

РОССИЙСКИЙ РЫНОК ФЕРМЕНТНЫХ ПРЕПАРАТОВ И МИКРООРГАНИЗМОВ ДЛЯ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

© 2023 г. М. А. Староненкова^{1,*}, Т. В. Чихалина¹, З. Б. Намсараев²

¹Российский биотехнологический университет, Москва, Россия

²Национальный исследовательский центр “Курчатовский институт”, Москва, Россия

*E-mail: staronenkova@gmail.com

Поступила в редакцию 27.04.2023 г.

После доработки 28.04.2023 г.

Принята к публикации 28.04.2023 г.

Ферментные препараты, а также бактериальные и дрожжевые штаммы являются одними из наиболее востребованных продуктов современных генетических технологий и обладают важнейшей ролью в пищевой промышленности. Россия является одним из крупнейших производителей продуктов питания в мире, но в ряде отраслей имеет очень высокую степень зависимости от импортных ферментных препаратов и микроорганизмов. Рассматриваются данные государственной статистики по производству, экспорту и импорту микроорганизмов и ферментных препаратов в России. Наиболее высокая доля импорта отмечается в сегменте бактериальных заквасок, в первую очередь предназначенных для использования в молочной промышленности. Это особенно критично для сыроделия, в котором Россия стала третьим в мире производителем сыра, но находится в зависимости от зарубежных поставщиков заквасок. В сегменте дрожжей объемы внутреннего производства значительно выше (около 400 тыс. т в год), отмечается стабильное превышение экспорта над импортом. Тем не менее по ряду более узких сегментов, например в виноделии, по экспертным оценкам доля зарубежных чистых культур дрожжей достигает 98%, что также требует разработки штаммов дрожжей для использования в этих сегментах.

DOI: 10.56304/S1992722323030123

ВВЕДЕНИЕ

Пищевая промышленность является одним из основных потребителей ферментных препаратов и культур микроорганизмов. По оценкам Австрийского федерального экологического агентства (Austrian Federal Environment Agency) в пищевой отрасли используются 158 видов ферментов, 64 фермента используется в технических секторах и 58 ферментов в производстве кормов в сельском хозяйстве [1]. Основные области применения ферментов в пищевой промышленности — это производство хлебобулочных изделий, крахмала, сыра, соков, пива и др. Культуры микроорганизмов (закваски) используются, как правило, для ферментированных продуктов в молочной, хлебопекарной, кондитерской отраслях, пивоварении, виноделии и др.

Современные генетические технологии находят широкое применение в пищевой промышленности. Одним из ярких примеров является роль компании Danisco в разработке системы направленного редактирования геномов CRISPR-Cas, ставшей во многом возможной благодаря огромной коллекции молочнокислых бактерий, поддерживавшейся в компании, и работам по

изучению устойчивости бактерий к инфицированию бактериофагами [2]. Использование технологии рекомбинантной ДНК в настоящее время является фактически стандартом при производстве ферментных препаратов [3]. Все более широкое применение находит поиск новых типов ферментов с использованием метагеномного подхода [4].

Россия является одним из крупнейших производителей продуктов питания в мире, обладая третьей в мире площадью пашни [5]. Россия является третьим в мире производителем зерна (после Китая и Индии) и крупнейшим в мире экспортером зерна [6, 7]. Также Россия является одним из крупнейших в мире производителей ряда продуктов, для производства которых используются ферментные препараты и культуры микроорганизмов. Например, Россия является третьим в мире производителем сыра после Европейского союза и США, шестым — производителем пива после Китая, США, Бразилии, Мексики и Германии [8, 9]. Таким образом, в России существует значительный спрос на продукцию промышленной микробиологии и современных генетических технологий.

