличия пищевых ресурсов и оптимальности условий среды.

На следующем этапе работы составились композитные смеси, включавшие пшеничную муку высшего сорта и апидобавки в указанных в таблице 2 концентрациях к массе муки. Муку и продукты пчеловодства тщательно перемешивали до получения однородной по консистенции массы и определяли в полученных смесях показатели качества (табл. 3).

Как видно из табл. 3, апипродукты по-разному действуют на клейковинный комплекс муки. При добавлении цветочного и падевого меда массовая доля клейковины в композитных смесях снижалась по отношению к контрольным пробам на 8,9–18,6 %, а ее качество

несколько ухудшалось. В то же время, внесение перги и трутневого гомогената оказывало, хотя и небольшое, но положительное действие на качество клейковины, практически не влияя на ее содержание. Наблюдаемые эффекты, очевидно, могут объясняться сочетанием нескольких факторов. Надо полагать, что более низкое содержание клейковины в образцах с цветочным и падевым медом, в первую очередь, обусловлено тем, что значительная часть муки в них замещается медом. С другой стороны, в обоих видах меда в достаточно высоких концентрациях присутствует GSH (табл. 1), который, как известно, обладает расслабляющим клейковину действием, восстанавливая дисульфидные связи белков клейковинного комплекса и активируя протеолитические ферменты. Кроме того, наличие в меде каталазы, расщепляющей перекись водорода, является фактором противодействия окислению белково-протеиназного комплекса муки активными формами кислорода. Все это должно приводить к снижению массовой доли сырой клейковины и ее расслаблению. Напротив, перга и трутневый гомогенат проявили способность укреплять клейковину, несмотря на то, что для них также характерна высокая концентрация глутатиона и каталазная активность, повышающие восстановительный потенциал системы. Здесь, по-видимому, следует учитывать тот факт, что данные апипродукты отличаются высоким содержанием белковых компонентов, а также наличием в своем составе веществ липидной природы. Хотя реологические свойства теста в основном определяются белково-протеинажным комплексом муки, сила муки зависит и от других факторов, в частности, от присутствия липидов. Известно, что глютелиновая фракция, придающая клейковине упругость, образует с жироподобными веществами адсорбционные комплексы [20, с. 40–42], поэтому внесение в тесто с добавками экзогенных липидов может влиять на структуру клейковины, изменяя тем самым ее реологические характеристики. Другой аспект действия липидов связан с работой липоксигеназы, образующей гидроперекиси ненасыщенных жирных кислот, которые в свою очередь окисляют сульфгидрильные группы белков до –S–S– мостиков, упрочняющих структуру клейковины. По сравнению с трутневым гомогенатом перга содержит мало липидов [7,8], однако в ее составе присутствуют значительные количества молочной кислоты, оказывающей влияние на структуру белков. Немаловажная роль в укреплении клейковинного комплекса, вероятно, также принадлежит белок-белковым взаимодействиям, поскольку существует прямая зависимость между содержанием белка в муке и реологическими свойствами приготовленного из нее теста [20, с. 42].

Таблица 3. Состояние и свойства клейковинного комплекса контрольных образцов и композитных смесей из пшеничной муки высшего сорта и продуктов пчеловодства

Варианты эксперимента	Показатели качества		
	Массовая доля клейковины, %	Качество клейковины, ед. ИДК	Гидратационная способность, %
Контроль, пшеничная мука в/с	29,1 ± 0,4	80,2 ± 0,4	179,1 ± 1,2
Композитная смесь из пшеничной муки высшего сорта и цветочного меда, % к массе муки			
10	25,4 ± 0,6	81,6 ± 0,3	181,1 ± 1,0
15	24,6 ± 0,6	82,5 ± 0,3	181,2 ± 0,8
20	24,3 ± 0,7	83,1 ± 0,2	182,6 ± 0,9
Композитная смесь из пшеничной муки высшего сорта и падевого меда, % к массе муки			
10	26,5 ± 0,5	81,3 ± 0,4	181,3 ± 1,1
15	24,6 ± 0,4	82,8 ± 0,5	182,6 ± 1,0
20	23,7 ± 0,4	83,6 ± 0,3	183,9 ± 1,2

