ISSN 2074-9414 (Print)
ISSN 2313-1748 (Online)

https://doi.org/10.21603/2074-9414-2024-2-2508
https://elibrary.ru/HKNCPP

Обзорная статья
https://fptt.ru

Мировой рынок химических средств защиты растений: потенциальные потери урожая, тренды и перспективы производства пестицидов для экономики России

А. И. Тареев[1,*], А. В. Березнов[2], В. В. Смирнов[3], А. А. Тареева[3,4], С. С. Кислая[3]

[1] *ООО «Белин», Москва, Россия*

[2] *Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д. Н. Прянишникова, Москва, Россия*

[3] *Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Москва, Россия*

[4] *Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии, Большие Вяземы, Россия*

Поступила в редакцию: 25.12.2023
Принята после рецензирования: 20.04.2024
Принята к публикации: 07.05.2024

**А. И. Тареев: alexander.t@belinrussia.ru, https://orcid.org/0009-0006-0433-8019*
А. В. Березнов: https://orcid.org/0009-0005-5889-0899
В. В. Смирнов: https://orcid.org/0000-0002-5280-5244
А. А. Тареева: https://orcid.org/0000-0002-1392-5788
С. С. Кислая: https://orcid.org/0009-0002-7336-7551

© А. И. Тареев, А. В. Березнов, В. В. Смирнов, А. А. Тареева, С. С. Кислая, 2024

Аннотация.
Для обеспечения продовольственной безопасности и экономического роста России необходим постоянный мониторинг мирового рынка пестицидов. Это поможет аграриям спрогнозировать стабильность поставок современных средств химизации и обеспечить получение ежегодных высоких урожаев. В работе проанализировали существующие проблемы, которые связаны с защитой растений от вредных организмов, обозначили направления рынка химических средств защиты растений и спрогнозировали их влияние на экономику России.
Объектом исследования являлся мировой рынок химических средств защиты растений. Применили комплексный подход, основанный на анализе и синтезе, аналогии, сопоставлении и прогнозировании. Основу исследования составили федеральные законы и постановления Правительства РФ, Министерства сельского хозяйства РФ, Россельхознадзора РФ, данные международной (Phillips McDougal, Kynetec, NBS Китая, Chemexcil Индии) и российской статистики (Росстат, BusinesStat, Zerno.ru и др.), научных и информационно-аналитических баз (eLIBRARY.RU, АгроXXI, AgroPages) за период с 2018 по 2024 гг.
В результате исследования сделали обзор современного состояния химических средств защиты растений с акцентом на Индию, Китай и Россию. Оценили потери урожайности в абсолютном и относительном выражении. Показали долю рынка химических средств защиты растений по странам-импортерам и ключевым поставщикам пестицидов в РФ. Выявили основные проблемы, такие как ограничение доступности действующих веществ и квотирование ввоза готовых препаративных форм в РФ. Данное исследование позволило подчеркнуть растущий спрос на химические средства защиты растений, несмотря на ограничения использования или полный запрет ряда опасных пестицидов. Анализ данных свидетельствует о том, что объемы применения химических средств защиты растений в 2024 г. прогнозируются на уровне 2023 г., т. к. на складах РФ имеются большие запасы. Погодные условия также будут благоприятствовать оптимальному росту и развитию растений. Поэтому можно утверждать, что российские аграрии соберут около 142 млн т зерновых, в т. ч. 92–95 млн т пшеницы.
Ежегодное проведение подобных исследований будет способствовать уменьшению риска потерь урожайности и получению продукции высокого качества за счет принятия оперативных мер государственного регулирования и господдержки. Это позволит наращивать внутреннее потребление продукции сельского хозяйства и экспортный потенциал страны.

Ключевые слова. Продовольственная безопасность, урожайность, агрохимикаты, экономическая эффективность, импортозамещение, экспорт, импорт, прогноз, синтез, контроль оборота пестицидов, квотирование импорта

Для цитирования: Мировой рынок химических средств защиты растений: потенциальные потери урожая, тренды и перспективы производства пестицидов для экономики России / А. И. Тареев [и др.] // Техника и технология пищевых производств. 2024. Т. 54. № 2. С. 310–329. https://doi.org/10.21603/2074-9414-2024-2-2508

https://doi.org/10.21603/2074-9414-2024-2-2508
https://elibrary.ru/HKNCPP

Review article
Available online at https://fptt.ru/en

Global Market of Chemical Crop Protection Agents: Forecasting Yield Losses and Economic Prospects for Domestic Pesticide Production

Alexander I. Tareev[1,*], Alexey V. Bereznov[2], Valery V. Smirnov[3], Anna A. Tareeva[3,4], Sofya S. Kislaya[3]

[1] *Belin LLC, Moscow, Russia*

[2] *D.N. Pryanishnikov All-Russian Research Institute of Agrochemistry, Moscow, Russia*

[3] *Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russia*

[4] *All-Russian Research Institute of Phytopathology, Bolshie Vyazemy, Russia*

Received: 25.12.2023
Revised: 20.04.2024
Accepted: 07.05.2024

**Alexander I. Tareev: alexander.t@belinrussia.ru, https://orcid.org/0009-0006-0433-8019*
Alexey V. Bereznov: https://orcid.org/0009-0005-5889-0899
Valery V. Smirnov: https://orcid.org/0000-0002-5280-5244
Anna A. Tareeva: https://orcid.org/0000-0002-1392-5788
Sofya S. Kislaya: https://orcid.org/0009-0002-7336-7551

© A.I. Tareev, A.V. Bereznov, V.V. Smirnov, A.A. Tareeva, S.S. Kislaya, 2024

Abstract.
To ensure its food security and economic growth, Russia needs to monitor the global pesticide market because constant monitoring predicts supply stability and provides annual high yields. The article describes the current issues associated with agricultural pesticide, analyzes the development directions on the global pesticide market, and predicts its impact on the Russian economy.
To analyze the global market of chemical plant protection products, the authors applied an integrated approach based on analysis, synthesis, analogy, comparison, and forecasting. The research relied on the domestic laws and standards issued by the Ministry of Agriculture and the Federal Service for Veterinary and Phytosanitary Surveillance. Other sources included statistics obtained from foreign agencies (Phillips McDougal; Kynetec; NBS, China; Chemexcil, India) and Russian institutions (Rosstat, BusinesStat, Zerno.ru, etc.). The review included articles published in scientific and analytical databases, i.e., eLIBRARY.RU, AgroXXI, and AgroPages in 2018–2024.
The analysis concentrated on India, China, and the Russian Federation. It covered absolute and relative harvest losses, as well as the market share of importing countries and key suppliers on Russian pesticide market. The demand for chemical pesticides continues to grow, despite restrictions or prohibitions of some hazardous pesticides. Some active ingredients were partially unavailable while finished formulations were subjected to import quotas. In 2024, Russia will be using as many chemical plant protection products as in 2023 since the domestic warehouses store large reserves. The weather conditions are likely to ensure optimal plant growth. Russian farmers will harvest about 142 million tons of grain, including 92–95 million tons of wheat.
If repeated annually, this research may reduce the risk of harvest losses and allow the state to adopt prompt regulation measures to obtain high-quality products, thus increasing the domestic consumption and export potential.

Keywords. Agrochemicals, food safety, yield, economic efficiency, export, import, forecast, information technology, active ingredients, synthesis, import substitution, control of pesticide turnover, import quotas

For citation: Tareev AI, Bereznov AV, Smirnov VV, Tareeva AA, Kislaya SS. Global Market of Chemical Crop Protection Agents: Forecasting Yield Losses and Economic Prospects for Domestic Pesticide Production. Food Processing: Techniques and Technology. 2024;54(2):310–329. (In Russ.). https://doi.org/10.21603/2074-9414-2024-2-2508

Введение

У выдающегося советского ученого и почетного академика ВАСХНИЛ В. И. Эдельштейна есть афоризм: «Агротехника без биологии слепа, без механизации мертва, но всё решает неумолимая экономика» [1]. Исходя из структуры затрат на выращивание сельскохозяйственных культур, доля средств защиты растений занимает около 7 % в общей себестоимости единицы продукции [2–4].

В различных литературных источниках имеется большое количество публикаций по химическим средствам защиты растений, в которых показана их роль в получении высокого и стабильного урожая сельско-

хозяйственных культур, которые являются основой экономического благосостояния населения планеты. Без использования средств защиты растений в сельскохозяйственном производстве невозможно обеспечить продовольственную безопасность и независимость Российской Федерации.

