

**ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛИЧИНКИ ЧЕРНОЙ
ЛЬВИНКИ В НАРОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ РБ**

**Евсеев Евгений Борисович, к.с.х.н., доцент кафедры ландшафтного проектирования,
Лихота Владислав Юрьевич, ассистент кафедры технологий аквакультуры
Полесский государственный университет**

В статье рассмотрен зарубежный опыт использования промышленно-лабораторного размножения мухи Черной Львинки и выявлены перспективные направления использования данного вида в народном хозяйстве Республики Беларусь.

***Ключевые слова:** Черная Львинка, зоогумус, продовольственная безопасность страны, липидный концентрат, альтернативный источник кормового белка.*

Основной целью государственной политики является продовольственная безопасность страны, которая направлена на повышение обеспеченности качественным продовольствием и его доступности для полноценного питания и здорового образа жизни населения путем развития конкурентоспособного аграрного производства и создания условий для потребления продуктов питания на рациональном уровне.

На данном этапе постоянно ведутся поиски новых источников питательных элементов, как для сельскохозяйственных животных, так и для самого человека, которые позволят повысить эффективность производства и снизить себестоимость продукции.

Продовольственная независимость государства оценивается по десяти группам продуктов (зерно, молоко, мясо, сахар, масло растительное, картофель, овощи, фрукты и ягоды, яйца, рыба) и следующим уровням:

оптимистический – достаточный для обеспечения потребности внутреннего рынка (в энергетической оценке 3500 килокалорий на одного человека в сутки) за счет собственного производства

на 80–85 процентов, и импорта на 15–20 процентов (при этом экспорт продукции может быть неограниченным);

недостаточный – уровень производства, который обеспечивает потребность внутреннего рынка более чем на 60 процентов, но менее чем на 80 процентов;

критический – уровень производства, ниже которого наступает ослабление экономической безопасности. При этом потребление продуктов питания может снизиться до 2300–2800 килокалорий на одного человека в сутки (уровень простого воспроизводства народонаселения).

Решить основные проблемы по обеспечению продовольственной безопасности помогут прогрессивные биотехнологии. Биотехнологии в последнее время приобретают большие масштабы, изучающие возможности использования живых организмов, систем или продуктов их жизнедеятельности для решения технологических задач.

Таблица 1. – Параметры собственного производства сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия до 2030 года, тыс. тонн

Наименование продукции	2015 год	2020 год	2030 год	Уровни продовольственной безопасности	
				Критический	Оптимистический
Зерно	8 657	10 000	11 500	6 000	9 000
Картофель	5 995	5 628	6 000	5 100	6 000
Овощи	1 686	1 605	1 900	1 100	1 700
Фрукты и ягоды	553	550	580	700	1 100
Масло растительное	260	300	350	130	220
Сахар	491	631	631	310	640
Мясо (убойный вес)	1 149	1 300	1 517	900	1 500
Молоко	7 047	9 200	10 500	4 500	7 500
Рыба	18	28	33	28	33
Яйца, млн. шт.	3 746	3 914	4 200	2 000	2 900

Источник: Доктрина национальной продовольственной безопасности Республики Беларусь до 2030 года [1]

В качестве объекта исследования выступает американский вид мухи – Черная львинка (*Hermetia illucens*). Данный вид обитает в странах с теплым климатом, однако в последнее время активно обсуждается вопрос разведения мухи в регионах с умеренными климатическими условиями. В отличие от Америки и стран Западной Европы в Республике Беларусь данный вопрос практически не изучен. Анализ литературных источников позволил определить оптимальные условия для роста, развития и размножения вида, и апробировать технологию в искусственно созданных лабораторных условиях Полесского государственного университета.

Широкую популярность насекомое получило за счет высокоэффективной биоконверсии различных твердых органических отходов, а также высокой питательности личинок с возможностью использования в кормлении сельскохозяйственных животных и аква-культуры. Однако это далеко не весь спектр сфер использования мухи.

Личинка мухи отличается способностью к поглощению практически любых биоотходов. В результате в организме накапливается комплекс веществ, процентное содержание которых зависит от качественного содержания питания. В личинке содержится около 38 % аминокислот, которые оказывают благоприятное воздействие на рост и развитие сельскохозяйственных животных и птиц и подтверждают возможность использования сухих личинок в виде кормовой добавки.

