



Галина РУДЧЕНКО

*Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси,
Минск, Республика Беларусь
e-mail: karpina@tut.by*

УДК 338.439:658.26

<https://doi.org/10.29235/1818-9806-2024-9-79-94>

Формирование сектора альтернативных продуктов питания: передовой зарубежный опыт и возможности энергоэффективного производства продовольствия

Рассмотрены инновационные направления производства продуктов питания, активно исследуемые в зарубежной науке и осваиваемые на практике с целью достижения продовольственных, энергетических, климатических и экологических целей. Определены сферы применения и основные производители альтернативных продуктов питания, выявлены источники повышения энергоэффективности агропродовольственных систем, возникающие при замещении традиционных отраслей альтернативными. Идентифицированы ключевые факторы, детерминировавшие становление и развитие сектора альтернативных продуктов питания, установлены общие черты и отличительные особенности направлений, которые получили распространение. Освещены перспективы применения альтернативных продуктов питания в Республике Беларусь.

Ключевые слова: энергоэффективность производства продовольствия, агропродовольственная система, альтернативные продукты питания, энтомофагия, клеточное сельское хозяйство, 3D-печать продовольствия.

Halina RUDCHANKA

*Institute of System Researches in the Agroindustrial Complex
of the National Academy of Sciences of Belarus,
Minsk, Republic of Belarus
e-mail: karpina@tut.by*

Formation of the alternative food sector: advanced foreign experience and opportunities for energy-efficient food production

The article considers innovative directions of food production, which are actively researched in foreign science and mastered in practice in order to achieve food, energy, climate and environmental goals. The spheres of appli-

© Рудченко Г., 2024

cation and the main producers of alternative food products are determined, the sources of energy efficiency improvement of agro-food systems arising from the replacement of traditional industries by alternative ones are identified. The key factors determining the formation and development of the alternative food sector have been identified, and the common features and distinctive features of the directions that have become widespread have been established. The prospects of alternative food products application in the Republic of Belarus are highlighted.

Keywords: energy efficiency of food production, agri-food system, alternative food, entomophagy, cellular agriculture, 3D food printing.

Введение

По оценкам специалистов, достижение прогнозируемых параметров производства продуктов питания на имеющейся технико-технологической, природно-ресурсной и энергетической базе становится трудновыполнимой задачей [1]. Требуется поиск принципиально новых способов получения продовольствия с заданными пищевыми характеристиками как с физико-химической, санитарно-эпидемиологической, так и технико-технологической точек зрения.

В мировой агропродовольственной системе уже основательно закрепились тенденции развития производства нетрадиционных видов продуктов питания (безглютеновые, безлактозные и пр.). Однако резервы повышения ресурсоэффективности, в том числе энергетической составляющей, производства такой продукции существенно ограничены.

Сегодня особый интерес вызывают передовые зарубежные исследования, сфокусированные на поиске и апробации инновационных источников получения альтернативных продуктов питания в условиях модификации пищевой пирамиды биомассы (энтомофагия), освоения новых способов применения уже имеющихся передовых технологий (аддитивные технологии) и повышения степени контроля над биологическими и природными факторами производственного процесса (применение клеточных культур). Предварительные оценки ученых мирового сообщества позволяют сделать вывод, что потенциал сектора альтернативных продуктов питания может обеспечить комплексное достижение актуальных продовольственных, энергетических, климатических и экологических целей развития аграрных систем и характеризуется наличием как явных, так и скрытых резервов повышения энергоэффективности производства продовольствия.

Материалы и методы

Информационную базу исследования составили научные труды отечественных и зарубежных авторов по вопросам, касающимся развития сектора производства альтернативных продуктов питания, материалы официальных изданий Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций (ФАО). Применены общие методы научного исследования: анализ, синтез, сравнение, абстрагирование, математический.

Основная часть

Сегодня усилия ученых и практиков зарубежных стран сконцентрированы на целевом поиске способов повышения энергоэффективности агропродовольственных технологий по следующим направлениям:

энергетическое (использование нетрадиционных и возобновляемых источников энергии);

неэнергетическое (новые продукты питания и технологии их получения);

производное (климатические, экологические, территориальные аспекты, проблемы водообеспеченности и пр.)

Анализ профильных зарубежных научных источников информации позволил выделить в рамках указанного неэнергетического курса следующие направления сектора производства альтернативных продуктов питания, которые получили наиболее активную практическую апробацию и адаптацию к широкому применению: энтомофагия, клеточное сельское хозяйство, аддитивные технологии производства продовольствия.

