

БИОТЕХНОЛОГИЯ СЫРЬЯ ЛИЧИНОЧНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Е. Н. Мясникова

Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова, Москва, Россия

И. А. Прохода, Р. А. Сеницын, В. В. Фещенко

Брянский филиал Российского экономического университета имени Г. В. Плеханова, Брянск, Россия

В статье рассматриваются новые пищевые апитехнологии с использованием нетрадиционных дешевых источников с высоким содержанием белка для формирования устойчивости продовольственной системы. Показана альтернативная возможность применения личиночного сырья пчелиного происхождения в новейшей пищевой технологии – апитехнологии. Авторами изучены все виды личинок пчелиной семьи, однако перспективными являются трутневые личинки в возрасте от семи до девяти суток (до момента их запечатывания). Приготовленную из них пасту методом измельчения до мелкодисперсной консистенции сублимационно сушили в вакуумной среде по индивидуально разработанной технологии с сохранением биологически активных веществ и биополимеров. В результате был получен апипродукт «Билар» с массовой долей белка более пятидесяти процентов. Он содержит редуцирующие углеводы и качественные жиры. Аминокислотный состав белковой фракции «Билара» представлен всеми незаменимыми аминокислотами. В ходе исследования установлено, что количество лизина, триптофана, валина в «Биларе» значительно превышает их содержание в идеальном белке. Жиры представлены 28 высшими жирными кислотами, которые соответствуют формуле сбалансированного питания. Кроме этого, в нем содержатся витамины и минеральные вещества, желчные кислоты. Авторами доказаны технологические параметры выращивания трутневых личинок в промышленных масштабах и перспективы их использования в пищевой промышленности.

Ключевые слова: апитехнология, апипродукт, трутневые личинки, полноценный белок.

BIOTECHNOLOGY OF LARVA RAW MATERIAL TO BE USED IN FOOD INDUSTRY

Elena N. Myasnikova

Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia

Irina A. Prokhoda, Roman A. Sinitsyn, Valentina V. Feshchenko

Bryansk branch of the Plekhanov Russian University of Economics, Bryansk, Russia

The article investigates new food api-technologies of using non-traditional cheap sources with high content of protein needed to build sustainability of food system. It shows the alternative possibility to use larva raw material of bee origin for the advanced food technology, i. e. api-technology. The authors studied all types of larvae of bee family, however, the most promising ones are drone larvae at the age of 7 to 9 days after their sealing. The paste made of them by pounding to the fine-disperse consistence was dried in vacuum according to specially designed technology, when biologically active matters and bio-polymers were preserved. As a result the api-product 'Bilar' was produced with the mass share of protein exceeding 50%. It contains reducing hydrocarbons and high-quality fats. The amino-acid composition of 'Bilar' protein fraction includes all independent amino-acids. In the research it was found out that the amounts of lizin, tryptophan and valin in 'Bilar' exceed their content in the ideal protein. Fats are presented by 28 high fat acids, which correspond to the formula of balanced nutrition. Apart from that it contains vitamins and mineral substances, bilious acids. The authors proved technological parameters of growing drone larvae on industrial scales and prospects of their use in food production.

Keywords: api-technology, api-product, drone larvae, full value protein.

Введение

Обеспечение устойчивости продовольственной системы является глобальной задачей современной экономики. Население мира к 2050 г. с большой вероятностью достигнет 9 млрд. Как показывает современная действительность, население необходимо кормить, а традиционных источников недостаточно. Правительства стран мира начинают рассматривать формирование пищевых ресурсов из альтернативных источников, особенно из белоксодержащего сырья.

Белок – неотъемлемый элемент правильного питания. Организм испытывает постоянную потребность в восстановлении мышечной ткани, регулировании обменных процессов. Основными продуктами питания человека, содержащими белок, являются молочные продукты, мясо, рыба и моллюски. Кроме того, белки в организм человека могут поставлять насекомые и их личинки. Насекомые быстро размножаются, имеют относительно короткие периоды онтогенеза и фактически не требуют дополнительного питания.