Черная львинка – муха, вызывающая большой научный и практический интерес. Искусственное создание необходимых условий для жизни вида при изучении и адаптации насекомого в условиях с умеренным климатом, а также разработка технологий по развитию и размножению насекомого в лабораторных и промышленных условиях обеспечат разведение мухи в регионе Припятского Полесья и позволит содействовать развитию ряда направлений государственной программы «Аграрный бизнес» на 2021–2025 годы:

– подпрограмма 1 «Развитие растениеводства, переработки и реализация продукции растениеводства»:

сохранение и повышение почвенного плодородия и рациональное использование сельскохозяйственных земель;

– подпрограмма 3 «Развитие животноводства, переработки и реализация продукции животноводства»:

развитие производства органической продукции и снижение негативного воздействия химических препаратов, гормонов роста, антибиотиков на окружающую среду и здоровье людей;

повышение уровня защиты страны в плане биологической безопасности сельскохозяйственных животных, обеспечение безопасности продуктов питания.

– подпрограмма 5 «Развитие рыбохозяйственной деятельности»:

обеспечение рыбоводных организаций комбикормами под полную потребность.

Разработка нетрадиционных способов получения кормового белка с использованием личинок насекомых, утилизирующих органические отходы животноводства, представляется весьма перспективным направлением решения данной проблемы. Исследования показывают, что с этой целью наиболее приемлемы синантропные виды мух (Колтыпин Ю.А., 1983; Mustapha A.K. 2000; Adeniji A. 2007; Adesulu E.A., Charlton A.J. et al., 2015).

Технология основана на свойстве личинок двукрылого насекомого Черная Лявinka перерабатывать абсолютно любую органику. Это свойство дает возможность максимально эффективно использовать пищевую продукцию, возвращая в цепочку питания сельскохозяйственных животных и птиц необходимый кормовой белок, полученный из биомассы личинок.

Освоение и использование данной технологии является одной из новейших инноваций в агропромышленной сфере. Эксперты прогнозируют взрывной рост ее развития в ближайшем будущем, т. к. она экологически безопасным способом решает сразу две глобальные проблемы: дефицита кормового белка и утилизации органических отходов.

Основное преимущество данной технологии – ее безопасность для окружающей среды и человека. Исследованием Черной Лявinky занимается Институт проблем экологии и эволюции имени Российской Академии Наук (ИПЭЭ РАН). Результаты подтвердили, что данный вид насекомых не является переносчиком инфекций. Кроме того, он не способен к выживанию в отсутствии необходимых условий, при попадании во внешнюю среду происходит гибель насекомого. Условия производства исключают попадание в окружающую среду опасных, вредных веществ, как в составе вентиляционных выбросов, так и в составе сточных вод.

В России технология биопереработки на данный момент широко не распространена (ООО «НордТехСад», ООО «Энтопротэк»; ГК «Зоопротеин»), однако, за рубежом есть ряд крупных успешных проектов, такие как Protix (Нидерланды), AgriProtein (ЮАР), Ynsect (Франция), которые продолжают развиваться, что может служить для нас отличным примером использования возможностей природы.

Около 15% ежедневного потребления энергии должно покрываться белком, чтобы строить и восстанавливать клетки организма. Сельское хозяйство производит около 525 млн. тонн растительного белка в год, которое содержится в злаковых и бобовых культурах. Тем не менее, лишь 25% белков используются для производства продуктов питания для человека, 15% составляют различного рода потери, и 60% предназначены для использования в качестве кормов для сельскохозяйственных животных. Кроме того, с прогнозируемым ростом населения земного шара до 9 млрд. к 2050 году производство белка необходимо удвоить.

Уже в настоящее время животноводство и птицеводство многих стран испытывают дефицит кормового белка. Рост численности и благосостояния человечества, несомненно, приведёт к увеличению на 70 % потребления мяса и рыбы по сравнению с нынешним уровнем. Рост численности поголовья сельскохозяйственных животных будет ограничиваться дефицитом белковых компонентов кормов.