Энтомофагия присутствует в национальной кухне некоторых регионов мира: Азии (Китай, Таиланд, Индия, Япония, Камбоджа), Африки (Камерун, Гана, Ботсвана, Уганда, Демократическая Республика Конго), Северной Америки (Мексика) и пр. Вместе с тем в большинстве стран использование съедобных насекомых для продовольственных целей не имеет широкого распространения.

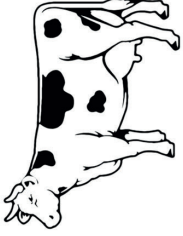
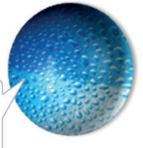
Выращивание насекомых в закрытых системах в промышленных масштабах на базе различных питательных сред, в том числе органических отходов, с целью выделения белковой биомассы (энтомопротеина) имеет большой потенциал, поскольку открывает возможности получения дешевого источника животного белка. Наше исследование позволило установить преимущества нового направления по сравнению с традиционным животноводством (см. рисунок), обусловленные технико-технологическими особенностями функционирования отраслей [2, с. 3].

Определено, что ведение традиционного животноводства имеет худшие показатели по ряду рассматриваемых параметров:

меньший выход съедобной доли (для крупного рогатого скота – на 0,50 о. е., свиней и птицы – на 0,31 о. е.);

более высокая потребность в кормах (в скотоводстве – в 11,90 раза, свиноводстве – в 4,33 раза, птицеводстве – в 2,14 раза), воде (в скотоводстве – в 4,87 раза, свиноводстве – в 2,49 раза, птицеводстве – в 1,49 раза); земельной площади (в скотоводстве – в 11,17 раза, свиноводстве – в 3,06 раза, птицеводстве – в 2,61 раза);

существенно выше уровень экологической нагрузки (в скотоводстве – в 6,29 раза, свиноводстве – в 1,93 раза, птицеводстве – в 1,36 раза).

	 0,69	 2,14	 1,49	 1,36	 2,61
	 0,69	 4,33	 2,49	 1,93	 3,06
	 0,50	 11,90	 4,87	 6,29	 11,17
	Коэффициент выхода съемной части	Коэффициент соотношения потребности в кормах	Коэффициент соотношения потребности в воде	Коэффициент соотношения экологической нагрузки	Коэффициент соотношения потребности в земельной площади

Преимущества производства энтомобелка (принят за единицу) в сравнении с продукцией традиционного животноводства (для расчетов использованы показатели в одних единицах измерения) (выполнен по [2, с. 3])

В этой связи допустимо предположить, что указанное направление имеет перспективы развития и может при необходимости заместить в рационе белковые продукты, полученные в традиционных отраслях животноводства.

Применение клеточных культур находит отражение в различных областях науки и практики: биотехнология, вирусология, генетика, иммунология, фармакология и экология. Изучение возможности использования клеточных культур в агропродовольственной сфере способствовало становлению и развитию такого направления, как клеточное сельское хозяйство, позволяющего улучшить методы возделывания растений и животных и разрабатывать новые продукты питания и технологии их производства. Суть указанного направления заключается во внедрении достижений биотехнологий, тканевой инженерии, молекулярной и синтетической биологии для производства сельскохозяйственной продукции и продуктов питания из клеточных культур животных, растений и микроорганизмов.

Главный фокус внимания отрасли сконцентрирован на продуктах животного происхождения (мясо, молоко, яйца). Ключевой целью клеточного сельского хозяйства является решение глобальных проблем, связанных с воздействием традиционного сельского хозяйства на окружающую среду, благополучием животных, продовольственной безопасностью и здоровьем человека. Получение белковой продукции животного происхождения осуществляется путем искусственного выращивания на базе клеточных культур, выделенных из организмов животных без необходимости их убоя и помещенных в питательную среду на основе фетальной коровьей сыворотки (FBS).

Культивирование растительных клеток обусловлено усиливающимися тенденциями к замещению животных белков растительными (соя, бобовые). Питательная среда при данной технологии – это многокомпонентные вещества, включающие минеральные соли, источники углерода (сахароза, глюкоза), витамины и регуляторы роста.

Технология культивирования растительных клеток является гораздо менее дорогостоящей и сложной в сравнении с искусственным получением клеточного мяса.

