

ЭНТОМОИНДУСТРИЯ ЧЕРНОЙ ЛЬВИНКИ

А. Б. Артахов

Ростов-на-Дону, Россия

Инновации в производственном применении насекомых позволяют говорить о возникновении энтомоиндустрии, что может привести в дальнейшем к снижению относительной стоимости продуктов питания. В статье на основе биотехнологии с использованием мухи черной львинки (*Hermetia illucens*) делаются теоретические и прикладные экономические выводы. Личинки этой мухи, утилизируя (поедая) органические отходы, увеличиваются за несколько дней в сотни раз, становясь кормом для животных, источником для лекарств или даже пищевой добавкой, а их отходы – удобрением (зоогумусом). Происходит их превращение из средств труда в предмет труда при одновременном самовоспроизводстве и решении экологической проблемы, что создает добавленную ценность. В традиционном животноводстве быстрой трансформации не происходит, и животное выступает преимущественно предметом или средством труда. Коммерциализация технологии возможна посредством разработки модульного оборудования для каждого из девяти процессов, что позволяет приобретать его поэтапно в зависимости от потребности и ресурсов. Благодаря этому обеспечивается конкурентное преимущество для технологического предпринимательства, которое может быть трех видов: в узком смысле (разработка и продажа оборудования), в широком смысле (производство продукта на собственном оборудовании) и смешанное (производство и продажа как оборудования, так и конечного продукта, совместная деятельность разработчика и эксплуатанта оборудования). Автором построена синтетическая графическая бизнес-модель энтомотехнологического предпринимательства. Предложены логистические схемы переработки отходов: централизованная и децентрализованная. Определено, что для сельскохозяйственных отходов больше подходит децентрализованная схема, предполагающая их переработку в месте образования и экономии на перевозке. В России процесс коммерциализации биотехнологий с использованием *Hermetia illucens* идет с 2015 г., что подтверждается патентной активностью. Однако, несмотря на это, рынок развивается медленно.

Ключевые слова: инновации, энтомотехнология, *Hermetia illucens*, технологическое предпринимательство, экономика биотехнологий, переработка отходов, производство кормов.

ENTOMO-INDUSTRY OF HERMETIA ILLUCENS

Anton B. Artakhov

Rostov-on-Don, Russia

Innovation in production use of insects allows us to speak about entomo-industry, which could cause in the future a drop in the relative cost of food. On the basis of biotechnology by using the fly *Hermetia illucens* the article draws theoretical and applied economic conclusions. Larvae of this fly by eating organic wastes during a few days can grow in hundred times and become a feed for animals, a basis for medicine or even a nutritious supplement, while their waste can become a fertilizer (zoo-humus). From means of labour they turn into the subject of labour with self-reproduction and solution to ecological problem, which can create the added value. In traditional livestock breeding fast transformation does not take place and animal acts mainly as the subject or means of labour. Commercialization of the technology can be achieved through development of module equipment for each of 9 processes and this can make it possible to purchase it stage by stage, depending on the need and resources. Due to this fact competitive advantage for technological entrepreneurship can be provided that can take one of the following three types: in the narrow sense (developing and selling equipment), in the broad sense (manufacturing the product with own equipment) and mixed one (manufacturing and selling of the equipment and finished product, joint work of the developer and user of the equipment). The author designed a synthetic graphic business-model of entomo-technological entrepreneurship. Logical schemes of waste treatment were put forward: centralized and decentralized. It was found out that for agricultural waste the decentralized scheme is more appropriate, as it implies treatment at the place of shaping and economizing on transportation. In Russia the process of commercialization of biotechnologies with the use of *Hermetia illucens* started in 2015, which is proven by patent activity. However, the market develops rather slowly.

Keywords: innovation, ento-technology, *Hermetia illucens*, technological entrepreneurship, economy of biotechnologies, waste treatment, feed production.

Введение

Энтомоиндустрия – сектор агропромышленного комплекса по выращиванию насекомых для различных целей. Исторически традиционным являются пчеловодство, шелководство, в ряде стран – разведение съедобных насекомых, использование их в медицине и лишь недавно как одно из перспективных направлений биотехнологии – в пищевой промышленности. Так, по данным Федерального исследовательского центра питания, биотехнологии и безопасности пищи, для производства 1 кг белка из насекомого нужно в 500 раз меньше воды и в 12 раз меньше корма, чем для производства говяжьего белка [7].

Черная львинка (*Hermetia illucens*), или черный солдат (англоязычное название – Black Soldier Fly) – муха, личинки которой поедают органические продукты в большом количестве, увеличиваясь в размере за несколько дней в сотни раз. Она «отличается неприхотливостью, личинки ее всеядны, способны перерабатывать разнообразные растительные и пищевые отходы, фекалии, птичий помет, стоки свиноферм» [14. – С. 37]. Коэффициент конверсии равен 1 к 3–5 в зависимости от состава корма. В ходе экспериментов из 1 кг отходов капусты было получено 200 г личинок, которые в живом или засушенном виде могут быть использованы в качестве корма для животных.