В настоящее время основными источниками кормового белка являются бобовые культуры, мясокостная и рыбная мука. Традиционные методы ведения сельского хозяйства и ресурсы не в состоянии обеспечить необходимые объемы кормового белка. Самым оптимальным белковым кормовым продуктом является рыбная мука, однако, увеличение её производства ограничено истощением биоресурсов мирового океана. Использование рыбной муки является важным компонентом

корма птиц, свиней и рыб, а её стоимость неуклонно растёт из года в год. Поэтому актуальным вопросом на сегодняшний день является поиск альтернативных источников белка. Наиболее вероятными альтернативными источниками кормового протеина, на сегодняшний день считаются насекомые, выращенные на органических остатках они могут восстанавливать до 70% питательных веществ, тем самым возвращая эти не использованные потоки обратно в производственную цепочку. Наиболее целесообразное использование кормового протеина в кормлении рыб, телят, птицы, свиней и других животных [2, с. 147–149].

Немаловажной целью является переработка отходов жизнедеятельности, как животных, так и самого человека. В исследованиях по влиянию исходного сырья на развитие личинок и эффективность процесса обработки отходов черной львиной мухой, проведенных К. Лаландер и др. было проанализировано 11 видов субстратов в качестве питательных рационов для личинки. В качестве субстратов использовались следующие виды кормов: корм для птицы; корм для собак; пищевые отходы; фрукты и овощи; отходы скотобоен; отходы скотобоен +фрукты и овощи. отходы; птичий помет; человеческие фекалии; обезвоженный шлам первичных сточных вод; осадок сточных вод (активный ил); обезвоженный, анаэробно сброженный осадок сточных вод.

Основными результатами исследования явились следующие выводы. Основные свойства субстрата, влияющие на компостирование личинками, являются нормы кормления и содержание белка в субстрате.

Личинки Черной Львинки эффективно выращивались на многих субстратах отходов, включая пищевые отходы, человеческие фекалии и отходы скотобоен. Однако личинки не особенно хорошо росли на различных осадках сточных вод, так как содержание в них азотистых соединений было слишком низким. Рост личинок на фруктово-овощных отходах был более медленным, а коэффициент конверсии биомассы довольно низким по сравнению с другими субстратами, но предкуколочки вырастали большими.

Аминокислотный профиль предкуколок сильно не различался, наблюдались лишь небольшие вариации аминокислотного профиля у предкуколок, выращенных на разных субстратах. Содержание белка в личиночной биомассе варьировало незначительно (39–44%), в то время как конечная масса личинок сильно различалась. Личинки Черной Львинки устойчивы и могут питаться различными субстратами при условии, что содержание азотистых соединений и белка достаточно велико для поддержки развития личинок. Отходы скотобоен, пищевые отходы, человеческие фекалии и смесь отходов скотобоен – фрукты и овощи являются наиболее подходящими субстратами для компостирования личинками, в то время как чистые фруктовые и овощные отходы и различные осадки сточных вод менее пригодны.

Продовольственная безопасность может быть обеспечена путем увеличения урожайности сельскохозяйственных культур, но это невозможно без качественного улучшения плодородия земель и определения биологического потенциала растений. В этом плане инновационным способом решения выступает продукт жизнедеятельности личинок Черной Львинки – Зоогумус.

В работе Пендюрин Е.А. и др., проанализирована перспектива использования зоокомпоста (зоогумуса) культивирования личинок Черной Львинки при выращивании огурцов. Исследования показали, что зоогумус выступает в роли эффективного средства повышения плодородия почв, урожайности и выживаемости. Оптимальная доза внесения соответствовала 2 т/га. Зоогумус был получен из отходов пищевых продуктов, а также просроченных пищевых отходов торговых сетей. Содержание питательных веществ соответствовало параметрам, приведенным в таблице 2.[3, с. 106-110]

Таблица 2. – Качественные характеристики зоогумуса

Качественные характеристики зоогумуса										
NO ₃ ⁻ , мг/кг	NO ₂ ⁻ , мг/кг	NH ₄ ⁺ , мг/кг	N _{общ} , мг/кг	C _{орг} , %	Гумус, %	P ₂ O ₅ , мг/100г	K ₂ O, мг/100г	Fe ₂ O ₃ , мг/100г	Ph _{H2O}	Ph _{Kcl}
656,2	2,66	5170	6871	17,2	29,6	220,3	907	26	8,02	7,92