Прецизионная ферментация как направление клеточного сельского хозяйства представляет собой технологию применения генетически модифицированных микроорганизмов в контролируемых средах для получения молекул и их соединений с целью синтеза веществ (белков, жиров, витаминов и др.), используемых для изготовления идентичных традиционным продуктам питания растительного и животного происхождения.

Разработки в области клеточного сельского хозяйства способны в перспективе частично заместить традиционные способы производства продовольственной продукции при условии соблюдения соответствующих стандартов в области безопасности пищевых продуктов.

Аддитивные технологии представляют собой метод производства продуктов питания, основанный на изготовлении их трехмерной модели послойным наращиванием из специально подготовленных пищевых чернил на 3D-принтере. Существующие технологии позволяют использовать в качестве основы для изготовления продовольствия продукты в пастообразном, полужидком, порошкообразном состоянии. Применение твердых ингредиентов в целях создания пищевых продуктов предполагает их расплавление для последующей экструзии. Некоторые напечатанные продукты нуждаются в предварительной обработке перед употреблением (жарка, запекание), что выдвигает дополнительные требования по сохранению целостности их формы и безопасности.

Технология трехмерной печати продуктов питания применима как на бытовом уровне, так и в промышленных масштабах. Современные пищевые 3D-принтеры имеют предустановленные рецепты, позволяют создать форму, цвет, текстуру, вкус, питательную ценность продуктов под индивидуальные потребности. При этом ассортимент продуктов, доступных для печати, ограничен разработанными технологиями, а также физическими характеристиками материалов и наибольшее применение имеет при производстве кондитерских и мучных изделий.

Изучение мировой практики функционирования сектора альтернативных продуктов питания [2–45] позволило выделить сферы применения данной продукции и установить ее основных производителей (табл. 1).

В ходе исследования нами идентифицированы источники повышения энергоэффективности, формируемые сектором альтернативных продуктов питания в составе агропродовольственных систем:

снижение расхода топливно-энергетических ресурсов в производственных процессах вследствие радикальной трансформации технологии получения агропродовольственной продукции и сокращения длительности производственного цикла (обработка сельскохозяйственных угодий с целью получения продукции растениеводства и кормов для животноводства, вспомогательные и обслуживающие процессы по поддержанию требуемых температурных параметров, освещенности, работа электрооборудования систем водообеспечения и пр.);

сокращение энергетических затрат в логистических процессах в результате высокой степени локализации агропродовольственных систем;

уменьшение затрат на топливно-энергетические ресурсы вследствие снижения риска потери продукции и необходимости ее восстановления (неурожай из-за погодного фактора, падеж сельскохозяйственных животных и птицы из-за болезней и эпидемий);

минимизация потерь энергии питания в звеньях агропродовольственной системы (сокращение пищевых цепочек, снижение либо отсутствие отходов в производстве, переработке, доставке, хранении и реализации и др.).

Т а б л и ц а 1. Характеристика основных направлений сектора альтернативных продуктов питания

Направление	Сфера применения продукции	Основные представители
Энтомофагия (в том числе антропоонтофагия) – использование в пищевых целях в качестве источника белка для животных и человека съедобных насекомых (осы, шершни, бамбуковые гусеницы, сверчки, саранча, рисовый кузнечик, моль Богонга, куколки муравьев, личинки бабочек и пр.)	Производство сбалансированных кормов для сельскохозяйственных и домашних животных; изготовление белково-липидной муки для изготовления продуктов питания; выпуск биологически активных добавок, лекарственных препаратов, спортивного и детского питания; использование в качестве источника хитина для различных областей медицины (косметологии, стоматологии и др.)	Nango! FoodTech (Израиль): белковый порошок из саранчи и сушеных насекомых [16]; Flying SpArk (Израиль): протениновый порошок и масло с использованием насекомых [17]; Essento (Швейцария): сверхчковая мука, батончики, закуски из насекомых с различными вкусами [18]; Ynsect (Франция): пищевые ингредиенты из съедобных насекомых [19]; Entis (Финляндия): енеки, сладости, смузи из насекомых и растительно-го белка [20]; AgriProtein (Великобритания): белковый порошок, масло, удобрения [21]; Protix (Нидерланды): масло для животноводческих комплексов и рыбных хозяйств, белковая мука, удобрения [22]; Tebrio (Испания): корма премиум-класса из мучных червей для рыб, сельскохозяйственных и домашних животных, биоудобрения для растений, хитозан для производства биоразлагаемого пластика [23]; «РосЭнерджи» (Российская Федерация): мука из сверчков [24]; «Экобелок» (Российская Федерация): кормовой белок и жир из личинок черной львинки [25]
Клеточное сельское хозяйство (культивирование клеток и прецизионная ферментация) – искусственное выращивание продуктов питания на основе клеточных культур животных, растений, микроорганизмов	Синтезированное мясо; заменители молока и молочных продуктов; сахарозаменители и пр.	Alph Farms (Израиль) [26], Believer Meats (Израиль) [27]: клеточно-генетическое направление получения культивированного мяса без забоя животных; Equinom (Израиль): высокоурожайные культуры с большим содержанием растительного белка, без генетически модифицированных организмов (желтый горох, соя, кунжут) [28]; Upside Foods (США): культивированное мясо говядины, курицы и утки [29]; Mosa Meat (Нидерланды): бургеры из культивированной говядины [30]; Eat Just (США): растительные заменители продуктов, изготовленных на основе куриных яиц (майонез, растительные яйца) [31]; Yofix Probiotics (Израиль): безмолочные йогурты на основе растительных экологически чистых культур (овес, чечевица, кокос) [32];

