

УДК 338.35

И. А. Агафонов

ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», Самара,
e-mail: yuhan@mail.ru

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЖИВОТНОВОДСТВА РОССИИ БЕЛКОВЫМ КОРМОМ КАК ЧАСТЬ НАЦИОНАЛЬНОЙ И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СТРАНЫ

Ключевые слова: экономическая безопасность, продовольственная безопасность, импортозамещение, сельскохозяйственные корма, белково-витаминные концентраты.

Статья выполнена по научной специальности 08.00.01 Экономическая теория и посвящена вопросам обеспечения продовольственной безопасности, основанной на использовании современных технологий, как элемента экономической безопасности страны. Рассмотрена история развития микробиологической промышленности в СССР с точки зрения создания белковых концентратов для сбалансированных кормов сельского хозяйства. Развитие производства белково-витаминных концентратов в нашей стране было остановлено в начале 1990-х гг., в результате чего рынок сельского хозяйства страны попал в зависимость к мировым производителям белков, прежде всего сои. Так как одним из основных производителей соевого белка является США, а использование рыбной муки отличается высокими затратами и имеет долговременные негативные эколого-экономические последствия в условиях санкций России стоит обратиться к опыту Советского Союза и рассмотреть возможность воссоздания промышленности производства белка из нерастительных материалов, таких как нефть и газ. Первые опыты после периода отказа от данных технологий оказались вполне удачными, однако потребности рынка требуют интенсивного развития данной отрасли народного хозяйства на общегосударственном уровне.

I. A. Agafonov

Samara State Technical University, Samara, e-mail: yuhan@mail.ru

PROVISION OF ANIMAL HUSBANDRY IN RUSSIA WITH PROTEIN FEED AS A PART OF THE NATIONAL AND ECONOMIC SECURITY OF THE COUNTRY

Keywords: economic security, food security, import substitution, agricultural feed, protein and vitamin concentrates.

The article was written in the scientific specialty 08.00.01 Economic theory and is devoted to the issues of ensuring food security as an element of the country's economic security based on the use of modern technologies. The history of the development of the microbiological industry in the USSR is considered from the point of view of the creation of protein concentrates for balanced fodder for agriculture. The development of the production of protein and vitamin concentrates in our country was stopped in the early 1990s, as a result of which the country's agricultural market became dependent on world producers of proteins, primarily soybeans. Since one of the main producers of soy protein is the United States, and the use of fishmeal is costly and has long-term negative environmental consequences, under the conditions of Russian sanctions, it is worth turning to the experience of the Soviet Union and considering the possibility of recreating a protein industry from non-plant materials such as oil and gas. The first experiments after the period of rejection of these technologies turned out to be quite successful, however, the needs of the market require the intensive development of this branch of the national economy at the national level.

Важным элементом национальной безопасности и экономической безопасности страны и мира в целом является проблема обеспечения населения продовольствием.

Состояние мировой экономики в 2022 г. характеризовалось как продовольственный кризис, сопровождающийся ростом цен на продукты питания с одновременным

увеличением их дефицита. Начало кризису положили проблемы в мировой экономике, возникшие вследствие пандемии COVID-19, за которыми последовали геополитические и экономические трудности на фоне экстремальные погодных условий, таких как наводнения и засухи, являющиеся следствием антропогенного изменения климата.

Ещё до начала специальной военной операции, повлекшей многочисленные экономические санкции, имевшие отрицательные последствия в том числе для самих стран, их введших, Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН (ФАО) отмечала, что цены на пищевые продукты уже достигли рекордно высокого уровня: по данным, по состоянию на февраль 2022 года цены на продукты в годовом исчислении выросли на 20% [1].

Целью исследования ставится рассмотрение существующих путей обеспечения продовольственной независимости России в современных условиях.

