

DOI: 10.30680/ECO0131-7652-2023-2-34-45

Перспективы импортозамещения ферментов и ферментных препаратов в сельском хозяйстве и промышленности России

А.О. БАРАНОВ, доктор экономических наук

E-mail: baranov@ieie.nsc.ru; ORCID: 0000-0001-8597-9788

Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН;
Новосибирский государственный университет

П.К. КУЦЕНОГИЙ, кандидат физико-математических наук

E-mail: kutsenogiy@bionet.nsc.ru; ORCID: 0000-0003-3220-326X

Институт цитологии и генетики СО РАН

Т.С. НОВИКОВА, доктор экономических наук

E-mail: tsnovikova@mail.ru; ORCID: 0000-0001-8636-5219

Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН,
Новосибирск

Аннотация. В условиях высокой геополитической напряженности и санкций в отношении России особо актуальным становится достижение технологической независимости. В статье обсуждается вопрос импортозамещения в сфере производства ферментов и ферментных препаратов. Дана краткая характеристика инновационного проекта по созданию Центра биокаталитических технологий (ЦБКТ) Института цитологии и генетики СО РАН. Реализация проекта позволит уменьшить зависимость экономики России от поставок импортных ферментов и ферментных препаратов. Приводятся параметры его общественной и бюджетной эффективности.

Ключевые слова: импортозамещение; ферменты и ферментные препараты; общественная и бюджетная эффективность инновационного проекта

Проблема импортозамещения в экономике России приобрела особенную актуальность начиная с 2014 г., когда произошел государственный переворот на Украине, Крым перешел под юрисдикцию РФ, и резко ухудшились наши отношения с коллективным Западом. В результате введенных рядом стран антироссийских санкций возникла опасность прекращения поставок критически важной продукции, что могло привести к сокращению или даже остановке целого ряда производств во многих отраслях российской экономики.

В начале 2015 г. в стране был официально провозглашен курс на импортозамещение. В апреле 2015 г. Минэкономразвития России определило перечень приоритетных отраслей для импортозамещения, Минпромторг РФ утвердил отраслевые планы мероприятий для этого. При их составлении были учтены предложения

всех субъектов Российской Федерации, институтов развития, Российской академии наук, министерств и российских компаний. Постановлением Правительства РФ № 785 от 4 августа 2015 г. была создана Правительственная комиссия по импортозамещению¹, которая координирует действия органов государственной власти разного уровня, местного самоуправления и организаций, в целях реализации государственной политики снижения зависимости отраслей промышленности от импорта, а также оперативного решения вопросов своевременного и полного удовлетворения потребностей компаний в продукции отраслей промышленности [Федоров и др., 2018].

Проблема импортозамещения остро стоит и в микробиологической промышленности, в частности – в стратегически важном секторе ферментов и ферментных препаратов.

Ферменты, являющиеся по своей сути биокатализаторами, существенно повышают эффективность различных процессов, в которых они участвуют. Они широко используются в комбикормовой [Лобанюк, 2011], пищевой [Римарева и др., 2017], фармацевтической [Noha M. Mesbah, 2022] и некоторых других отраслях промышленности, а также в сельском хозяйстве. Например, ферменты применяются в производстве 95–98% комбикормов для птицы, крупного и мелкого скота, непосредственно влияя на производительность животноводства и птицеводства. При отсутствии ферментов потребность в комбикормах для производства того же объема мяса возрастает в 1,75 раза.

Организму для развития опорно-двигательного аппарата и ряда других важных процессов роста необходим фосфор. В растительном сырье, которое является пищей большей части домашних животных, фосфор находится в виде трудноусваиваемых соединений. Чтобы добиться необходимого уровня его в организме, их приходится кормить больше и дольше, что, несомненно, отрицательно сказывается на производительности и рентабельности соответствующих производств. Но если добавить в корм фермент фитазу, срок выращивания птицы сокращается практически

¹ Постановление Правительства РФ от 04.08.2015 № 785 (ред. от 25.08.2017) «О Правительственной комиссии по импортозамещению» // Первоначальный текст документа опубликован в изданиях Официальный интернет-портал правовой информации URL: <http://www.pravo.gov.ru>, 06.08.2015, «Собрание законодательства РФ», 10.08.2015, № 32, ст. 4773.

вдвое, а корма требуется в полтора раза меньше. При этом расходы на корм достигают в современном птицеводстве до 70% себестоимости. Куриное мясо в рационе питания современного человека играет огромную роль – именно благодаря птицеводству человечество смогло обеспечить себя мясом по доступным ценам. Это справедливо и для Российской Федерации: птицеводство для нас стратегически значимая отрасль, а использование ферментов в кормах – критически важное условие для поддержания ее рентабельности на приемлемом уровне.

Хлебопекарная промышленность только благодаря ферментным добавкам может производить необходимое количество изделий из муки высшего сорта, потому что пшеница, изначально подходящая по своему качеству для выработки такой муки, составляет лишь малую часть собираемого урожая. В России основная масса зерна – 3–4-го класса². Если отказаться от ферментов, в наших магазинах будет три сорта хлеба – много так называемого «серого» (второй сорт), поменьше – «черного» (из ржаной муки) и совсем немного выпечки из муки высшего сорта. О нынешнем разнообразии, к которому привык потребитель, придется забыть. Сдоба и хлеб высшего сорта станут дороги и дефицитны.

Использование фермента фосфолипаза позволяет значительно повысить эффективность производства рафинированных растительных жиров. Современные технологии придают растительным жирам свойства, которые позволяют им выступать заменителями животного жира в широком спектре пищевых производств. Отсутствие растительного жирового сырья в достаточном объеме, нужного качества и по доступным ценам остановит большую часть современного кондитерского производства, так как сливочного масла в необходимом для него количестве на рынке нет, да и стоит оно недешево.

Фермент глюкоамилаза широко используется в производстве этилового спирта. Без разного рода ферментов невозможно производить детское, спортивное и иное специализированное питание.

Таким образом, использование ферментов обеспечивает широкий ассортимент продукции по доступным ценам во многих

² 86% собранной в России пшеницы приходится на 3-й и 4-й классы. URL: <https://www.agroinvestor.ru/regions/news/32123-86-sobrannoy-v-rossii-pshenitsy-3-i-4-klassa/>

видах пищевого производства, поддерживая тем самым привычное современному человеку качество жизни.

Технологии микробиологического синтеза широко используются также в фармацевтической промышленности, в частности, в производстве таких жизненно важных лекарств, как преднизолон и инсулин.

По экспертным оценкам, средняя доля импорта на российском рынке ферментов и ферментных препаратов составляет около 70%, что ставит под угрозу обеспечение экономической безопасности страны в условиях высокой геополитической напряженности и актуализирует необходимость импортозамещения в данной сфере.

В целях снижения зависимости отечественной экономики от поставок импортных ферментов и ферментных препаратов в рамках проекта «Академгородок 2.0» в Новосибирске планируется создание Центра биокаталитических технологий (ЦБКТ) на базе Института цитологии и генетики СО РАН. В результате реализации проекта должно возникнуть интегрированное научно-технологическое пространство, обеспечивающее быстрое и эффективное комбинирование наборов современных генетических технологий, необходимых для проведения фундаментальных исследований и прикладных разработок для сельского хозяйства, пищевой промышленности, медицины, фармакологии, биотехнологии, экологии и генетической безопасности.

Проект ЦБКТ состоит в модернизации лабораторного корпуса (биоресурсный центр для основных биотехнологических объектов, центр геномного редактирования, блок ферментеров для масштабирования технологий микробиологического синтеза и иные возможности в области генетических технологий), реконструкции инфраструктуры поддержки, базового комплекса научной инфраструктуры ИЦиГ СО РАН для обеспечения функционирования центра геномных исследований мирового уровня (ЦГИМУ – «Курчатовский геномный центр ИЦиГ СО РАН»).

В результате ЦБКТ должен собрать на одной площадке полный набор компетенций, необходимых для создания штаммов, суперпродуцентов целевых продуктов для последующего микробiosинтеза:

- разработка новых штаммов для микробиологических технологий в области кормовой и пищевой промышленности в рамках взаимодействия с индустриальными партнерами;

- создание новых сортов сельскохозяйственных растений (ИЦиГ СО РАН является одним из ключевых селекционных центров в Сибирском федеральном округе, его разработки используются в 26 регионах России; реализация проекта позволит расширить спектр и географию услуг по генетическим и клеточным технологиям для селекции на всю территорию РФ и в страны Центральной Азии);

- разработка и внедрение сортов технических культур для производства целлюлозы;

- фармакологическое моделирование;

- целевые фармакодинамические исследования на генетических моделях заболеваний человека;

- полный цикл доклинических исследований в соответствии со стандартами GLP³;

- организация и проведение клинических исследований, формирование регистрационного досье лекарственного средства;

- подготовка специалистов по генетическим технологиям для проведения фундаментальных исследований и прикладных разработок;

- подготовка высококвалифицированных кадров для отечественной пищевой и фармацевтической промышленности.

Развитие проекта позволит привлечь новые высококвалифицированные кадры, в особенности талантливую молодежь, для работы в науке, высшем образовании и сфере высоких технологий, будут созданы новые высокотехнологичные рабочие места, улучшены условия труда и повышена культура производства.

Общий объем инвестиций в проект за период 2023–2034 гг. – 6321 млн руб., в том числе инвестиции в основной капитал составят 5713 млн руб. (90,4%), в прирост оборотного капитала – 608 млн руб. (9,6%).

Для оценки проекта создания ЦБКТ нами была построена имитационная финансово-экономическая модель [Novikova и др., 2020], позволяющая рассчитать целый комплекс взаимосвязанных показателей его эффективности. При этом мы ориентировались на современные подходы к обоснованию

³ GLP (*good laboratory practice*) – надлежащая лабораторная практика: система норм, правил и указаний, направленных на обеспечение согласованности и достоверности результатов лабораторных исследований. Система является утвержденным национальным стандартом РФ с 1 марта 2010 г. – ГОСТ 33044–2014.

результативности проектов по созданию исследовательской инфраструктуры [Economic Appraisal, 2021; Florio, 2021]. Среди количественных способов оценки таких проектов ведущее место занимают показатели общественной и бюджетной эффективности [Novikova, 2022; Баранов, Новикова, 2005; Анфимова и др., 2004].

Реализация проекта в полном объеме позволит увеличить выпуск в России ферментов и ферментных препаратов (ксиланазы, кляукоамилазы, фитазы), инсулина и преднизолонa, технологии производства которых разработаны ИЦиГ СО РАН. Общий объем продаж этих продуктов за период 2023–2033 гг. в ценах 2022 г. оценивается в 270,6 млрд руб., в том числе ферментов и ферментных препаратов – 187,6 млрд руб., инсулина – 82,3 млрд руб., преднизолонa – 600 млн руб.

Однако основные результаты связаны с использованием указанных продуктов и технологий. Так, эффект от использования ферментов и ферментных препаратов в пищевой промышленности и сельском хозяйстве России за период 2023–2034 гг. в ценах 2022 г. обеспечивается в размере примерно 4086,2 млрд руб., в том числе 3936,6 млрд руб. за счет экономии комбикормов и 149,6 млрд руб. – за счет производства спирта.

Мы учитывали также потенциальные риски от прекращения поставок импортных ферментов и ферментных препаратов. Отказ от их применения приводит к существенному (в 1,5–2 раза) увеличению потребления комбикормов в сельском хозяйстве, что неизбежно влечет рост себестоимости продукции и усиление продовольственной инфляции. Одновременно снижаются возможности экспорта зерна из России, что, в свою очередь, негативно повлияет на сальдо платежного баланса. При отсутствии импортных ферментов производство этилового спирта может сократиться на 15%. В нашей финансово-экономической модели оценивается экономия комбикормов и сохранение масштабов производства этилового спирта в случае возмещения импортных ферментов отечественными по сравнению с ситуацией отсутствия ферментных препаратов.

Основные гипотезы и результаты расчетов, принятые в финансово-экономической модели

- Производство услуг ЦБКТ начинается в 2027 г. В период с 2027 по 2034 гг. их объем составит 18,6 млрд руб., или менее

10% от прироста продаж ферментов и ферментных препаратов, которые будут произведены с использованием разработок ЦБКТ.

- Среднегодовой темп прироста продаж на рынке ферментов и ферментных препаратов принят на уровне 15%, что несколько выше, чем средние темпы прироста на мировом рынке в последние годы (13%); темп прироста производства комбикормов в прогнозный период принят на уровне 2% в год, что соответствует текущей среднегодовой динамике (1,5–2%).

- Прогноз продаж базируется на гипотезе ускоренного импортозамещения на рынке ферментов и ферментных препаратов. Предполагается, что доля их импорта России снижается с 70% в 2023–2026 гг. до 32% в 2034 г., соответственно доля отечественного производства увеличивается с 30% до 68%. При этом в сегменте ферментов и ферментных препаратов для производства комбикормов доля импорта снижается с 80% до 33,5%.

- Среднегодовой объем продаж этилового спирта принят на уровне 6,5%, учтено сокращение доли импортных ферментов в этом секторе с нынешних 70% до 32% к 2034 г.

- Прирост продаж инсулина в прогнозном периоде не предусмотрен, так как число инсулинозависимых больных стабильно; при этом доля импортного инсулина к концу прогнозного периода должна сократиться с 80% до 5%.

- Темп прироста продаж преднизолона в 2023–2034 гг. принят на уровне 5,5% в год; доля отечественного производства этого препарата в мобилизационном варианте должна вырасти с нынешних 55% до 100%.

Таблица 1. Прогноз экономического эффекта от внедрения новых ферментов и ферментных препаратов, разработанных в ЦБКТ, за период 2027–2034 гг.

Продукция	Дополнительная выручка от реализации (с НДС), млн руб.	Доля в общем объеме, %
Эффект от проекта в производстве комбикормов	3936584	96,3
Эффект от проекта в производстве этилового спирта	149618	3,4
Инсулин	82335	0,2
Преднизолон	600	0,1
Всего – эффект от использования новых ферментов и ферментных препаратов (без производства услуг ЦБКТ)	4169137	100,0

Эффекты проекта базируются на масштабном импортозамещении, что имеет ключевое значение для обеспечения экономической безопасности в сфере здравоохранения и стабильного потребления, формирующего более высокий уровень жизни населения.

Общая сумма чистого дисконтированного дохода (чистой приведенной стоимости) от производства и использования отечественных ферментов и ферментных препаратов, произведенных с использованием технологий, разработанных ЦБКТ, составит 4497,1 млрд руб. при расчете без дисконтирования, или 1003,3 млрд руб. при 17%-й ставке дисконтирования (табл. 2).

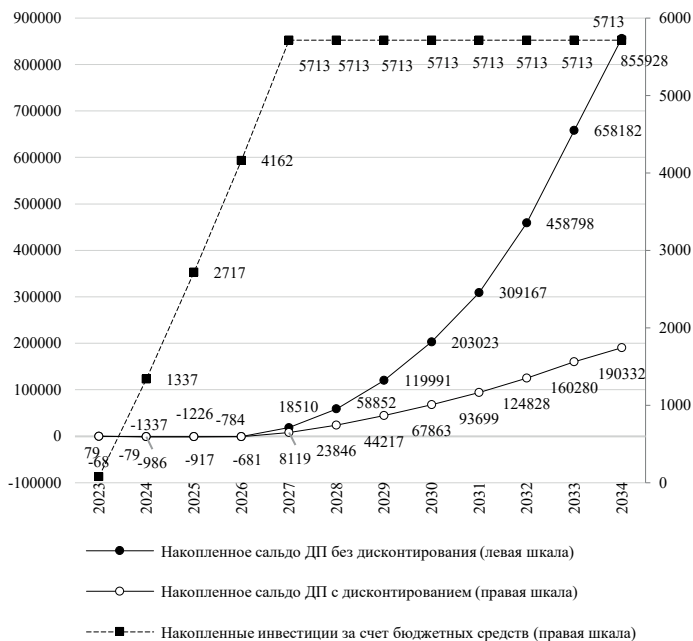
Таблица 2. Показатели отдачи инвестиций в проект ЦБКТ

Показатель	Без дисконтирования		С дисконтированием (r=17%)	
	Сумма, млн руб.	Эффект от одного рубля бюджетных инвестиций, руб.	Сумма, млн руб.	Эффект от одного рубля бюджетных инвестиций, руб.
Бюджетные инвестиции в ЦБКТ	5712,6		3326,4	
Налоговые поступления	861640,4	150,8	193658,8	58,2
Общественная эффективность от реализации проекта ЦБКТ	4497080,8	787,2	1003285,8	301,6

Приведенные результаты расчетов убедительно показывают значимость бюджетных эффектов проекта, возникающих за пределами непосредственно разработки и производства новых катализаторов.

С учетом эффектов от использования разработок проекта в промышленности и сельском хозяйстве вложение одного рубля бюджетных инвестиций за период с 2023 по 2034 гг. принесет в бюджет примерно 58 руб. налоговых поступлений при 17%-й ставке дисконтирования.

Налоговые поступления также рассчитывались с учетом использования результатов разработок ЦБКТ. Соответствующая отдача вложения одного рубля бюджетных инвестиций в проект по показателю чистого дисконтированного дохода в рамках общественной эффективности составит примерно 302 руб. при 17%-й ставке дисконтирования (табл. 2, рисунок).



Динамика инвестиций в основной капитал и накопленного сальдо денежного потока (ДП) для расчета бюджетной эффективности проекта ЦБКТ, млн руб.

В целом финансово-экономический анализ указывает на исключительно высокую бюджетную и общественную эффективность проекта: при относительно небольших вложениях в научную инфраструктуру (5,7 млрд руб.) государство получает огромный экономический эффект в виде прироста производства в промышленности и сельском хозяйстве (4497 млрд руб.), значительные налоговые поступления (862 млрд руб.). Одновременно решается проблема технологической независимости России в весьма чувствительной сфере, связанной с производством продовольствия и критически важных для населения медицинских препаратов.

Литература

Анфимова Н. П., Носков А. С., Новикова Т. С., Баранов А. О. Взаимодействие государства и частных участников при реализации инновационных проектов государственного значения // *Инновации*. 2004. № 5 (72). С. 52–56.

Баранов А. О., Новикова Т. С. Как определить коммерческую и общественную эффективность проекта? // *ЭКО*. 2005. № 6. С. 162–175.

Лобанюк А. Роль ферментов в оптимизации питательной ценности кормов: некоторые ориентиры и перспективы // *Наука и инновации*. 2011. № 12. С. 61–64.

Римарева Л. В., Сербя Е. М., Соколова Е. Н., Борщева Ю. А., Игнатова Н. И. Ферментные препараты и биокаталитические процессы в пищевой промышленности // *Вопросы питания*. 2017. Том 86. № 5. С. 63–74.

Федоров Е. А., Айрапетян Д. Д., Мусиенко С. О., Афанасьев Д. О., Федоров Ф. Ю. Влияние политики импортозамещения на уровень промышленного производства в России: отраслевые особенности // *Проблемы прогнозирования*. 2018. № 2. С. 79–87.

Economic Appraisal: Vademecum 2021–2027. General Principles and Sector Applications. ЕС. 2021. 98 p.

Florio M. Large-Scale Investment in Science: Economic Impact and Social Justice // Beck, H.P., Charitos, P. (eds) *The Economics of Big Science. Science Policy Reports*. Springer, Cham. 2021. Pp. 105–112. https://doi.org/10.1007/978-3-030-52391-6_15

Noha M. Mesbah. Industrial Biotechnology Based on Enzymes From Extreme Environments // *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*. April 2022. Vol. 10. P. 1–16.

Novikova T.S. Investments in research infrastructure on the project level: Problems, methods and mechanisms // *Evaluation and Program Planning*. 2022, Vol. 91, Art. no. 102018. P. 1–8.

Novikova T.S., Baranov A. O., Korolkova M. V. Experience in Evaluating the Project on Research Infrastructure of the Center for Collective Use for the Production of Catalysts // *Journal of Siberian Federal University. Humanities & Social Sciences*. 2020 = *Журнал Сибирского федерального университета. Гуманитарные науки*. Vol. 13, № 4. P. 560–570. DOI: 10.17516/1997-1370-0589

Статья поступила 20.12.2022

Статья принята к публикации 26.12.2022

Для цитирования: *Баранов А. О., Куценогий П. К., Новикова Т. С.* Перспективы импортозамещения ферментов и ферментных препаратов в сельском хозяйстве и промышленности России // *ЭКО*. 2023. № 2. С. 34–45. DOI: 10.30680/ESCO0131-7652-2023-2-34-45

Summary

Baranov, A.O., *Doct. Sci. (Econ.)*. E-mail: baranov@ieie.nsc.ru

Institute of Economics and Industrial Engineering, SB RAS;

Novosibirsk State University,

Kutsenogiy, P.K., *Cand. Sci. (Physics and Mathematics)*.

E-mail: kutsenogiy@bionet.nsc.ru

Institute of Cytology and Genetics, SB RAS

Novikova, T.S., *Doct. Sci. (Econ.)*. E-mail: tsnovikova@mail.ru

Institute of Economics and Industrial Engineering, SB RAS, Novosibirsk

Prospects for Import Substitution of Enzymes and Enzyme Preparations in Russian Agriculture and Industry

Abstract. In the context of high geopolitical tension and sanctions against Russia, the achievement of technological independence becomes especially urgent. The paper discusses the issue of import substitution in the production of enzymes and enzyme preparations. It provides a brief description of the innovative project to create the Center of Biocatalytic Technologies (CBCT) of the Institute of Cytology and Genetics of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences. Implementation of the project will permit to reduce dependence of Russian economy on imported enzymes and enzyme preparations supplies. The paper provides parameters of public and budgetary efficiency of the CBCT project.

Keywords: *import substitution; enzymes and enzyme preparations; public and budgetary efficiency of the innovative project*

References

Anfimova, N.P., Noskov, A.S., Novikova, T.S., Baranov, A.O. (2004). Interaction of the state and private participants in the implementation of innovative projects of national importance. *Innovation*. No. 5 (72). Pp. 52–56. (In Russ.).

Baranov, A.O., Novikova, T.S. (2005). How to determine the commercial and social effectiveness of the project? *ECO*. No. 6. Pp. 162–175. (In Russ.).

Economic Appraisal: Vademecum 2021–2027. (2021). General Principles and Sector Applications. EC. 98 p.

Fedorov, E.A., Airapetyan, D.D., Musienko, S.O., Afanas'ev, D.O., Fedorov, F.Yu. (2018). Influence of Import Substitution Policy on the Industrial Production Level in Russia: Sector-Specific Issues. *Studies on Russian Economic Development*. T. 29. No. 2. Pp. 167–173. (In Russ.).

Florio, M. (2021). Large-Scale Investment in Science: Economic Impact and Social Justice. Beck, H.P., Charitos, P. (eds). *The Economics of Big Science*. Science Policy Reports. Springer, Cham. Pp. 105–112. https://doi.org/10.1007/978-3-030-52391-6_15

Lobanyuk, A. (2011). The role of enzymes in optimizing the nutritional value of feed: some guidelines and prospects. *Science and Innovation*. No. 12. Pp. 61–64. (In Russ.).

Noha, M. Mesbah. (2022). Industrial Biotechnology Based on Enzymes From Extreme Environments. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*. April. Vol. 10. Pp. 1–16. (In Russ.).

Novikova, T.S. (2022). Investments in research infrastructure on the project level: Problems, methods and mechanisms. *Evaluation and Program Planning*. Vol. 91, Art. No. 102018. Pp. 1–8.

Novikova, T.S., Baranov, A.O., Korolkova, M.V. (2020). Experience in Evaluating the Project on Research Infrastructure of the Center for Collective Use for the Production of Catalysts. *Journal of Siberian Federal University. Humanities & Social Sciences*. Vol. 13. No. 4. Pp. 560–570. DOI: 10.17516/1997–1370–0589

Rimareva, L.V., Serba, E.M., Sokolova, E.N., Borshcheva, Yu.A., Ignatova, N.I. (2017). Enzyme preparations and biocatalytic processes in the food industry. *Nutrition issues*. Vol. 86. No. 5. Pp. 63–74. (In Russ.).

For citation: Baranov, A.O., Kutsenogiy, P.K., Novikova, T.S. (2023). Prospects for Import Substitution of Enzymes and Enzyme Preparations in Russian Agriculture and Industry. *ECO*. No. 2. Pp. 34–45. (In Russ.). DOI: 10.30680/ECO0131-7652-2023-2-34-45