Окончание табл. 1

Направление	Сфера применения продукции	Основные представители
		Amai Proteins (Израиль): подсластители на белковой основе из экологически чистых источников, альтернативных традиционному сахару. Изготавливаются посредством сочетания технологий компьютерного моделирования и прецизионной ферментации [33]; Remilk (Израиль): заменители молока, полученные с использованием технологий прецизионной ферментации пищевых продуктов [34]; ImaginDaigry (Израиль): молочные белки на основе прецизионной ферментации [35]; Perfect Day (США): молочные белки, включая казеин и сыворотку, полученные путем ферментации в микроботе в биореакторах [36]; Fortmo (Германия) [37], Change Foods (США) [38]: молочные белки на основе прецизионной ферментации для производства, применяемые в изготовлении сыров; MeliBio (США): мед на растительной основе с использованием прецизионной ферментации [39]
Дополнительные технологии производства продовольствия – генерация трехмерных продуктов питания послойным наращиванием с использованием 3D-печати пищевыми чернилами	Мучная продукция (хлеб, пицца, макароны, пирожки, блины и пр.); кондитерские изделия (пирожные, торты, шоколад, мороженое и др.); мясные и рыбные продукты; специализированное, диетическое, лечебное питание и пр.	Barilla (Италия): макаронные изделия [40]; Nestle (Швейцария) [41], Choc Edge Ltd (Великобритания) [42]: шоколадные изделия путем 3D-печати; PepsiCo (США): картофельные чипсы [43]; Novameat (Испания): растительные продукты, а также заменители мяса на растительной основе (стейк из овощей, имитирующий текстуру мяса) [44]; Redefine Meat (Израиль): растительное мясо [37]

Примечание. Составлена по [2–45].

Развитие рассматриваемых инновационных направлений производства продовольствия было детерминировано воздействием ряда факторов, которые с различной силой влияли на формирование, трансформацию и масштабирование каждого из них. Совокупность факторов становления и развития сектора альтернативных продуктов питания дифференцирована нами в разрезе групп по принципу однородности источников возникновения, а степень их проявления показана с использованием балльной шкалы (табл. 2). Предложенная классификация позволит идентифицировать комплекс факторов, обуславливающих развитие выделенных направлений производства альтернативных продуктов питания, и определить проявление силы их влияния на динамизм развития каждого из них в современных условиях.

Т а б л и ц а 2. Факторы становления и развития сектора альтернативных продуктов питания

Фактор	Энтомофагия	Клеточное сельское хозяйство	Аддитивные технологии производства продовольствия
<i>Климатический:</i> необходимость развития технологий и производств с минимальными (или нулевыми) выбросами парниковых газов вследствие усиления климатической повестки и роста глобального потепления	4	4	4
<i>Ресурсный:</i> обострение проблемы дефицита ресурсов (плодородных земель, пресной воды, топливно-энергетических ресурсов), используемых в производстве агропродовольственной продукции	5	5	5
<i>Потребительский:</i> формирование спроса у отдельных категорий потребителей (дети, спортсмены, аллергики, пожилые люди и др.) на продукты питания с особыми физико-химическими свойствами; обеспечение доступа к полноценному с питательной точки зрения и безопасному по санитарно-эпидемиологическим показателям белковому рациону; минимизация негативного воздействия мясных продуктов на организм человека (холестерин, канцерогены, ветеринарные препараты и пр.)	5	2	3
<i>Экологический:</i> необходимость снижения последствий для природных экосистем вследствие ведения традиционного сельского хозяйства и производства продовольствия (истощение и деградация			