Россия всегда уделяла большое внимание задаче обеспечения населения продовольствием: 1 февраля 2010 года президентом Дмитрием Медведевым была подписана Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации, ставшей документом, который выражает общую сумму официальных представлений о целях, задачах и основных векторах развития, в рамках которых должна развиваться государственная экономическая политика, осуществляющая реализацию и укрепление позиций системы продовольственной безопасности страны [2]. А 21 января 2020 года Указом президента Российской Федерации В.В. Путина № 20 была принята новая Доктрина [3]. В ней, в частности, отмечается, что продовольственная безопасность должна обеспечивать всем социальным группам населения страны физическую и экономическую доступность ко всем видам продовольствия объективно необходимого объема, удовлетворяющего требованиям качества [4]. Также отмечается необходимость автономности и экономической самостоятельности национальной продовольственной системы, что связано с политикой импортозамещения нашей страны в период санкций и вообще имеет важное значение для национальной безопасности России, опираясь на ее исторический опыт с учетом преемственности Советскому Союзу и Российской Империи.

В частности, в Доктрине устанавливаются ограничения по доле присутствия на внутреннем рынке России продовольственных товаров импортных производителей и связанный с ним минимальный уровень присутствия отечественных, снижать который они не могут. Так импортного зерна на российском рынке должно быть не более 5%, сахара – не более 20%, растительного масла – не более 20%, мяса и мясопродуктов в пересчете на мясо – не более 15%, молока и молочных продуктов в пересчете на молоко – не более 10% рыбной продукции – не более 20%, картофеля – не более 5% соли пищевой – не более 15%.

В Доктрине делается акцент на устойчивость, которая понимается как развитие национальной продовольственной системы в режиме расширенного воспроизведения, то есть с наращиванием производства благ, в данном случае продовольственных, в увеличивающихся размерах.

Важнейшим элементом решения разнообразных задач экономической безопасности и продовольственной проблемы в частности является широкое использование научно-технического потенциала стран и мирового сообщества [5]. Одним из таких научно-практических путей является использование достижений микробиологии, значение которой в решении задачи преодоления продовольственного кризиса рассмотрено далее.

Развитие микробиологии в применении к сельскому хозяйству происходит уже свыше полувека. До середины 60-х годов XX века предприятия микробиологического синтеза относились к разным министерствам и ведомствам Советского Союза. В 1966 году была сформирована новая самостоятельная отрасль, в которую были выделены эти предприятия. При Совете министров СССР было сформировано Главмикробиопром (Главное управление микробиологической промышленности). ВНИИСинтезбелок (Всесоюзный научно-исследовательский институт биосинтеза белковых веществ) был передан в подчинение Главмикробиопрому.

Одним из перспективных способов обеспечения населения белком стало производство кормовых дрожжей – специальной биомассы, выращиваемой на субстратах разного происхождения, используемых в качестве комбикормов и биодобавок в кормовые рационы животноводства.

Кормовые дрожжи представлены различными микроорганизмами и биомассу они наращивают на различном сырье. Выделяют следующие виды микроорганизмов:

- гидролизные, полученные в ходе гидролиза (взаимодействия с участием молекул воды) древесных отходов или отходов целлюлозно-бумажной промышленности;

- классические кормовые дрожжи, которые выращиваются на отходах производства этилового спирта (так называемом барде);

- белково-витаминные концентраты (БВК), в ходе производства которых биомасса дрожжевых клеток использует для питания отходы переработки нерастительного сырья. В частности имеются паприны – клетки, питающиеся нефтяными парафинами, меприны и эприны, использующие метанол и этиловый спирт соответственно и гаприны, выращиваемые с помощью природного газа. Содержание сухой массы дрожжевого белка в паприне превышает 56% [6], что позволяет обеспечить животным, потребляющим паприносодержащий корм быстро набирать массу [7].

Академик А.Н. Несмеянов отмечал, что скорость промышленного производства дрожжевого белка превышает скорость производства животного более, чем в 2500 раз [8].

В нашей стране нефть всегда занимала видное место в любой отрасли народного хозяйства. Не стало исключением и сельское хозяйство, потребляющее БВК, сырьем для которого служили нефтяные парафины. В 1968 году Ново-Уфимский нефтеперерабатывающий завод открыл на своей территории опытно-промышленный цех по производству БВК на основе очищенных парафинов нефти, который стал первым в Европе. Мощность цеха составила 12 тыс. т/год. В 1973 году были введены мощности по производству паприна в г. Кстов (Новгородская область), в 1974 году – в г. Кириши (Ленинградская область) и п. Светлый Яр (Волгоградская область). К 1987 году объем производства паприна и сходных белково-витаминных концентратов в СССР достиг 1,1 млн т, что по некоторым оценкам составляло около двух третей от мировых объемов производства [9] и позволило сэкономить 6,6 миллионов тонн фуражного зерна [10]. При этом потребность советского животноводства оценивалась в 6 миллионов тонн кормового

белка [11]. Развитие микробиологии одноклеточных соединений позволяло уверенно прогнозировать решение проблемы кормового белка, что требовало строительства 16 заводов БВК, из которых к 1991 году построено было 8 [12].