Согласно Указу Президента Российской Федерации (от 21.01.2020 г. № 20 «Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации») продовольственная независимость Российской Федерации – это самообеспечение страны основными видами отечественной сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия. Без правильного и разумного использования средств защиты растений ограничивается экономическая доступность продовольствия: возможность приобретения пищевой продукции должного качества по сложившимся ценам в объемах и ассортименте, которые соответствуют рекомендуемым рациональным нормам потребления.

Цель работы – показать существующие проблемы, связанные с защитой растений от вредных организмов, обозначить направления рынка средств химических средств защиты растений и спрогнозировать их влияние на экономику России.

Объекты и методы исследования

Объектом исследования являлся мировой рынок химических средств защиты растений, предметом – влияние рынка химических средств защиты растений на экономику РФ. В ходе исследования использовали комплексный подход, основанный на анализе и синтезе, аналогии, сопоставлении и прогнозировании. Информационную базу исследования составили данные международной и российской статистики, научных и информационно-аналитических баз, в т. ч. Минпромторга, Международного валютного фонда, ФАО, ООН, указов президента РФ, законов РФ, распоряжений правительства РФ, Министерства сельского хозяйства РФ, Россельхознадзора, Торгово-промышленной палаты России, Российского союза производителей химических средств защиты растений, Евразийского экономического союза, международных выставок по агрохимии, национального бюро статистики Китая, Совета по содействию экспорту химических веществ при Министерстве торговли и промышленности Правительства Индии, технического комитета по общепринятым названия действующих веществ пестицидов, аналитических агентств и маркетинговых исследований рынка пестицидов, специализированных конференций и материалов периодической печати, отражающих различные аспекты исследуемой проблемы.

Результаты и их обсуждение

Потенциальные потери урожайности. Обеспечение продовольственной безопасности сопряжено с рисками и угрозами, которые могут ее снизить. Одной из категорий риска являются ветеринарные и фитосанитарные риски, связанные с возникновением и распространением ранее не регистрировавшихся на территории Российской Федерации массовых заразных болезней животных, а также с распространением болезней и вредителей растений [2]. В мире насчитывается 9000 вредных видов насекомых, 50 000 возбудителей болезней и 8000 сорных растений. Более 70 % из них – инвазивные виды [5, 6]. Для 3–4 тыс. используемых человеком культурных растений известно около 30 тыс. видов возбудителей: 25 тыс. грибковых болезней, 600 вызывают черви-нематоды, более 200 – бактерии, более 300 – вирусы. У риса и пшеницы известны по 100 возбудителей болезней, у кукурузы – 60, у ячменя и сорго – по 50 [7].

Например, эпифитотии, вызвавшие гибель урожая картофеля в Ирландии в 1845 и 1847 гг., были причиной голода и массовой иммиграции населения в Северную Америку. В 1845 г. в Ирландии проживало около 8 млн человек, из которых для 6 млн картофель составлял половину пищевого рациона, а остальные питались только картофелем. Из-за гибели урожая люди потеряли источник существования. За голодом последовали инфекционные болезни [8–10]. В 1917 г. фитофтороз уничтожил большую часть урожая картофеля в Германии, что привело к голоду гражданского населения и сокращению продовольственного снабжения войск. Указанные обстоятельства дестабилизировали Германскую империю и ускорили окончание I Мировой войны [11]. Кроме болезней растений, на урожай влияют насекомые. Например, саранча, которая способна нанести серьезный вред сельскому хозяйству. Саранча была известна еще в Древнем Египте, о чем свидетельствуют ее изображения на фресках и папирусах 5000-летней давности. В 125 г. до н. э. в римских провинциях Киренаика и Нумидия (Северная Африка) стая саранчи уничтожила все посевы пшеницы и ячменя. От голода умерло все население провинций – почти 800 тыс. человек [12, 13]. Заместитель Генерального секретаря ООН по гуманитарным вопросам Я. Эгеланн, призывая профинансировать применение инсектицидов против саранчи, заявил изданию «The Independent» о том, что «Речь идет о большей опасности для выживания населения, чем представляет любой вооруженный конфликт в Африке» [14]. К. Крессман в своем интервью газете «The Seattle Times» высказал мнение о том, что стая саранчи среднего размера может уничтожить столько же пищи, сколько все население Кении [15]. В 2022 г. издание «Московские новости» сообщило о том, что саранча поставила под угрозу урожай сардинских фермеров: насекомые могут «съесть» 60 тыс. га посевов. В том же году вредителями были атакованы поля в ЮАР и России [16].

Прогнозируемый дефицит посевных площадей и потери урожая от вредных объектов сократят производство продовольствия, необходимого для питания населения планеты. По оценкам ООН, к 2050 г. численность населения мира достигнет почти 10 млрд человек [17].

Данный прогноз указывает на необходимость повышения эффективности технологий растениеводства, в том числе использования современных средств защиты растений, а также селекции устойчивых к болезням и вредителям сортов, которые позволят снизить потери урожайности от вредных организмов ниже уровня экономического порога вредоносности. По данным ООН, ежегодные потери урожая сельскохозяйственных культур от вредных организмов составляют более 30 %, а в некоторых странах до 80 % в год [18].

В разные годы почти весь урожай в некоторых странах мира уничтожался саранчой, клопом-черепашкой или другими вредителями [19]. Без применения химических средств защиты растений потери урожая в мире выросли бы наполовину, а цены на полученную сельскохозяйственную продукцию в 2–3 раза [2]. По официальным данным ФАО, ежегодные потенциальные потери урожая от болезней и вредителей в мире составляют около 35 %, в том числе от вредителей – 14 %, болезней – 12 %, сорняков – 9 %. Этим количеством продуктов можно прокормить 600 млн человек [19]. Согласно другим источникам потери урожая от вредителей, болезней и сорняков составляют более 30 % от валового сбора продукции растениеводства, также потери снижают качество продукции. Такие культуры, как картофель и сахарная свекла, практически невозможно вырастить без проведения защитных мероприятий. По оценкам экспертов, чтобы прокормить одного человека необходимо от 30 до 50 соток сельскохозяйственных угодий для выращивания данных культур. Мировой опыт показывает, что любая известная система земледелия в условиях высокой и перспективной формы интенсификации невозможна без организованной защиты растений [20].

В денежном выражении ежегодные потери мирового урожая оценивались в $70–80 млрд, на потери от вредителей приходилось 14 % стоимости мирового урожая, от болезней – 12 %, от сорняков – 9 % [19]. По сообщению агропромышленного портала Агро XXI, в 2019 г. потери только от болезней растений обходились мировой экономике в сумму около $220 млрд, а нашествие инвазивных насекомых в $70 млрд [21]. Во всем мире потери урожая в 2050 г., по сравнению с 2000 г., могут составить 24 % для кукурузы, 11 % для риса, 9 % для картофеля и 3 % для пшеницы. Потери урожая сельскохозяйственных культур от массового распространения болезней могут достигать 30–50 % [22]. В России потенциальные потери урожая от вредителей, болезней и сорняков составили 26 % валовой продукции земледелия и оценивались в 16 млрд рублей. Благодаря применению средств защиты растений ежегодно сохраняется около 17–18 млн т зерна, 10–11 млн т картофеля, 13–14 млн т свеклы сахарной и других продуктов растениеводства [19]. По данным С. Н. Еланского, в годы эпифитотий продуктивность восприимчивых к болезни сортов картофеля без применения специальных средств может снижаться в 1,5–2 раза, а потери урожая достигать 50–60 % [23]. Фитопатогенные организмы могут оказывать негативное влияние не только на этапе выращивания сельскохозяйственных растений, но и на стадиях хранения и переработки сельскохозяйственного сырья, а также получения готовой товарной продукции [24].

Таким образом, если не использовать средства защиты растений, то, учитывая уровень возможных потенциальных потерь (30–40 %) от вредителей, болезней и сорняков, Россия может лишиться больших объемов экспортного потенциала зерновых культур. Например, за 2022–2023 сельскохозяйственный год (с 1 июля 2022 г. по 30 июня 2023 г.) Россия установила рекорд по объему экспорта зерна – 60 млн т [25]. По итогам прошлого года экспортная выручка составила свыше $41 млрд [16]. По данным Россельхознадзора, на 17 декабря 2023 г. экспорт зерна и продуктов его переработки из России достиг 79,9 млн т [17]. Кроме потерь урожая, может снизиться его качество. Например, при поражении пшеницы фузариозом колоса ее зерно становится не пригодным в пищу человеку и животным из-за образования микотоксинов.