Тем не менее по оценке некоторых отраслевых экспертов обеспеченность отечественной пищевой индустрии собственными ферментными препаратами и культурами микроорганизмов (заквасками) остается на низком уровне, по ряду сегментов составляя менее 10% от рынка [10–12]. Положение дополнительно осложняется разрозненностью информации по производству ферментных препаратов и заквасок в России, а также малой специфичностью используемых классификаторов, что осложняет анализ ситуации и затрудняет разработку мер по стимулированию исследований и разработок в этих направлениях. В связи с этим цель настоящего исследования – анализ данных государственной статистики по производству, экспорту и импорту ферментных препаратов, дрожжевых и бактериальных заквасок в России.

МЕТОДЫ

Данные об объемах производства ферментных препаратов, культур бактерий и дрожжей были получены с использованием базы данных Росстат по адресу <https://fedstat.ru/indicator/57783> [13].

Согласно ОКПД2 код 24.14.64 Ферменты и соединения органические прочие, не входящие в другие группировки, включает в себя такие дочерние коды:

– 24.14.64.110 – ферменты (энзимы) и препараты ферментные, не включенные в другие группировки. Состав группы: ферменты чистые (изоляторы ферментные), концентраты ферментные, препараты ферментные, не включенные в другие группировки;

– 24.14.64.111 – реннин (химозин, фермент сычужный) и его концентраты;

– 24.14.64.119 – ферменты (энзимы) и концентраты ферментные, препараты, не включенные в другие группировки, прочие. Состав: ферменты панкреатические (трипсин, химтрипсин, α -амилаза, липаза и др.), пепсин, амилазы солода (солодовые энзимы), папаин, бромелаин, фицин, фитазу, глюкозооксидазу, пероксидазу, амилазы и протеазы, а также другие ферменты, продуцируемые микроорганизмами, β -амилазы, пектиновые ферменты, инвертаза, глюкоизомераза, лизоцим (мурамидаза) и др.;

– 24.14.64.130 – соединения органические, не включенные в другие группировки. Состав группировки: соединения органические определенного химического состава, не включенные в другие группировки.

По бактериальным закваскам Росстат не предоставляет детальную статистику, поэтому для анализа использовали код ОКПД2 10.89.19.300 Закваски для пищевой продукции.

Дрожжи в ОКПД2 представлены следующими кодами: 10.89.13.110 Дрожжи (активные и неактивные), 10.89.13.111 Дрожжи хлебопекарные прессованные, 10.89.13.112 Дрожжи хлебопекарные сушеные, 10.89.13.113 Дрожжи пивные, 10.89.13.114 Дрожжи культурные (культивированные), 10.89.12.119 Дрожжи прочие. 10.91.10.151 Дрожжи кормовые.

Данные об объемах импорта ферментных препаратов, бактерий и дрожжей были получены с использованием базы данных Федеральной таможенной службы по адресу <https://stat.customs.gov.ru/analysis/show> [14].

Импортируемые ферментные препараты учитывали в соответствии с кодами ТНВЭД: 3507100000 – реннин и его концентраты (химозин), 3507909000 – прочие ферментные препараты, в другом месте не поименованные или не включенные.

По данным Федеральной таможенной службы в Россию поставляли закваски по ТНВЭД-кодам: 3002905000 (измененный в 2022 г. на 3002490001) – культуры микроорганизмов, 0404100200 – молочная сыворотка или видоизмененная сыворотка, 1901200000 – смеси и тесто для изготовления хлебобулочных изделий и мучных кондитерских изделий, 2106909809 – прочие пищевые продукты. Коды ТНВЭД 0404100200, 1901200000, 2106909809 дополнительно используются по декларациям в качестве оформления заквасочных культур. Примерное соответствие товаров этим кодам в декларации – это закваски концентрированные глубокозамороженные и лиофилизированные в различных видах фасовки.

Оценку импорта дрожжей проводили по следующим кодам ТНВЭД: 2102101000 – дрожжи активные культуральные, 2102103100 – дрожжи пекарные, сухие, активные, 2102103900 – дрожжи пекарные активные, прочие, 2102109000 – дрожжи активные, прочие (пищевые, сухие, пивные), 210220 – дрожжи неактивные, 2102300000 – порошки пекарные готовые.

В таблицах представлены данные за 2021 г. как последний год, для которого доступны полные данные на момент подготовки статьи к печати.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Данные по производству и импорту ферментных препаратов в России

Ферментные препараты играют существенную роль в биотехнологических процессах получения пищевой продукции и применяются в выпечке, производстве сыра, переработке крахмала, производстве фруктовых соков и многих других сферах, где они снижают вязкость, улучшают консистенцию, внешний вид, питательность, повышают выход продукта и могут придавать желаемые

вкусы и ароматы. Используемые в настоящее время пищевые ферменты иногда получают из животных и растений, но большинство из них получают из микроорганизмов.

В промышленности наиболее широко применяются гидролитические ферменты, способные к расщеплению органических соединений. Гидролитические ферменты составляют ~75% от всего числа используемых ферментов. Из них наиболее распространены три типа ферментов, это карбогидразы, протеазы и липазы, объем продаж которых составляет более 70% от всего объема [1]. Карбогидразы – это ферменты, катализирующие ферментативное расщепление полисахаридов и низкомолекулярных углеводов. Протеазы и липазы соответственно способны к расщеплению белков и жиров.

Доступные статистические данные не позволяют точно определить объемы производства ферментных препаратов, используемых в пищевой промышленности, так как по имеющимся кодам классификатора включаются также данные по ферментам для производства кормов и других отраслей сельского хозяйства и промышленности. Тем не менее ранее опубликованные данные и экспертные оценки указывают на то, что ферментные препараты отечественного производства составляют незначительную долю на рынке. В 2016 г. их доля составляла 4.4% [15]. В 2018 г. по оценкам компании “Аберкейд” их доля не превышала 7% [16]. По общему объему производства существуют значительные расхождения в оценках между экспертами и данными Росстат.

Анализ данных государственной статистики показывает, что на протяжении последних 12 лет происходили значительные колебания объемов производства ферментов в России (рис. 1). В 2010 г. производство составило 6.5 тыс. т, что в целом близко к экспертным оценкам [15]. Уже в 2011 г. по данным Росстат произошел скачок производства до 25.9 тыс. т, который достиг своего пика в 2014 г. и составил 68.2 тыс. т. Таким образом, за четыре года произошло увеличение производства более чем в 10 раз. По этим же данным после 2014 г. произошло падение объемов производства до 7 т в 2020 г., что означает падение на 4 порядка. При этом уже в 2022 г. по данным Росстат объем производства составил 749 т. Опросы экспертов не показывают наличия в России таких значительных колебаний объемов производства, что ставит дополнительные вопросы к методам сбора информации в государственную базу данных.

Данные по ферментным препаратам показывают достаточно стабильный объем импорта в период с 2019 по 2021 г. Импорт реннина составляет чуть более 200 т в год и в стоимостном выражении ~3.5 млн долл. Экспорт реннина составляет от 1 до 3 т в год. По прочим ферментным препаратам

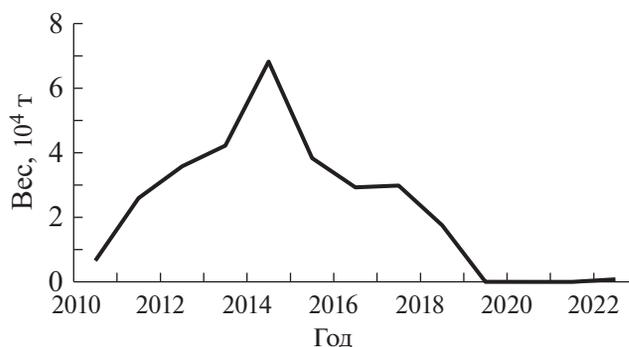


Рис. 1. Объемы производства ферментных препаратов в России по данным Росстат за период с 2010 по 2022 г.

объем импорта находится на уровне 12 тыс. т в год и в стоимостном выражении ~100–200 млн долл. в год. Экспорт прочих ферментных препаратов составляет от 90 до 130 т в год (табл. 1). Основными странами импортерами в Россию реннина в 2021 г. без учета стран таможенного союза ЕАЭС были Дания (114 т), Нидерланды (64 т) и Италия (23 т).

Данные по производству и импорту дрожжей и бактерий в России

В пищевой промышленности бактериальные закваски и дрожжи имеют широкое применение в таких отраслях, как молочная, хлебопекарная, пивоваренная, винодельческая и кондитерская. Бактериальные закваски являются необходимым компонентом в производстве кисломолочной продукции: сыров, сметаны, молока, йогуртов, ряженки, простокваши, творога, кефира и прочих. Использование дрожжей более характерно для хлебопекарной, кондитерской, пивоваренной и винодельческой отраслей. В кондитерской и хлебопекарной отраслях закваски используются в основном для разрыхления теста при производстве хлебобулочных и мучных изделий. В пивоваренной и винодельческой промышленности дрожжи применяются для получения алкоголя в ходе спиртового брожения.

Таблица 1. Объемы импорта и экспорта ферментных препаратов по данным Федеральной таможенной службы в 2021 г.

	Импорт	Экспорт
Реннин и его концентраты	222/3901	3/79
Прочие ферментные препараты	12927/196929	130/1269

Примечание. Вес в тоннах/стоимость в тысячах долларов.

Таблица 2. Объемы производства бактериальных заквасок и дрожжей в России в 2021 г. по данным Росстат (в тоннах)

Закваски для пищевой продукции (бактериальные)	663
Дрожжи (активные и неактивные), прочие микроорганизмы одноклеточные мертвые; порошки пекарные готовые	147043
Дрожжи хлебопекарные прессованные	92316
Дрожжи хлебопекарные сушеные	38631
Дрожжи пивные	3117
Дрожжи культурные (культивированные)	7705
Дрожжи кормовые	112118

По данным Росстата объемы производства бактериальных заквасок в России в 2019–2021 гг. составляли от 440 до 663 т в год, тогда как объем производства дрожжей в России составляет ~400 тыс. т в год (табл. 2).

Объемы импорта бактерий и дрожжей по данным Федеральной таможенной службы РФ могут оцениваться с использованием нескольких кодов ТНВЭД. Основным является код ТНВЭД 3002905000 – культуры микроорганизмов. В 2022 г. код ТНВЭД был изменен на 3002490001. Также закваски могут импортироваться под другими кодами. Например, коду 0404100200 соответствует молочная сыворотка или видоизмененная молочная сыворотка, но по декларации также могут соответствовать закваски, используемые в молочной и кисломолочной продукциях; коду 1901200000 – смеси и тесто для изготовления хлебобулочных изделий и мучных кондитерских изделий, но по декларации также входят закваски, используемые в хлебопекарной и кондитерской отраслях; коду 2106909809 – прочие пищевые продукты, но по декларации также входят закваски, используемые в молочной и кисломолочной продукции.

Импорт бактериальных заквасок в период с 2019 по 2022 г. находился в диапазоне от 2.3 до 2.7 тыс. т и в стоимостном выражении – 120–140 млн. долл. в год. Тогда как экспорт из России

находился в диапазоне от 0.9 до 1.2 тыс. т в год (табл. 3). Импорт дрожжей в период с 2019 по 2022 г. находился в диапазоне от 16 до 22 тыс. т в год, тогда как экспорт составлял от 146 до 152 тыс. т в год (табл. 4). Основными странами импортерами в Россию дрожжей в 2021 г. без учета стран Таможенного ЕАЭС были такие страны, как Турция (1829 т), Китай (1665 т) и Великобритания (367 т).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сравнение объемов производства, импорта и экспорта заквасок на основании статистических данных показывает, что наибольшая доля импорта наблюдается в области бактериальных культур, где собственное производство составляет до 0.6 тыс. т в год, импорт – до 2.7 тыс. т в год, а экспорт – до 1.2 тыс. т в год. Это особенно критично для молочной промышленности, в частности для сыроделия, в котором Россия стала третьим в мире производителем сыра, но находится в зависимости от зарубежных поставщиков заквасок.

В сегменте дрожжей объем производства составляет ~400 тыс. т в год, тогда как импорт – до 22 тыс. т в год, а экспорт – до 152 тыс. т в год. Тем не менее необходимо учитывать, что в зависимости от конкретной отрасли доля импортных культур дрожжей может быть гораздо выше. Например, по экспертным оценкам в виноделии доля импортных чистых культур дрожжей составляет 98%.

По ферментным препаратам оценить долю импортного и отечественного производства на основании только статистических данных не представляется возможным в связи с резкими колебаниями индикаторов. Это еще раз свидетельствует о необходимости пересмотра подходов к сбору статистических данных и необходимости внедрения технологий анализа больших данных с большей детализацией.

Авторы выражают благодарность сотрудникам компании “BavarSwiss” за помощь в проведении исследования.

Таблица 3. Объемы импорта и экспорта бактериальных заквасок и компонентов, содержащих их, в 2021 г.

	Импорт	Экспорт
Культуры микроорганизмов	2589/141387	1207/18837
Молочная сыворотка или видоизмененная молочная сыворотка	27028/27022	8754/8348
Смеси и тесто для изготовления хлебобулочных изделий и мучных кондитерских изделий	145053/39050	7017/7246
Прочие пищевые продукты, в другом месте не поименованные или не включенные	90706/603783	50767/233439

Примечание. Вес в тоннах/стоимость в тысячах долларов.

Таблица 4. Объемы импорта и экспорта дрожжей в 2021 г.

	Импорт	Экспорт
Дрожжи активные культуральные	244/2919	224/139
Дрожжи пекарные, сухие, активные	1862/4264	23900/51 822
Дрожжи пекарные, активные, прочие	5866/1587	12866/5741
Дрожжи активные, прочие	6609/14 339	1791/8178
Дрожжи неактивные	4939/17 871	112247/37 248
Порошки пекарные готовые	383/770	937/1494

Примечание. Вес в тоннах/стоимость в тысячах долларов.

Работа выполнена при поддержке НИЦ “Курчатовский институт” (приказ № 91 от 20 января 2023 г.).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Li S., Yang X., Yang S. et al.* // *Comput. Struct. Biotechnol. J.* 2012. V. 2. № 3. P. e201209017. <https://doi.org/10.5936/csbj.201209017>
2. *Gostimskaya I.* // *Biochemistry.* 2022. V. 87. № 8. P. 777. <https://doi.org/10.1134/S0006297922080090>
3. *Zhang Y., Geary T., Simpson B.K.* // *Curr. Opin. Food Sci.* 2019. V. 25. P. 14. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2019.01.002>
4. *Patel T., Chaudhari H.G., Prajapati V. et al.* // *Front. Syst. Biol.* 2022. V. 2. P. 1046230. <https://doi.org/10.3389/fsysb.2022.1046230>
5. *Namsaraev Z.B., Gotovtsev P.M., Komova A.V. et al.* // *Renew. Sust. Energ. Rev.* 2018. V. 81. P. 625. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.08.045>
6. <https://www.indexmundi.com/>
7. <https://www.fao.org/faostat/en/>
8. <https://www.barthhaas.com/resources/barthhaas-report>
9. <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/dairy.pdf>
10. <https://delprof.ru/press-center/open-analytics/obzorynka-molochnykh-zakvasok-krupneyshie-proizvoditeli-i-osnovnye-trendy/>
11. <https://www.agroinvestor.ru/markets/news/38138-proizvoditeli-molochnoy-produktsii-opasayutsyanekhvatki-zakvaski/>
12. *Сорокина Н.П.* // *Сыроделие и маслоделие.* 2013. № 4. С. 10.
13. <https://fedstat.ru/indicator/57783>
14. <https://stat.customs.gov.ru/analysis/show>
15. *Толкачева А.А., Черенков Д.А., Корнеева О.С. и др.* // *Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий.* 2018. Т. 79. № 4. С. 197. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2017-4-197-203>
16. <https://kombikorm.ru/publications/articles/467-novye-biotekhnologicheskie-vozmozhnosti-proizvodstva-fermentov-v-rossii-okonchanie>