В современной научной литературе большое внимание со стороны ученых-апитехнологов уделяется трутневым личинкам, в частности гомогенной биомассе. Установлено, что она обладает биологически активным действием и имеет сходные с маточным молочком физиологические свойства [1–3; 7].

Таким образом, для формирования устойчивости пищевых систем и решения современных вызовов и угроз необходима разработка нестандартных пищевых технологий с использованием нетрадиционного сырья личиночного происхождения, содержащего большое количество белка.

На сегодняшний день научная идея использования высокоэффективных продуктов личиночного происхождения в производстве продуктов питания не сформирована. В Российской Федерации они не используются в промышленных масштабах, хотя весь мир рассматривает личинки как альтернативный источник белоксодержа-

щего сырья. Поэтому решение проблемы поиска альтернативных ингредиентов натуральным пищевым продуктам является весьма целесообразным и своевременным.

Обзор литературы

Предположения о высоких функциональных свойствах личинок высказывали еще в конце прошлого века румынские ученые Н. Илиешу и Д. Космач [1; 2], которые доказали терапевтические свойства трутневых личинок при лечении гастроэнтерологических заболеваний. Однако в качестве лечебной формы они предлагали использовать гомогенную биомассу из личинок. Наши экспериментальные исследования доказали, что биомасса (паста) неустойчива при хранении. Эффективнее применять порошок, так как он долго хранится в нормальных условиях и удобен в промышленном производстве. Полученный результат имеет важное значение для разработки новой апитехнологии.

Некоторые исследователи высказывали предположения об использовании всех видов личинок пчелиной семьи в пищу [3]. Данный вопрос исследовался нами экспериментально. В ходе исследования было достоверно установлено, что эффективнее использовать трутневые личинки, а не маточные и рабочих пчел. Это связано прежде всего с тем, что другие виды личинок получают в небольших объемах (маточные) и их отбор повлияет на развитие, продуктивность и рост пчелиной семьи (рабочих пчел).

Методология

Методологическую основу исследования составили научные положения, содержащиеся в исследованиях зарубежных и отечественных авторов относительно поиска перспективных сырьевых продовольственных источников, которые способны заменить традиционные и при этом не утратить качественный и количественный потенциал. При этом были использованы следующие методы: физикохимические, микробиологические, органолептические, в том числе спектроскопический

метод исследований по поглощению бета-каротина в этаноле, хроматографические, флуоресцентные, статистические и др. При формировании опытных и контрольных групп пчелиных семей, участвующих в выращивании личинок, применялись также методы моделирования, эксперимента, аналогов.

При проведении исследований использовали трутневые личинки в возрасте от семи до девяти дней, выращенные в пчелиных семьях-аналогах [3].

Результаты

По данным литературных источников, личинки медоносных пчел в течение очень короткого онтогенеза (5–6 дней) накапливают достаточно сбалансированный запас питательных веществ, что позволяет им формировать из яиц имаго. В результате получается природный комплекс веществ растительного и животного происхождения – апипродукт с уникальными питательными и иммуномодулирующими свойствами, которые можно считать важнейшим компонентом апиарветрофии – нового направления функционального питания [4].

Личинки трутней обладают терапевтическими и профилактическими свойствами, особенно антиоксидантными, иммуномодулирующими и противоопухолевыми свойствами. Это связано с тем, что они содержат ненасыщенные вещества, такие как деценовая кислота и сульфгидрильные соединения, которые включают активные формы кислорода и свободные радикалы, образуя нерастворимый комплекс с ионами тяжелых металлов. Этот нетрадиционный продукт был признан в народной медицине более эффективным, чем синтетические препараты [6].