Окончание табл. 2

Фактор	Энтомофагия	Клеточное сельское хозяйство	Аддитивные технологии производства продовольствия
почв, загрязнение грунтовых вод и поверхностных водоемов, потеря биоразнообразия, загрязнение атмосферы и др.); повышение экологических требований к агропродовольственным системам	5	3	3
<i>Научно-технический:</i> развитие высокотехнологичных и наукоемких отраслей (биотехнологии, биомедицина, молекулярная и синтетическая биология, техническая энтомология, пищевая химия, компьютерное моделирование и др.), позволяющих совершенствовать сектор альтернативных продуктов питания	4	4	4
<i>Этический:</i> популяризация мнения о недопустимости употребления в пищу мяса убитых животных	3	3	3
<i>Экономический:</i> ценовая доступность продукции сектора альтернативных продуктов питания; снижение производственных затрат по сравнению с традиционными технологиями получения продовольствия (сельским хозяйством, пищевой промышленностью)	5	2	2
<i>Нормативно-правовой:</i> формирование правового поля, регламентирующего сектор альтернативного продовольствия	1	1	1

Примечания:

1. Цифрами обозначена сила влияния фактора (5 – максимальное, 4 – высокое, 3 – среднее, 2 – низкое, 1 – минимальное).
2. Составлена по результатам собственных исследований.

Наше исследование позволяет констатировать, что наиболее сильное влияние на развитие сектора альтернативных продуктов питания оказывают непреодолимые экстенсивными путями ограничения (плодородные земли, запасы пресной воды и минеральных топливно-энергетических ресурсов), которые могут быть смягчены только фундаментальным и прикладным поиском новых технологий, способов и средств производства продуктов питания, в том числе на стыке разных научных направлений (цифровые технологии, медицина, биология, генетика и др.).

На основе рассмотрения научных источников [1–15], а также собственного анализа определены общие черты и отличия направлений производства альтернативных продуктов питания (табл. 3).

Т а б л и ц а 3. Сравнительная характеристика направлений производства альтернативных продуктов питания

Критерий сравнения	Энтомофагия	Клеточное сельское хозяйство	Аддитивные технологии
Сложность технологий производства	Относительно простые в реализации технологии получения продукции	Высокий уровень сложности применяемых технологий производства	Требуется применение высокотехнологичного оборудования при достаточно простой технологии производства
Экономическая доступность	Низкая стоимость выпускаемой продукции	Стоимость производимой продукции выше в сравнении с продовольственными товарами традиционных секторов	
Масштабируемость	Легко масштабировать вследствие применения несложных технологий	Сложно масштабировать из-за дорогостоящих технологий	Масштабируемость определяется доступностью оборудования для 3D-печати продуктов
Вариативность выпускаемой продукции	Продукты животного происхождения	Продукты растительного и животного происхождения	
Пищевая безопасность	Продукты питания безопасны по микробиологическим характеристикам, нетоксичны и несут минимальный риск возникновения аллергической реакции		
Социально-психологическая готовность к употреблению продукции	Часть социума имеет психологические барьеры по употреблению в пищу продуктов питания альтернативного сектора		
Резервы экономии производственных ресурсов	Способствуют сокращению используемых земельных площадей, биологических (растительного и животного происхождения), топливно-энергетических, водных и трудовых ресурсов при производстве продуктов питания		

П р и м е ч а н и е. Составлена по результатам собственных исследований.

Таким образом, наличие общих черт сравниваемых направлений производства альтернативных продуктов питания обуславливается особыми пищевыми, социально-психологическими и ресурсными требованиями к предлагаемой ими продукции и заключается в следующем: пищевой безопасности,

социально-психологической готовности к употреблению продукции и обеспечении возможности экономии ресурсов. Сложность технологий производства, экономическая доступность, масштабируемость и вариативность выпускаемой продукции составляют отличия рассматриваемых вариантов ее изготовления.