Следует иметь в виду, что эта деятельность являлась в своем роде уникальной: на Западе сложился устойчивый рынок производителей белка, основным источником которых выступали бобовые культуры, прежде всего соя. Ведущая роль сои как источника кормового белка сохраняется и в настоящее время: в сезоне 2017/2018 ее было выращено около 350 млн т, причем основная часть (более 80% мирового объема производства) сои приходится всего на три страны: Аргентину, Бразилию и США (14, 33 и 35% соответственно) [13]. То есть сельскохозяйственные корпорации США занимают более трети мирового рынка производства кормового соевого белка. Британский ученый Дж.Б. Картер еще в 1981 году отмечал мощное лобби западных стран для развития производства белка с помощью одноклеточных микроорганизмов. СССР же, в значительной мере независимый от западного влияния, шел своим путем, создавая реальную альтернативу сложившемуся рынку. Опираясь на данные о развитии микробиологии в СССР авторы американского журнала «Биотехнология» в 1984 году отмечали, что Советский Союз в ближайшее время может достигнуть таких объемов производства белка с помощью одноклеточных организмов, что это приведет к ликвидации зависимости СССР от импорта зерна [11].

Что касается производства сои на постсоветском пространстве, снижение производства белка с помощью микроорганизмов, которое произошло в начале 1990-х гг. требовало использования альтернативных производств для обеспечения потребностей животноводства. Если бы для этого пришлось прибегнуть к выращиванию сои на территории СССР, то для восполнения дефицита белка в 1989 году потребовалось бы увеличить производство сои в 50 раз [14]. Культивирование соевых бобовых на территории СССР с расчетом на хороший урожай ограничено преимущественно регионами Приморья и Крыма, что делает такое наращивание нереальным [12]. Другой альтернативой производства белка выступило

использование мясокостной муки, которое оказалось опасным в связи с угрозой коровьего бешенства [15].

Падение железного занавеса, курс на сближение с западными партнерами, множество факторов в экономической и политической жизни страны привели к возможности воздействовать на предприятия народного хозяйства СССР извне, в том числе и в форме экологических акций и программ. Индикатором такого воздействия стало принятие 27.11.1989 г. постановления Верховного Совета СССР «О неотложных мерах экологического оздоровления страны». Данный документ предусматривал прекращение производства кормового белка из парафинов нефти с 1991 года с перепрофилированием соответствующих предприятий [16]. При этом специфика данных предприятий не позволяла им перепрофилироваться, что в частности отмечает А. Найдин, который в те времена был участником проекта по разработке аппаратуры для производства БВК, а в настоящее время является заместителем директора ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений (НИЦ БМТ ВИЛАР). Следовательно, принятие данного решения просто закрывало производство белково-витаминных концентратов и перспективные научные разработки, связанные с ними [11]. Очевидно, что данное направление науки и техники было очень молодо, с момента выделения его в отдельную отрасль прошло менее четверти века. Отдельные проблемы экологического характера были в значительной степени только обозначены, и естественный ход развития технологий позволил бы их решить в короткий период времени. И.Н. Малеванный (в прошлом главный государственный санитарный врач по Ленинградской области) указывал, что экологическая проблема, связанная с выбросами белковой пыли, которая имела место при производстве паприна в начале формирования отрасли и на ранних этапах ее развития была в целом решена за счет использования инновационных технологических решений уже ко второй половине 1980-х годов. Данные решения были успешно внедрены на заводах в Кременчуге и Киришах, и проходивших стадию испытания на Новополюцком и Ангарском заводах [15].