Из личинок трутней был получен порошок «Билар», который, как показали клинические исследования, оказывает лечебное действие. Его рекомендуется использовать для профилактики дистонии и других заболеваний, связанных с нарушением обмена веществ, анемией, авитаминозом, нарушением церебрального крово-

снабжения. «Билар» повышает сопротивляемость организма опасным инфекциям благодаря наличию витаминов, макро- и микроэлементов, а также других важных биологически активных комплексов, улучшает аппетит и стабилизирует обменные процессы. Было доказано, что присутствие желчных кислот, мужских и женских половых гормонов способствует лучшей работе пищеварительной системы, лечению полового бесплодия у женщин и мужчин, особенно в период полового созревания, нормализации уровня гормонов, ликвидации побочных эффектов менопаузы. В период переутомления и восстановления пациента рекомендуется принимать «Билар» для улучшения зрения, возобновления памяти, умственной и физической работоспособности, омолаживания организма [6].

Для того чтобы научно продемонстрировать новую апитехнология с использованием продуктов пчеловодства, полученных из личинок трутней, необходимо установить их оптимальный возраст. С этой целью мы изучили онтогенез трутневых личинок медоносных пчел. Трехдневная стадия эмбриогенеза заменяет развитие отдельных пчел и выход личинок из яйца. Онтогенез развития трутневых личинок длится от семи до девяти дней, маток – пять дней, рабочих пчел – от четырех до семи дней. В первые семь дней развития масса трутневых личинок очень быстро растет и достигает максимума к моменту запечатывания клеток. В первые три дня жизни все виды личинок, в том числе трутневых, накапливают большое количество белка и небольшое количество жира. Постепенно массовая доля жира увеличивается за счет глюкозы. Личиночная стадия длится семь дней. Сравнительный анализ масс семидневных личинок рабочих пчел и личинок трутней показал, что последняя была более чем в два раза выше – 359 и 140 мг соответственно. Это очень важный факт при организации промышленного производства.

Для получения однородной биомассы (пасты) использовали 7–9-дневные личин-

ки трутней. Пасту хранили при температуре -2°C . Поскольку паста содержит много воды и является скоропортящимся продуктом, ее проще использовать в виде порошка. Для этого ее лиофилизировали и сушили в вакууме на установке СУ-5 с получением порошка с массовой долей сухого вещества 95%. Порошок хранился без изменения качества 1 год при температуре 5°C без использования света и окислителей.

В ходе эксперимента было проведено сравнительное исследование лиофилизированной пасты и порошка по основным качественным показателям. Спектроскопические методы исследования позволяют оценить безопасность биоактивных веществ в сухих порошках по абсорбции бета-каротина в этаноле. Сублимационная вакуумная сушка позволяет сохранить 98,8–99,5% биологически активных веществ (бета-каротина, альфа-токоферола) и биополимеров (белков, липидов, сахара).

Далее были проведены экспериментальные исследования физико-химических свойств порошка «Билар» из личинок трутней, установленного состава белков и жиров по отношению к аминокислотному составу, наличия витаминно-минеральных выделений, биологического комплекса ценных веществ.

Для питания человека очень важны 20 аминокислот, участвующих в формировании белка, из них 5 обменных, 6 условно обменных и 9 необменных, которые попадают в организм человека только с пищей. Причем наиболее дефицитно-лимитирующими в суточном рационе являются такие незаменимые аминокислоты, как лизин, триптофан, валин. Так, лизин участвует в производстве антител и необходим при борьбе с ковидом и стабилизации иммунной системы. Триптофан – это единственная аминокислота, участвующая в образовании ксантуреновой кислоты. Она снижает содержание жиров в крови, образующих холестерин. Для синтеза триптофана нужно большое количество пиридоксина, который также содержится в порошке и дополняет синтез. Валин применяется для

коррекции выраженной аминокислотной недостаточности, вызываемой чрезмерным употреблением лекарственных средств, что также актуально при терапии в период пандемии.

Для поддержания здоровья необходимы жирные кислоты, особенно полиненасыщенные, которые не вырабатываются организмом, получившие название эссенциальных высших жирных кислот. Они выполняют особую роль в период пандемии, так как входят в состав мембран клеток, обеспечивая их защиту.

