



DOI: <https://doi.org/10.15688/ek.jvolsu.2024.4.15>

UDC 338.45:662.7

LBC 65.305.14-983.1

Submitted: 28.07.2024

Accepted: 26.09.2024

GROWING BIOFUEL PRODUCTION IN THE CONTEXT OF FOOD SECURITY

Elena A. Yakimovich

Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russian Federation

Abstract. The article explores the relationship between biofuel production and food security in the face of rising food prices and the energy crisis. The problem of competition between the production of biofuels and food security is due to the fact that for the production of bioethanol and biodiesel, mainly fodder and food crops are used. In addition, competition for agricultural resources between biomass or food uses means competition for land and water, fertilizers, pesticides, agricultural machinery, labor, and capital. The rise in biofuel production is causing food and fuel markets to become so closely linked that a sustained increase in demand for biofuels not only has a marked impact on food crop prices but may cause shortages in some food types. A key role in the development of the biofuel industry is played by government policies that have been developed without considering how biofuel production will affect food security. The competition between food security and energy security goals, as well as the price competition between biofuels and traditional energy sources, has become a key issue on the political agenda of many countries. With rising food prices in 2021–2022, a number of countries are re-examining the impact of biofuel production from agricultural crops on energy and food security and making adjustments to biofuel policy.

Key words: biofuel, biodiesel, bioethanol, agriculture, food security, food system, biofuel industry, biofuel policy, agricultural resources.

Citation. Yakimovich E.A. Growing Biofuel Production in the Context of Food Security. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Ekonomika* [Journal of Volgograd State University. Economics], 2024, vol. 26, no. 4, pp. 194–206. (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.15688/ek.jvolsu.2024.4.15>

УДК 338.45:662.7

ББК 65.305.14-983.1

Дата поступления статьи: 28.07.2024

Дата принятия статьи: 26.09.2024

РОСТ ПРОИЗВОДСТВА БИОТОПЛИВА В КОНТЕКСТЕ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Елена Александровна Якимович

Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы, г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. В статье исследована взаимосвязь производства биотоплива и продовольственной безопасности в условиях роста цен на продукты питания и энергетического кризиса. Проблема конкуренции между производством биотоплива и продовольственной безопасностью обусловлена тем, что для производства биоэтанола и биодизеля используются в основном кормовые и продовольственные культуры. Кроме того, конкуренция за сельскохозяйственные ресурсы между целями использования для производства биомассы или продовольствия означает конкуренцию за землю и воду, удобрения, пестициды, сельскохозяйственную технику, рабочую силу, капитал. Рост производства биотоплива ведет к тому, рынки продуктов питания и топлива стали настолько тесно связанными, что устойчивый рост спроса на биотопливо не только оказывает заметное влияние на цены на продовольственные культуры, но может вызвать нехватку некоторых видов продовольствия. Ключевую роль в развитии биотопливной отрасли играют меры государственной политики, которая была разработана без учета того, как производство биотоплива отразится на продовольственной безопасности. Конкуренция целей достижения продовольственной безопасности и энергетической безопасности, а также ценовая конкуренция биотоплива и традиционных источников энергии стали ключевыми вопросами в политической повестке многих стран. В условиях роста цен на

продовольствие в 2021–2022 гг. ряд стран заново пересматривают вопрос о влиянии производства биотоплива из сельскохозяйственных культур на энергетическую и продовольственную безопасность и вносят коррективы в биотопливную политику.

Ключевые слова: биотопливо, биодизель, биоэтанол, сельское хозяйство, продовольственная безопасность, продовольственная система, биотопливная промышленность, биотопливная политика, сельскохозяйственные ресурсы.

Цитирование. Якимович Е. А. Рост производства биотоплива в контексте продовольственной безопасности // Вестник Волгоградского государственного университета. Экономика. – 2024. – Т. 26, № 4. – С. 194–206. – DOI: <https://doi.org/10.15688/ek.jvolsu.2024.4.15>

Введение

В 2021 г. в большинстве стран резко выросли цены на продовольствие, что ограничило доступ к нему, особенно для домохозяйств с низкими доходами, которые особенно уязвимы к повышению цен на продовольствие. Более высокая продовольственная инфляция последовала за резким скачком мировых цен на аграрную продукцию. В октябре 2022 г. средние мировые цены на пшеницу, кукурузу и рис были на 18, 27 и 10 % соответственно выше по сравнению с октябрём 2021 г. [Food Security Update ... , 2023]. На начало 2023 г. продовольственная инфляция во многих странах мира выражалась двузначным числом. Продовольственная инфляция выше 5 % наблюдалась в 94,1 % стран с низким уровнем дохода, в 86 % стран с доходом ниже среднего, в 87,0 % стран с доходом выше среднего и в 87,3 % стран с высоким уровнем дохода. В феврале 2023 г. цены на кукурузу и пшеницу поднялись выше уровня января 2021 г. (на 24 и 7 % соответственно). Кроме того, конечные запасы пшеницы, кукурузы и сои на 2022–2023 гг. являются самыми низкими после мирового продовольственного кризиса 2007–2008 гг., что также не способствует стабильности на мировых аграрных рынках [Recognizing ... , 2023].

Сельское хозяйство не только обеспечивает население продуктами питания, но и является основным поставщиком биомассы для энергетических целей. В результате развития биотопливной промышленности резко возросла потребность в таких культурах, как кукуруза и сахарный тростник, для использования в качестве сырья для биотоплива. Этот спрос оказывает значительное и все возрастающее влияние на глобальные продовольственные системы.

Следствием использования сельскохозяйственных культур для производства биотоплива является снижение имеющегося объема аграрной продукции для применения на продовольственные и кормовые цели.

Целью данной статьи стал анализ производства биотоплива в контексте достижения продовольственной безопасности.

Факторы и динамика развития биотопливной отрасли

Толчком к развитию биотопливной отрасли послужило сочетание ряда экономических и политических факторов.

Резкие скачки цен на нефть в 1970-е гг. вызвали опасения по поводу энергетической безопасности и побудили правительства многих стран к поиску альтернативных источников энергии. Биотопливная промышленность возникла в Бразилии и США, которые и ныне остаются ведущими производителями биотоплива (см. рис. 1).

Базой для производства биотоплива (биоэтанола) в этих странах стали уже имеющиеся мощности сельского хозяйства, а сырьем – сахарный тростник (Бразилия) и кукуруза (США). Важную роль в развитии биотопливной промышленности сыграли стратегические соображения в виде необходимости снижения зависимости от экспорта сырой нефти на фоне роста цен на энергоносители (Бразилия) и поиск новых рынков сбыта продукции сельского хозяйства и повышения доходов фермеров (США).

Для поддержки развития новой отрасли в Бразилии в 1975 г. была принята программа ProAlcool (национальная программа использованию биоэтанола), которая предусматривала меры поддержки производства и потребления биоэтанола – субсидирование производ-

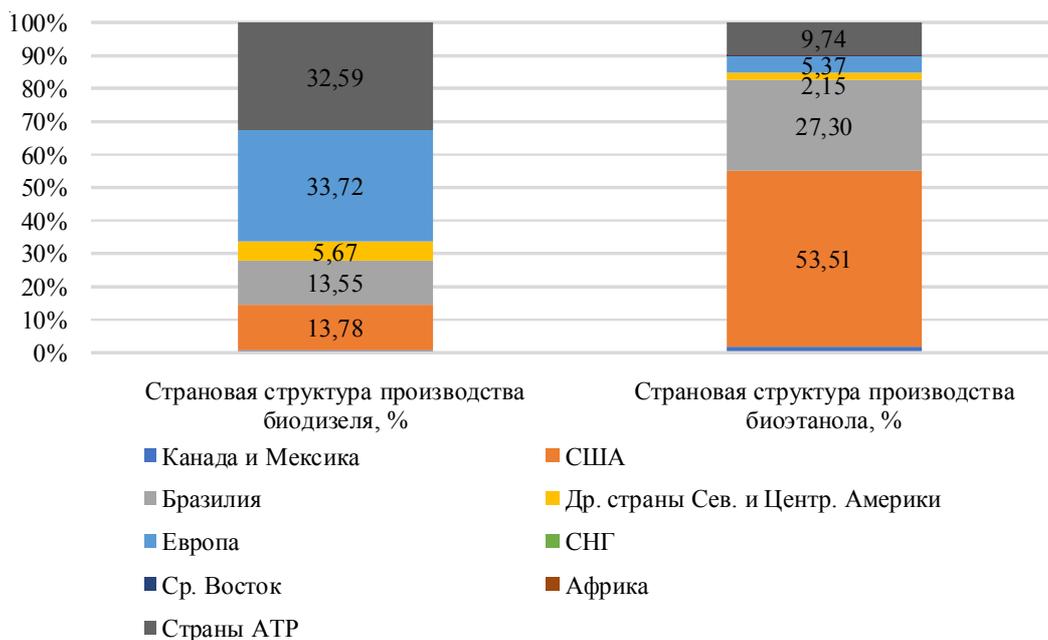


Рис. 1. Структура мирового производства биотоплива по странам и регионам в 2021 г., %

Fig. 1. Structure of global biofuel production by countries and regions in 2021, %

Примечание. Составлено автором по: [Statistical Review of World Energy, 2022].

ства, финансирование научно-технических разработок, дополнительное налогообложение автомобильного бензина, обязательную установку биоэтаноловых колонок на автозаправках и другие меры [Биотопливо ... , 2013].

Политика развития производства и потребления биотоплива наиболее развита в США, в соответствии с которой производителям биотоплива оказывается мощная финансовая поддержка. Это – Программа помощи производителям сырья (биомассы), которые имеют право на возмещение 50 % стоимости выращивания биомассы, а также на ежегодные платежи за сбор, хранение и транспортировку урожая на предприятия по производству биотоплива на срок до двух лет в размере от 1 долл. США до 20 долл. США за сухую тонну сырья. Это – Программа помощи биоперерабатывающим предприятиям в виде грантов на производство биотоплива и гарантии по кредитам на разработку, строительство и модернизацию промышленных биоперерабатывающих заводов в размере до 50 % стоимости проекта и гарантии по кредиту до 250 млн долл. США. Кроме того, в США существуют гранты на перспективные исследования в области трансформационных технологий, которые уменьшают зависимость

страны от импорта энергии из-за рубежа, помогают повысить энергоэффективность во всех секторах экономики и позволяют сохранить США лидерство в разработке и развертывании передовых энергетических технологий; гранты на образование в области биодизельного топлива для обучения государственных и частных организаций, эксплуатирующих парки транспортных средств. Для расширения потребления биотоплива в США предусмотрены налоговые льготы, предоставляемые налогоплательщику, который использует чистое несмешанное биодизельное топливо в транспортном средстве или использует его в качестве топлива в своей торговле или бизнесе, в размере 1 долл. США за галлон биодизеля; на биодизельную смесь в размере 1 долл. США за галлон чистого биодизеля, смешанного с нефтяным дизельным топливом для производства смеси, содержащей не менее 0,1 % дизельного топлива, предоставляется производителю или потребителю биодизельной смеси [Alternative Fuels ...].

Для увеличения спроса на биотопливо в 2022 г. в США принят Закон о снижении инфляции, среди мероприятий которого можно выделить стимулирование роста производства биодизеля, авиационного топлива и передовых видов

биотоплива, а также меры, направленные на поддержку производственной инфраструктуры биотоплива [Biofuels, 2022], которые по мнению министерства сельского хозяйства США, окажут значительное положительное влияние не только на изменение климата, но и на доступность топлива, что очень важно для мировой экономики [US to Proceed ... , 2022]. В 2023 г. Министерство энергетики США выделило 118 млн долл. на финансирование 17 проектов по ускорению производства биотоплива с целью сокращения выбросов парниковых газов не менее чем на 70 % к 2030 г. [Department of Energy ... , 2023].

В результате такой поддержки производства и потребления биотоплива в США, по состоянию на 1 января 2021 г. в США насчитывалось 75 предприятий по производству биодизеля общей производственной мощностью около 2,4 млрд галлонов в год. В 2020 г. производство биодизеля в США составило около 1,8 млрд галлонов, потребление – 1,9 млрд галлонов (почти все в смеси до 20 % биодизеля), импорт – 197 млн галлонов, экспорт – 145 млн галлонов [Biofuels Explained ..., 2024].

На сегодняшний день политику поддержки производства и использования биотоплива проводят 80 стран, в том числе Индия, Канада, ЕС, Китай. Например, в Канаде имеются прямые стимулирующие выплаты для производителей, различные схемы финансирования расширения производства биотоплива, меры поддержки исследовательских кластеров.

Кроме того, в Канаде, как и во всех странах, использующих биотопливо, существуют правила смешивания биотоплива с ископаемыми видами топлива, так называемые мандаты смешивания. Большая часть биодизеля, из-за его физических свойств и характеристик, потребляется в виде смесей с нефтяным дизельным топливом в соотношении 2, 5 или 20 % [Alternative Fuels ...]. Канадские правила требуют, чтобы производители и импортеры нефтяного топлива имели среднее содержание возобновляемых источников не менее 5 % в зависимости от объема бензина и среднее содержание возобновляемых источников не менее 2 % в зависимости от объема дизельного топлива [Government of Canada ...].

Еще более высокое содержание биотоплива в топливе, используемом в транспортном секторе, установлено Директивой ЕС о возоб-

новляемых источниках энергии, которая предусматривает, что доля биотоплива в транспортном секторе должна составлять 10 % (по содержанию энергии) для каждой страны-члена. Существующая директива устанавливает правила, регулирующие использование возобновляемых источников энергии в транспортном секторе, в системах отопления и охлаждения, а также общие принципы и правила мер поддержки возобновляемых источников энергии [EC. Renewable Energy Directive].

В глобальном масштабе в настоящее время производится и по прогнозам в дальнейшем будет производиться преимущественно биотопливо первого поколения (из сельскохозяйственных культур, прямо или косвенно используемых в пищу и выращиваемых на пахотных землях), производство которого по многим направлениям конкурирует за ресурсы, задействованные в производстве продовольствия. Наиболее распространенными видами биотоплива являются биоэтанол и биодизель.

Биоэтанол получают путем ферментации крахмала или сахара. В настоящее время около 59 % биоэтанола производится из кукурузы, 22 % – из сахарного тростника, 2 % – из патоки, 2 % – из пшеницы, а остальное – из других зерновых, маниоки или сахарной свеклы [OECD/FAO ... , 2022].

Биодизель делают в основном из масличных растений: около 73 % биодизеля производится на основе растительных масел (14 % рапсового масла, 24 % соевого масла и 31 % пальмового масла) и отработанных кулинарных масел после их использования в приготовлении пищи (21 %). Более передовые технологии, основанные на целлюлозном сырье (например, пожнивных остатках, специальных энергетических культурах или древесной биомассе), не составляют значительной доли общего производства биотоплива. Биодизель используется в дизельных двигателях и обычно смешивается с нефтяным дизельным топливом в различных пропорциях.

С начала 2000-х гг. рост производства биотоплива вырос более чем в 10 раз (см. рис. 2). Замедление роста производства биотоплива в 2022 г. обусловлено слабым ростом ВВП многих стран, ростом затрат на сельскохозяйственное сырье и энергоносители.

Сырьем для производства биоэтанола в США является кукуруза, в Бразилии – куку-

руза и сахарный тростник. В Европе биоэтанол в основном производят из зерновых, в том числе пшеницы, и сахарной свеклы. Сырьем для производства биодизеля в США служат соевое масло и отработанные растительные масла, в Бразилии – соевое масло, в ЕС – рапсовое, пальмовое и отработанные растительные масла. Пшеница для производства биоэтанола используется в Канаде, Индии, ЕС (см. таблицу).

Использование кукурузы для производства биоэтанола в мире с 2000 по 2018 г. выросло более чем в 8 раз, пшеницы – в 3,3 раза, сахарного тростника – в 3 раза, сахарной свеклы – в 2,4 раза, риса – 2 раза (см. рис. 3). Рост использования сельскохозяйственных культур в производстве биотоплива продолжится в ближайшем десятилетии и, по прогнозу OECD/FAO, к 2030 г. для пшеницы составит 30 % от уровня 2022 г., для сахарного трост-

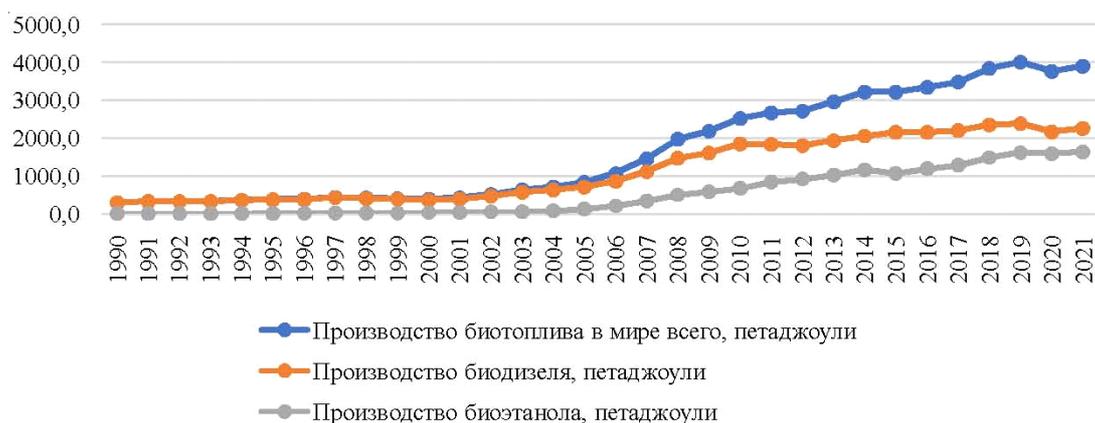


Рис. 2. Динамика производства биотоплива в мире, петаджоули

Fig. 2. Dynamics of biofuel production in the world, petajoules

Примечание. Составлено автором по: [Statistical Review of World Energy, 2022].

Таблица. Страны-лидеры по производству биотоплива и основное сырье для его производства

Table. Leading countries in biofuel production and the main raw materials for its production

Страны / группа стран и их доли в мировом производстве биотоплива, %		Основное сырье	
		Биоэтанол	Биодизель
США	36,8	Кукуруза	Соевое масло, отработанные растительные масла
Бразилия	21,5	Сахарный тростник, кукуруза	Соевое масло
ЕС, всего	17,3	Сахарная свекла, пшеница, кукуруза	Рапсовое масло, пальмовое масло, отработанные растительные масла
в том числе			
Германия	3,1		
Франция	2,7		
Нидерланды	2,2		
Испания	1,8		
Польша	1,1		
Индонезия	8,0	Меласса	Пальмовое масло
Китай	3,7	Кукуруза, маниока	Отработанные растительные масла
Таиланд	2,3	Меласса, маниока, сахарный тростник	Пальмовое масло
Аргентина	2,2	Меласса, сахарный тростник, кукуруза	Соевое масло
Индия	2,1	Меласса, сахарный тростник, кукуруза, пшеница, рис	Отработанные растительные масла
Канада	1,2	Кукуруза, пшеница	Рапсовое масло, отработанное растительное масло, соевое масло

Примечание. Составлено автором по: [Statistical Review of World Energy, 2022; OECD/FAO ... , 2022; OECD ... , 2022].

ника – 15 %, сахарной свеклы – 5 %, риса – 10 раз [OECD/FAO ... , 2022].

В структуре мирового использования основных сельскохозяйственных культур производство биотоплива занимает существенную долю в использовании кукурузы (16,2 % в 2022 г.) и растительных масел (16,3 %), для остальных культур эта доля значительно ниже (пшеница 1,2 % в 2022 г.) (рис. 4). Промышленное потребление пшеницы, в том числе использование для производства биотоплива,

больше влияет на рынок фуражной пшеницы, чем на продовольственный рынок [Food Security ... , 2020]. Однако часто фуражная пшеница – это пшеница, не прошедшая контроль качества и по этой причине не попавшая на продовольственный рынок. Фуражная пшеница не только используется для переработки на корм скоту, но и в некоторых пропорциях (смесях с пшеницей более высокого 3 и 4 класса) применяется при выпечке хлеба [Зерновой союз объяснил ... , 2016]. Таким образом,

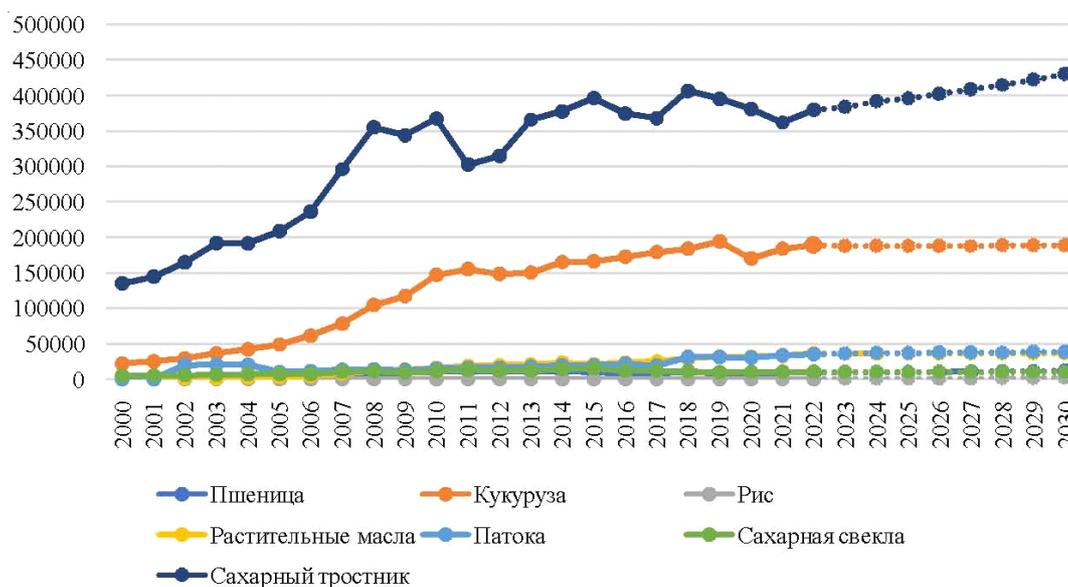


Рис. 3. Динамика использования сельскохозяйственного сырья в производстве биотоплива, тыс. т

Fig. 3. Dynamics of the use of agricultural raw materials in biofuel production, thousand tons

Примечание. Составлено автором по: [OECD/FAO ... , 2022; OECD ... , 2022].

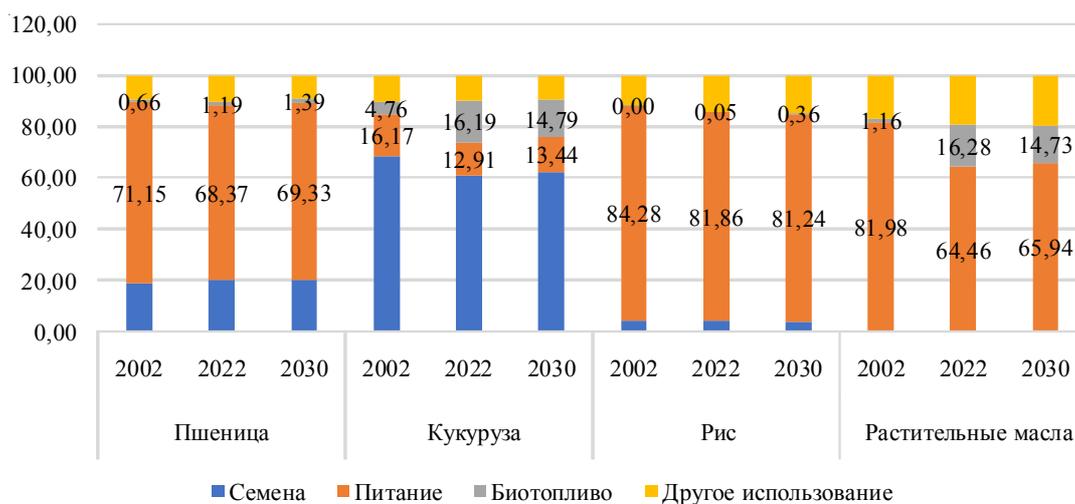


Рис. 4. Структура использования сельскохозяйственных культур и сырья, %

Fig. 4. Structure of use of agricultural crops and raw materials, %

Примечание. Составлено автором по: [OECD/FAO ... , 2022].

9 374,02 тыс. т пшеницы, которые в 2022 г. были использованы в производстве биотоплива, могли быть направлены в страны, испытывающие острую нехватку продовольствия.

С 2005 г. доля растительных масел в производстве биодизеля в мире выросла с 2,5 до 16,3 %. В странах ЕС, где для производства биотоплива в основном используется рапсовое масло, отмечен рост с 28,2 до 72,5 %.

Стоимость сырья является ключевым фактором, определяющим затраты на производство биотоплива. Цены на сельскохозяйственные культуры, используемые в производстве биотоплива, зависят от посевных площадей, урожайности и условий сбора урожая, а также от динамики рынка, и все эти факторы подвержены колебаниям из года в год.

Существование и рост биотопливной отрасли в большой степени зависят от мер государственной политики поддержки отрасли в силу неконкурентоспособности биотоплива в сравнении с ископаемым топливом. Биотопливная отрасль убыточна почти во всех странах, за исключением Бразилии [Rajagopal et al., 2007]. К примеру, в 2017 г. при ценах на сырую нефть от 46 до 64 долл. США за баррель производство биоэтанола в Бразилии в целом было конкурентоспособным в сравнении с бензином, но не было конкурентоспособным в США. Производство биодизеля не может конкурировать с ископаемым дизельным топливом ни в одной из стран, поскольку в натуральном выражении стоимость сырья для его производства (соевого масла) была в три раза выше, чем средние цены на сырую нефть [How Competitive ... , 2019].

С одной стороны, растущие цены на энергоносители являются стимулом для замены ископаемых видов топлива на биотопливо. С другой стороны, цены на энергоносители являются важной и крупной составляющей затрат в производстве биотоплива, в том числе оказывая влияние на цены удобрений, оборудования и других ресурсов, и в значительной степени определяют экономическую жизнеспособность данной отрасли [Sorda et al., 2010].

Так, рост цен на сырую нефть в первой половине 2018 г. не сделал производство биотоплива более конкурентоспособным в сравнении с ископаемым топливом. Тесная корреляция

цен на сырье (кукурузу) с ценами на сырую нефть неизбежно повысила цену безуглеродного производства биодизеля и оставила ее на уровне выше цен на сырую нефть [How Competitive ... , 2019].

Влияние производства биотоплива на продовольственную безопасность

Конкуренция целей достижения продовольственной безопасности и энергетической безопасности, а также ценовая конкуренция биотоплива традиционных источников энергии являются ключевыми вопросами в политической повестке многих стран.

Производство всех видов биотоплива, за исключением того, которое вырабатывается из жмыха и отходов, требует земельных ресурсов. Поэтому оно конкурирует за землю с другими с другими видами сельскохозяйственной деятельности. За последние 30 лет площади земельных ресурсов, задействованных в выращивании пшеницы и риса, выросли на 10 и 13 % соответственно, в выращивании кукурузы – более чем в 1,5 раза (см. рис. 5).

Доля сахарного тростника во всех посевных площадях невелика, но выращивание этой сельскохозяйственной культуры имеет большое значение в сельском хозяйстве и экономике многих субтропических стран. В странах, лежащих в тропическом или субтропическом климате (страны Карибского бассейна), в странах Юго-Восточной Африки и на островах в юго-западной части Индийского океана плантации сахарного тростника достигают 30–70 % всей обрабатываемой земли [Food Security ... , 2020].

Конкуренция за сельскохозяйственные ресурсы между целями использования для производства биомассы или продовольствия означает конкуренцию за землю и воду, удобрения, пестициды, сельскохозяйственную технику, рабочую силу, капитал. Связанное с производством биомассы изменение землепользования означает, что естественные экосистемы, которые превращены в сельскохозяйственные угодья для выращивания биомассы, утрачены для производства продуктов питания [Kim et al., 2011].

С 2021 г., после начала энергетического кризиса и роста цен на продовольствие

(рис. 6) во многих странах рассматривается вопрос о влиянии производства биотоплива из сельскохозяйственных культур на энергетическую и продовольственную безопасность. В ряде стран политика поддержки производства биотоплива, в том числе утверждение новых мандатов смешивания, отложена или смягчена. Например, в Германии и Бельгии предла-

гается сократить производства биотоплива из сельскохозяйственных культур. Причиной таких решений стали слишком высокие затраты, которые несут потребители и/или правительства этих стран на субсидирование биотоплива [Biofuels, 2022].

Более того, в 2021 г. крупные экономики резко увеличили свою поддержку добычи и

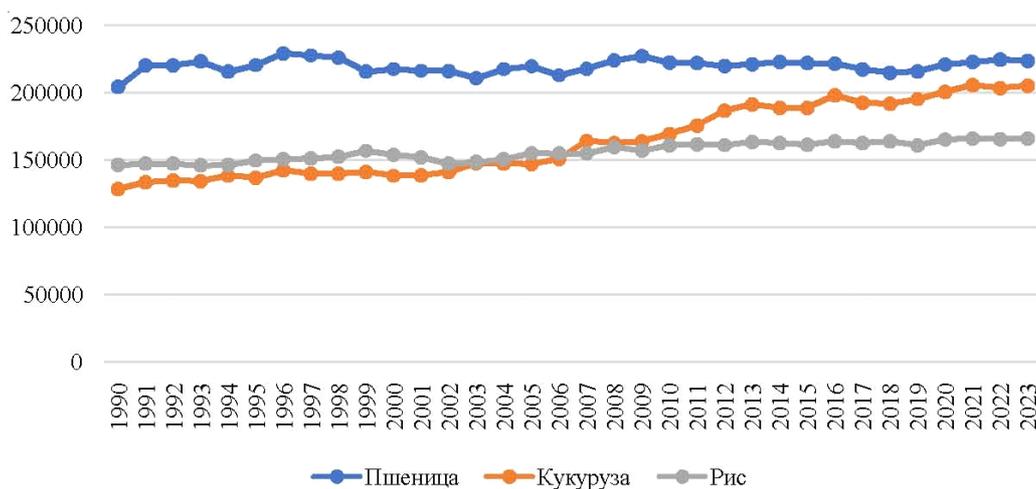


Рис. 5. Динамика использования земельных ресурсов в производстве биотоплива, тыс. га
 Fig. 5. Dynamics of use of land resources in biofuel production, thousand hectares

Примечание. Источник: [OECD/FAO ... , 2022].

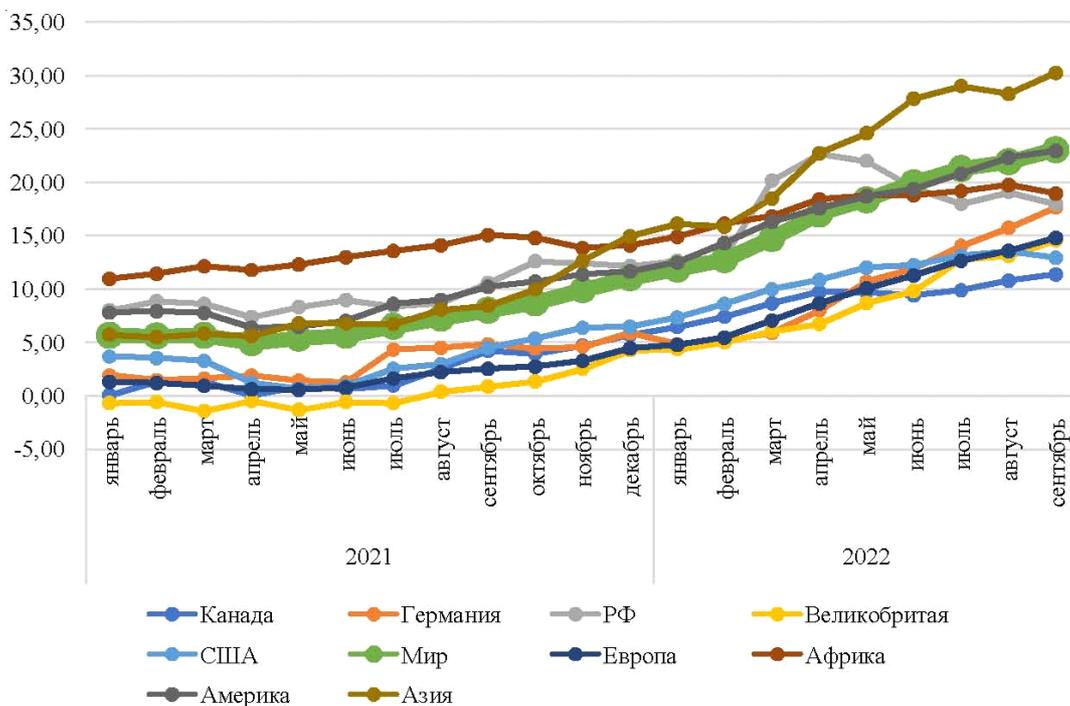


Рис. 6. Продовольственная инфляция в период 2021–2022 гг., %
 Fig. 6. Food inflation in 2021–2022, %

Примечание. Источник: [FAOSTAT ... , 2023].

потребления угля, нефти и природного газа на сотни миллиардов долларов США, стремясь защитить домохозяйства и фирмы от роста цен на энергоносители, что явно противоречит давним обещаниям постепенно отказаться от неэффективных субсидий на ископаемое топливо. Так, в 51 стране-производителе и потребителе энергии, государственная поддержка ископаемых видов топлива почти удвоилась до 697,2 млрд долл. США в 2021 г. по сравнению с предыдущим годом. Примечательно, что поддержка производителей увеличилась на 50 % по сравнению с предыдущим годом и достигла 64 млрд долл. США [OECD, 2022].

В исследованиях причин роста цен на продукты питания во время продовольственного кризиса 2007–2008 гг. (например, [The Impact of Biofuels ... , 2012]), отмечается, что увеличение производства биотоплива сыграло в этом важную роль. При прочих равных условиях появление стабильного спроса на биотопливо оказывает заметное влияние на цены на продовольственные культуры, что истинно при любых условиях.

Производство различных видов биотоплива оказывает неодинаковое влияние на сельское хозяйство, хотя это воздействие может распространяться с одной сельскохозяйственной культуры на другую в силу их взаимозаменяемости при выращивании или потреблении. Также по-разному развиваются рынок биоэтанола и биодизеля. Например, на рынке этанола увеличение спроса имеет разные последствия в зависимости от того, за счет какого сырья (кукурузы или сахарного тростника) обеспечивается наращивание производства.

Рост производства возобновляемого дизельного топлива ведет к тому, рынки продуктов питания и топлива быстро становятся настолько тесно связанными, что устойчивый рост спроса на возобновляемое дизельное топливо в одной стране, например в США, может вскоре вызвать нехватку некоторых видов продовольствия на другом конце мира. Так, по данным EIA, большая часть недавних поставок дизельного топлива в США поступила из Сингапура, где находится один из крупнейших в мире центров переработки традиционного топлива и крупный торговый центр пальмового масла. Биотоп-

ливный гигант Neste, нефтяной гигант Shell и другие крупные компании планируют расширение заводов в Сингапуре. Увеличение производства и экспорта дизельного топлива из Сингапура, вероятно, напрямую повлияет на рынок пальмового масла, которое является самым продаваемым в мире пищевым маслом и жизненно важным продуктом для приготовления пищи бедного населения стран Азии и Африки. Нет сомнений, что устойчивый рост спроса на пальмовое масло со стороны крупных производителей дизельного топлива со временем поднимет цены на пальмовое масло [Maguire, 2022].

Расширение производства кукурузы для энергетических целей в США осуществлено за счет других основных видов зерновых культур, представленных на мировом рынке, включая соевые бобы. В связи с этим отмечают два эффекта: повышение цен на кукурузу и ее аналоговые заменители, например пшеницу, на мировых рынках и расширение производства продовольственных и кормовых культур в других регионах мира из-за того, что значительные объемы кукурузы были выведены из рынка кормовых культур [Биотопливо ... , 2013].

Биотопливная политика США, по мнению экспертов рынка, наносит вред и потребителям в США. Отвлекая сельскохозяйственные культуры от их использования для корма скота и питания людей, мандаты на смешивание биотоплива усугубляют отсутствие продовольственной безопасности, особенно во время кризисов и продовольственной инфляции, которые были вызваны перебоями в поставках из-за COVID-19 и военным конфликтом России и Украины. Мандаты на биотопливо не способствуют энергетической независимости США, США фактически вынуждены импортировать биотопливо, чтобы соответствовать требованиям Стандарта возобновляемых источников топлива (RFS). Использование в производстве биотоплива 36 % американской кукурузы и 30 % американской сои (двух самых важных сельскохозяйственных культур в США) является одним из факторов роста цен на продукты питания и корма для скота, усугубляя отсутствие продовольственной безопасности во всем мире [Richards, 2022].

Биоэтанол в Великобритании производится из таких пищевых культур, как кукуруза,

пшеница, сахарный тростник и сахарная свекла, импортируемых из Украины, США, Канады, Франции и Швеции, для выращивания которых задействовано менее 107,3 тыс. гектаров земли, в том числе 8,8 тыс. гектаров используется для выращивания пшеницы для производства биотоплива. Анализ влияния производства биотоплива на глобальную продовольственную безопасность показал, что урожай, выращенный на этих землях, мог кормить около 3,5 млн чел. ежегодно. В 2022 г. более высокие целевые показатели обязательного использования биотоплива в Великобритании обошлись потребителям в 2 млрд фунтов стерлингов [Crane, 2022].

Негативное влияние на продовольственную безопасность оказало производство биоэтанола в Мексике, поскольку в производстве биоэтанола используется кукуруза, которая является основным продуктом питания многих мексиканцев. Кроме того, мексиканский экспорт этанола конкурирует с экспортом США, что сокращает доходы фермеров от экспорта [Boly et al., 2022].

В Гане рост производства биотоплива привел к росту цен на продукты питания и увеличил зависимость страны от импорта продовольствия [The Distribution of Food Security ... , 2020].

Анализ влияния производства биотоплива на продовольственную безопасность Колумбии показал, что производство биотоплива в Колумбии к 2030 г. приведет к сокращению земель, отведенных под сельское хозяйство. Это, в свою очередь, привело к уменьшению запасов продовольствия и росту цен на продукты питания [Martínez-Jaramillo et al., 2019].

В дополнение к усилению конкуренции между продовольственным и энергетическим секторами, производство биотоплива, как показывают исследования, может не иметь климатических преимуществ, которые были заявлены в качестве одной из ключевых причин перехода на возобновляемые источники энергии. Имеется ряд исследований, в которых выявлен отрицательный чистый вклад в сокращение выбросов для определенных типов сельскохозяйственных культур и методов их обработки. Например, выращивание кукурузы в больших масштабах из-за ее использования для производства биотоплива требу-

ет применения большего количества удобрений, что приводит к увеличению выбросов парниковых газов. В результате биотопливо из кукурузы может быть на 24 % более углеродоемким, чем бензин [Environmental Outcomes ... , 2022]. Кроме того, производство биомассы в больших масштабах наносит вред биоразнообразию и качеству почвы [Biomass ... , 2020].

Заключение

Проблема конкуренции между производством биотоплива и продовольственной безопасностью проистекает из того, что для производства этанола и биодизеля используются в основном кормовые и продовольственные культуры.

Центральную роль в увеличении производства биотоплива играют меры государственной политики стран-производителей и потребителей биотоплива, основные положения которой были разработаны и запущены в условиях недостаточной полноты знаний относительно того, как их реализация скажется на ценах на продовольствие и на продовольственной безопасности.

Государства, являясь ключевыми участниками рынка биотоплива и реализующие меры продовольственной политики, экономической политики и политики энергетической безопасности должны соблюдать баланс экономических интересов потребителей и всех участников рынка без ущерба для продовольственной безопасности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Биотопливо и продовольственная безопасность: Доклад Группы экспертов высокого уровня по вопросам продовольственной безопасности и питания Комитета по всемирной продовольственной безопасности // ГЭВУ. – 2013. – URL: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/8c7174e3-891a-4670-b70b-38fc016a17f4/content>
- Зерновой союз объяснил, почему хлеб пекут из фуражной пшеницы // Ведомости. – 2016. – URL: <https://www.vedomosti.ru/business/news/2016/02/24/631269-furazhnoi-pshenitsi>
- Alternative Fuels Data Center: Biodiesel Laws and Incentives // Federal U.S. Department of

- Energy. – URL: <https://afdc.energy.gov/fuels/laws/BIOD>
- Biofuels // IEA. – 2022. – URL: <https://www.iea.org/reports/biofuels>
- Biofuels Explained – Use and Supply. Biofuels Explained. Biodiesel, Renewable Diesel, and Other Biofuels // U.S. Energy Information Administration. – 2024.
- Biomass and Climate Neutrality / M. Catuti [et al.] // CEPS Policy Insights. – 2020. – URL: https://www.ceps.eu/wp-content/uploads/2020/08/PI2020-19_Biomass-and-climate-neutrality.pdf
- Boly, M. Biofuels and Food Security: Evidence from Indonesia and Mexico / M. Boly, A. Sanou // Energy Policy. – 2022. – Vol. 163. – P. 112834. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2022.112834>
- Crane, K. Food Security and UK Crop-Based Biofuel Use: Selected Analysis in Support of a Limit to Crop-Based Inputs / K. Crane // Green Alliance, 2022. – URL: <https://greenalliance.org.uk/wp-content/uploads/2022/06/Food-security-and-UK-crop-based-biofuel-use.pdf>
- Department of Energy. U.S. Department of Energy Awards \$118 Million to Accelerate Domestic Biofuel Production, 2023. – URL: <https://www.energy.gov/articles/us-department-energy-awards-118-million-accelerate-domestic-biofuel-production>
- EC. Renewable Energy Directive. – URL: https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/renewable-energy-directive-targets-and-rules/renewable-energy-directive_en#revision-of-the-directive
- Environmental Outcomes of the US Renewable Fuel Standard / T. J. Lark [et al.] // PNAS. – 2022. – Vol. 119 (9). – DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.2101084119>
- FAOSTAT. Consumer Price Indices. – 2023. – URL: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/CP>
- Food Security in the Context of Liquid Biofuels Production / K. Kurowska [et al.] // Energies. – 2020. – Vol. 13. – Art. 6247. – DOI: [10.3390/en13236247](https://doi.org/10.3390/en13236247)
- Food Security Update. World Bank Response to Rising Food Insecurity // World Bank Group, 2023. – URL: <https://www.worldbank.org/en/topic/agriculture/brief/food-security-update>
- Government of Canada. Fuel Regulations: Regulatory Text, Guidance, Reporting. URL: <https://www.canada.ca/en/environment-climate-change/services/managing-pollution/energy-production/fuel-regulations.html>
- How Competitive is Biofuel Production in Brazil and the United States? // IEA. – 2019. – URL: <https://www.iea.org/articles/how-competitive-is-biofuel-production-in-brazil-and-the-united-states>
- Kim, S. Indirect Land Use Change for Biofuels: Testing Predictions and Improving Analytical Methodologies / S. Kim, B. E. Dale // Biomass Bioenergy. – 2011. – № 35. – P. 3235–3240. – DOI: [10.1016/j.biombioe.2011.04.039](https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2011.04.039)
- Maguire, G. U. S. Rush for Renewable Diesel May Ignite Fresh Food Fight / G. Maguire // Reuters. – 2022. – URL: <https://www.reuters.com/business/energy/us-rush-renewable-diesel-may-ignite-fresh-food-fight-maguire-2022-11-08/>
- Martínez-Jaramillo, J. E. The Effects of Biofuels on Food Security: A System Dynamics Approach for the Colombian Case / J. E. Martínez-Jaramillo, S. Arango-Aramburo, D. P. Giraldo-Ramírez // Sustainable Energy Technologies and Assessments. – 2019. – Vol. 34. – P. 97–109. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.seta.2019.05.009>
- OECD, The Climate Action Monitor 2022: Helping Countries Advance Towards Net Zero, OECD Publishing, 2022. – DOI: <https://doi.org/10.1787/43730392-en>
- OECD/FAO, OECD-FAO Agricultural Outlook 2022–2031. OECD Publishing, 2022. – DOI: <https://doi.org/10.1787/flb0b29c-en>
- Rajagopal, D. Review of Environmental, Economic and Policy Aspects of Biofuels / D. Rajagopal, D. Zilberman // Policy Research Working Paper. – 2007. – № 4341.
- Recognizing and Tackling a Global Food Crisis // World Bank Group. – 2023. – URL: <https://www.worldbank.org/en/news/feature/2023/01/05/recognizing-and-tackling-a-global-food-crisis>
- Richards, A. How Biofuel Mandates Raise Food and Energy Prices / A. Richards // IFP. – 2022. – URL: <https://progress.institute/biofuel-mandates-raise-food-and-energy-prices/>
- Sorda, G. An Overview of Biofuel Policies Across the World / G. Sorda, M. Banse, C. Kemfert // Energy Policy. – 2010. – № 38. – P. 6977–6988. – DOI: [10.1016/j.enpol.2010.06.066](https://doi.org/10.1016/j.enpol.2010.06.066)
- Statistical Review of World Energy. – 2022. – URL: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2022-full-report.pdf>
- The Distribution of Food Security Impacts of Biofuels, a Ghana Case Study / M. Brinkman [et al.] // Biomass and Bioenergy. – 2020. – Vol. 141. – P. 105695. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2020.105695>
- The Impact of Biofuels on Commodity Food Prices: Assessment of Findings / D. Zilberman [et al.] // American Journal of Agricultural Economics. – 2012. – DOI: [10.1093/ajae/aas037](https://doi.org/10.1093/ajae/aas037)

US to Proceed with Production of Biofuels Despite Global Food Crisis // *The Guardian*. – 2022. – URL: <https://www.theguardian.com/environment/2022/jun/24/us-to-proceed-with-production-of-biofuels-despite-global-food-crisis>

REFERENCES

- Biopliivo i prodovolstvennaja bezopasnost: Doklad Gruppy ekspertov vysokogo urovnja po voprosam prodovolstvennoj bezopasnosti i pitanija Komiteta po vseмирnoj prodovolstvennoj bezopasnosti [Biofuels and Food Security: Report of the High-Level Expert Group on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security]. *GEVU* [HLPE], 2013. URL: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/8c7174e3-891a-4670-b70b-38fc016a17f4/content>
- Zernovoj sojuz objasnij, pochemu hleb pekut iz furazhnoj pshenicy [Grain Union Explained Why Bread Is Baked from Feed Wheat]. *Vedomosti*, 2016. URL: <https://www.vedomosti.ru/business/news/2016/02/24/631269-furazhnoi-pshenitsi>
- Alternative Fuels Data Center: Biodiesel Laws and Incentives. *Federal U.S. Department of Energy*. URL: <https://afdc.energy.gov/fuels/laws/BIOD>
- Biofuels. *IEA*, 2022. URL: <https://www.iea.org/reports/biofuels>
- Biofuels Explained – Use and Supply. Biofuels Explained. Biodiesel, Renewable Diesel, and Other Biofuels. *U.S. Energy Information Administration*, 2024.
- Catuti M. et al. Biomass and Climate Neutrality. *CEPS Policy Insights*, 2020. URL: https://www.ceps.eu/wp-content/uploads/2020/08/PI2020-19_Biomass-and-climate-neutrality.pdf
- Boly M., Sanou A. Biofuels and Food Security: Evidence from Indonesia and Mexico. *Energy Policy*, 2022, vol. 163, pp. 112834. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2022.112834>
- Crane K. Food Security and UK Crop-Based Biofuel Use: Selected Analysis in Support of a Limit to Crop-Based Inputs. *Green Alliance*, 2022. URL: <https://green-alliance.org.uk/wp-content/uploads/2022/06/Food-security-and-UK-crop-based-biofuel-use.pdf>
- Department of Energy. U.S. Department of Energy Awards \$118 Million to Accelerate Domestic Biofuel Production*, 2023. URL: <https://www.energy.gov/articles/us-department-energy-awards-118-million-accelerate-domestic-biofuel-production>
- EC. Renewable Energy Directive*. URL: https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/renewable-energy-directive-targets-and-rules/renewable-energy-directive_en#revision-of-the-directive
- Lark T.J. et al. Environmental Outcomes of the US **Renewable Fuel Standard**. *PNAS*, 2022, vol. 119 (9). DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.2101084119>
- Kurowska K. et al. Food Security in the Context of Liquid Biofuels Production. *Energies*, 2020, vol. 13, art. 6247. DOI: 10.3390/en13236247
- FAOSTAT. Consumer Price Indices, 2023*. URL: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/CP>
- Food Security Update. World Bank Response to Rising Food Insecurity. *World Bank Group*, 2023. URL: <https://www.worldbank.org/en/topic/agriculture/brief/food-security-update>
- Government of Canada. Fuel Regulations: Regulatory Text, Guidance, Reporting*. URL: <https://www.canada.ca/en/environment-climate-change/services/managing-pollution/energy-production/fuel-regulations.html>
- How Competitive Is Biofuel Production in Brazil and the United States? *IEA*, 2019. URL: <https://www.iea.org/articles/how-competitive-is-biofuel-production-in-brazil-and-the-united-states>
- Kim S., Dale B.E. Indirect Land Use Change for Biofuels: Testing Predictions and Improving Analytical Methodologies. *Biomass Bioenergy*, 2011, no. 35, pp. 3235-3240. DOI: 10.1016/j.biombioe.2011.04.039
- Maguire G.U.S. Rush for Renewable Diesel May Ignite Fresh Food Fight. *Reuters*, 2022. URL: <https://www.reuters.com/business/energy/us-rush-renewable-diesel-may-ignite-fresh-food-fight-maguire-2022-11-08/>
- Martinez-Jaramillo J.E. Arango-Aramburo S., Giraldo-Ramírez D.P. The Effects of Biofuels on Food Security: A System Dynamics Approach for the Colombian Case. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 2019, vol. 34, pp. 97-109. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.seta.2019.05.009>
- OECD, The Climate Action Monitor 2022: Helping Countries Advance Towards Net Zero*, *OECD Publishing*, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1787/43730392-en>
- OECD/FAO, OECD-FAO Agricultural Outlook 2022–2031*. *OECD Publishing*, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1787/flb0b29c-en>
- Rajagopal D., Zilberman D. Review of Environmental, Economic and Policy Aspects of Biofuels. *Policy Research Working Paper*, 2007, no. 4341.
- Recognizing and Tackling a Global Food Crisis. *World Bank Group*, 2023. URL: <https://www.worldbank.org/en/news/feature/2023/01/05/recognizing-and-tackling-a-global-food-crisis>

Richards A. How Biofuel Mandates Raise Food and Energy Prices. *IFP*, 2022. URL: <https://progress.institute/biofuel-mandates-raise-food-and-energy-prices/>

Sorda G., Banse M., Kemfert C. An Overview of Biofuel Policies Across the World. *Energy Policy*, 2010, no. 38, pp. 6977-6988. DOI: 10.1016/j.enpol.2010.06.066

Statistical Review of World Energy. – 2022. – URL: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2022-full-report.pdf>

Brinkman M., Levin-Koopman J., Wicke B., Shutes L., Kuiper M., Faaij A., van der Hilst F.

The Distribution of Food Security Impacts of Biofuels, a Ghana Case Study. *Biomass and Bioenergy*, 2020, vol. 141, p. 105695. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2020.105695>

Zilberman D. et al. The Impact of Biofuels on Commodity Food Prices: Assessment of Findings. *American Journal of Agricultural Economics*, 2012. DOI: 10.1093/ajae/aas037

US to Proceed with Production of Biofuels Despite Global Food Crisis. *The Guardian*, 2022. URL: <https://www.theguardian.com/environment/2022/jun/24/us-to-proceed-with-production-of-biofuels-despite-global-food-crisis>

Information About the Author

Elena A. Yakimovich, Candidate of Sciences (Economics), Associate Professor, Department of International Economic Relations, Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Miklukho-Maklaya St, 6, 117198 Moscow, Russian Federation, Yakimovich_ea@pfur.ru, <https://orcid.org/0009-0003-2776-4828>

Информация об авторе

Елена Александровна Якимович, кандидат экономических наук, ассистент кафедры международных экономических отношений, Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы, ул. Миклухо-Маклая, 6, 117198 г. Москва, Российская Федерация, Yakimovich_ea@pfur.ru, <https://orcid.org/0009-0003-2776-4828>