Данные направления имеют перспективы развития и могут быть применимы в производстве продуктов питания в рамках национальной агропродовольственной системы Республики Беларусь для таких секторов, как аэрокосмический (еда для космонавтов, пассажиров авиарейсов) и военный (продукты для военнослужащих), а также лечебное (люди с аллергией, дисфагией), детское и спортивное питание, продукты для пожилых людей (индивидуальные сбалансированные рационы). При этом в качестве основных ограничений для активного освоения продукции сектора альтернативных продуктов питания могут стать традиционная культура питания, отсутствие нормативно-правовой базы, организационные и финансово-экономические барьеры в производстве и реализации продукции и др.

В целом необходимо заключить, что такие инновационные технологии выпуска альтернативных продуктов питания, как энтомофагия, клеточное сельское хозяйство и аддитивные технологии, не только открывают значительные резервы для увеличения мирового производства продовольствия, но и позволяют достичь целей Повестки дня в области устойчивого развития на период до 2030 года, связанных с ликвидацией голода, здоровьем и благополучием людей, чистой водой и энергией, ответственным потреблением и производством, борьбой с изменением климата. В данном контексте эти идеи могут в перспективе получить большую поддержку мирового сообщества.

Заключение

По результатам изучения достижений зарубежной теории и практики развития альтернативных направлений производства продуктов питания можно сделать следующие выводы:

закономерным следствием эволюционных процессов трансформации агропродовольственных систем в условиях ограниченной ресурсной базы и их сильного влияния на экологический баланс на глобальном уровне становится развитие сектора альтернативных продуктов питания;

в современных условиях актуализируются передовые зарубежные исследования по поиску и апробации инновационных источников получения альтернативных продуктов питания, основанные на модификации пищевой пирамиды биомассы (энтомофагия), освоении новых способов применения передовых технологий непищевых секторов (аддитивные технологии), повышении степени

контроля над биологическими и природными факторами производственного процесса (применение клеточных культур и прецизионная ферментация);

сектор альтернативных продуктов питания способствует формированию дополнительных источников повышения энергоэффективности агропродовольственных систем посредством снижения потребности в энергии для обеспечения функционирования товаропроводящей цепочки от производителя до конечного потребителя продовольствия, а также минимизации потерь энергии питания в звеньях агропродовольственной системы;

основными триггерами становления и развития рассмотренных направлений сектора альтернативных продуктов питания стали ресурсный, климатический и научно-технический факторы. Разработка и диффузия инновационных технологий, способов и средств производства продуктов явились закономерным следствием поиска новых путей решения острых глобальных проблем;

зарубежный опыт подтверждает наличие технологических возможностей масштабирования сектора альтернативных продуктов питания и может иметь широкое одобрение на глобальном и национальном уровнях в контексте необходимости достижения целей устойчивого развития, связанных с ликвидацией голода, здоровьем и благополучием людей, чистой водой и энергией, ответственным потреблением и производством, борьбой с изменением климата. В данном контексте эти идеи могут быть поддержаны мировым сообществом.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Energy-Smart Food at FAO: An overview [Electronic resource] / Food and agriculture organization of the United Nations. – Mode of access: <https://www.fao.org/4/an913e/an913e.pdf>. – Date of access: 17.05.2024.
2. Looking at edible insects from a food safety perspective. Challenges and opportunities for the sector [Electronic resource] / Food and agriculture organization of the United Nations. – Mode of access: <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/cb4094en>. – Date of access: 17.05.2024.
3. Energy-efficient food production to reduce global warming and degradation: The use of edible insects [Electronic resource] / M. Premalatha [et al.] // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2011. – Vol. 15. – Mode of access: https://www.researchgate.net/publication/251670555_Energy-efficient_food_production_to_reduce_global_warming_and_ecodegradation_The_use_of_edible_insects. – Date of access: 15.05.2024.
4. Сравнительная характеристика аминокислотного состава белка из традиционных источников и энтомопротеина: расчетные данные [Электронный ресурс] / Н. В. Зайцева [и др.] // Вopr. питания. – 2023. – Т. 92, № 5. – Режим доступа https://www.voprosy-pitaniya.ru/ru/jarticles_diet/1069.html. – Дата доступа: 29.05.2024.
5. Ong, S. Cell-based meat: Current ambiguities with nomenclature [Electronic resource] / S. Ong, D. Choudhury, M. W. Naing // Trends in Food Science & Technology. – 2020. – Vol. 102. – Mode of access: https://www.researchgate.net/publication/339409434_Cell-based_meat_Current_ambiguities_with_nomenclature. – Date of access: 15.05.2024.