Современные продовольственные технологии изменяют химический состав жирных кислот в маслах и жирах в опасную трансконфигурацию, обуславливая рост дефицита полезных кислот. Наиболее оптимальное соотношение рационального и сбалансированного питания по составу жирных кислот в жирах – 10% полиненасыщенных, 30% насыщенных и 60% мононенасыщенных жиров. В «Биларе» данные соотношения скорректированы самой природой. Полученные результаты были использованы при написании, разработке и регистрации ТУ 9882-001-30327738-2013 «Порошки из открытого пчелиного расплода «Билар» [8].

Очень важно довести научную разработку до потребителя в удобной для промышленного производства форме с продолжительным сроком хранения. Исследование различных консервантов позволило пролонгировать сроки хранения порошка. В нативном виде он хранится три месяца при температуре 14°C . Применение прополиса в количестве, разрешенном Минздравом России для консервирования, позволило продлить срок годности апипродукта до одного года при температуре хранения от 0 до 5°C . Качество контролировали по накоплению перекисей и гидроперекисей и свободных жирных кислот. Все эти показатели оставались в допустимых пределах.

Проанализируем полученные в экспериментальных исследованиях результаты. Большинство технологов, работающих в

пищевой промышленности, утверждают, что потенциальных запасов пищи растущему населению не хватит к концу тысячелетия, что приведет к нестабильности продовольственной системы. При изучении вопросов формирования устойчивости продовольственной системы наше внимание привлекли исследования и практические наработки использования в качестве альтернативы насекомых.

Рассмотренные выше результаты проведенного нами экспериментального исследования согласуются с ранее опубликованными результатами А. И. Черкасовой [3] об использовании насекомых во многих мировых кухнях азиатских, африканских и североамериканских стран. Эти страны выращивают насекомых в промышленных масштабах, используя органические отходы для производства белковой биомассы. Данное направление получило народное название «протеин из насекомых». Увеличение его производства – одна из основных тенденций на мировом рынке FoodTech в последние годы. Согласно исследованию состояния и тенденций мирового рынка FoodTech, проведенного группой компаний

EFKO, Moscow Execution и J'son & Partners Consulting, к 2025 г. такой рынок протеина вырастет в среднем на 37,5% [9; 10].

Анализ эмпирических результатов исследования показал, что использовать в качестве протеинового сырья целесообразнее не насекомых имаго, а трупневые личинки, которые питаются биологически активным личиночным кормом – смесью меда, маточного молочка, цветочной пыльцы и пчелиного компонента.

Заключение

В соответствии с поставленной целью исследования по научному обоснованию новой апитехнологии с использованием продуктов пчеловодства доказано, что личинки трупни являются источником белка, биологически активных веществ, естественно сбалансированного состава биологически активных соединений. Они легко усваиваются организмом. Полученные результаты с научной точки зрения позволяют использовать сырье для производства апипродуктов в качестве альтернативного сырья, содержащего белок, в пищевой промышленности.

Список литературы

1. Илиешу Н. В. Апиларнил – румынский пчеловодный продукт личиночного происхождения // XXXIX Международный конгресс пчеловодов. – Бухарест : Апимондия, 1983. – С. 398.
2. Илиешу Н. В., Кравченко М. Применение драже апиларнил и апиларнилпроп в качестве натуральных тонических и трофических продуктов пчеловодства в терапевтических витализирующих целях // XXXIX Международный конгресс пчеловодов. – Бухарест : Апимондия, 1983. – С. 395–398.
3. Космач Д., Илиешу Н. В., Молдован О. Эффективность апиларнила в лечении неврозов // XXXIX Международный конгресс пчеловодов. – Бухарест : Апимондия, 1983. – С. 406.
4. Прохода И. А. Апиларвепродукты – нетрадиционные продукты пчеловодства личиночного происхождения с иммуномодулирующими свойствами // Аграрная Россия. – 2009. – № 5. – С. 37–39.
5. Рынок меняет альтернативные продукты. – URL: <http://www.view-source:https://finance.rambler.ru/realty/44243913-rynok-izmenyat-alternativnye-produkty/> (дата обращения: 28.02.2022).
6. Цапенко Ю. П., Бойко Н. Г., Гречка Г. Н., Носик Н. И., Краевская А. А. Эффективность применения продукта пчеловодства в комплексном лечении больных с впервые диагностированным туберкулезом легких // Вісник Української медичної стоматологічної академії. – 2011. – Вип. 4 (36). – Т. 1. – Ч. 1. – С. 88–90.