Биотехнология с использованием черной львинки обладает синергетическим эффектом, решая одновременно несколько задач:

- *экономическую* – рентабельный бизнес;
- *экологическую* – утилизация органических отходов;
- *продовольственную* – получение высококачественных белковых кормов и добавок, а в дальнейшем и пищевых продуктов;
- *социальную* – рабочие места в сельской местности;
- *политическую* – импортозамещение.

В настоящее время существует достаточное количество исследований по разведению *Hermetia illucens*, использованию ее в качестве корма, затрагивающих техниче-

ские, биологические или сельскохозяйственные аспекты [2; 3; 8; 10; 14; 16; 18; 19; 20]. Немало работ по экономике биотехнологий, биоэкономике [1; 4; 5; 9; 11; 13; 15; 17; 22–26], особенно выделяются статьи А. Н. Митина, Б. А. Воронина [17], которые провели глубокий экономический анализ продовольственной сферы, Д. С. Линиченко [11], определяющего кормопроизводство как системообразующий элемент агропромышленных кластеров. Однако экономические изыскания по энтомоиндустрии в общем и по черной львинке в частности носят скорее публицистический [6; 7; 12], чем научный характер.

Цель исследования: на основе описания биотехнологии с использованием мухи черной львинки сделать теоретические и прикладные экономические выводы.

Методы исследования: наблюдение, теоретический анализ эмпирических данных и литературных источников, синтез.

Описание биотехнологии

Биотехнологический комплекс (БТК) эксплуатируется при положительных температурах в закрытых помещениях. На входе поступают отходы (пищевые, сельскохозяйственные), которые измельчаются и порционно подаются в емкости с личинкой, где поддерживаются необходимая температура и влажность. На выходе осуществляется разделение получившегося продукта на личинку и зоогумус, сушка и перемалывание части личинок в муку или экстракция компонентов. Параллельно с основным контуром, осуществляющим переработку отходов, функционирует контур, который обеспечивает воспроизводство популяции личинок.

Процессы БТК включают:

- 1) разведение мухи и получение яиц (инсектарий);
- 2) получение из яиц молодой личинки (инкубатор);
- 3) измельчение отходов на корм;
- 4) кормление личинок;
- 5) переработку отходов личинкой;

- 6) отделение взрослой личинки от зоогумуса;
- 7) сушку личинок;
- 8) перемалывание сухих личинок в муку;
- 9) экструзию личинок (выделение энтомобелка, энтоможира, хитина и др.).

Процессы 1, 2, 5-й являются биологическими, 9-й – химическим, остальные – техническими.

Черная львинка вовлекается в производственный процесс как ресурс, причем возобновляемый, обеспечивающий самовоспроизводство. Сначала личинки окукливаются, становятся имаго, откладывают яйца, рождаются заново, питаются, растут, создают гумус и так по кругу. Со стандартной точки зрения муха является орудием труда, принимая органику как сырье и образуя гумус. При этом она выступает и конечным продуктом этого производственного цикла, т. е. муха становится предметом труда. Такой экологичной трансформации при одновременном самовоспроизводстве в одном производственном цикле, создающем добавленную ценность, нет в других сферах животноводства, притом что некоторые животные обладают свойством самовоспроизводства. Они выступают преимущественно предметами труда, например, при производстве мяса, или средствами труда при производстве меда, молока и шерсти.

Разделение оборудования на модули по процессам дает возможность приобретать его поэтапно в зависимости от потребности, в том числе при наращивании мощности. При этом строительство специализированных объектов не требуется.

Расчетные параметры работы БТК:

- минимальный – обеспечение воспроизводства популяции личинки – 0,1 т /сутки;
- номинальный – модуль переработки отходов работает с полной загрузкой – 1,0 т /сутки;
- максимальный – не ограничен, достигается количественным увеличением числа модулей.

Режим работы персонала – в одну смену, общее количество персонала при но-

минальной загрузке – 3 человека, по мере внедрения технологий Индустрии 4.0 (роботизации) – 1 человек, хотя, возможно, этого и не произойдет, что сохранит занятость в сельской местности. Так, компания Aspire Food Group в США использует робота для дозирования корма, в то время как в Гане из-за дешевизны рабочей силы – нет [28].

Логистические схемы переработки отходов

Централизованная – подходит для органических бытовых и коммерческих отходов, вывозимых на полигоны и комплексы по переработке, где из них в лучшем случае делают компост, в худшем – просто закапывают. Использование данной биотехнологии позволит экологическим операторам получать дополнительный доход, остановив рост тарифа на вывоз мусора, а возможно, даже снизив его.