Варианты эксперимента	Показатели качества		
	Массовая доля клейковины, %	Качество клейковины, ед. ИДК	Гидратационная способность, %
Композитная смесь из пшеничной муки высшего сорта и перги, % к массе муки			
5	28,0 ± 0,4	79,7 ± 0,3	180,0 ± 0,7
7	27,4 ± 0,6	79,6 ± 0,4	180,6 ± 0,8
Композитная смесь из пшеничной муки высшего сорта и трутневого гомогената, % к массе муки			
3	29,0 ± 0,5	73,0 ± 0,3	185,0 ± 1,8

Гидратационная способность клейковины композитных смесей с медом и пергой незначительно повышалась по сравнению с контрольным образцом. Более выражено этот показатель изменялся при добавлении гомогената трутневого расплода.

Для выяснения действия апипродуктов на качество готовых изделий был проведен ряд пробных выпечек. Тесто готовилось безопасным способом, добавки вносили в виде водной суспензии в концентрациях, приведенных в табл. 2. Органолептическая оценка показала, что все пробы хлеба с медом и пергой по сравнению с контрольной отличались более «румяной» коркой, специфическим медовым привкусом и ароматом. С повышением дозировки этих компонентов вкус изделия становился насыщеннее, а цвет корки темнее, что указывает на более интенсивные процессы меланоидинообразования. Наиболее ярко выраженный медовый вкус и запах ощущался у хлеба с внесением 20 % цветочного меда. Весьма привлекательный внешний вид и вкусовые качества имели образцы из композитной смеси, включавшей трутневый гомогенат: хлеб получился светлым, с необычным приятным вкусом.

Из физико-химических показателей качества хлеба анализировались влажность, пористость, кислотность и формоустойчивость. Исследования показали, что при внесении апидобавок влажность мякиша во всех пробах хлеба по сравнению с контролем существенно не изменяется (38,0–40,0 %). Пористость опытных образцов также практически не отличалась от контрольной величины. В изделиях с медом кислотность мякиша заметно увеличилась (30–54 % по отношению к контролю) при концентрациях вносимой добавки 15 и 20 %. Более существенное возрастание кислотности наблюдалось при внесении перги — на 84,6 и 100 % соответственно дозе добавки 5 и 7 %. Самой высокой кислотностью характеризуется хлеб, выпеченный с добавкой трутневого гомогената — $3,0 \pm 0,2$ град, что в 2,3 раза выше, чем в контрольных образцах ($1,3 \pm 0,1$ град). Формоустойчивость подовых изделий практически не изменялась.

Подводя итог результатам настоящей работы, следует отметить, что апидобавки, улучшая биотехнологические свойства дрожжей, открывают возможности для оптимизации технологического процесса тестоведения. Кроме того, продукты пчеловодства способствуют получению готовых изделий с привлекательными органолептическими характеристиками. Особое внимание в качестве компонентов композитных смесей заслуживают такие апипродукты, как перга и гомогенат трутневого расплода. Ввиду уникальности и многокомпонентности химического состава, высокого содержания веществ, обладающих физиологической активностью, эти продукты могут рассматриваться в качестве биологически активных добавок для производства хлебобулочных изделий из пшеничной муки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Functional properties of honey, propolis and royal jelly / M. Viuda-Martos [et. al] // J. Food Sci. — 2008. — Vol. 73. — P. R117–R124.
2. Pathare, S. Promising pharmaceutical applications of honey: a review / S. Pathare, Ravikumar P., A. Mistry // World J. Pharm. Pharmaceut. Sci. — 2015. — Vol. 4. — P. 377–392.

3. Bee pollen: chemical composition and therapeutic application / K. Komosinska-Vassev [et al.] // *Evid-Based Complem. Altern. Med.* — Vol. 2015. Article ID 297425.
4. Mahmoud Abdu Al-Samie Mohamed Ali. Studies on bee venom and its medical uses / Mahmoud Abdu Al-Samie Mohamed Ali // *Int. J. Advanc. Res. & Technol.* — 2012. — Vol. 1. — P. 1–15.
5. *Bogdanov, S.* Pollen: production, nutrition and health: a review / S. Bogdanov. — Bee Product Science, www.bee-hexagon.net, April 2016. — 36 p.
6. Bee products. Properties, processing and marketing / M. Mutsaers [et al.]. — Wageningen: Agromisa Foundation, 2005. — 94 p.
7. *Barene, I.* Investigation of bee bread and development of its dosage forms / I. Barene, I. Daberte, S. Sikсна // *Med. Teor. Prakt.* — 2015. — T. 21. — P. 16–22.
8. *Bogdanov, S.* Royal jelly, bee brood: composition, health, medicine: a review / S. Bogdanov. — Bee Product Science, www.bee-hexagon.net, April 2016. — 36 p.
9. Determination of thiamin and its phosphate esters in cultured neurons and astrocytes using an ion-pair reversed-phase high-performance liquid chromatographic method / L. Bettendorff [et al.] // *Anal. Biochem.* — 1991. — Vol. 198. — P. 52–59.
10. *Современные проблемы биохимии. Методы исследований.* — Минск: Высш. шк., 2013. — 491 с.
11. *Практикум по микробиологии / под ред. Н. С. Егорова. Учебное пособие.* — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1976. — 307 с.
12. *Saccharomyces cerevisiae THI4p* is a suicidal thiamin thiazole synthase / A. Chatterjee [et al.] // *Nature.* — 2011. — Vol. 478. — P. 542–546.
13. Thiamin pyrimidine biosynthesis in *Candida albicans*: a remarkable reaction between histidine and pyridoxal phosphate / R.-Y. Lai [et al.] // *J. Am. Chem. Soc.* — 2012. — Vol. 134. — P. 9157–9159.
14. *Iwashima, A.* Carrier-mediated transport of thiamine in baker's yeast / A. Iwashima, H. Nishino, Y. Nose // *Biochim. Biophys. Acta.* — 1973. — Vol. 330. — P. 222–234.
15. Glutathione metabolism and its implications for health / G. Wu [et al.] // *J. Nutr.* — 2004. — Vol. 134. — P. 489–492.
16. *Чекурова, Н. В.* Разработка технологии хлебобулочных изделий с использованием цветочной пыльцы-обножки : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.18.01 / Н.В. Чекурова ; Моск. гос. ун-т технол. и управл. им. К. Г. Разумовского. — М., 2010. — 26 с.
17. *Темнов, В. А.* Технология продуктов пчеловодства / В. А. Темнов. — М.: Колос, 1967. — 192 с.
18. *Bogdanov, S.* The bee products: the wonders of the bee hexagon / S. Bogdanov. — Bee Product Science, www.bee-hexagon.net, July 2011. — 200 p.
19. *Herbert, E. W.* Chemical composition and nutritive value of bee-collected and bee-stored pollen / E. W. Herbert, H. Shimanuki // *Apidologie.* — 1978. — Vol. 9. — P. 33–40.
20. *Ауэрман, Л. Я.* Технология хлебопекарного производства / Л. Я. Ауэрман. — СПб: Профессия, 2005. — 416 с.

Рукопись статьи поступила в редакцию 24.10.2016

M. Rusina, I. M. Kolesnik, A. F. Makarchikov, T. P. Trotskaya, T. A. Baradzina

EFFECT OF APIPRODUCTS ON TECHNOLOGICAL CHARACTERISTICS OF WHEAT FLOUR COMPOSITE MIXTURES AND BREAD QUALITY

The paper concerns with effect of some apiproducs, namely honey, bee bread and drone brood homogenate, on technological characteristics of wheat flour composite mixtures as well as bread quality. All the products have been found to improve biotechnological properties of yeast and influence positively on bread taste and odor. Due to their unique chemical composition, bee bread along with drone brood homogenate could be treated as biologically active additives to enhance nutritional value of wheat flour products.