В исследованиях Удалова Ж.В. и др., приведены данные по влиянию внесения органического субстрата в почву. В опытном варианте наблюдалось снижение количества опасных видов нема-

тод и стремительное увеличение сапробиотических, крайне необходимых организмов в процессе почвообразования. Данные эксперимента подтверждают тот факт, что внесение органического субстрата ведет к увеличению плотности популяции сапрозойных нематод, которые в свою очередь вытесняют фитогельминтов. Внесение зоокомпоста в предложенном количестве не только не угнетало развития злаковых растений газонной смеси, но и позволило создать более плотный травостой. Так сырой вес надземной части растений при внесении зоокомпоста превосходил контрольные растения на 29%. Что позволяет рассматривать полученный с помощью личинок зоогу- мус в качестве концентрированного удобрения, в состав которого входят необходимые для растений питательные вещества и ферменты.

По исследованиям российского предприятия Ворми ферма, произведенный ими зоогу- мус, имеет много преимуществ. Основные питательные вещества находятся в нем в виде различных соединений с гуминовыми кислотами. Зоогу- мус содержит в себе все необходимые макро- и микроэле- менты, а также биогенный кальций. При переработке ила личинками мух уничтожается патоген- ная микрофлора. семена сорняков теряют всхожесть, а сам Зоогу- мус обогащается полезной для почвы и растений сапрофитной микрофлорой. Зоогу- мус оздоравливает почву, так как содержит полезные микроорганизмы, которые активизируют деятельность почвенного микробиоценоза, обеззараживает грунт, вытесняя патогенную микрофлору, отпугивает многих вредителей и защи- щает растения от поражений. Зоогу- мус улучшает структуру почвы: делает грунт воздухо- и влаго- пронцаемым, рыхлым. Повышает плодородие почвы, насыщает макро- и микроэлементами. При внесении зоогу- муса повышается всхожесть семян, стимулируется плодоношение.

Зоогу- мус применяется как органическое удобрение под все виды сельскохозяйственных куль- тур, в лесоводстве и цветоводстве, а также для ремедиации загрязненных почв. Он не токсичен, свободен от каких-либо вредных примесей. Его использование в растениеводстве позволит полу- чать экологически чистую сельскохозяйственную продукцию, пригодную для производства про- дуктов детского питания.

Внесение зоогу- муса в количестве 100 г на 1 м² позволяет практически полностью обезвредить почву от таких тяжелых металлов, как барий, стронций и цезий, благодаря хелатообразующим свойствам зоогу- муса.

Из анализа автореферата диссертационных исследований Хайровой А. Ш. были выявлены сле- дующие результаты:

- Была разработана технология получения хитина, хитозана и их меланиновых комплексов, а также определены структуры и подтверждена чистота биополимеров на разных стадиях развития насекомого Черная львинка.

- Путем лабораторных опытов было установлено, что чувствительность коллоидного раствора хитина из личинок львинки при использовании его в качестве субстрата для хитинолитических ферментов превышает аналогичные образцы из ракообразных в 2-13 раз.

- В итоге апробации технологии были получены хитозаны с заданными молекулярными масса- ми с помощью рекомбинантных штаммов продуцентов хитинолитических ферментов.

- Лабораторно установлена высокая противогрибная активность низкомолекулярного хитозана из черной львинки, превышающая аналогичную активность хитозана, получаемого из панцирей ракообразных.

- Исследованиями доказана уникальность сырья подмора *H. illucens* для получения ковалентно связанных хитин- и хитозан-меланиновых комплексов в промышленных масштабах.

- Лабораторно выявлена эффективность хитин-меланинового комплекса при сорбции радио- нуклидов (²³³U и ⁹⁰Sr), а также усиленные фотопротекторные и антиоксидантные свойства хито- зан-меланинового комплекса.

- В лабораторных исследованиях выявлена совместимость хитозан-меланинового комплекса с рецептурами солнцезащитных и антивозрастных кремов, что делает возможность включения хито- зан-меланинового комплекса в соответствующие рецептуры. (Источник Автореферат Хайровой А. Ш.)