Однако приведенные величины потерь не являются предельными, они растут с каждым годом. Стоимость сохраненного урожая может вырасти из-за роста цен. Одним из резервов увеличения валовых сборов сельскохозяйственной продукции является ликвидация потерь урожая от вредителей, болезней и сорняков. Это достигается комплексом мероприятий, которые включают приемы повышения культуры земледелия, карантинные, физические, механические и биологические методы, химические средства защиты растений [19]. Своевременное и эффективное проведение защитных мероприятий позволяет сохранить с каждого гектара по 2–3 ц зерна, не менее 15 ц картофеля, овощей, свеклы сахарной, плодов и винограда [26]. По данным Агентства Плодородия, в современных экономических условиях конкурентоспособность продукции растениеводства определяется степенью использования в ее производстве интенсивных и ресурсосберегающих технологий, в частности средств защиты растений [27].

Важным направлением в решении задач увеличения производства продукции растениеводства является рост использования передовых технологий химической защиты растений с элементами информационных технологий на основе организационно-хозяйственных государственных мероприятий по увеличению доли хозяйств и площадей культур с высоким потенциалом продуктивности и применения интегрированной системы защиты растений с 20 до 50 % [28]. В условиях тотального снижения обрабатываемых площадей одним из приоритетных направлений эффективного ведения сельского хозяйства является современное растениеводство, которое нуждается в увеличении финансирования и вовлечении в механизм государственной поддержки. Особая роль в механизме государственной поддержки

и стимулировании сельскохозяйственных товаропроизводителей принадлежит научно-обоснованным мерам по защите растений от вредных организмов [29].

Программой фундаментальных научных исследований, утвержденной Распоряжением Правительства РФ № 3684-р от 31.12.2020 г., на период 2021–2030 гг. предусмотрено создание новых природоподобных, биологических и химических средств защиты растений, а также системы рационального применения средств химической и биологической защиты сельскохозяйственных растений с использованием цифровых технологий.

Исследования, проведенные В. А. Захаренко, демонстрируют показатели сохраняемого урожая зерновых культур при использовании новых технологий (табл. 1), которые позволяют повысить рентабельность по определенным видам средств защиты растений до уровня 171,81 % (табл. 2) [28, 30].

В литературных источниках приводятся формулы для оценки затрат применения пестицидов на единицу площади, но отсутствуют расчеты потенциальных экономических потерь всей производственной цепи, связанной с урожаем сельскохозяйственных культур и дальнейшей переработкой продукции [28]. Например, каковы будут потери мукомольной и пищевой промышленности и других связанных отраслей при определенных значениях потери урожая? Сколько может быть потеряно рабочих мест в отраслях, связанных с производством продукции АПК? Это могут быть огромные суммы, т. к. продукция сельского хозяйства затрагивает практически все отрасли. Если минимизировать потери, то можно снизить себестоимость продукции, повысить качество и объемы агроэкспорта. Можно добиться сокращения площадей под сельскохозяйственными культурами, что позволит оптимизировать расходы и сбалансировать земельные ресурсы, включая истощение почв. Рациональное землепользование с применением определенных средств защиты растений является важным инструментом для снижения влияния абиотических факторов на сельскохозяйственное производство и повышения качества жизни человека.

Согласно Указу Президента № 642 от 01.12.2016 «О стратегии научно-технического развития Российской Федерации» одним из приоритетов является переход к высокопродуктивному и экологически чистому агро- и аквахозяйству, а также разработка и внедрение систем рационального применения средств химической и биологической защиты сельскохозяйственных растений.

В Распоряжении Правительства РФ от 15.12.2017 № 2834-р изложены следующие тезисы:

1. До 2030 г. будет внедрен план «дорожная карта» по урегулированию и совершенствованию производства на территории РФ малотоннажной химии, включая средства защиты растений;

2. Курс на импортозамещение мало- и среднетоннажной химии на территории РФ и развитие современных производств, способных конкурировать на внутреннем и мировом рынках;

3. Дополнительные затраты на рекламу, омологацию и техническое сопровождение работ при внедрении продукции у потребителя.

Президентом и уполномоченными органами РФ было сделано заявление об увеличении инвестирования в бизнес-процессы, связанные с мало- и среднетоннажной химической продукцией. Это говорит о необходимости наращивать производство собственных химических средств защиты растений для полного замещения импортируемых аналогов. Однако внутренний рынок средне- и малотоннажной химии России очень мал по сравнению с мировым.

Таблица 1. Общий сохраняемый урожай при использовании прогрессивных технологий с комплектующими узлами IT и точного земледелия

Table 1. Total harvest with advanced technologies, IT equipment, and precision farming

Культуры	Показатели	Инсектициды	Фунгициды	Гербициды
Зерновые	%	8,37	12,89	15,45
	ц/га	3,73	5,75	6,89
	рублей/га	3278	5049	6051

Таблица 2. Экономическая эффективность применения пестицидов на зерновых культурах с использованием элементов IT и точного земледелия в 2016–2018 гг.

Table 2. Economic efficiency of pesticides on grain crops with elements of IT and precision agriculture, 2016–2018

	Площадь обработки, тыс. га	Сохраненный урожай, млн рублей	Затраты всего, млн рублей	Чистый доход, млн рублей	Рентабельность, %
Инсектициды	2526	8262	3203	5059	157,95
Фунгициды	1832	9228	3521	5707	162,08
Гербициды	4855	29 494	10 851	18 643	171,81
Пестициды в целом	9213	46 984	17 575	29 409	167,33

Одной из важных составляющих химической отрасли для устойчивого развития сельского хозяйства, продовольственной безопасности и независимости является производство современных химических средств защиты растений, т. н. пестицидов. Пестициды – это вещества или смесь веществ, в том числе используемые в качестве регуляторов роста растений, феромонов, дефолиантов, десикантов и фумигантов, и препараты химического или биологического происхождения, предназначенные для борьбы с вредными организмами [31].

Использование химических соединений для защиты растений от болезней началось несколько тысяч лет назад. В XX веке до н. э. люди заметили, что вулканические выделения защищают зерновые от болезней, что привело к использованию серосодержащих препаратов в качестве средства защиты растений. До сих пор сера используется в защите растений от некоторых болезней [7].

Пестициды классифицируются по целевому назначению. Инсектициды (от лат. *insectum* «насекомое» и *caedo* «убиваю») – это химические препараты, которые направлены на уничтожение вредных насекомых, червей, их яиц и личинок. Фунгициды (от лат. *fungus* «гриб» и *caedo* «убиваю») – это химические вещества, способные полностью (фунгицидность) или частично (фунгистатичность) подавлять развитие возбудителей болезней сельскохозяйственных растений, а также используемые для борьбы с ними. Гербициды (от лат. *herba* «трава» и *caedo* «убиваю») – это вещества, уничтожающие нежелательные растения [31, 32]. Практически половину в структуре глобального рынка средств защиты растений занимают гербициды (около 45 %), затем фунгициды (около 28 %) и инсектициды (27 %).

Правила, регулирующие оборот химических средств защиты растений, во многих странах, включая США и европейские страны, с каждым годом становятся все более строгими [22]. Обращение с пестицидами на территории РФ осуществляется в соответствии с Федеральным законом от 19.07.1997 № 109-ФЗ (ред. от 03.04.2023) «О безопасном обращении с пестицидами и агрохимикатами». Данный Федеральный закон устанавливает правовые основы обеспечения безопасного обращения с пестицидами, в том числе с их действующими веществами, и агрохимикатами для охраны здоровья людей и окружающей среды. Пестицид или агрохимикат, зарегистрированный в соответствии со статьей 8 ФЗ № 109-ФЗ, вносится в Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации, который ведет Минсельхоз России. Данный каталог размещен на официальном сайте Минсельхоза России (www.mcx.ru).

Мировой рынок средств защиты растений. В 1960 г. мировая индустрия защиты растений оценивалась менее чем в $10 млрд и насчитывала около 100 зарегистрированных действующих веществ. По данным Phillips McDougall, объемы продаж средств защиты растений уже превысили $50 млрд (в 2018 г. – $55,3 млрд, в 2019 г. – $57,561 млрд), около 600 действующих веществ доступны аграриям во всем мире [33].