Среди экономических проблем производства БВК отмечались рост стоимости нефти и нефтепродуктов на мировом рынке, высокая энергоемкость производства и его высокая наукоемкость. Первый аргумент в нашей стране не выдерживает никакой критики. Второй и третий хорошо аргументируют потерю интереса к проекту в условиях разрушения целостного народного хозяйства, ослабления экономики и вертикали власти. Подобные проекты нуждаются в целом комплексе вертикально интегрированных предприятий, включающих в себя, в том числе, значительные научно-исследовательские мощности. Распад СССР повлек за собой расформирование многих научно-исследовательских институтов, занимавшихся проблемой микробиологического производства белка: ВНИИсинтезбелок, ВНИИбиотехника, ВНИИгидролиз и др. Были ликвидированы все проектные институты, кроме института «Гипробiosинтез», являвшегося головным, а Министерство медицинской и микробиологической промышленности подверглось реструктуризации [17].

Разработка крупными организациями наукоемких технологий требует значительной государственной поддержки, как материальной, так и моральной, придающей большое значение проводимым разработкам и изысканиям. С резким снижением государственной поддержки весь конгломерат научных и производственных организаций не смог ничего противопоставить мощной конкуренции со стороны западных производителей продуктовых товаров, хлынувших на российский рынок в 1990-х гг. и был фактически уничтожен. Это подтверждает А.Р. Аблаев, президент Российской биотопливной ассоциации. Он отмечает, что в начале 1990 гг. на российский рынок были направлены большие объемы сои по заниженным ценам, что привело к уничтожению промышленного производства кормовых белков из альтернативных источников. Сложившаяся ситуация поставила российских производителей сельскохозяйственной продукции в зависимость от конъюнктуры мировых рынков.

В.А. Быков, занимавший должности директора Киришского биохимического завода (1971-1976 гг.), заведующий сектором микробиологической промышленности Отдела химической промышленности ЦК КПСС (1979-1985 гг.) министра медицинской и ми-

кробиологической промышленности СССР (1985-1989 гг.), отмечает актуальность проблемы нехватки белка в XXI веке. Среднедушевое потребление мяса в 1990 году в нашей стране составляло 70 кг, в 2009 году оно снизилось до 55 кг. Для сравнения потребление мяса в Германии достигает 100, а в США – 119 кг/год. Следует иметь в виду, что понятие «в среднем» опирается на статистику о тридцатикратном разрыве доходов между членами сообщества. Следовательно, и распределение указанного количества потребляемого мясного белка в обществе крайне неравномерно – как в России, так и за рубежом. Институт питания РАМН отмечает дефицит чистого пищевого белка в России в 2009 году на уровне одного миллиона т/год или примерно 7 кг на человека в год. Общемировой дефицит кормового белка превышает 30 млн т/год, в том числе примерно 2-2,5 млн т – в России. Союз комбикормщиков отмечает, что решение этой проблемы для нашей страны частично осуществляется за счёт импорта около 2,2 млн т/год белкового сырья, а частично – за счет расширения посевных площадей сои на 0,5 млн га [18]. В 2018 году посевные площади сои в России составили примерно 2,9 млн га, средняя урожайность посевных площадей не превышала 1,4 т/га, что в два раза ниже урожайности этой культуры в Бразилии и почти в три раза – США. Объем производства сои России оценивается в 3,5-4 млн т/год, потребления – примерно в 6-6,5 млн т/год, что требует импорта в объеме до 45% от общего объема потребления [13].

Еще один ценный источник белка и незаменимая основа кормов для рыб — рыбная мука. Однако в мире происходит переход от традиционного рыболовства к выращиванию аквакультуры на рыбных фермах, объем производства которых в 2014 году достиг 101,1 млн т, превысив 52% от общего объема производства рыбного хозяйства (195,7 млн т). При этом рыбная мука производится в основном из дикой рыбы, что способствует ее чрезмерному вылову. В 2016 году мировой объем производства рыбной муки составил 4,9 млн т. За период с 1994 по 2017 гг. цены на соевые бобы и рыбную муку выросли в пять раз, что свидетельствует о нарастающем дефиците кормового белка, производимого традиционными методами. Тем не менее рыбная мука занимает достаточно боль-

шой сектор рынка – 8-10 млрд долларов при общем объеме мирового рынка кормовых протеинов в 30-40 млрд долларов и рынке протеинов животного происхождения в 18-25 млрд долларов [13].

В этих условиях технологии, разрабатывавшиеся в СССР, вновь представляются перспективными. Они решают задачу импортозамещения, создают свой уникальный путь для развития пищевой промышленности России, имеют в основании мощную ресурсную базу страны.

В.А. Афанасьев, президент созданного в 2002 году Союза комбикормщиков, отметил, что белок, производимый из природного газа в 1980 гг. в СССР является качественным, близким по составу к рыбной муке, дефицит которой в России превышает 0,8 млн т. Стоимость био-протеина из природного газа в 2016 году оценивалась примерно в 55 тыс. руб./т, то есть на уровне с ценой на рыбную муку третьего класса [19].

Уже сейчас в нашей стране действуют компании, реализующие проекты по производству белка из природных углеводов. Одной из таких компаний является «Метаника», научный руководитель которой Сергей Глухих отмечает, что современное сельское хозяйство невозможно без наличия сбалансированных кормов, а с точки зрения продовольственной, экономической и национальной безопасности необходимо, чтобы данные корма производились внутри страны [18].

Таким образом, новые вызовы, вставшие перед Россией, повернули наших предпринимателей к старым технологиям, противопоставившим сельское хозяйство Советского союза сложившемуся мировому рынку белковых кормов. Инициатива отдельных коммерческих компаний не обеспечивает потребности рынка полностью. Так проект компании «Метаника» по строительству крупнотоннажного завода, производящего белок из природного газа предусматривает объем производства в 100 000 т/год белка. Объем инвестиций на данный проект оценивается в 180 млн Евро [20]. То есть проект обеспечивает выработку примерно 9% от объемов 1987 года. В данном случае речь идет о коммерческом проекте, ставящем основной целью получение прибыли. Отмечается, что в отрасли производства кормовых добавок в Российской Федерации в настоящее время реализуется семь проек-

тов, суммарный объем инвестиций которых превышает 18,5 млрд рублей [21]. При этом данные проекты направлены на производство премиксов, то есть компонентов комбикормов, добавляемых в микроколичестве, доля которых в производстве готовых кормов для нужд сельского хозяйства занимает всего 1%.

Решение задачи комплексного обеспечения кормами животноводства с последующим удовлетворением потребностей населения в качественном и дешевом мясе – задача общегосударственная и как таковая она требует создания системы, объединяющей производственные и научно-исследовательские организации с заданным вектором развития. Развитие данного сектора экономики требует значительных инвестиций. Конечно такая программа будет иметь для государства выгоду и в части международной торговли, открывая для потенциальной отрасли зарубежные рынки. Так страны Европейского союза в настоящее время критически зависят от поставок белка для сельского хозяйства, потребляя его в виде соевого шрота (концентрированного корма). В 2015 году на территории стран ЕС было произведено 800 тыс. т сои, а импортировано – 35,6 млн т. То есть собственное производство обеспечило лишь 2% потребностей сельского хозяйства Европы.

Однако данное направление в условиях конкурентной борьбы и возрастающей себестоимости продукции природных источников уже занимается западными компаниями, оценившими перспективы использования неприродных источников, беря на вооружение методику, от которой недальновидно отказались в СССР. Американская компания Calysta построила в Англии опытно-промышленную установку, производительность 6000 т/год (бюджет – 35 млн долларов) [22] и планирует применить новые технологии по конвертации метана в кормовой белок. С этой же целью Calysta и китайская компания Adisseo заключили стратегическое партнерство, направленное на создание совместного предприятия Calyseo, которое будет реализовывать в Китае проект завода по производству биопотеина из метана. Суммарная мощность двух очередей строящегося предприятия по белку планируется на уровне 100 000 т/год [22]. Объемы производства относительно невелики, особенно по мер-

кам Китая, но сам факт такого строительства свидетельствует об интересе к данной технологии как на Западе, так и на Востоке. А Компания Unibio (Дания), владеющая группой патентов на конструкционные решения для ферментеров построила по своим технологиям опытную установку, включающую четыре реактора, с суммарной мощностью по продукту 200 м³ в Ивангороде, в России, с объемом капитальных вложений в 32 млн долларов. Таким образом, технологии, отвергнутые 24 года назад снова возвращаются в нашу страну но уже с помощью потенциальных конкурентов.

Согласно данным аналитической компании Feedlot, в первом квартале 2022 года в России было произведено на 5,8% мяса больше, чем за тот же период 2021 года. Суммарный объем производства мяса в убойном весе достиг 2,562 млн т. Это свидетельствует о развитии отечественного животноводства и одновременно о росте потребности в кормах. Частично эта потребность удовлетворяется – рост выпуска кормов в первом квартале 2022 года составил 7% по сравнению с первым кварталом 2021 г и достиг 9,7 млн т [23]. Однако кормовые белково-витаминные добавки составляют всего 9% от общего объема производства, что с учетом потребности сельского хозяйства в белке, свидетельствует о значительном дефиците на рынке. О развитии отечественного животноводства свидетельствует тот факт, что по итогам 2020 года заняла по уровню продовольственной безопасности 24-е место среди 113 стран согласно Глобальному индексу продовольственной безопасности, почти в два раза улучшив свои позиции за год: в 2019 году Россия занимала только 42-е место [24].

К 2050 году человечеству потребуется дополнительно 265 млн т белка ежегодно [13]. Следует также помнить, что решение задачи продовольственной безопасности, борьба с голодом, требует реализации комплекса мер не только в рамках государственной политики отдельно взятой страны, но и приложения объединенных международных усилий, о чем подчас забывается в ходе политической борьбы на международной арене и сражения за долю рынка.

Вывод

Современное животноводство требует обеспечения хозяйств комплексными кор-

мами, важное место в которых как количественно, так и качественно занимают белковые компоненты. Интенсивная конкуренция на международных рынках сырья для кормовых белков и небольшое количество возможностей для выпуска конкурентоспособной продукции с использованием аналогичных технологий, в особенности в условиях экономических санкций и курса на импортозамещение требуют от России формирования собственного пути для решения данной задачи. Весьма перспективным направлением, обеспечивающим животноводство нашей страны, а в перспективе и стран – торговых партнеров полноценным кормовым белком являются методы производства, основанные на использовании хорошо зарекомендовав-

ших себя технологий, использующих в качестве сырья нефть и газ, имеющихся у Российской Федерации в достаточном количестве. Однако успешных примеров частной инициативы по созданию отдельных предприятий, выпускающих белковые корма недостаточно. Решение задачи экономической безопасности России и продовольственной безопасности в частности требует постановки общегосударственных задач, и формирования совокупности мер по их достижению в виде целостной комплексной программы развития отраслей народного хозяйства с микробиологическим производством кормового белка по инновационным методикам, разработанным внутри страны, как важной составной части такой программы.

Библиографический список

1. Цены на продукты питания подскочили на 20,7% г / г до рекордно высокого уровня в феврале, сообщает агентство ООН [Электронный ресурс]. URL: <https://www.reuters.com/world/food-prices-hit-record-high-february-un-agency-says-2022-03-04/> (дата обращения: 14.03.2023).
2. Утверждена Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации [Электронный ресурс]. URL: <http://kremlin.ru/events/president/news/6752> (дата обращения: 14.03.2023).
3. Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации [Электронный ресурс]. URL: <https://mcx.gov.ru/upload/iblock/3e5/3e5941f295a77fdcfed2014f82ecf37f.pdf> (дата обращения: 14.03.2023).
4. Роль РФ в вопросах продовольственной безопасности. [Электронный ресурс]. URL: https://studopedia.ru/19_322961_rol-rf-v-voprosah-prodovolstvennoy-bezopasnosti.html (дата обращения: 14.03.2023).
5. Ребров С.Д., Агафонов И.А. Взаимосвязь научно-технического потенциала и экономической безопасности // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2018. № 7. С. 142-147.
6. Перельдик Д.Н. Кормовые дрожжи в рационах пушных зверей // Кролиководство и звероводство. 1991. № 3. [Электронный ресурс]. URL: <https://studylib.ru/doc/4938733/kormovye-drozhzhi-v-kormlenii-pushnogo-zverya--krolej-i-rybu> (дата обращения: 14.03.2023).
7. Алексей Сапкин Еда из будущего // РБК. 2006. № 8. [Электронный ресурс]. URL: <https://web.archive.org/web/20190915154754/http://ikar.ru/articles/30.html> (дата обращения: 14.03.2023).
8. Несмеянов А.Н. Искусственная и синтетическая пища // Научно-техническая революция и человек / отв. ред. В.Г. Астафьев. М.: Наука, 1977. С. 104-106.
9. Бабичев С.А. Как уничтожили проект, равный атомному [Электронный ресурс]. URL: <https://proza.ru/2016/10/10/10> (дата обращения: 14.03.2023).
10. Производство белка в СССР. Взлёт и падение отрасли. [Электронный ресурс]. URL: <https://newsland.com/post/7186981-proizvodstvo-belka-v-sssr-vzliot-i-padenie-otrasli> (дата обращения: 14.03.2023).
11. Проект равный атомному требует возрождения. [Электронный ресурс]. URL: <https://aftershock.news/?q=node/413846&full> (дата обращения: 14.03.2023).
12. Станцо В. БВК. Противостояние // Химия и жизнь. 1989. Март (№ 3). С. 4-9.
13. Компании ищут новые источники кормового белка. [Электронный ресурс]. URL: <https://agronews.com/ru/ru/news/analytics/2019-01-02/33210> (дата обращения: 14.03.2023).
14. Чернивецкая Т. Киришский узел или Еще один взгляд на проблему БВК // Ленинградская правда: газета. 1989. 5 сентября (№ 204 (22646)). С. 2. [Электронный ресурс]. URL: https://www.kirishi-eco.ru/paper_1989_09_05.html (дата обращения: 14.03.2023).
15. Глазкова Л. Как уничтожили проект, равный атомному // Российская Федерация сегодня. 2009. 30 марта (№ 6). [Электронный ресурс]. URL: https://www.kirishi-eco.ru/jour_2009_03_30.html (дата обращения: 14.03.2023).

16. Постановление ВС СССР от 27.11.1989 о неотложных мерах экологического оздоровления страны. [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikisource.org/wiki/Постановление_ВС_СССР_от_27.11.1989_о_неотложных_мерах_экологического_оздоровления_страны (дата обращения: 14.03.2023).
17. О развале советской микробиологии. [Электронный ресурс]. URL: <https://knivy.livejournal.com/109127.html> (дата обращения: 14.03.2023).
18. Виктория Загоровская Новый белок. Готов ли российский рынок к альтернативным кормовым белкам. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.agroinvestor.ru/animal/article/33131-novyuy-belok-gotov-li-rossiyskiy-rynok-k-alternativnum-kormovum-belkam/> (дата обращения: 14.03.2023).
19. Елена Максимова Protelux увеличит производство био-протеина из газа. Акционеры компании выкупили долю в датской Unibio. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.agroinvestor.ru/companies/news/35799-protelux-uvelichit-proizvodstvo-bio-proteina-iz-gaza/> (дата обращения: 14.03.2023).
20. Производство кормового белка. [Электронный ресурс]. URL: https://files.sk.ru/navigator/company_files/1123996/1640281416_БВК2020-3.pdf (дата обращения: 14.03.2023).
21. Рынок белково-витаминных добавок для кормов. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.tsenovik.ru/articles/obzory-i-prognozy/rynok-belkovo-vitaminnykh-dobavok-dlya-kormov/> (дата обращения: 14.03.2023).
22. Производство кормового белка. Научно-технологический производственный комплекс биотехнологии белка из метана НТПК «Метаника». [Электронный ресурс]. URL: https://files.sk.ru/navigator/company_files/1123996/1640281416_БВК2020-3.pdf (дата обращения: 14.03.2023).
23. Российский рынок кормов и кормовых добавок в I квартале 2022 года. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.tsenovik.ru/articles/obzory-i-prognozy/rossiyskiy-rynok-kormov-i-kormovykh-dobavok-v-i-kvartale-2022-goda/> (дата обращения: 14.03.2023).
24. Россия догнала Белоруссию по уровню продовольственной безопасности. При этом ситуация с доступностью продуктов на отечественном рынке даже лучше, чем у соседей. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.rbc.ru/business/04/03/2021/603f75f69a7947b7a8cda8cb> (дата обращения: 14.03.2023).