Российский производитель Фарм Ворм разработал два способа получения липидного концентрата, в нашем исследовании мы рассмотрели один из них:

Личинки перемальваются в фарш, отделяется шкурка, которая идет на производство хитозана, оставшаяся масса делится на протеин и жиры при помощи растворителей и химических реагентов.

Протеиновая масса подвергается сушке. После СВЧ-сушки, когда у личинок уменьшилась влажность, их пропускают через шнековый маслопресс с подогревом. Отжатые личинки прогоняют через сито. После отжима жир отстаивается, внешне он похож на масло или мёд, имеет легкий запах орехов. Жир легко тает при температуре 35°C, что делает его привлекательным для использования в косметологии после процедур рафинирования и дезодорирования. После отжима жир разделяется на светлый и темный. В темном содержится огромное количество хитина. При нагреве на водяной бане темный жир оседает, светлый жир остается сверху. Жир личинок черных львинок можно использовать для изготовления: корма для животных; глицерина; мыла; косметики.

Содержание, размножение мух черных львинок (Black Solder Fly) и выращивание личинок – производство не очень затратное и даже выгодное в плане переработки органических отходов. Но переработка самих личинок – процесс более сложный, несущий определенные риски, и более дорогостоящий процесс. Именно поэтому получаемые, протеиновый концентрат и жир имеют высокую себестоимость.

Если учесть, что в питании животным требуются и жиры, и белки, ученые предлагают не делить личинку на липиды и протеины. Однако, без деления не обойтись, если рассматривать черных львинок не только как корм, но и как уникальные составляющие для спортивного питания, для производства косметики, для производства лекарств. Хитозан-меланиновый комплекс связывает никотин, сложные токсины и ионы тяжелых металлов и выводит из организма.

Анализируя биохимический состав личинок, ученые и экспериментаторы находят новое применение черной львинки для здоровья человека. Настой из мухи черной львинки и настой из протеиновой муки на водке используется для профилактики раковых заболеваний и вирусных патологий. Также настой восстанавливает суставы, что актуально для спортсменов и марафонцев. На 10% снижается риск развития атеросклероза, болезни Альцгеймера. При применении настоя из черной львинки нормализуется толщина стенок кровеносных сосудов, снижается риск инсульта.

По итогам проведенного анализа, можно сделать следующие выводы.

Проблема постоянно растущего мирового рынка свидетельствуют о том, что в долгосрочной перспективе дефицит продовольственных ресурсов сохранится, конъюнктура рынка останется нестабильной, а торговля продолжит развиваться под влиянием не только естественной конкуренции, но и политических факторов. Санкционное давление для нашей страны должно способствовать развитию импортозамещающих производств на основе прорывных инновационных технологий.

В связи с этим Беларуси важно сохранить высокий уровень самообеспечения, усилив мониторинг факторов и потенциальных угроз своей продовольственной безопасности по всей цепочке движения продовольствия, своевременно упреждая их негативное влияние и поддерживая гарантированный уровень экономической и физической доступности продуктов питания для всех категорий населения на всей территории.

В результате исследования были изучены основные направления использования личинки Черной Львинки. Применение исследуемой технологии позволит повысить эффективность сбора, хранения и переработки органических отходов, а также создать промышленное производство для внедрения продуктов на основе личинки Черной Львинки в такие сектора экономики, как рыбководство, свиноводство, птицеводство, растениеводство, косметология, медицина и др.

Список использованных источников

1. Доктрина национальной продовольственной безопасности Республики Беларусь до 2030 года.
2. Ушакова Н. А., Некрасов Р. В. Перспективы использования насекомых в кормлении сельскохозяйственных животных. Биотехнология: состояние и перспективы развития // Материалы VIII Московского международного конгресса / ЗАО «Экспо-биохим-технологии», РХТУ им. Д. И. Менделеева. Москва, 17–20 марта 2015 г. М., 2015. С. 147–149.
3. Pendyurin E.A., Rybina S.Yu., Smolenskaya L.M. Ispolzovaniya zookomposta Chernoy Ivinki v kachestve organicheskogo udobreniya // Agrarnaya nauka. 2020. №7-8. S. 106-110.