Децентрализованная – подходит для сельскохозяйственных отходов, которые в большинстве своем вывозятся на поля в непереработанном виде, не внося существенного вклада в повышение плодородия почвы. Оборудование размещается в местах их образования, непосредственно на предприятиях по заготовке или переработке продукции. Отдельно стоит выделить компактные мини-фермы, в том числе настольные, для индивидуальной утилизации отходов домохозяйствами.

Перспективы технологического предпринимательства

Перспективы в узком аспекте – разработка и продажа технологии, в том числе патентов и оборудования.

В России зарегистрировано 17 патентов, классификация которых приведена в таблице.

Процесс защиты интеллектуальной собственности начался в 2015 г., активизировался в 2018–2020 гг. и, скорее всего, продолжит рост по пути разработки продукции (личинок и зоогумуса) с заданными свойствами на основе использования разного корма.

Патенты, в которых используется черная львинка

Дата регистрации	Номер патента	Наименование изобретения
<i>Технология разведения черной львинки</i>		
18 января 2018 г.	2641622	Способ увеличения количества кладок мухи черной львинки
25 июня 2019 г.	2692659	Способ стимуляции продуктивности и плодовитости мухи черной львинки
19 октября 2020 г.	2734522	Способ выращивания личинок мух и переработки органических отходов
<i>Кормовые продукты из личинок черной львинки</i>		
27 ноября 2015 г.	2569628	Способ кормления молодняка свиней
27 февраля 2016 г.	2576200	Способ получения биологически активной кормовой добавки для сельскохозяйственных животных и птицы с пробиотиком и белком насекомых
19 апреля 2018 г.	2651303	Способ получения биологически активной кормовой добавки для цыплят-бройлеров
29 ноября 2018 г.	2673749	Способ получения кормового белково-липидного концентрата из отходов растительного и животного происхождения
21 мая 2019 г.	2688315	Способ получения белково-липидной биомассы путем выращивания личинок <i>Hermetia illucens</i> на целлюлозосодержащих отходах
21 мая 2019 г.	2688470	Способ получения энтомологической биомассы – сырья для производства кормовых добавок
3 июня 2019 г.	2690487	Способ кормления молодняка сельскохозяйственных животных
<i>Продукты глубокой переработки черной львинки</i>		
25 февраля 2019 г.	2680691	Способ получения хитина из личинок черной львинки
24 июня 2019 г.	2692260	Способ получения меланина из личинок черной львинки
29 июля 2020 г.	2728458	Способ получения ковалентно связанного хитозан-меланинового комплекса из мухи черная львинка
<i>Продукты на основе зоогумуса черной львинки</i>		
6 октября 2020 г.	2733662	Искусственная почвосмесь на основе биокомпоста черной львинки
6 октября 2020 г.	2733664	
28 октября 2020 г.	2735219	
2 ноября 2020 г.	2735422	

Эксперименты показывают, что для выживаемости и набора массы личинок имеет значение состав перерабатываемых отходов, способы комбинирования которых также могут быть самостоятельным предметом патентования. Вместе с тем патентная активность пока недостаточно материализована (рис. 1).

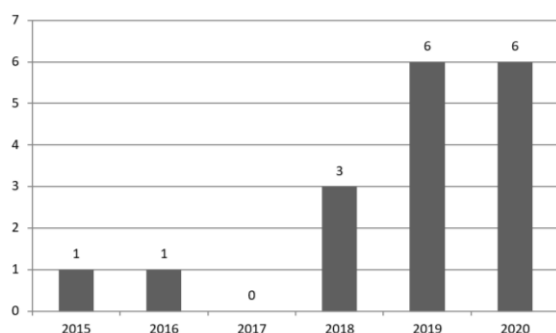


Рис. 1. Динамика патентной активности по черной львинке в 2015–2020 гг. (в шт.)

Рынок оборудования развит слабо и представлен полукустарными маломощными образцами с большими затратами ручного труда или очень дорогим и гро-

моздким импортным оборудованием, требующим строительства специализированных помещений. При этом модульный биотехнологический комплекс будет отличаться компактностью и гибкостью при разумной стоимости.

В широком аспекте перспективы предпринимательства – продажа продукции, произведенной на биотехнологическом оборудовании.

Дефицит кормового белка в мире превышает 30 млн т в год, в России – более 2 млн т. Объем мирового рынка кормовых протеинов составляет 30–40 млрд долларов, из них животного происхождения – 18–25 млрд долларов, в основном это рыбная мука (8–10 млрд долл.), рост производства которой сдерживается ограниченными объемами водных биоресурсов мирового океана, которые можно вылавливать без угрозы нарушения экологического баланса [6].