7. Черкасова А. И., Гречка А. Н. Гомогенат трутневых личинок – биологический стимулятор // Материалы Международной научной конференции «Пчеловодство – XXI век». 4–5 сентября 2000. – М., 2000. – С. 76–77.

8. Prokhoda I. A., Eliseeva E. V., Katunina N. P Quality Management of the Apiprodukt from the Drone Larvae // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – IOP Publishing Ltd, 2019.

9. Prokhoda I. A., Eliseeva E. V., Polesskaya O. P Management of the Life Cycle of the Innovation Apiprodukt from Drone Larvae and its Introductions in the Food Industry // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – IOP Publishing Ltd, 2019.

10. Prokhoda I. A., Stratienko E. N., Katunina N. P., Kukhareva O. V., Tseeva F. N. Creating Functional Foodstuffs from High-Technological Larval Raw Materials // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – IOP Publishing Ltd, 2019.

References

1. Ilieshiu N. V. Apilarnil – rumynskiy pchelovodnyy produkt lichinochnogo proiskhozhdeniya [Apilarnil is Rumanian Api-Culture Product of Larva Origin]. XXXIX Mezhdunarodnyy kongress pchelovodov [The 39th International Congress of Bee-Keepers]. Bukharest, Apimondiya, 1983, p. 398. (In Russ.).

2. Ilieshiu N. V., Kravchenko M. Primenenie dragee apilarnil i apilarnilprop v kachestve naturalnykh tonicheskikh i troficheskikh produktov pchelovodstva v terapevticheskikh vitaliziruyushchikh tselyakh [Using Dragee Apilarnil and Apilarnilprop as Natural Tonic and Trophic Products of Bee-Keeping in Therapeutic Vitalizing Purposes]. XXXIX Mezhdunarodnyy kongress pchelovodov [The 39th International Congress of Bee-Keepers], Bukharest, Apimondiya, 1983, pp. 395–398. (In Russ.).

3. Kosmach D., Ilieshiu N. V., Moldovan O. Effektivnost apilarnila v lechenii nevrozov [Apilarnil Effectiveness in Treating Neurosis]. XXXIX Mezhdunarodnyy kongress pchelovodov [The 39th International Congress of Bee-Keepers.], Bukharest, Apimondiya, 1983, p. 406. (In Russ.).

4. Prokhoda I. A. Apilarveprodukty – netraditsionnye produkty pchelovodstva lichinochnogo proiskhozhdeniya s immunomoduliruyushchimi svoystvami [Apilarveproducts – Non-Traditional Product of Bee-Keeping of Larva Origin with Immune-Modulating Properties]. Agrarnaya Rossiya [Agrarian Russia], 2009, No. 5, pp. 37–39. (In Russ.).

5. Rynok menyaet alternativnye produkty [Market Is Changing Alternative Products]. (In Russ.). Available at: <http://www.view-source:https://finance.rambler.ru/realty/44243913-rynok-izmenyat-alternativnye-produkty/> (accessed 28.02.2022).

6. Tsapenko Yu. P., Boyko N. G., Grechka G. N., Nosik N. I., Kraevskaya A. A. Effektivnost primeneniya produkta pchelovodstva v kompleksnom lechenii bolnykh s vperveye diagnostirovannym tuberkulezom legkikh [Effectiveness of Using Api-Culture Product in Complex Treatment of Patients with First Diagnosed TB]. Visnik Ukraïnskoï medichnoï stomatologichnoï akademii, 2011, Issue 4 (36), Vol. 1, Part 1, pp. 88–90. (In Russ.).

7. Cherkasova A. I., Grechka A. N. Gomogenat trutnevykh lichinok – biologicheskiy stimulyator [Gomogenat of Drone Larvae as Biological Stimulator]. Materialy Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii «Pchelovodstvo – XXI vek». 4–5 sentyabrya 2000 [Materials of the International Conference ‘Bee-Keeping – the 21st Century’. 2000, September 4–5]. Moscow, 2000, pp. 76–77. (In Russ.).