В мире в сфере защиты растений активно развиваются следующие направления: биотехнологии, включая биологические средства защиты и генную инженерию; технологии RNAi, воздействующие на РНК вредителей; точное и дифференцированное опрыскивание культур; нанотехнологии; комплексные средства защиты растений. Также совершенствуются системы мониторинга, прогнозирования и обнаружения болезней и вредителей, способы защиты и управления опылителями. Наиболее перспективными являются комплексные системы защиты растений, сочетающие в себе как химические, так и биологические средства защиты [34, 35]. Одним из главных инициаторов роста рынка биозащиты является Европа, где данный рынок вырос на 17 % за последние 5 лет. В декабре 2020 г. была запущена программа European Green Deal под названием From Farm to Fork или «от поля до вилки», цель которой – повышение эффективности сельскохозяйственного производства и оказание поддержки европейским производителям. Данная стратегия содержит ряд экологических инициатив, которые будут определять будущее европейского рынка химических средств защиты растений, среди которых сокращение потребления пестицидов на 50 % к 2030 г. и увеличение доли органической продукции до 25 % к 2030 г. [36].

С 1 января 2020 г. в России действует федеральный закон № 280-ФЗ «Об органической продукции и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». Данный закон регулирует отношения, связанные с производством, хранением, транспортировкой, маркировкой и реализацией органической продукции. Для обеспечения действия этого закона необходимо разрабатывать, регистрировать и внедрять в производство соответствующие средства защиты, которые способны минимизировать риски, присущие традиционным химическим пестицидам, и обеспечивать получение стабильного, высокого и качественного урожая при наименьших затратах.

Начиная с 2000 г., количество вновь выводимых на рынок химических средств защиты растений сократилось. Это сокращение связано со снижением числа новых гербицидов, а также фунгицидов и инсектицидов. Наряду с этим, наблюдается значительный рост числа биологических препаратов (всего 156 видов), объем вывода на рынок которых превышает количество выводимых на рынок новых видов химических гербицидов, инсектицидов и фунгицидов [36].

Несмотря на высокую эффективность и возрастающий каждый год объем применения химических средств защиты растений в мире и России, во многих странах начинают вводить ограничения регламентов применения и сокращать использование химических пестицидов высокого класса опасности для человека и окружающей среды. Например, Исполнительный комитет

Великобритании по здравоохранению и безопасности (HSE) считает необходимым ограничить оборот на национальном рынке трех пестицидов – манкоцеба, фамоксадона и индоксакарба. В странах ЕС под запрет попали популярные у российских аграриев препараты на основе следующих действующих веществ: бифентрин, диметоат, имидаклоприд, индоксакарб, карбендазим, пропиконазол, ципроконазол, хлорпирифос и т. д. Перечень запрещенных в ЕС пестицидов доступен на сайте EU Pesticides Database – Active substances (europa.eu). На сайте Россельхознадзора РФ представлен обзор под заголовком «Сокращение использования пестицидов и агрохимикатов актуально во всем мире», в котором сообщается о том, что в Чили ограничения затронут до 151 коммерческого бренда химических средств. Запрет вводится на производство, импорт, распространение, продажу, хранение и применение пестицидов с такими активными веществами, как бинапакрил, каптафол, хлорбензилат и дихлорид этилена.

Однако в течение последних 20 лет мировой рынок средств защиты растений продолжает рост, несмотря на локальные периоды снижения. По данным исследований, проведенных в 2022 г. РХТУ им. Д. И. Менделеева со ссылкой на Phillips McDougal, мировой рынок средств защиты растений в натуральном выражении в эквиваленте действующего вещества по итогам 2020 г. составил чуть более 3 млн т, увеличившись с 1,5 млн т в 1980 г. В денежном выражении объем мирового рынка препаратов для защиты растений увеличился в 2 раза: с $30 млрд в 2000 г. до $60 млрд в 2020 г. [37, 38].

T. Kippley и др. сообщают о росте рынка химических средств защиты растений в денежном выражении (табл. 3). Например, объем мирового рынка химических средств защиты растений, применяемых на полях сельскохозяйственного назначения, в 2021 г. оценивался более чем в $65,7 млрд, а на участках несельскохозяйственного пользования в $7,6 млрд [36].

По данным исследований Kynetec (Kleffmann Group), мировой рынок пестицидов в ценах производителей также продолжает рост: в 2021 г. он оценивался в $65 млрд, а в 2022 г. в $72 млрд. В 2021 г. прирост мирового рынка пестицидов составил 8 %, а 2020 г. 1 %. Если в 2021 г. рост мирового рынка химических средств защиты растений был обеспечен ростом площадей под ключевыми культурами, то в 2022 г. – это рекордный за последние 10 лет рост цен на продукты. По данным маркетинговой компании Mordor Intelligence, мировой рынок пестицидов вырастет с $66,04 млрд в 2023 г. до $80,35 млрд к 2028 г. и будет расти в среднем на 4 % в год. По данным аналитиков компании Growth Market Reports, объем мирового рынка пестицидов в 2022 г. составил $85,12 млрд, а к 2031 г. он достигнет $183,35 млрд, увеличившись в среднем на 8,9 % в течение прогнозируемого периода с 2023 по 2031 гг. [33, 39–41]. С середины 2000-х гг. более 50 % совокупного объема рыночных продаж приходится на 5–7 компаний – мировых лидеров в отраслевых сегментах производства агропрепаратов [22].

По данным аналитического агентства Science Agri, возглавляет список самых финансово крепких международных пестицидных копаний концерн Bayer после приобретения в 2018 г. американского гиганта Monsanto. В 2022 г. выручка Bayer составила $17,8 млрд, а чистая прибыль $5,1 млрд. На втором месте – Syngenta, которая получила почти $20 млрд выручки и $1,9 млрд чистой прибыли. Третья позиция у американской агрохимической компании Corteva Agriscience, выручка и чистая прибыль которой составила $17,4 и 1,2 млрд соответственно. В порядке убывания расположились FMC, UPL, Nufarm и Sumitomo Chemical. У компании BASF чистые убытки составляют $422 млн, а обязательства превышают активы. Если проанализировать рейтинг крупных стран, производящих гербициды, фунгициды и инсектициды, то лидером является Китай [41]. В региональном разрезе распределение долей региональных рынков выглядит следующим образом. На Северную Америку в 1998 г. приходилось 26,2 % мирового рынка средств защиты растений, но к 2018 г. эта доля снизилась до 16,7 %. Доля Европейского рынка снизилась с 25,9 до 23,4 %. Этот показатель был частично компенсирован за счет роста на рынках новых членов ЕС. Доля Азии на мировом рынке увеличилась благодаря развивающимся странам, а доли рынков Японии, Южной Кореи и Австралии снизились. Значительное увеличение доли приходится на Латинскую Америку [22].

Основными катализаторами роста рынка пестицидов являются увеличение посевных площадей, рост цен на действующие вещества, изменение метеорологических и геополитических условий, рост численности вредителей и болезней, влияющих на урожай-

Таблица 3. Динамика мирового рынка химических средств защиты растений, млн долл.

Table 3. Dynamics of global pesticide market, million dollars

Обрабатываемые земли	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.
Земли сельскохозяйственного пользования	55,869	56,355	58,165	59,272	60,769	65,775
Участки не сельскохозяйственного назначения	6,458	6,568	6,916	7,130	7,191	7,644
Всего	62,327	62,923	65,081	66,409	67,960	73,419

ность. По оценке РХТУ им. Менделеева, совокупность перечисленных факторов оценивает ожидаемый прирост глобального рынка средств защиты растений на $20 млрд до 2030 г. с ежегодным темпом роста 2,5 % [37]. По сообщению Н. Лычева на конференции «Агротренды России», Китай и Индия (рис. 1) будут потенциальными рынками для РФ [42].

Китайский рынок химических средств защиты растений. По количеству получаемых пестицидов Китай конкурирует с такими транснациональными отраслевыми компаниями, как Bayer, Monsanto, BASF и Syngenta. Ежегодно в Китае вносится около 1806 млн кг пестицидов. На втором месте Соединенные Штаты Америки, которые используют около 386 млн кг химических средств защиты растений, затем идет Аргентина – 265 млн кг [42–46].

По данным Агентства Плодородия, в результате масштабных капиталовложений в китайское производство химических средств защиты растений экспорт пестицидов, произведенных в Китае, за 15 лет вырос на 46,5 % и в 2019 г. составил $4,1 млрд в год, сделав КНР мировой фабрикой по производству химических средств защиты растений [33].