6. Rischer, H. Cellular agriculture – industrial biotechnology for food and materials [Electronic resource] / H. Rischer, G. R. Szilvay, K.-M. Oksman-Caldentey // *Current Opinion in Biotechnology*. – 2020. – Vol. 61. – Mode of access: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0958166919301417?via%3Dihub>. – Date of access: 17.06.2024.

7. The role of single cell protein in cellular agriculture [Electronic resource] / A. Nyssölä [et al.] // *Current Opinion in Biotechnology*. – 2022. – Vol. 75. – Mode of access: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0958166922000064>. – Date of access: 17.06.2024.

8. Косякова, Л. Н. Перспективы развития клеточного земледелия как альтернативы традиционному сельскому хозяйству [Электронный ресурс] / Л. Н. Косякова, Н. Н. Косяков, А. Л. Попова // *Изв. Междунар. акад. аграр. образования*. – 2022. – № 62. – Режим доступа: <https://maagrus.ru/assets/files/journals/izvestiya-maao-vypusk-62.pdf?ysclid=1z7g36inps779578278>. – Дата доступа: 15.05.2024.

9. Gorbunova, N. A. Possibilities of additive technologies in the meat industry. A review [Electronic resource] / N. A. Gorbunova // *Theory and practice of meat processing*. – 2020. – Vol. 5, № 1. – Mode of access: <https://www.meatjournal.ru/jour/article/view/129>. – Date of access: 17.06.2024.

10. Мелешеня, А. В. Экономические аспекты внедрения аддитивных технологий в сферу производства пищевых продуктов / А. В. Мелешеня, Т. П. Шакель, О. И. Кимошевская // *Актуал. вопр. переработки мясного и молоч. сырья*. – 2020. – № 14. – С. 15–19. <https://doi.org/10.47612/2220-8755-2019-14-15-19>.

11. Новые технологии в индустрии питания – 3D-печать [Электронный ресурс] / А. С. Гришин [и др.] // *Вестн. Юж.-Ур. гос. ун-та. Сер. Пищевые и биотехнологии*. – 2016. – Т. 4, № 2. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/novye-tehnologii-v-industrii-pitaniya-3d-pechat>. – Дата доступа: 29.05.2024.

12. Гринцевич, Л. В. Конкурентоспособность аддитивных технологий в пищевой промышленности: возможности и препятствия [Электронный ресурс] / Л. В. Гринцевич, Н. В. Шевченко // *Тр. БГТУ. Сер. 5: Экономика и упр.* – 2023. – № 2. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/konkurentosposobnost-additivnyh-tehnologiy-v-pischevoy-promyshlennosti-vozmozhnosti-i-prepyatstviya>. – Дата доступа: 31.06.2024.

13. Дресвянников, В. А. Классификация аддитивных технологий и анализ направлений их экономического использования [Электронный ресурс] / В. А. Дресвянников, Е. П. Страхов // *Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе*. – 2018. – № 2. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/klassifikatsiya-additivnyh-tehnologiy-i-analiz-napravleniy-ih-ekonomicheskogo-ispolzovaniya>. – Дата доступа: 31.06.2024.

14. Дресвянников, В. А. Анализ применения аддитивных технологий в пищевой промышленности [Электронный ресурс] / В. А. Дресвянников, Е. П. Страхов, А. С. Возмищева // *Продовольств. политика и безопасность*. – 2017. – Т. 4, № 3. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-primeneniya-additivnyh-tehnologiy-v-pischevoy-promyshlennosti>. – Дата доступа: 31.06.2024.

15. Мартеха, А. Н. Технологии 3D-печати, применяемые для производства пищевых продуктов / А. Н. Мартеха, В. Н. Андреев // *Актуальные проблемы технологии продуктов питания, туризма и торговли: сб. науч. тр. Всерос. (нац.) науч.-практ. конф., Нальчик, 30 апр. 2021 г. / ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкар. гос. аграр. ун-т им. В. М. Кокова*. – Нальчик, 2021. – С. 63–67.

16. Hargol FoodTech [Electronic resource] // Hargol. – Mode of access: <https://hargol.com>. – Date of access: 24.06.2024.