8. Prokhoda I. A., Eliseeva E. V., Katunina N. P Quality Management of the Apiprodukt from the Drone Larvae. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing Ltd, 2019.

9. Prokhoda I. A., Eliseeva E. V., Poleskaya O. P. Management of the Life Cycle of the Innovation Apiprodacts from Drone Larvae and its Introductions in the Food Industry. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. IOP Publishing Ltd, 2019.

10. Prokhoda I. A., Stratienco E. N., Katunina N. P., Kukhareva O. V., Tseeva F. N. Creating Functional Foodstuffs from High-Technological Larval Raw Materials. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. IOP Publishing Ltd, 2019.

Сведения об авторах

Елена Николаевна Мясникова

кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры ресторанного бизнеса
РЭУ им. Г. В. Плеханова.
Адрес: ФГБОУ ВО «Российский экономический
университет имени Г. В. Плеханова»,
117997, Москва, Стремянный пер., д. 36.
E-mail: Myasnikova.EN@rea.ru

Ирина Анатольевна Прохода

доктор сельскохозяйственных наук,
доцент, профессор кафедры технологии
и управления на предприятиях
общественного питания, менеджмента
и торговли Брянского филиала
РЭУ им. Г. В. Плеханова.
Адрес: Брянский филиал ФГБОУ ВО
«Российский экономический университет
имени Г. В. Плеханова», 241050,
Брянск, ул. Бежицкая, д. 8.
E-mail: proxoda@yandex.ru

Роман Витальевич Синицын

кандидат экономических наук,
доцент кафедры технологии и управления
на предприятиях общественного питания,
менеджмента и торговли
Брянского филиала РЭУ им. Г. В. Плеханова.
Адрес: Брянский филиал ФГБОУ ВО
«Российский экономический университет
имени Г. В. Плеханова», 241050,
Брянск, ул. Бежицкая, д. 8.
E-mail: rsinicyn@yandex.ru

Валентина Владимировна Фещенко

кандидат педагогических наук, доцент,
доцент кафедры технологии и управления
на предприятиях общественного питания,
менеджмента и торговли
Брянского филиала РЭУ им. Г. В. Плеханова.
Адрес: Брянский филиал ФГБОУ ВО
«Российский экономический университет
имени Г. В. Плеханова», 241050,
Брянск, ул. Бежицкая, д. 8.
E-mail: fetschenko-val@mail.ru

Information about the authors

Elena N. Myasnikova

PhD, Assistant Professor,
Assistant Professor of the Department
for Restaurant Business of the PRUE.
Address: Plekhanov Russian University
of Economics, 36 Stremyanny Lane,
Moscow, 117997, Russian Federation.
E-mail: Myasnikova.EN@rea.ru

Irina A. Prokhoda

Doctor of Agricultural Sciences,
Associate Professor,
Professor of the Department for Technology
and Management at Public Catering,
Management and Trade Enterprises
of the Bryansk branch of the PRUE.
Address: Bryansk branch of the Plekhanov
Russian University of Economics,
8 Bezhitskaya Str., Bryansk, 241050,
Russian Federation.
E-mail: proxoda@yandex.ru

Roman V. Sinitsyn

PhD, Associate Professor
of the Department for Technology
and Management at Public Catering,
Management and Trade Enterprises
of the Bryansk branch of the PRUE.
Address: Bryansk branch of the Plekhanov
Russian University of Economics,
8 Bezhitskaya Str., Bryansk, 241050,
Russian Federation.
E-mail: rsinicyn@yandex.ru

Valentina V. Feshchenko

PhD, Associate Professor, Associate Professor
of the Department for Technology
and Management at Public Catering,
Management and Trade Enterprises
of the Bryansk branch of the PRUE.
Address: Bryansk branch of the Plekhanov
Russian University of Economics,
8 Bezhitskaya Str., Bryansk, 241050,
Russian Federation.
E-mail: fetschenko-val@mail.ru