Согласно данным Национального бюро статистики Китая в 2022 г. в КНР было произведено пестицидов на сумму 350 млрд юаней, а объем их производства составил около 1,86 млн т. Сегодня в Китае насчитывается около 1775 производителей пестицидов и около 1 млн работников пестицидной промышленности. Согласно статистике CCPIA в 2022 г. совокупный объем продаж 100 крупнейших предприятий пестицидной промышленности достиг более 254,414 млрд юаней. Двенадцать из этих предприятий также вошли в список 20 крупнейших агрохимических производителей мира, демонстрируя улучшение комплексной мощи и международной конкурентоспособности. К 2025 г. будут предприняты усилия по развитию 10 предприятий с объемом бизнеса более 5 млрд юаней, 50 предприятий с объемом бизнеса более 1 млрд юаней и 100 предприятия с объемом бизнеса свыше 500 млн юаней, в то время как объем бизнеса производителей пестицидов в индустриальных парках будет увеличен на 10 % [43–46].

В настоящее время почти 97 % всех действующих веществ, используемых при производстве российских химических средств защиты растений, ввозятся из Китая [47–49]. В Китае активно развивается собственный синтез активных веществ химических средств защиты растений. Технический комитет ИСО по общепринятым названиям пестицидов (ISO Technical Committee on Common Names for Pesticides) утвердил и опубликовал перечень новых общепринятых наименований действующих веществ (табл. 4), среди которых лидируют разработки китайских компаний [50–52].

На 23-й Китайской международной выставке агрохимии и средств защиты растений агрохимическая компания KingAgroot CropScience представила семь запатентованных соединений (ципирафлуон, бипиразон, трипирасульфон, фенпиразон, флуфеноксимацил, флухлораминопиртефурил и флусульфинам) и серию продуктов, полученных на их основе, а также объявила о своих будущих исследованиях. Однако в создании новых пестицидов в Китае существует разрыв по сравнению с развитыми странами. Согласно статистике из более чем 300 распространенных пестицидов более 40 были самостоятельно разработаны китайскими компаниями. Эффективность лишь около 10 китайских пестицидов считается удовлетворительной. Несмотря на то что технический уровень создания пестицидов в Китае пока невысок, в последние годы произошел большой прогресс в технологическом качестве

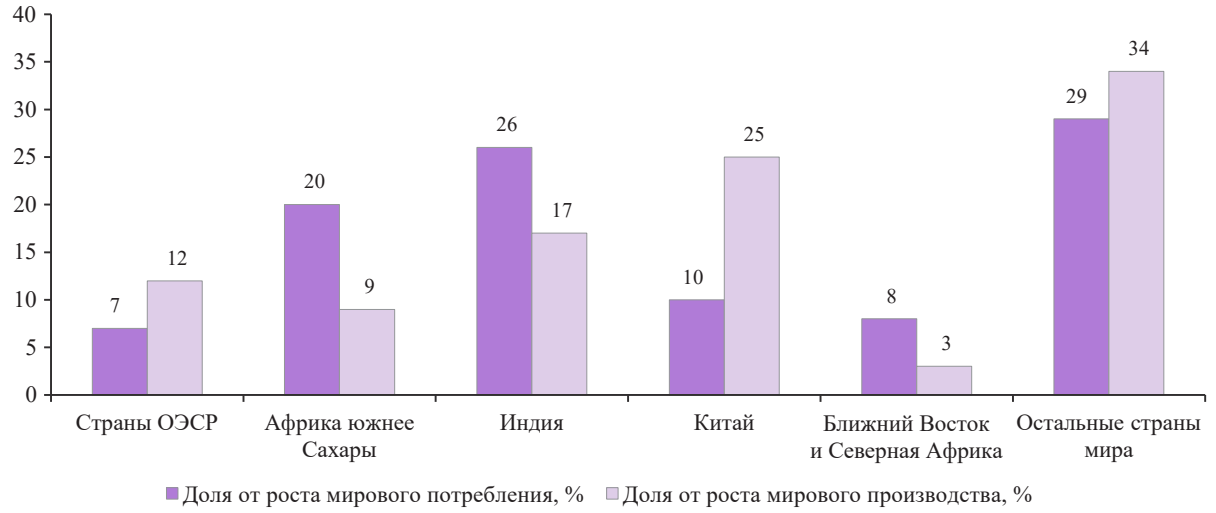

Рисунок 1. Рост производства и потребления продовольствия (продукция АПК) по макрорегионам мира до 2031 г.

Figure 1. Growth prospects in food production and agricultural consumption in global macro-regions by 2031

Таблица 4. Перечень новых действующих веществ, утвержденных Техническим комитетом ИСО, по общепринятым названиям пестицидов

Table 4. New active ingredients approved by the ISO Technical Committee on common names of pesticides

Общепринятое название	Разработчик	Назначение
Флуфеноксимацил (*Flufenoximacil*)	KingAgroot Chemical	Фенилурациловый гербицид-ингибитор PPO
Флухлораминопир (*Fluchloraminopyr*)	KingAgroot Chemical	Синтетический гормональный гербицид нового поколения на основе пиридилоксикарбоновой кислоты
Флусульфинам (*Flusulfinam*)	KingAgroot Chemical	Амидный гербицид-ингибитор HPPD для риса
Броклозон (*Broclozone*)	KingAgroot Chemical	Гербицид из химического класса изоксазолидинонов
Пирифлубензоксим (*Pyriflubenzoxim*)	Jiangsu Agrochem Laboratory Co	Пиримидинилбензоатный гербицид
Иптриазопирид (*Iptriazopyrid*)	Nissan Chemical	Амидный гербицид
Индолауксипир (*Indolauxipyr*)	Corteva Agrisciences	Гербицид на основе пиколиновой кислоты
Икафолин (*Icafolin*)	Bayer	Изоксазольный гербицид
Спиробудифен (*Spirobudifen*)	Zhejiang Udragon Bioscience	Инсектицид/акарицид тетроновой кислоты
Тиорантранилипрол (*Thiorantraniliprole*)	Zhejiang Udragon Bioscience	Пиридилпиразоловый инсектицид из класса диамидов
Трифлуенфуронат (*Trifluenfuronate*)	Shandong United Pesticide Industry	Акарицид и нематицид на основе фторалкенила
Флупироксистробин (*Flupyroxystrobin*)	Syngenta	Метоксиакрилатный инсектицид
Ледпрона (*Ledprona*)	GreenLight	Двухцепочечный РНК-биоинсектицид с новым механизмом действия против колорадского жука

создания препаратов. Китай настроен достичь передового мирового уровня агрохимической промышленности [46, 50–52].

Наряду с развитием химической промышленности, в последние годы Китай следит за химическим загрязнением и безопасностью. Согласно «14-му пятилетнему плану» для пестицидной промышленности страна продолжит оптимизацию структуры производства, активизирует усилия по выводу производственных мощностей с высокими уровнями риска и загрязнения и будет контролировать избыточные мощности [52].

Индийский рынок химических средств защиты растений. По данным Международного валютного фонда, мировая экономика выросла на 6,1 % в 2021 г., в странах с развитой экономикой рост составил 5,2 %, а в странах с формирующимся рынком и развивающихся странах – 6,8 %. Индия лидирует в мировом росте с его темпами 8,9 %. Согласно изданию «The Hindu» Индия опередила пятую по величине экономику мира – Великобританию – и может стать третьей по величине экономикой к 2028–2030 гг. [53, 54]. Индия занимает второе место после Китая по объему сельскохозяйственного производства, который, наряду со смежными секторами, вносит вклад в валовой внутренний продукт страны, оценивающийся в 20 % [55].

Агрохимическая промышленность Индии обладает мощной производственной базой. Производство и экспорт индийских агрохимикатов увеличились за последнее десятилетие; ожидается, что эта тенденция сохранится. Индия использует почти 60 000 т пестицидов и производит сельскохозяйственной продукции на $481 млрд, по сравнению со странами Европейского союза, использующими 250 тыс. т пестицидов и производящими сельскохозяйственной продукции на сумму менее $200 млрд, хотя в ЕС больше земель, чем в Индии. Недавно Индия была четвертым по величине производителем агрохимикатов в мире после США, Японии и Китая. По данным Phillips McDougal, в 2019 г. рынок агрохимии Индии оценивался в $2,8 млрд [51]. По данным Совета по содействию экспорту основных химических веществ, косметики и красителей (CHEMEXCIL) при Министерстве торговли и промышленности Правительства Индии, рынок пестицидов в стране достиг уровня $6,7 млрд. Ожидается, что объем производства пестицидов в Индии к 2025 г. достигнет $8,1 млрд [55].