17. Flying SpArk [Electronic resource] // FLYING SPARK. – Mode of access: <https://flyingspark.com>. – Date of access: 24.06.2024.

18. Essento [Electronic resource] // Essento. – Mode of access: <https://essento.food/en>. – Date of access: 24.06.2024.
19. Ўnsect [Electronic resource] // Ўnsect. – Mode of access: <https://www.ynsect.com>. – Date of access: 24.06.2024.
20. Entis [Electronic resource] // ENTIS. – Mode of access: <https://www.ents-org.eu>. – Date of access: 24.06.2024.
21. Agriprotein [Electronic resource] // agriprotein. – Mode of access: <https://agriprotein.de/en>. – Date of access: 24.06.2024.
22. Protix [Electronic resource] // PROTIX. – Mode of access: <https://protix.eu>. – Date of access: 24.06.2024.
23. Tebrio [Electronic resource] // TEBRIO. – Mode of access: <https://tebrio.com/en>. – Date of access: 24.06.2024.
24. РосЭнерджи [Electronic resource]. – Mode of access: <https://rosenergy26.com>. – Date of access: 24.06.2024.
25. Экобелок [Electronic resource] // hermetia. – Mode of access: <https://hermetia.ru>. – Date of access: 24.06.2024.
26. Aleph Farms [Electronic resource] // Aleph Farms. – Mode of access: <https://aleph-farms.com>. – Date of access: 24.06.2024.
27. Believer Meats [Electronic resource] // BELIEVER. – Mode of access: <https://www.believermeats.com>. – Date of access: 24.06.2024.
28. Equinom [Electronic resource] // EQUINOM. – Mode of access: <https://www.equi-nom.com>. – Date of access: 24.06.2024.
29. Upside Foods [Electronic resource] // UPSIDE Foods. – Mode of access: <https://upsidefoods.com>. – Date of access: 24.06.2024.
30. Mosa Meat [Electronic resource] // Mosa Meat. – Mode of access: <https://mosameat.com>. – Date of access: 24.06.2024.
31. Eat Just [Electronic resource] // Eat Just. – Mode of access: <https://www.ju.st/eat>. – Date of access: 24.06.2024.
32. Yofix Probiotics [Electronic resource] // Yofix. – Mode of access: <https://yofix-plantbased.com>. – Date of access: 24.06.2024.
33. Amai Proteins [Electronic resource] // Amai Proteins. – Mode of access: <https://amaiproteins.com>. – Date of access: 24.06.2024.
34. Remilk [Electronic resource] // remilk. – Mode of access: <https://www.remilk.com>. – Date of access: 24.06.2024.
35. ImaginDairy [Electronic resource] // ImaginDairy. – Mode of access: <https://imagindairy.com>. – Date of access: 24.06.2024.
36. Perfect Day [Electronic resource] // PERFECT DAY. – Mode of access: <https://perfectday.com>. – Date of access: 24.06.2024.
37. Formo [Electronic resource] // Formo. – Mode of access: <https://formo.bio>. – Date of access: 24.06.2024.
38. Change Foods [Electronic resource] // Change Foods. – Mode of access: <https://www.changefoods.com>. – Date of access: 24.06.2024.
39. MeliBio [Electronic resource] // MeliBio. – Mode of access: <https://www.melibio.com>. – Date of access: 24.06.2024.
40. Barilla [Electronic resource] // Barilla. – Mode of access: <https://www.barilla.com/en-us>. – Date of access: 24.06.2024.
41. Nestlé [Electronic resource] // Nestlé. – Mode of access: <https://www.nestle.com>. – Date of access: 24.06.2024.
42. Choc Edge [Electronic resource] // Choc Edge. – Mode of access: <https://chocedge.org>. – Date of access: 24.06.2024.

43. PepsiCo [Electronic resource] // PEPSICO. – Mode of access: <https://www.pepsico.com>. – Date of access: 24.06.2024.

44. Novameat [Electronic resource] // NOVAMEAT. – Mode of access: <https://www.novameat.com>. – Date of access: 24.06.2024.

45. Redefine Meat [Electronic resource] // Redefine Meat. – Mode of access: <https://www.redefinemeat.com>. – Date of access: 24.06.2024.

Поступила в редакцию 22.08.2024

Сведения об авторе

Рудченко Галина Анатольевна – докторант, кандидат экономических наук, доцент

Information about the author

Rudchanka Halina Anatolievna – Doctoral Student, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor