

УДК 577.112:612.39

**СВЯЗЬ РАЦИОНА ПИТАНИЯ
И УСТОЙЧИВОСТИ РАЗВИТИЯ ОБЩЕСТВА.
ОБЪЕКТИВИЗАЦИЯ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ О ПОСЛЕДСТВИЯХ
ЗАМЕНЫ ЖИВОТНОГО БЕЛКА РАСТИТЕЛЬНЫМ**

¹Каноква М.А., ²Хамуков Ю.Х.

*¹ФГБУН Федеральный научный центр «Кабардино-Балкарский научный центр
Российской академии наук», Нальчик, e-mail: kanokova.madina@yandex.ru;*

*²ФГБУН Институт информатики и проблем регионального управления
Кабардино-Балкарского научного центра Российской академии наук,
Нальчик, e-mail: iipru@rambler.ru*

Актуальность данной работы обусловлена сложностью задач перехода к устойчивому развитию народно-го хозяйства. Переход к устойчивому развитию необходим для удовлетворения прогрессивно растущих потребностей человечества в качественных продуктах питания. Традиционные технологии производства продуктов питания основаны на использовании мяса животных. Поголовье крупного и мелкого рогатого скота и птицы производит различного рода деградирующее воздействие на экосистемы. Впечатляющим своими масштабами примером служит вырубка трех четвертых чрезвычайно важного для земной биосферы дождевого леса в бассейне Амазонки ради увеличения производства кормов для животноводства в Бразилии. Кроме непосредственного вмешательства в динамику биосферного водного и углеродного балансов животноводство сопряжено с выделением в атмосферу диоксида углерода и в двадцать три раза более парниково-активного метана. Животноводство сопряжено с распространением резистентных бактерий вследствие применения все большего количества антибиотиков в малых дозах. Заменяющих антибиотики препаратов пока нет, и их появление не предвидится. Уменьшения масштабов использования антибиотиков правовыми мерами достичь не удается, поскольку отказ от них приводит к значительным потерям в производстве мясо-молочной и иной животноводческой продукции. Угроза тотального заражения почвы, воды и воздуха резистентными бактериями принуждает приступить к снижению поголовья сельскохозяйственных животных. При этом необходимо сохранить тенденцию повышения качества питания населения. Без этого добиться сокращения поголовья не удастся, поскольку преодолеть рыночные законы на исторически значимый срок невозможно. Наиболее осмысленные в научно-технологическом плане надежды на разрешение этого парадокса возлагаются на развитие технологий производства искусственного мяса из растительного сырья. Инвестиции в развитие таких технологий растут экспоненциально. Но до настоящего времени остаются неисследованными долговременные последствия широкомасштабного перехода на использование продуктов питания на основе «альтернативного» белка из растительного сырья. Малоисследованы эволюционные эффекты массовой роботизации производства сельскохозяйственной продукции.

Ключевые слова: устойчивое развитие, растениеводство, животноводство, экосистема, биогеоценоз, белок, антибиотикорезистентность, термодинамика, роботизация, эволюция

**THE RELATIONSHIP OF DIET
AND THE SUSTAINABILITY OF SOCIETAL DEVELOPMENT.
OBJECTIVIZATION OF IDEAS ABOUT THE CONSEQUENCES
OF REPLACING ANIMAL PROTEIN WITH PLANT PROTEIN**

¹Kanokova M.A., ²Khamukov Y.Kh.

*¹Federal Scientific Center “Kabardino-Balkarian Scientific Center
of the Russian Academy of Sciences”, Nalchik, e-mail: kanokova.madina@yandex.ru;*

*²Institute of Informatics and Regional Management Problems
of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences,
Nalchik, e-mail: yukhab47@gmail.com*

The relevance of this work is due to the complexity of the tasks of the transition to sustainable development of the national economy. The transition to sustainable development is necessary to meet the progressively growing needs of mankind in quality food products. Traditional technologies of food production are based on the use of animal meat. Cattle, livestock and poultry produce various kinds of degrading effects on ecosystems. An impressive example is the removal of three-fourths of the rain forest in the Amazon basin, which is extremely important to the earth's biosphere, in order to increase the production of animal feed in Brazil. In addition to directly interfering with the dynamics of the biosphere's water and carbon balance, livestock production also produces emissions of carbon dioxide and twenty-three times the greenhouse gas methane. In addition, livestock production is associated with the spread of resistant bacteria due to the increasing use of low-dose antibiotics. Antibiotic substitutes are not yet available and are not expected to appear. Reducing the use of antibiotics by legal measures can not be achieved, because the rejection of antibiotics leads to significant losses in the production of meat and dairy and other livestock products. The threat of total contamination of soil, water and air with resistant bacteria forces to reduce the number of farm animals. At the same time it is necessary to maintain the trend of improving the quality of nutrition of the population. Without this it will not be possible to achieve the reduction of livestock, because it is impossible to overcome market laws for a historically significant period of time. The most meaningful hopes for solving this paradox in scientific and technological terms are pinned on the development of artificial meat production technologies from vegetable raw materials. Investments in the development of such technologies are growing almost exponentially. At the same time, the long-term consequences of a large-scale transition to the use of food products based on “alternative” protein from plant raw materials remain unexplored to date.

Keywords: sustainable development, crop production, animal production, ecosystem, biogeocenosis, protein, antibiotic resistance, thermodynamics, evolution

Общий рост благосостояния населения Земли выражается прежде всего в повышении качества потребляемых продуктов и росте их количества. При этом более миллиарда человек недополучают рекомендованную Всемирной организацией здравоохранения норму питания (в том числе биологически необходимую норму животного белка), а до 40% готовых к употреблению продуктов питания не доходят до потребителя и превращаются в источники парниковых газов и химического отравления почвы, воды и воздуха [1]. В настоящее время у человечества имеется только один способ разрешения этого парадокса – увеличение количества и повышение качества производимой сельскохозяйственной продукции. Решать эту задачу сельхозпроизводителям приходится в условиях сокращения площади пригодных для хозяйственного использования земель, снижения их плодородия и накопления опасных для человека пестицидов и продуктов их разложения. Последствия глобального потепления усиливают известные препятствия развитию производства высококачественных продуктов питания и переводят их в разряд угроз безопасности.

Таким образом, производя 1 кг белка, получаемого из говядины, мы наносим вред планете в 70,6 кг парниковых газов.

Цель исследования – выявить непреодолимые ограничения устойчивого развития общества, возникающие в результате деградации агроэкосистем, разработать и обосновать возможные подходы к разработке стратегии перехода к устойчивому развитию.

Метод исследования – сравнительно-сопоставительный анализ известных подходов к разработке концепции устойчивого развития общества и к разработке стратегии перехода к устойчивому развитию.

Растительные белки ежегодно в мире производятся в количестве 525 млн т. Прежде всего это кукуруза, соя, пшеница и рис. Но существующая тенденция к увеличению потребления мяса и рыбы может привести к 50% увеличению производства данных видов продуктов. К 2050 г. потребность в белке может дополнительно увеличиться на 265 млн т ежегодно, т.е. на 50% больше, чем сейчас выращивается и производится [2]. В настоящее время рост потребности в животном белке восполняется увеличением скорости производства животноводческой продукции с помощью антибиотиков, способствующих быстрой прибавке в весе скота и птицы. Но антибиотики, попадая в организм человека, накапливаются в нем с многочисленными негативными последствиями. Другой опасный эффект заключается в воспроизводстве резистентных бактерий и их распространении в почве, воде и в воздухе. Этот эффект грозит тотальным подавлением иммунитета человека к различным новым патогенным микроорганизмам. Для схода с этой опасной для существования цивилизации траектории развития необходимо внедрение новых технологий, не связанных с использованием воздействия на жизненно важные физиологические функции в организмах животных и человека [3].

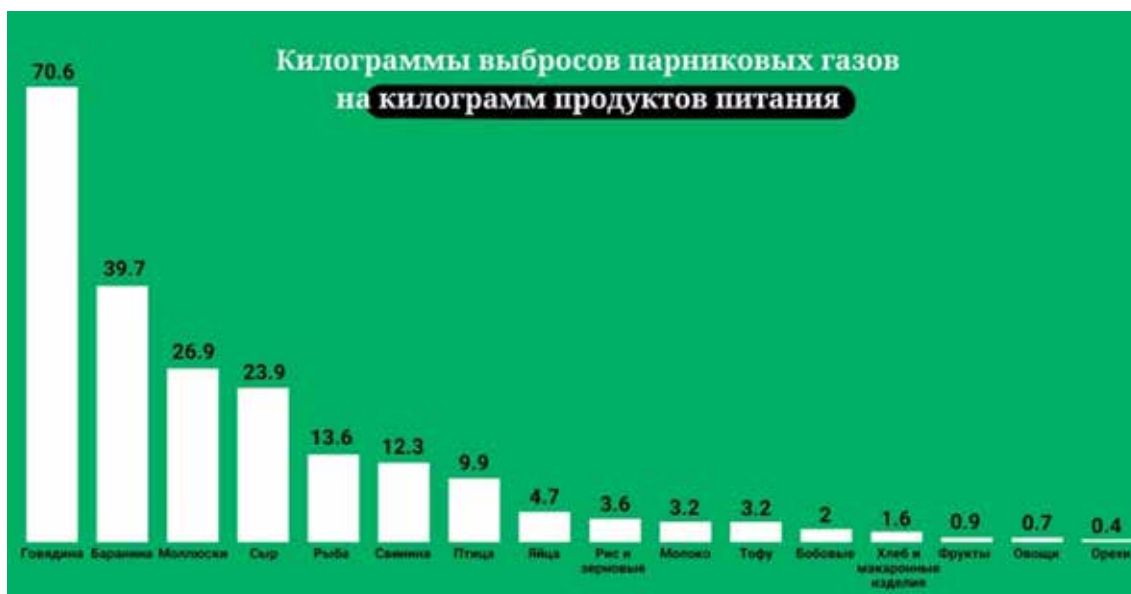


Рис. 1. Количество парникового газа выделяемого в процессе производства 1 кг белка
Источник: данные ООН

Мы принимаем за аксиому представление о том, что увеличение производства сельскохозяйственной продукции приведет к увеличению в той же пропорции производства и потребления энергии, расходованию пресной воды и истощению плодородия земли. При этом основные ресурсы расходуются на производство продуктов питания животного происхождения.

В развитых странах 70% белка потребляется в виде мяса и только 30% в виде растительной пищи. А 30% продовольствия теряется по тем или иным причинам при том, что 1 млрд чел. хронически недоедают. На корм скоту приходится 2/3 всей растениеводческой продукции, а на содержание такого количества животных требуются большие затраты природных ресурсов. Конечно, в данном случае первое, что приходит в голову как решение проблемы – это предложить людям заменить животный белок белком растительного происхождения [4]. Но есть много людей, которым показано потребление мяса, например людям с нехваткой железа в организме. Также в растительном белке может не хватать 2–3 незаменимых аминокислот [5, 6]. С глобалистских позиций проблема характеризуется неожиданно большими цифрами снижения выбросов эквивалента диоксида углерода в атмосферу в пересчете на один доллар инвестиций в производство альтернативных белков [7]. Прямое сравнение дает 11-кратное преимущество по сравнению с инвестициями, в частности, в экологизацию автотранспорта.

Ежегодно открываются компании, разрабатывающие новые способы выращивания мяса из пробирки или из растительного сырья. Тем самым растут и инвестиции в данную область. В России о динамике роста количества компаний по производству мяса из белка растительного происхождения можно судить из данных, предоставленных в виде отчета Ассоциацией альтернативных пищевых продуктов. В отчете говорится, что в 2021 г. число производителей такого мяса составило 40 компаний, в 2019 г. их было всего 9. По оценке аналитического агентства Deloitte Consulting рынок мяса из растительного и альтернативного белка на начало 2021 г. составлял 2,6 млрд руб. Альтернативой также могут стать микроводоросли, грибы и насекомые, рыбная мука и соя. Данные заменители животного белка также являются наиболее экологически чистыми [8, 9].

Одним из показательных примеров продвижения разработок новых технологий в области поиска альтернативы животному белку в 2022 г. может служить израильский стартап Redefine Meat Ltd. Данный стартап

привлек инвестиции в размере 135 млн долл. Основной идеей данного стартапа служит печать на 3D-принтере стейков растительного происхождения (рис. 2) [10].



Рис. 2. Распечатанный на 3D-принтере стейк растительного происхождения

Социоэкономическим эффектом этого финансирования станет возведение нового завода в Нидерландах и открытие 5000 площадок, большая часть которых будет располагаться в Великобритании и Нидерландах, население которых восприимчиво к инновациям в питании. Также в 2022 г. компания Tender food получила инвестиции в размере 12 млн долл. Tender food планирует производить альтернативное мясо, имитируя целномышечные нарезки. По мнению Дженнифер Барташус, аналитика из Bloomberg Intelligence, большой объем финансирования связан с тем, что спрос на мясо растительного происхождения может вырасти к 2030 г. до 74 млрд долл. Для сравнения, в 2020 г. данный спрос составлял 4 млрд долл.

Наглядным примером заинтересованности общества в производстве альтернативного белка могут служить компания Beyond Meat – за 2,5 месяца акции компании взлетели на 800%, и стартап Unsect, который привлек финансирование в размере 155 млн евро. Unsect занимается выпуском кормов для животных на основе белка насекомых [11].

Ученые предлагают еще один способ для замены традиционного мяса – мясо *in vitro*. Технология производства мяса *in vitro* предполагает выращивание мяса из стволовых клеток [12, 13]. На данный момент метод пока не до конца изучен, успехов в экспериментах добиться пока никому не удалось.

Исследования, проведенные агентствами VCG и Blue Horizon Corporation, показывают, что рынок альтернативного белка, составляющий на данный момент объем в 13 млн т, к 2035 г. вырастет до 97 млн т, или до 290 млрд долл. в денежном выражении.

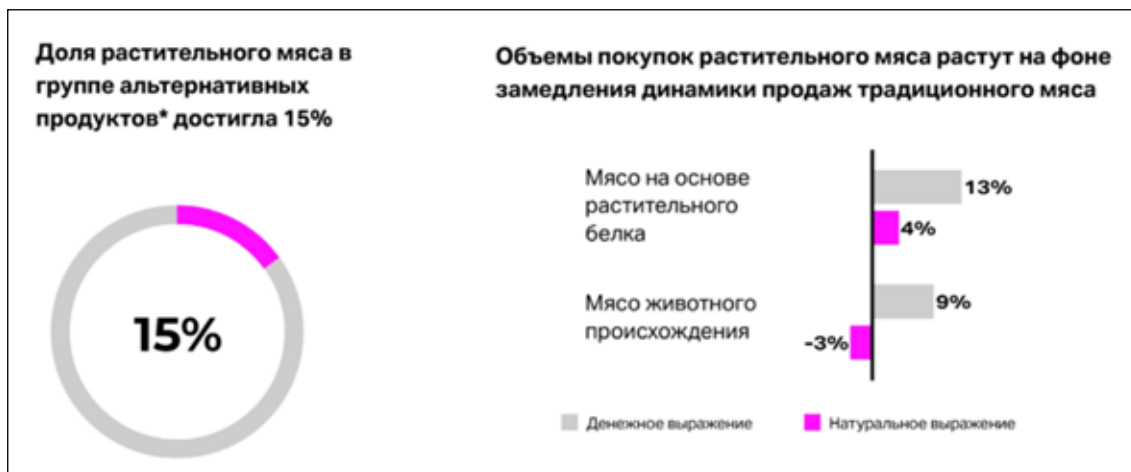


Рис. 3. Рост потребления альтернативного мяса с октября 2020 г. по сентябрь 2021 г. в сравнении с аналогичным периодом предыдущего года
Источник: данные агентства NielsenIQ

Числовые показатели аналитических агентств разнятся, но выводы исследований дают четкое понимание о том, что спрос на альтернативный белок в следующем десятилетии достигнет больших объемов. Данные показатели приведены с учетом использования существующих классических технологий. При появлении новых технологий, дающих более быстрые темпы развития сценария, показатели могут быть вдвое выше.

Частичный переход на альтернативный белок даст ряд положительных эффектов на окружающую среду и приблизит к общемировой глобальной устойчивости. В связи с тем, что производство и потребление будет более ответственным, появится возможность победить голод. Частичная замена животного белка растительным к 2035 г. позволит сэкономить более 1 Гт эквивалента CO₂, а также 39 млрд м³ воды.

Конечно, для того, чтобы человечество имело возможность и желание приобретать и потреблять альтернативные белки, их стоимость и вкус должны быть конкурентоспособными относительно традиционных продуктов. Например, в России стоимость 500 г мяса растительного происхождения в среднем составляет 475 руб., та же сумма уйдет на покупку 320 г колбасы. По мнению аналитиков BCG и Blue Horizon Corporation, уменьшение стоимости и улучшение вкусовых качеств будет зависеть от происхождения растительного белка, они предположили три возможные даты:

1. 2023 г. – продукты в виде гамбургеров, яиц и молочной продукции, состоящие из гороха, сои и других белков.

2. 2025 г. – продукты, состоящие из микроорганизмов (водорослей, дрожжей, грибов).

3. 2032 г. – продукты, выращенные из стволовых клеток животных.

В России наиболее яркими представителями, занимающимися производством продуктов из растительного белка, является группа компаний «ЭФКО». В 2020 г. они запустили выпуск мяса растительного происхождения. Мясо было выпущено в виде котлет, состоящих из соевого, горохового и рисового белка. Инвестиции в данное производство составили около 4 млрд руб.

ГК «ЭФКО» планирует заниматься не только производством растительной замены мяса, но и производством сладкого белка. Для этого ГК планирует строительство заводов в ОАЭ по производству растительного мяса и молока, а также сладкого белка. Сладкий белок станет альтернативой в первую очередь для больных сахарным диабетом. В ОАЭ заинтересовались данным проектом, так как производство альтернативного белка поможет в борьбе с нехваткой продовольствия и в борьбе за здоровье людей.

Доля покупок традиционного мяса упала на 3%, а доля покупок мяса из альтернативного белка выросла на 4%.

Смысл гипотезы о возможности решения обостряющихся экологических проблем посредством перехода на растительнобелковую пищу можно представить как определение объективно существующего различия между удельными экологическими последствиями производства продуктовой единицы рациона человека с использованием животнобелковой и растительнобелковой пищи.

Рост потребления растительного мяса по округам России
с октября 2020 г. по сентябрь 2021 г. в
сравнении с аналогичным периодом предыдущего года

Федеральный округ	Динамика продаж в натуральном выражении (%)	Доля продаж (%)
Центральный	1,8	33
Северо-Западный	-9,3	11
Сибирь и Дальний Восток	17,7	16
Южный	-1	13
Уральский	22,3	7
Поволжский	3,7	18

Источник: данные исследования агентства NielsenIQ «Здоровый образ жизни», 2020.

В целом картина мира с быстро растущим народонаселением Земли и еще более быстрым улучшением питания человечества складывается угрожающая [14]. Ожидаемые эффекты от широкомасштабного перехода на растительнобелковую пищу в виде, например, 20%-ного снижения объемов выбросов диоксида углерода и иных парниковых газов при 50%-ном сокращении поголовья сельскохозяйственных животных и т.п. явления обещают вполне доброкачественные безобидные возможности осуществления устойчивого развития.

Формирование Концепции устойчивого развития началось в 1992 г. на Всемирной конференции, состоявшейся в Рио-де-Жанейро, где была выработана основная доктрина современной природопользования, связывающая встающие перед обществом социальные, экономические и экологические проблемы. На последовавших форумах в Йоханнесбурге (2002) и Копенгагене (2009) обсуждалось уже резкое обострение глобальных экологических проблем: изменение климата, растущий дефицит пресной воды, сокращение биоразнообразия и лесов, опустынивание и др. Практика показала, что рассмотренные в ходе подготовки и проведения форумов так называемая «Ресурсная модель развития», «Теория биотической саморегуляции», модели «Устойчивое развитие», «Экономическое общество» и «Зеленый рост» не содержат полноценных концепций развития цивилизации, опирающихся на фундаментальные законы природы и мировые константы. Мы исходим из того, что признаком доброкачественности и надежности модели развития является редуцируемость модели к наборам описываемых фундаментальными законами физики и химическими уравнениями надежных причинно-следственных связей между явлениями. В нашем случае, когда суть про-

блемы заключается или, во всяком случае, сводится к различию между наборами незаменимых аминокислот в животном и растительном белке, мы можем проследить причинно-следственные отношения явлений от свойств белков в макромир до законов эволюции экосистем и в микромир до спин-спиновых взаимодействий электронов и ядер атомов нуклеотидов при синтезе нуклеиновых кислот [15].

В явном виде такая «сквозная» причинно-следственная цепь явлений еще не установлена, но мы можем проверить «доброкачественность» каждого причинно-следственного звена такой гипотетической цепи по ее вкладу в общий энтропийный эффект диссипативного процесса, начинающегося в реакциях фотосинтеза органического вещества с помощью энергии солнечного света и заканчивающегося рассеянием теплового излучения веществом экосистемы в космическое пространство. Этот диссипативный процесс включает сложнейшую систему из тысяч процессов преобразования энергии и вещества в биохимических, биофизических и биомеханических явлениях, связанных с питанием человека растительной и животной пищей. К этой картине необходимо добавить процессы с использованием дополнительно вносимой в экосистемные процессы энергии ископаемого углеводородного сырья и энергии ядерных энергетических установок. Применяя к этой общей картине принцип редуцирования к фундаментальным законам природы, мы предполагаем получить объективный признак выполнимости и целесообразности смены пищевой цепочки и оценки последствий такой смены. Так, «термодинамический» подход к оценке перспектив и последствий крупномасштабного перехода человечества на растительнобелковую пищу позволяет связать объектив-

ные характеристики социоэкономических процессов с термодинамическими константами и законами квантовой физики. Например, восстановление цепочки переходов аминокислот растительных белков в состав внутриклеточных структур животных и человека и участие в необратимых метаболических процессах с производством известного количества энтропии позволит, по-видимому, избежать необходимости восстановления и анализа многочисленных мультипликативных цепочек явлений различного рода, сопровождающих переход на растительнобелковое питание и, таким образом, позволит дать объективную оценку выполнимости такого перехода.

Один путь движения аминокислот включает поедание растительности животными и переход аминокислот в животный белок [16]. Другой путь примерно представлен на рис. 4.

На рис. 4 и 5 представлены схемы промышленного получения пищевого белка. Природный процесс получения животного белка в виде мяса (говядины) можно представить в виде подобной технологической

схемы, в которой на месте изображений производственных операций от загрузки в реактор растительного сырья, воды и щелочи до изображения реактора для нейтрализации и сушки протеиновой массы будет представлено изображение коровы. Набор необратимых термодинамических процессов, осуществляемых в задействованной в этой метаморфозе биомассе (включая фитомассу собственно растительного сырья и зоомассу самих животных), завершается образованием ассимилированных органических веществ, запасы животного белка в которых и образуют поток животного белка, протекающий через экосистему.

До настоящего времени не получен ответ на вопрос о принципиальной возможности замещения природного процесса производства животного белка промышленным производством белка из растительного сырья без нанесения необратимого ущерба человеку, экосистемам и земной биосфере в целом. Пока мы можем оценивать вероятность того или иного ответа по опосредованным следствиям подобной замены.

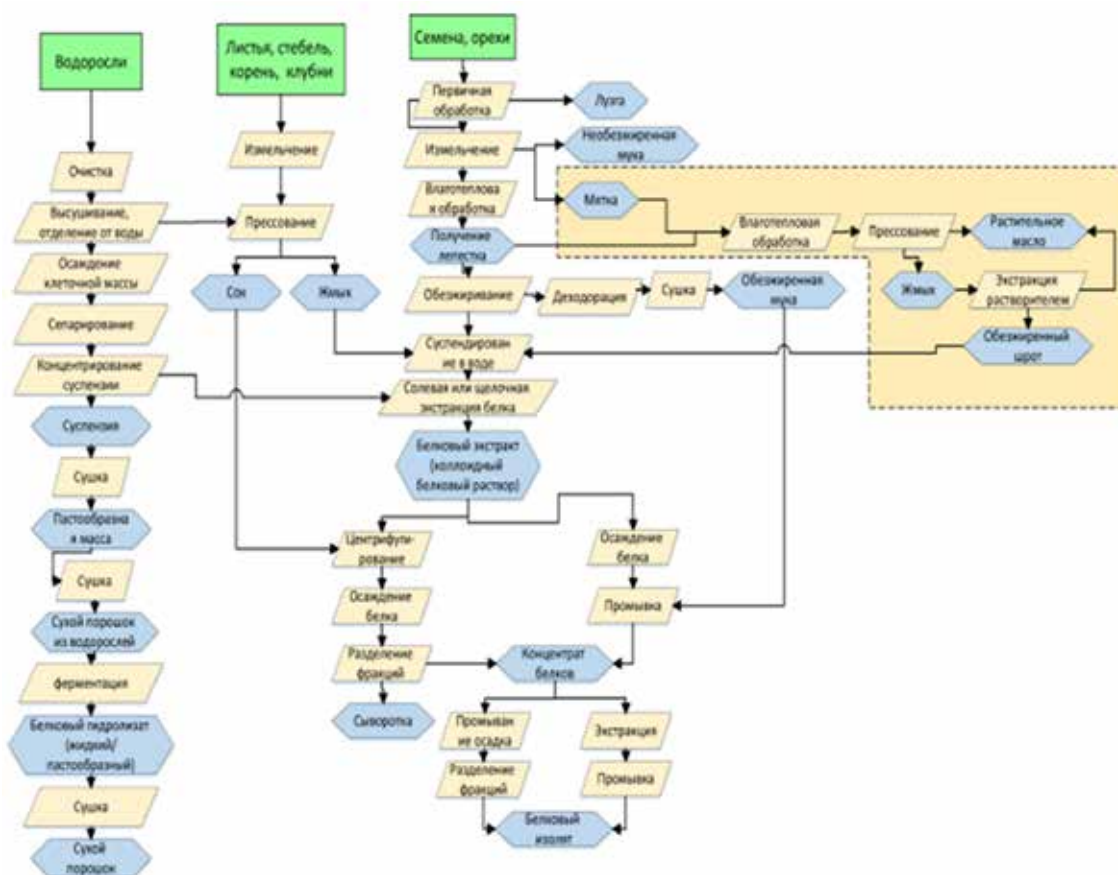


Рис. 4. Принципиальная схема получения белкового концентрата и изолята

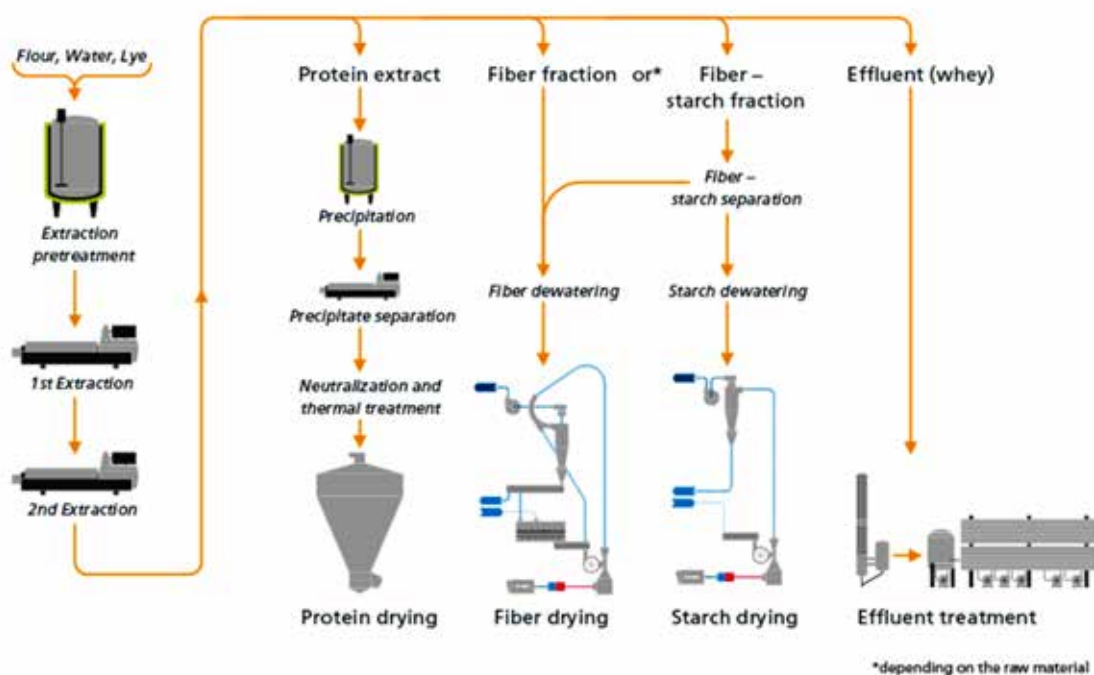


Рис. 5. Технологическая схема получения белкового концентрата и изолята

Например, сравнение этих схем трансформации аминокислот по степени «полезности» или «вредности» для экосистемы и человека начнем с подсчета площади используемой земной поверхности. Сразу столкнемся с тем, что животноводческому способу производства белка необходимократно больше территории, чем растениеводческому способу – 0,37 га, или 3700 м² пастбищ на 1 кг мяса при 2,75 м² на выращивание 1,5 кг пшеницы с таким же содержанием белка.

При производстве 1 кг животного белка (в виде говяжьего мяса) образуется 353 кг CO₂. А при производстве 1 кг растительного белка (в виде пшеницы) образуется примерно 0,3 кг CO₂ [17]. Также кардинально различаются удельные площади сельхозугодий на производство мясо-молочных и растительных продуктов питания. В пересчете на калорийность продуктов и содержание белка производство мясо-молочных продуктов, занимающее 83% сельхозземель и создающее 58% парниковых выбросов сельскохозяйственного происхождения, обеспечивает только 18% калорий и 37% белка в рационе человека.

На первый взгляд, эти соотношения исключают сомнения в целесообразности перехода на растительнобелковое питание. Тем более что потребность в производстве продовольствия опережает рост населения Земли и скорость увеличения площади обрабатываемых угодий. Но учет

большого количества связанных с переходом на растительнобелковую пищу явлений обнаруживает обстоятельства более общего и более принципиального характера, чем балансовые отношения численных показателей ресурсоемкости различных способов производства белка.

Дело в том, что без крупных травоядных животных земные экосистемы деградируют и снижается их способность обеспечивать жизнедеятельность общества и индивида. В зависимости от конкретных геоминеральных и погодноклиматических условий местности, каждой экосистеме требуется наличие определенного поголовья крупных травоядных животных, обеспечивающих концентрацию и поверхностную сегрегацию азота, фосфора и калия, необходимых для синтеза нуклеотидов на микроуровне и гомеостаза на макроуровне. Эти элементы концентрируются и аккумулируются растениями, поедаемыми крупными животными, а затем оседают в почвенном слое грунта. [18, 19]. Есть и более наглядные последствия обитания крупных животных в экосистеме. Без крупных травоядных животных, которые при вольном выпасе выедают доминирующие виды трав и создают разнообразие условий произрастания, видовое разнообразие растений в экосистеме снижается, она становится менее устойчивой по отношению к экстремальным климатическим и погодным воз-

действиям, а также к поражению болезнями и вредителями растений.

Указанные обстоятельства, на которые накладывается очевидный экономический эффект от снижения спроса и, соответственно, производства животного белка в виде мясо-молочной продукции, предвещают еще более быстрый и масштабный ущерб цивилизации от снижения поголовья сельскохозяйственных животных, чем последствия непосредственного воздействия сельскохозяйственной отрасли на земные экосистемы и биосферу в целом. Наука и технологии представляют обществу все больше средств для существенного снижения масштабов негативных последствий антропогенного воздействия на экосистемные процессы в виде их машинной и химической деградации. Не обнаружено также запретов на создание способов противодействия возникновению и распространению антибиотикорезистентных бактерий. Но сложно представить себе возможность корректировки синтеза аминокислот и белков в условиях недостаточной концентрации первых 20 химических элементов периодической таблицы химических элементов. Это обстоятельство служит еще одним доводом в пользу выбора сохранения естественного способа обеспечения человека животным белком в продуктах питания.

Нам представляется необходимым и своевременным добавление в эту дилемму третьего фактора – необратимых последствий массовой роботизации производственной и иных видов деятельности человека. Робототехника еще не проявила в явной форме свои способности в отношении оздоровления агроэкосистем в результате реализации щадящего и оздоравливающего воздействия на почвы и агроландшафты в целом. Такой эффект возникает при внедрении технологий точного и точечного воздействия на почвы и живые организмы. Также нет очевидных ограничений на то, что индивидуальный контроль состояния поголовья животных средствами роботизации ухода за ним может привести к снижению или полному исключению применения антибиотиков в животноводстве и птицеводстве.

Заключение

В результате исследования уточнены ограничения и угрозы устойчивому развитию общества, проявляющиеся в виде неразрешимой дилеммы – необходимости выбора между двумя взаимоисключающими возможными стратегиями перехода общества к устойчивому развитию, одна из которых неизбежно приводит к утере человеком популяционной жизнеспособности вслед-

ствие необратимой деградации экосистем в результате прогрессирующего снижения ее видового многообразия, а вторая так же неизбежно приводит к утере индивидуальной жизнеспособности человека вследствие негативных изменений на уровне клеточной физиологии под воздействием антибиотикорезистентных бактерий.

В качестве способа предотвращения возникновения перед обществом такой дилеммы представляется возможным актуализировать дополнительно иные, параллельные затронутым в исследовании, эволюционные процессы. Прежде всего, это процесс массовой роботизации всех сфер жизнедеятельности общества и индивида. Для этого следует, прежде всего, приложить усилия к разработке концептуальных положений стратегии перехода общества в состояние взаимодополняющего и взаимозависимого сосуществования человеческого общества и остального животного царства, согласование режимов жизнедеятельности которых обеспечивается робототехникой.

Резюмируя приведенные доводы, можно прийти к заключению о решающей роли морально-этических обоснований в выборе между сохранением традиционного способа обеспечения человека белковой пищей и необходимыми углеводами и жирами и переходом на растительнобелковое питание и синтетические углеводы и жиры. Тогда устойчивое развитие общества представляется как сосуществование с регулируемым поголовьем крупных полудиких животных, обеспечивающих устойчивость экосистемных биогеоценозов и доброкачественность производимого человеком растительного сырья для обеспечения общества полноценной белковой пищей.

Список литературы

1. Smil V. Eating Meat: Evolution, Patterns, and Consequences. *Population and Development Review*. 2002. No. 28 (4). P. 599–639.
2. Ilea R. Intensive Livestock Farming: Global Trends, Increased Environmental Concerns, and Ethical Solutions. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 2009. No. 22 (2). P. 153–167.
3. Канокова М.А. Влияние современных систем автоматизации и роботизации на уменьшение использования антибиотиков в профилактических целях при выращивании скота и птицы // *Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН*. 2020. № 6 (98). С. 201–209.
4. Boland M.J. The future supply of animal-derived protein for human consumption. *Trends in Food Science & Technology*. 2012. No. 29. P. 62–73. DOI: 10.1016/j.tifs.2012.07.002.
5. Nohr D. and Biesalski H.K. 'Mealthy' food: meat as a healthy and valuable source of micronutrients. *Animal*. 2007. No. 1 (02). P. 309–316.
6. Tessari P., Lante A., Mosca G. Essential amino acids: master regulators of nutrition and environmental footprint? *Scientific Reports*. 2016. Vol. 6. No. 26074. 13 p. DOI: 10.1038/srep26074.

7. Plant-based food is the best climate investment! Reports Blue Horizon Corporation AG. 2022. [Электронный ресурс]. URL: <https://bluehorizon.com/insight/plant-based-food-is-the-best-climate-investment/> (дата обращения: 12.12.2022).
8. Байнович Б., Биндрик У., Мэтис А., Хайнц Ф. Альтернативы мясному белку // Все о мясе. Немецкий институт пищевых технологий. 2012. № 6. С. 34–37.
9. Соколов И. Альтернативный подход. Компании ищут новые источники кормового белка // Агроинвестор, 2018. № 6. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.agroinvestor.ru/technologies/article/30768-alternativnyu-podkhod/> (дата обращения: 12.12.2022).
10. Levingston I. 3D-Printed Plant Steak Startup Raises Funds to Chase Carnivores. Europe edition Bloomberg, 2022. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2022-01-31/3d-printed-plant-steak-startup-raises-funds-to-chase-carnivores> (дата обращения: 12.12.2022).
11. Альтернативный белок: стартапы и прорывные технологии агропромышленного сектора // Аналитические данные АНО Международный независимый институт анализа инвестиционной политики. 2021. [Электронный ресурс]. URL: <https://xn--80aplem.xn--plai/analytics/Alternativnyj-belok-startapy-i-proryvnye-tehnologii-agropromyslennogo-sektora/> (дата обращения: 12.12.2022).
12. Langelaan M.L.P. Meet the new meat: tissue engineered skeletal muscle. Trends in Food Science & Technology. 2010. No. 21 (2). P. 59–66.
13. Bhat Z. and Bhat H. Animal free Meat Biofabrication. American Journal of Food Technology. 2011. No. 6 (6). P. 441–459.
14. Плотникова Л.Я., Баженова О.П., Барайшук Г.В., Рендов Н.А., Ларионов Ю.С., Костарев С.В., Щерба В.Н. Экологические проблемы, связанные с интенсивным сельскохозяйственным производством (продукция животноводства и растениеводства). Переподготовка кадров в сфере развития сельских территорий и экологии. 2012. Модуль № 7. 166 с.
15. Urry D. Thermodynamics of Protein Structure Formation and Function. Application of Thermodynamics to Biological and Materials Science. 2011. 70 с. DOI: 10.5772/14027.
16. Продовольственная безопасность и сельское хозяйство // Земельные ресурсы: всемирный обзор. 2018. С. 124–159.
17. Инвентаризация выбросов парниковых газов на примере бизнес-процесса выращивания пшеницы // Данные HPBS. 2021. [Электронный ресурс]. URL: <https://hpb-s.com/services/calculation-carbon-footprint/> (дата обращения: 12.12.2022).
18. Assessment Report on Biodiversity & Ecosystem Services in Europe and Central Asia: A Primer. Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES) (Medellin, Colombia, March 18–24. 2018).
19. Ratajczak Z., Collins S.L., Blair J.M., Nippert J.B. Re-introducing bison results in long-running and resilient increases in grassland diversity. PNAS. 2022. Vol. 119. No. 36. С. 1–7. DOI: 10.1073/pnas.2210433119.