Производители индийских пестицидов считают, что при поддержке правительства они смогут еще больше нарастить выпуск средств защиты растений, в том числе на экспорт. По сообщению агропромышленного портала Агро XXI, индийские производители пестицидов ждут поддержку государства и планируют достичь $11 млрд к 2033 г. [56].

Индийские агрохимические компании сосредоточились на экспорте из-за сезонного внутреннего спроса и растущего потенциала на внешних рынках. Низкозатратное производство, наличие технически

подготовленной рабочей силы, налоговые льготы, конкурентные цены и налаженное производство пестицидов-дженериков являются мощным драйвером увеличения экспорта индийских пестицидов. По величине экспорта агрохимикатов Индия является вторым поставщиком в мире, обогнав США и уступая только Китаю. За последние пять лет агрохимическая отрасль почти удвоилась с $2,6 до $5,5 млрд. Более 150 стран уже являются клиентами, которым Индия поставляет средства защиты растений. Около 5,5 % оборота ведущих индийских агрохимических компаний тратится на НИОКР, поэтому стоит ожидать получения большего количества патентов. Об этом сообщил старший советник Федерации растениеводства Индии (CCFI) H. Mehta в докладе на агрохимическом форуме в Нью Дели [55]. Согласно Совету по содействию экспорту основных химических веществ, косметики и красителей (CHEMEXCIL) экспорт агрохимикатов в 2021 г. оценивался в $3,9 млрд, увеличившись в среднем на 16 % в период с 2016 по 2021 гг.; он продолжит свой рост в ближайшие годы. Индия экспортирует химические средства защиты растений во многие страны, в том числе в РФ, в объеме около 6 тыс. т (табл. 5). Ожидается, что объемы экспорта в Россию будут увеличиваться.

Таблица 5. Основные страны экспорта химических средств защиты растений из Индии (2022 г.)

Table 5. India's top exporters of pesticides, 2022

Страна	Количество, тыс. т	Млрд. рупий
Бразилия	129,94	92,60
США	85,58	81,99
Япония	4,77	13,51
Вьетнам	36,03	10,29
Аргентина	12,03	9,27
Российская Федерация	5,97	3,87
Польша	3,94	2,36
Испания	4,06	2,00
Италия	4,74	1,80

Все больше индийских агрохимических компаний проводят открытую стратегию посредством прямого сотрудничества, стремясь расти как глобальный игрок со своим присутствием на международных рынках. Индийские компании расширяют дистрибьюторские сети, создают свои бренды, внедряют инновации в технологические процессы синтеза действующих веществ, расширяют линейку инновационных препаратов и успешно регистрируют постпатентные молекулы. Это дает преимущество в продаже химических средств защиты растений по конкурентоспособным ценам [54, 57].

Сегодня налажена логистика доставки пестицидов из Индии в Россию (рис. 2). Появились прямые маршруты с перегрузом в Турции: Индия (Мундра,

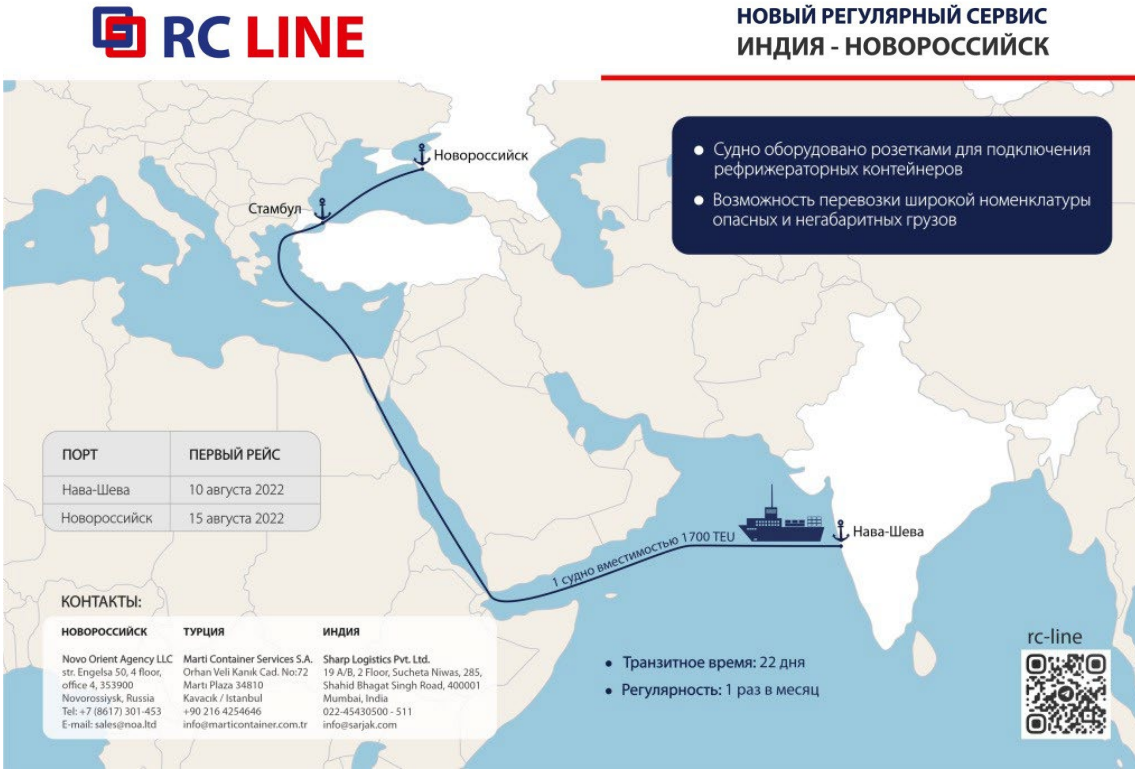

Рисунок 2. Логистика доставки пестицидов из Индии в Россию

Figure 2. Logistics of pesticide traffic from India to Russia

Нава-Шева) – порт Новороссийск; Индия (Мундра, Нава-Шева) – порт Санкт-Петербург. Перевозку химических средств защиты растений по данным маршрутам на текущий момент осуществляют операторы RUSCON ТРАНСКОНТЕЙНЕР, Silmar Group и Hub&-links. Среднее время в пути от порта в Индии до порта в России составило 30 дней, минимальный срок доставки пестицидов до порта Новороссийск – 14 дней.

Российский рынок химических средств защиты растений. В СССР существовала мощная химическая промышленность. По объемам производства пестицидов СССР уступал только США. На территории СССР производили особо опасные хлорорганические и фосфорорганические вещества. Производимые объемы позволяли удовлетворить около 65 % потребности СССР, а остальные объемы пестицидов импортировали из стран Совета экономической взаимопомощи (СЭВ; Болгария, Венгрия и Югославия), Европы и США. С распадом СССР на территории России остались промышленные предприятия, оторванные от поставщиков первичных компонентов и сырья, были утрачены кооперационные связи со странами СЭВ, финансовые возможности для приобретения сырья, оборудования и ноу-хау оказались исчерпанными. Если в 1991 г. выпуск пестицидов в России составил 156,5 тыс. т, то в 1997 г. он упал до 27 тыс. т, а 1998 г. до 9,8 тыс. т. Стремление полностью закупать химические средства защиты растений за рубежом привело к тому, что стоимость препаратов на внутреннем рынке резко возросла [2, 58].

Ежегодно на посевах сельскохозяйственных культур в Российской Федерации используются пестициды на площади 100–101 млн га. Для фитосанитарного оздоровления и стабилизации агроценозов ежегодно необходимо защищать 120–140 млн га [59]. За 2018–2022 гг. на территории страны увеличились посевы рапса, подсолнечника и сои. По данным Министерства сельского хозяйства РФ, посевные площади рапса выросли на 48,5 %, подсолнечника – на 24 %, сои – на 18,9 %. Увеличение посевных площадей стимулирует спрос на средства защиты растений. В России существует потенциал роста применения пестицидов, поскольку около 30 % посевов остаются незащищенными [60, 61]. В 2022 г. основной причиной роста рынка пестицидов стало увеличение объема пахотных земель за счет новых субъектов Российской Федерации [27].

По данным международной информационной Группы «Интерфакс», в Россию 54 компании ввозят 635 препаратов (291 гербицид, 148 инсектицида, 194 фунгицида и 2 прочих средства защиты растений) из 28 стран. Российские производители выпускают 757 препаратов-аналогов [61].

По сообщению директора департамента химической промышленности Минпромторга А. Смирнова пресс-центру «Парламентской газеты», выпуском химических средств защиты растений в России занимаются 10 крупных предприятий, суммарная мощность производства которых на начало 2023 г. составила 380 тыс. т. Объем потребления средств агрохимии на российском рынке в 2022 г. составил 230 тыс. т, из которых 176 тыс. т произведено российскими предприятиями на собственных мощностях и импортировано 71,2 тыс. т. В 2022 г. было экспортировано порядка 17,5 тыс. т [62]. Рынок химических средств защиты растений в России считается одним из самых быстрорастущих в мире. За период с 2010 по 2020 гг. он вырос в 4 раза, показав подъем с 56 % в 2010 г. до 72 % в 2020 г. По итогам 2020 г. потребление средств защиты растений всех видов составило 187,9 тыс. т, из которых прямой импорт составил 32 %. По оценкам BusinesStat, за 2018–2022 гг. продажи пестицидов в России увеличились на 40 %: со 154 до 216 тыс. т [59]. По данным Минпромторга, в 2023 г. общий объем рынка пестицидов оценивался в 230 тыс. т. Импорт средств защиты растений в Россию составил 30 % от общего объема рынка пестицидов [62, 63].

На российском рынке химических средств защиты растений продолжается замещение импортной продукции. В 2022 г. доля отечественных пестицидов составила 66 %, увеличившись с 2017 г. на 57 %. Еще около 16 % продукции средств защиты растений поставляется на рынок по толлинговым схемам. По сообщениям спикеров конференции «Агротренды России», в 2022 г. отечественные химические предприятия произвели 118,8 тыс. т, а в 2023 г. 149,3 тыс. т химических средств защиты растений [64–66]. Согласно исследованиям, проведенным аналитической организацией «Агентство Плодородия», в стоимостном выражении (рис. 3) доля российских компаний на рынке химических средств защиты растений в 2022 г. составила 83 %, доля мировых компаний – 17 % [27, 28, 42].

По объемам импорта химических средств защиты растений в 2022 г. лидирующую позицию занимает

Рисунок 3. Соотношение российского производства и импорта химических средств защиты растений

Figure 3. Russian production vs. import of chemical pesticides

Китай, на долю которого приходится 50 % от всего импорта (табл. 6). На основные страны импортированных в Россию химических средств защиты растений в 2022 г. приходилось 73,2 тыс. т на сумму $891,3 млн [27].

По данным Российского союза производителей химических средств защиты растений, ежегодный объем импорта пестицидов составляет порядка 65–70 тыс. т – это 30 % от общего объема рынка пестицидов (рис. 4).

Кризисные экономические процессы и логистические проблемы в 2022 г. не привели к снижению продаж химических средств защиты растений на территории РФ. Отечественные производители пестицидов совместно с Министерством сельского хозяйства России приняли необходимые меры для своевременного обеспечения аграриев всей необходимой продукцией.

По сообщению представителя РСП ХСЗР на конференции «Агротренды России», состоявшейся 1 декабря 2023 г. в Москве, в период с 2010 по 2023 гг. Российским союзом производителей химических средств защиты растений были реализованы следующие проекты:

1. Рост объемов внутреннего производства средств защиты растений в 5 раз с 2010 г.;
2. Строительство 4 новых заводов: Август-Алабуга – на 50 тыс. т, Шанс Энтерпрайз – на 50 тыс. тонн, Агрусхим Алабуга – на 20 тыс. т, Сингента – на 4 тыс. т.;
3. Расширение производственных мощностей остальными российскими производителями на 116 тыс. т.;
4. Строительство крупных научно-исследовательских центров российскими компаниями;
5. Создание кафедр по защите растений в российских профильных вузах;
6. АО Фирмой «Август» построен завод по производству действующих веществ в китайской провинции Хубэй;

Таблица 6. Основные страны происхождения по объемам импорта в Россию химических средств защиты растений

Table 6. Key exporters of pesticides to Russia

Страна	Объем импорта, тыс. т				Стоимость импорта, тыс. долл.			
	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
Китай	26,7	29,9	29,4	39,0	121 360	127 406	143 687	271 144
Франция	8,4	9,7	8,1	6,7	126 627	179 621	143 582	132 213
Германия	5,9	7,0	6,4	6,5	100 879	77 847	83 312	124 738
Испания	4,7	1,5	2,0	4,7	54 588	29 578	31 364	142 492
Венгрия	2,5	2,6	2,9	4,5	25 695	30 626	35 775	93 637
Польша	2,3	3,5	3,3	3,7	19 371	35 876	35 743	42 528
Израиль	2,5	2,4	2,4	2,8	24 150	19 663	24 348	32 313
Индия	1,5	2,8	2,3	2,8	8050	19 958	12 185	32 313
Бельгия	2,0	0,5	0,8	1,2	11 554	3549	11 345	15 776
Чехия	0,2	0,8	0,4	1,0	506	1396	1112	1995
Дания	1,9	1,6	0,4	0,3	12 682	10 327	4345	2150
Швейцария	2,2	1,6	1,9	0,1	39 744	24 717	26 354	1
Итого	60,8	63,9	60,4	73,2	545 196	560 564	553 152	891 301
Доля от импорта, %	94	92	86	93	94	89	83	91

Рисунок 4. Объем потребления химических средств защиты растений в Российской Федерации в 2022 году, тыс. т

Figure 4. Pesticide consumption in the Russian Federation in 2022, thousand tons

7. АО «Щелково Агрохим» начато строительство первого завода на территории России по производству действующих веществ.

Согласно прогнозу экспертов Торгово-промышленной палаты России и Агентства Плодородия объем российского рынка готовых препаративных форм к 2032 г. достигнет 252 млрд рублей. Однако речь идет не о полном цикле производства пестицидов, а о выпуске препаративных форм на основе закупаемых за границей действующих веществ [2].

Действующие вещества для производства пестицидов. В РФ почти полностью отсутствуют предприятия по производству действующих веществ средств защиты растений. Основная доля действующих веществ и рецептурных компонентов для производства пестицидов ввозится из Китая, Индии, Германии, Бельгии и других стран. Это увеличивает их себестоимость и делает российских производителей зависимыми от импорта.

Мировое производство действующих веществ пестицидных препаратов в 60-х гг. XX века насчитывало около 100 молекул, к началу текущего столетия их число увеличилось до 500, на основе которых производилось до десяти тысяч различных препаратов. В последние годы происходит удорожание получения новых молекул и снижение скорости внедрения действующих веществ и их регистрации. Суммарная стоимость вывода на рынок нового продукта в конце 40-х гг. составляла $1,2–1,5 млн, к 70-м гг. эта цифра достигла $4–5 млн. Сегодня стоимость появления на рынке нового препарата стоит компании около $300 млн [65–67]. В 2022 г. только 4 ведущих агрохимических корпорации вывели на рынок шесть новых действующих веществ, получив первую в мире регистрацию, в том числе 1 фунгицид, 2 инсектицида и 3 гербицида. Средний срок выведения на рынок нового действующего вещества составляет более 11 лет [27].

Производство действующих веществ на территории России – залог продовольственной безопасности страны. Однако высокоэффективные современные действующие вещества в России не производятся, импорт составляет 100 %. На конференции «Агротренды России» в 2023 г. были продемонстрированы данные по ввозу действующих веществ пестицидов в стране, представленные в таблице 7 [43].

«Щелково Агрохим» – лидирующая компания-производитель средств защиты растений – приводит следующие данные по структуре закупки импортных действующих веществ для производства пестицидов в РФ (табл. 8). Объем ввозимых действующих веществ пестицидов позволяет производить более 600 различных препаратов.

Поскольку действующие вещества пестицидов приходится закупать за рубежом, то одной из основных стратегических задач российской химической промышленности и РСП ХСЗР является строительство заводов по их синтезу. Производство в России действующих веществ только для внутреннего потребления будет неэффективно. Поэтому необходимо ориентироваться на производство не только для внутренних потребностей, но и для мирового рынка. Производство действующих веществ пестицидов с целевым рынком потребления только в РФ будет иметь большую себестоимость по сравнению с китайскими и индийскими аналогами. Поэтому данный вопрос требует детальной проработки. Для создания собственного производства действующих веществ необходимы государственные меры поддержки [27, 48–50].

Таблица 7. Ввоз действующих веществ пестицидов в РФ с 2017 по 2023 гг.