По оценкам Meticulous Research, к 2030 г. мировой рынок черной львинки достигнет 2,57 трлн долларов [27]. Зоогукус –

ценнейшее органическое удобрение. Ежегодное потребление органических удобрений в России составляет около 70,0 млн т (для сравнения, минеральных удобрений – 2,7 млн т). По данным ROIF Expert, товарный сегмент составляет всего 1 млн т (остальное потребляется внутри хозяйств в большинстве своем в виде непереработанных отходов) [21]. Потенциал рынка огромный, так как гумус на единицу массы дает больше питательных веществ, чем традиционные виды органических удобрений.

В настоящее время конкуренции в биотехнологической энтомоиндустрии в России практически нет; стоимость 1 кг личинок составляет 300–500 рублей. При выработке из 1 т отходов 200 кг в сутки выручка составит 2–3 млн рублей в месяц. Ориентировочная окупаемость в номинальном режиме эксплуатации оборудования – 3 месяца. На этом начальная стадия бизнес-процессов завершается. Затем излишки живой личинки направляются на производство белково-витаминного концентрата (близкого по характеристикам к рыбной муке), который может быть использован как добавка в комбикорм. В дальнейшем может использоваться смешанное производство, осуществляться продажа оборудования и конечного продукта.

Широкое внедрение биотехнологии, особенно по децентрализованной модели, затруднено недостатком средств на предприятиях. Решить эту проблему можно с помощью лизинга или на основе договора о совместной деятельности, по которому сельхозпроизводители предоставляют помещения и отходы, получая гумус, а производители оборудования – взрослые личинки для продажи и разведения.

У предприятий, имеющих отходы, у которых при этом нет необходимости использовать готовую продукцию в иных производственных целях, спросом может пользоваться покупка оборудования и молодых личинок с последующей продажей взрослых личинок. Обеспечивая их выкуп, разработчики оборудования вокруг себя создают инновационный кластер. Модульность оборудования в свою очередь позволяет сэкономить на первичных затратах, наращивая мощность по мере роста популяции мух, с одной стороны, и получая доход, который направляется на закупку новой техники, – с другой, до выхода на 100%-ную переработку отходов.

Схема, представленная на рис. 2, отражает смешанную форму производства как наиболее перспективную.

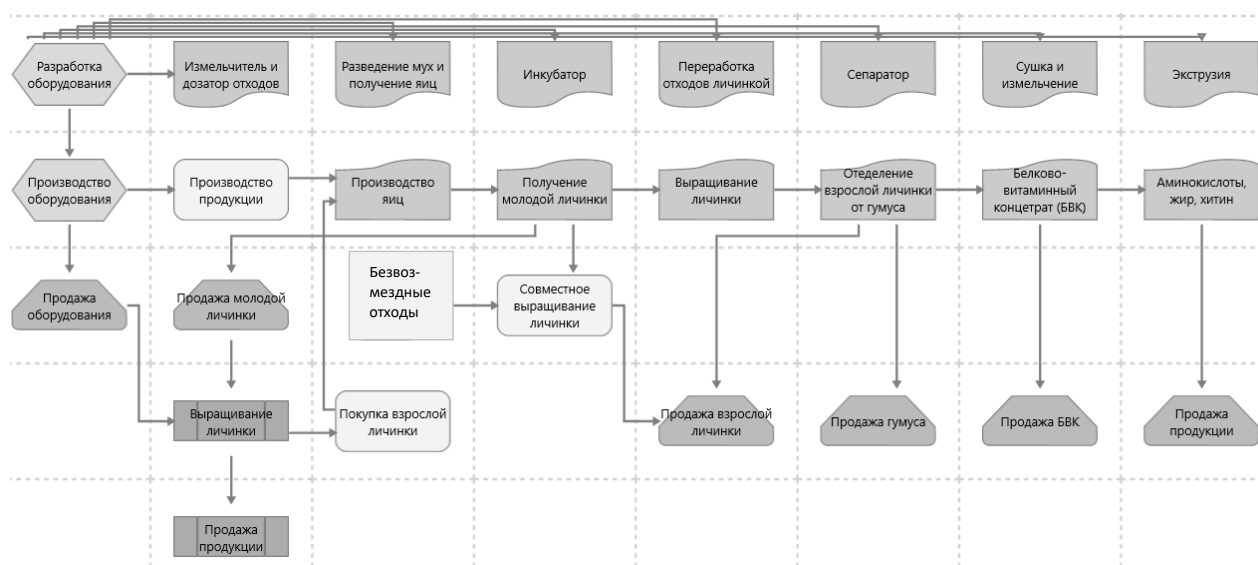


Рис. 2. Синтетическая бизнес-модель энтомотехнологического предпринимательства

На рис. 2 показаны и узкий аспект (два шестиугольника сверху слева), и широкий (вторая горизонтальная линия), а также нетехнологическая форма (два нижних прямоугольника слева), при которой покупатель оборудования ведет полностью самостоятельную деятельность. В трапециях показаны конечные бизнес-процессы технологического предпринимательства.

Выводы

1. Экономическая значимость энтомоиндустрии – снижение относительной стоимости продуктов питания. Это поможет решить глобальные проблемы голода, экологии, занятости, а также высвободить ресурсы для иных целей.

2. Утилизируя органические отходы, насекомое, в частности муха черная львинка, из средства труда превращается в его предмет, далее – в товар (корм животным, медицинские и иные цели).

3. Дополнив природные процессы технической составляющей, создается биотехнологический комплекс, конкурентным

преимуществом которого является модульный состав оборудования, позволяющий организовать переработку отходов как по централизованной, так и децентрализованной логистической схеме.

4. Для сельскохозяйственных отходов больше подходит децентрализованная схема, предполагающая их переработку в месте образования и экономию на перевозке.

5. В России коммерциализация биотехнологий с использованием черной львинки идет с 2015 г. и ежегодно нарастает, что подтверждается патентной активностью, но, несмотря на перспективность данного бизнеса, рынок развивается очень медленно.

6. Энтомотехнология является источником прибыли для всех трех типов технологического предпринимательства: узкого, широкого и смешанного. Смешанный тип является наиболее предпочтительным, так как позволяет минимизировать первичные затраты.

Список литературы

1. Акканина М. А., Романиук Н. В. Биоэкономика – экономика нового технологического уклада // Международный научно-исследовательский журнал. – 2016. – № 5 (47). – С. 11–16.
2. Антонов А. М., Lutovinovas E., Иванов Г. А., Пастухова Н. О. Адаптация и перспективы разведения мухи Черная львинка (*Hermetia illucens*) в циркумполярном регионе // Принципы экологии. – 2017. – № 3. – С. 4–19.
3. Бастраков А. И., Ушакова Н. А. Свойства личинок мухи (*Hermetia illucens*) при искусственном разведении // Евразийский союз ученых. – 2014. – № VIII. – С. 105–107.
4. Бессонова Е. А., Руденко И. Р. Развитие кластера биотехнологий в экономике Российской Федерации // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. – 2017. – № 8 (26). – С. 5–9.
5. Бобылев С. Н., Михайлова С. Ю., Кирюшин П. А. Биоэкономика: проблемы становления // Экономика. Налоги. Право. – 2014. – № 6. – С. 20–25.
6. Загоровская В. Новый белок. Готов ли российский рынок к альтернативным кормовым добавкам. – URL: <https://www.agroinvestor.ru/animal/article/33131-novyuy-belok-gotov-li-rossiyskiy-rynok-k-alternativnym-kormovym-belkam/> (дата обращения: 12.01.2021).
7. Карабут Т. Протеин XXI века: сверчки, тараканы и личинки мух. Рынок съедобных насекомых достиг \$400 млн и будет развиваться рекордными темпами. – URL: <https://www.agroinvestor.ru/technologies/article/31853-protein-xxi-veka/> (дата обращения: 12.01.2021).

8. Кудряшева А. А. Инновационные достижения в области продовольственной безопасности человечества // Пищевая промышленность. – 2014. – № 2. – С. 12–17.
9. Кузубов А. А. Факторы развития рынка биотехнологической продукции в мировой экономике // Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. – 2017. – № 5 (65). – С. 107–115.
10. Лагуткина Л. Ю. Перспективное развитие мирового производства кормов для аквакультуры: альтернативные источники сырья // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия Рыбное хозяйство. – 2017. – № 1. – С. 67–78.
11. Линиченко Д. С. Экономическая оценка интеграции предприятий кормопроизводства, растениеводства и животноводства в реализации проекта по развитию сельскохозяйственного биотехнологического производства // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия Экономика и менеджмент. – 2015. – Т. 9. – № 3. – С. 18–27.
12. Лютых О. Улучшение конверсии кормов – залог качества и оптимальной цены птицеводческой продукции // Эффективное животноводство. – 2020. – № 7. – С. 87–91.
13. Мартынова Г. П., Струкова И. В. Социально экономическая значимость биотехнологий в АПК // Аграрная наука. – 2012. – № 8. – С. 7–9.
14. Марцев А. А., Подолец А. А. Перспективы разведения мухи *Hermetia illucens* в России для утилизации органических отходов сельскохозяйственных предприятий // Владимирский земледелец. – 2017. – № 4 (82). – С. 36–38.
15. Матвеев М. В. Экономические причины использования биотехнологий для обеспечения сбалансированного питания в XXI в. // Вестник Российской экономической академии имени Г. В. Плеханова. – 2005. – № 3. – С. 80–85.
16. Мельник А. Д., Рудой Д. В., Саакян С. Р., Белько Д. А., Дроздов Е. А., Гончаров С. С., Маматов Т. Н. Альтернативный источник белка в пищевой промышленности // Научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2019. – № 152 (8). – С. 68–76.
17. Митин А. Н., Воронин Б. А. Экономика продовольствия // Аграрный вестник Урала. – 2017. – № 1 (155). – С. 87–94.
18. Некрасов Р. В., Зеленченкова А. А., Чабаяев М. Г., Ушакова Н. А. Меланиновая белково-энергетическая добавка из личинок *Hermetia illucens* в питании телят // Сельскохозяйственная биология. – 2018. – Т. 53. – № 2. – С. 374–384.
19. Пахомов В. И., Брагинец С. В., Бахчевников О. Н., Алферов А. С., Рухляда А. И., Бабаджанян А. С. Результаты экспериментальных исследований экструдирования кормов, содержащих зерно пшеницы и биомассу личинок черной львинки // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2020. – № 21 (1). – С. 28–42.
20. Пендюрин Е. А., Рыбина С. Ю., Смоленская Л. М. Использование зоокомпоста Черной львинки в качестве органического удобрения // Аграрная наука. – 2020. – № 7–8. – С. 106–110.
21. Рынок органических удобрений в России: «Органика» превращается в товар. – URL: <https://marketing.rbc.ru/articles/11294/> (дата обращения: 06.01.2020).
22. Ульянов А. О. Основные тенденции инновационного развития транснациональных корпораций в сфере биотехнологий // Baikal Research Journal. – 2016. – Т. 7. – № 1.
23. Шишкин В. В. Нанобиоэкономика как фактор инновационного развития России // Вестник Московского университета. Серия 6. Экономика. – 2016. – № 2. – С. 87–106.
24. Школяренко А. М. Современные тенденции развития мирового рынка аграрной биотехнологической продукции // Вестник МГИМО-Университета. – 2016. – № 3. – С. 66–74.

25. Цыпкин Ю. А., Фомин А. А., Пакулин С. Л., Козлова Н. В., Феклистова И. С. Инновационные направления устойчивого развития агропромышленного комплекса // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2019. – № 6 (372). – С. 84–88.

26. Эрк А. Ф., Тимофеев Е. В., Смирнова Л. Ю., Субботин И. А., Размук В. А., Ранта-Корхонен Т. Анализ предпосылок развития биоэкономики в сельском хозяйстве // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. – 2019. – № 3 (100). – С. 203–211.

27. Meticulous Research. Black Soldier Fly Market 2020. – URL: <https://www.meticulousresearch.com/product/black-soldier-fly-market-5074> (дата обращения: 31.01.2021).

28. Peters A. This Giant Automated Cricket Farm is Designed to Make Bugs a Mainstream Source of Protein. – URL: <https://www.fastcompany.com/40454212/this-automated-cricket-farm-is-designed-to-make-bugs-a-mainstream-source-of-protein> (дата обращения: 24.01.2020).

References

1. Akkanina M. A., Romanyuk N. V. Bioekonomika – ekonomika novogo tekhnologicheskogo uklada [Bio-Based Economy – Economy of a New Technological Order]. *Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal* [International Research Journal], 2016, No. 5 (47), pp. 11–16. (In Russ.).

2. Antonov A. M., Lutovinovas E., Ivanov G. A., Pastukhova N. O. Adaptatsiya i perspektivy razvedeniya mukhi Chernaya lvinka (*Hermetia illucens*) v tsirkumpolyarnom regione [Adaptation and Prospects of Breeding Flies Black Lvink (*Hermetia illucens*) in Circumpolar Region]. *Printsiipy ekologii* [Principles of Ecology], 2017, No. 3, pp. 4–19. (In Russ.).

3. Bastrakov A. I., Ushakova N. A. Svoystva lichinok mukhi (*Hermetia illucens*) pri iskusstvennom razvedenii [Properties of Larvae *Hermetia Illucens* at Artificial Breeding]. *Evrasiyskiy soyuz uchenykh* [Eurasian Union of Scientists], 2014, No. VIII, pp. 105–107. (In Russ.).

4. Bessonova E. A., Rudenko I. R. Razvitie klastera biotekhnologiy v ekonomike Rossiyskoy Federatsii [Development of the Biotechnology Cluster in the Economy of the Russian Federation]. *Innovatsionnaya ekonomika: perspektivy razvitiya i sovershenstvovaniya* [Innovation Economy: Prospects for Development and Improvement], 2017, No. 8 (26), pp. 5–9. (In Russ.).

5. Bobylev S. N., Mikhaylova S. Yu., Kiryushin P. A. Bioekonomika: problemy stanovleniya [Bio-Economics: Establishment Issues]. *Ekonomika. Nalogi. Pravo* [Economics. Taxes. Law.], 2014, No. 6, pp. 20–25. (In Russ.).

6. Zagorovskaya V. Novyy belok. Gotov li rossiyskiy rynek k alternativnym kormovym dobavkam [The New Protein. Is the Russian Market Ready for Alternative Feed Additives]. (In Russ.). Available at: <https://www.agroinvestor.ru/animal/article/33131-novyy-belok-gotov-li-rossiyskiy-rynek-k-alternativnym-kormovym-belkam/> (accessed 12.01.2021).

7. Karabut T. Protein XXI veka: sverchki, tarakany i lichinki mukh. Rynek sedobnykh nasekomykh dostig \$400 mln i budet razvivatsya rekordnymi tempami [Protein of the 21st Century: Crickets, Cockroaches and Fly Larvae. The Market for Edible Insects Has Reached \$400m and is Set to Grow at a Record Pace]. (In Russ.). Available at: <https://www.agroinvestor.ru/technologies/article/31853-protein-xxi-veka/> (accessed 12.01.2021).

8. Kudryasheva A. A. Innovatsionnye dostizheniya v oblasti prodovolstvennoy bezopasnosti chelovechestva [Innovative Achievements in the Field of Food Security of Mankind]. *Pishchevaya promyshlennost* [Food Industry], 2014, No. 2, pp. 12–17. (In Russ.).

9. Kuzubov A. A. Faktory razvitiya rynka biotekhnologicheskoy produktsii v mirovoy ekonomike [Development Factors of the Biotechnological Products' Market in the World

Economy]. *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences*, 2017, No. 5 (65), pp. 107–115. (In Russ.).

10. Lagutkina L. Yu. Perspektivnoe razvitie mirovogo proizvodstva kormov dlya akvakultury: alternativnye istochniki syrya [Perspective Development of World Production of Feeds for Aquaculture: Alternative Sources of Raw Materials]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya Rybnoe khozyaystvo* [Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Fishing Industry], 2017, No. 1, pp. 67–78. (In Russ.).

11. Linichenko D. S. Ekonomicheskaya otsenka integratsii predpriyatiy kormoproizvodstva, rastenievodstva i zhivotnovodstva v realizatsii proekta po razvitiyu selskokhozyaystvennogo biotekhnologicheskogo proizvodstva [Economic Evaluation of the Integration of Feed, Crop and Livestock Enterprises in the Agricultural Biotechnology Production Project]. *Vestnik Yuzhno-Uralskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Ekonomika i menedzhment* [Vestnik of the South Ural State University. Series Economics and Management], 2015, Vol. 9, No. 3, pp. 18–27. (In Russ.).

12. Lyutykh O. Uluchshenie konversii kormov – zalog kachestva i optimalnoy tseny ptitsevodcheskoy produktsii [Improving Feed Conversion is Key to Quality and Optimum Price of Poultry Products]. *Effektivnoe zhivotnovodstvo* [Effective Livestock Farming], 2020, No. 7, pp. 87–91. (In Russ.).

13. Martynova G. P., Strukova I. V. Sotsialno-ekonomicheskaya znachimost biotekhnologiy v APK [The Socio-Economic Importance of Biotechnology in Agriculture]. *Agrarnaya nauka* [Agricultural Science], 2012, No. 8, pp. 7–9. (In Russ.).

14. Martsev A. A., Podolets A. A. Perspektivy razvedeniya mukhi *Hermetia illucens* v Rossii dlya utilizatsii organicheskikh otkhodov selskokhozyaystvennykh predpriyatiy [Perspective for Breeding of *Hermetia illucens* Flies in Russia for the Utilization of Organic Waste of Agricultural Enterprises]. *Vladimirskiy zemledelets* [Vladimir farmer], 2017, No. 4 (82), pp. 36–38. (In Russ.).

15. Matveev M. V. Ekonomicheskie prichiny ispolzovaniya biotekhnologiy dlya obespecheniya sbalansirovannogo pitaniya v XXI v. *Vestnik Rossiyskoy ekonomicheskoy akademii imeni G. V. Plekhanova* [Plekhanov Russian Academy of Economics], 2005, No. 3, pp. 80–85. (In Russ.).

16. Melnik A. D., Rudoy D. V., Saakyan S. R., Belko D. A., Drozdov E. A., Goncharov S. S., Mamatov T. N. Alternativnyy istochnik belka v pishchevoy promyshlennosti [Alternative protein Source in Food Industry]. *Nauchnyy zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Scientific Journal of the Kuban State Agrarian University], 2019, No. 152 (8), pp. 68–76. (In Russ.).

17. Mitin A. N., Voronin B. A. Ekonomika prodovolstviya [Food Economics]. *Agrarnyy vestnik Urala* [Agrarian Vestnik of the Urals], 2017, No. 1 (155), pp. 87–94. (In Russ.).

18. Nekrasov R. V., Zelenchenkova A. A., Chabaev M. G., Ushakova N. A. Melaninovaya belkovo-energeticheskaya dobavka iz lichinok *Hermetia illucens* v pitanii telyat [Melanine Protein-Energy Additive from *Hermetia illucens* Larvae in Nutrition of Calves]. *Selskokhozyaystvennaya biologiya* [Agricultural Biology], 2018, Vol. 53, No. 2, pp. 374–384. (In Russ.).

19. Pakhomov V. I., Braginets S. V., Bakhchevnikov O. N., Alferov A. S., Rukhlyada A. I., Babadzhanyan A. S. Rezultaty eksperimentalnykh issledovaniy ekstrudirovaniya kormov, sodержashchikh zerno pshenitsy i biomassu lichinok chernoy lvinki [The Results of Experimental Studies of Extrusion of Feed Containing Wheat Grain and Black Soldier Fly Larvae Biomass]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* [Agricultural Science Euro-North-East], 2020, No. 21 (1), pp. 28–42. (In Russ.).

20. Pendyurin E. A., Rybina S. Yu., Smolenskaya L. M. Ispolzovanie zookomposta Chernoy Ivinki v kachestve organicheskogo udobreniya [Aspects of Using Interspecific Hybridization of Goats]. *Agrarnaya nauka* [Agrarian Science], 2020, No. 7–8, pp. 106–110. (In Russ.).

21. Rynok organicheskikh udobreniy v Rossii: «Organika» prevrashchaetsya v Tovar [Organic Fertilizer Market in Russia: «Organic» Becomes a Commodity]. (In Russ.). Available at: <https://marketing.rbc.ru/articles/11294/> (accessed 06.01.2020).

22. Ulyanov A. O. Osnovnye tendentsii innovatsionnogo razvitiya transnatsionalnykh korporatsiy v sfere biotekhnologiy [Main Trends of Innovative Development of Transnational Corporations in the Sphere of Biotechnology]. *Baikal Research Journal*, 2016, Vol. 7, No. 1. (In Russ.).

23. Shishkin V. V. Nanobioekonomika kak faktor innovatsionnogo razvitiya Rossii [Nanobioeconomy as a Factor of Innovative Development of Russia]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 6. Ekonomika* [Bulletin of the Moscow University. Series 6. Economy], 2016, No. 2, pp. 87–106. (In Russ.).

24. Shkolyarenko A. M. Sovremennye tendentsii razvitiya mirovogo rynka agrarnoy biotekhnologicheskoy produktsii [The Current Developments of Agricultural Biotechnologies Market]. *Vestnik MGIMO-Universiteta* [MGIMO Review of International Relations], 2016, No. 3, pp. 66–74. (In Russ.).

25. Tsypkin Yu. A., Fomin A. A., Pakulin S. L., Kozlova N. V., Feklistova I. S. Innovatsionnye napravleniya ustoychivogo razvitiya agropromyshlennogo kompleksa [Innovative Directions of Sustainable Development of Agro-Industrial Complex]. *Mezhdunarodnyy selskokhozyaystvennyy zhurnal* [International Agricultural Journal], 2019, No. 6 (372), pp. 84–88. (In Russ.).

26. Erk A. F., Timofeev E. V., Smirnova L. Yu., Subbotin I. A., Razmuk V. A., Ranta-Korkhonen T. Analiz predposylok razvitiya bioekonomiki v selskom khozyaystve [The Background for Development of Bioeconomics in Agriculture], *Tekhnologii i tekhnicheskie sredstva mekhanizirovannogo proizvodstva produktsii rastenievodstva i zhivotnovodstva* [Technologies and Technical Means of Mechanized Production of Crop and Animal Products], 2019, No. 3 (100), pp. 203–211. (In Russ.).

27. Meticulous Research. Black Soldier Fly Market 2020. Available at: <https://www.meticulousresearch.com/product/black-soldier-fly-market-5074> (accessed 31.01.2021).

28. Peters A. This Giant Automated Cricket Farm is Designed to Make Bugs a Mainstream Source of Protein. Available at: <https://www.fastcompany.com/40454212/this-automated-cricket-farm-is-designed-to-make-bugs-a-mainstream-source-of-protein> (accessed 24.01.2020).

Сведения об авторе

Антон Борисович Артахов
кандидат экономических наук,
управленческий консультант.
Адрес: Ростов-на-Дону.
E-mail: artahov79@mail.ru

Information about the author

Anton B. Artakhov
PhD, Management Consultant.
Address: Rostov-on-Don,
Russian Federation.
E-mail: artahov79@mail.ru