Table 7. Import of active pesticide ingredients to the Russian Federation, 2017–2023

Год / Параметры	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.
Объем, тыс. т	40,0	52,0	63,3	64,1	71,8	79,6	86,0
Стоимость, млн долл.	375,0	375,3	559,8	549,1	746,9	1112,8	779,0

Таблица 8. Структура закупки импортных действующих веществ пестицидов предприятиями Российского союза производителей химических средств защиты растений (2021 г.)

Table 8. Purchase of imported active pesticide ingredients by the Russian Union of Pesticide Producers, 2021

№	Группа	Количество наименований	Объем закупки (млн долл.), %
1	Гербициды	87	51,5
2	Инсектициды	36	21,3
3	Фунгициды и протравители	43	25,4
4	Десиканты	1	0,6
5	Регуляторы роста	2	1,2
	Итого	169	746,9 млн долл.

Источник: 14-я Международная аграрная конференция «Где маржа», 9–10.02.2023 г.

Source: 14th International Conference "Where the Margin Is", Feb 9–10, 2023

Контроль за обращением пестицидов и агрохимикатов в РФ. С 29 июня 2021 г. Россельхознадзор получил право осуществлять контроль за оборотом пестицидов и химикатов, что привело к внедрению информационной системы прослеживаемости химических препаратов ФГИС «Сатурн», контроля за соблюдением требований к пестицидам и агрохимикатам при ввозе на территорию РФ и регламентов применения пестицидов и агрохимикатов в производстве сельскохозяйственной продукции.

1 сентября 2022 г. вступило в силу Постановление Правительства РФ от 08.07.1997 № 828 «О Федеральной государственной информационной системе прослеживаемости пестицидов и агрохимикатов». Информационная система получила название ФГИС «Сатурн». Она предназначена для обеспечения учета партий пестицидов и агрохимикатов при их обращении (ввозе на территорию РФ, производстве (изготовлении), хранении, перевозке (транспортировке), применении, реализации, обезвреживании, утилизации, уничтожении и захоронении) и осуществления анализа, обработки представленных в нее сведений и контроля за достоверностью таких сведений и информации. С сентября 2022 г. субъекты, задействованные в обороте пестицидов и агрохимикатов, должны быть зарегистрированы в системе Цербер, через которую необходимо авторизоваться в системе Сатурн. По состоянию на 25 декабря 2023 г. в ФГИС «Сатурн» зарегистрировано более 63,7 тыс. хозяйствующих субъектов, которые имеют во владении и пользовании более 1 млн поднадзорных объектов. Поскольку еще не все зарегистрированы в данной системе, Россельхознадзор продолжает профилактическую работу по выявлению хозяйствующих субъектов, которые осуществляют обращение пестицидов и агрохимикатов без регистрации в системе (Постановление Правительства РФ от 07.05.2022 № 828) [68].

По данным Россельхознадзора, в 2023 г. при ввозе на территорию России осуществлен контроль 59 тыс. т пестицидов и 12 тыс. т агрохимикатов. Основными поставщиками являются Китай, Франция и Германия [68].

Для эффективной работы ФГИС «Сатурн» необходимо совершенствование порядка государственной регистрации пестицидов и агрохимикатов. Например, в государственном каталоге пестицидов и агрохимикатов, разрешенных для применения на территории РФ, практически отсутствуют препараты для применения на ряде овощных, плодовых, лекарственных и других культур, которые имеют небольшие площади, но присутствуют на продовольственных рынках и полках магазинов. Например, почти нет препаратов, зарегистрированных на капусте краснокочанной и пекинской, салате айсберг, сельдерее, луке-порее и др. Выращивание сельскохозяйственных растений в производственных масштабах невозможно без применения средств защиты растений. Отсутствие зарегистрированных препаратов на тех или иных культурах приводит к нарушению регламентов применения, а также использованию незарегистрированных в РФ пестицидов, включая высоко опасные для человека и окружающей среды. Без регистрации пестицидов невозможен эффективный контроль их остаточных количеств в продукции, что может негативно отражаться на здоровье населения. В Республике Беларусь регистрация химических средств защиты растений есть даже на таких минорных культурах, как капуста савойская, краснокочанная, голубика, клюква крупноплодная, мак масличный и др. [69]. Стоимость регистрации пестицидов в Беларуси ниже, а сроки получения свидетельства о государственной регистрации короче, чем в РФ. Это позволяет белорусским аграриям быстрее получать доступ к новым средствам защиты растений и внедрять современные технологии в сельскохозяйственное производство. В большинстве зарубежных стран химические средства защиты растений имеют регистрацию и гигиенические нормативы с допустимым количеством содержания в них пестицидов практически на всех культурах, возделываемых фермерами. В Канаде популярный в РФ инсектицид Кораген на основе хлорантранилипрола зарегистрирован более чем на 100 различных культурах [70]. Этот препарат имеет низкий класс опасности как для человека, так для и пчел. Согласно государственному каталогу пестицидов и агрохимикатов, зарегистрированных на территории РФ, в России данный инсектицид имеет регистрацию лишь на 8 культурах, что ограничивает эколого-технологические преимущества для аграриев [71].

Квотирование импорта химических средств защиты растений. Квотирование ввоза средств защиты растений – новая мера поддержки импортозамещения. Идея квотирования соответствует интересам не только производителей средств защиты растений, но и страны в целом. Эта мера будет способствовать достижению целевых показателей по обеспечению 90 % российских аграриев отечественными препаратами. В мае 2023 г. Совет Федерации рекомендовал правительству ввести квоты на импорт пестицидов. Согласно проекту постановления правительства квоту на ввоз средств защиты растений в РФ планировалось установить в первом полугодии 2024 г. на уровне 16,748 тыс. т. В сентябре Минпромторгом были проведены консультации с производителями и потребителями химических средств защиты растений для выработки согласованного перечня препаратов для квотирования и озвучены следующие квоты: период действия – с 1 января по 30 июня 2024 г., объем – 15 тыс. т [61, 63, 64]. Однако эксперты рынка и аграрии считают введение импортных квот нецелесообразным и контрпродуктивным. Поскольку не все препараты имеют аналоги в России, то необходимо принять решение, которое обеспечит аграриев необходимыми средствами для эффективной защиты урожая от вредных объектов. В мае президент РФ Владимир Путин на встрече с «Деловой Россией» заявил, что Россия рассмотрит вариант введения квоты на зарубежные средства защиты растений, чтобы поддер-

жать отечественных производителей, соблюдая нормы ВТО. В начале октября замминистра сельского хозяйства Андрей Разин сообщил, что Минсельхоз не поддержит планы по введению квот на импорт средств агрохимии, аналогов которых в России нет. Минпромторг предлагает распространить механизм квотирования ввоза химических средств защиты растений на всю территорию Евразийского экономического союза. В случае утверждения решения ограничения будут поэтапными – не более чем на 15 % ежегодно до 2030 г. Многие считают, что квотирование ввоза средств защиты растений на всей территории ЕАЭС – оптимальное решение, поскольку в трех из пяти стран – членов союза есть производства пестицидов: три производства средств защиты растений есть в Белоруссии и Казахстане, 10 – в России. Таким образом, на территории ЕАЭС работают 16 производителей пестицидов, их общая мощность «раза в полтора» превышает общее потребление стран, причем ежегодно производство растет. Информация о квотах обсуждается экспертами и участниками рынка химических средств защиты растений. У ряда экспертов эта мера вызывает негативные эмоции, другие уверены, что это поможет отечественному производству. Другие участники рынка химических средств защиты растений выражают беспокойство о том, что квотирование ввоза средств защиты растений может привести к росту цен на препараты и ограничить поставки действующих веществ. Будем надеяться, что правительство РФ и ведомства, ответственные за финансовую и материально-техническую поддержку аграриев, примут меры, которые помогут обеспечить продовольственную безопасность и независимость страны.

Выводы

Многие эксперты выражают мнение о том, что введение квот на ввоз готовых препаративных форм пестицидов может привести к росту цен на препараты и ограничить поставки действующих веществ российским производителям химических средств защиты растений. Поскольку локальное производство пестицидов в России полностью зависит от импортных веществ, то на данном этапе к введению квот нужен стратегически и экономически обоснованный подход. В этой связи нужно развивать научное-производственное сотрудничество и открывать совместные предприятия со странами, которые обладают технологиями синтеза действующих веществ и производят рецептурные компоненты, входящие в состав пестицидов.

Несмотря на возрастающие риски вложения капиталов в производство и регистрацию пестицидов, а также их негативное влияние на человека и окружающую среду, химические средства защиты растений будут востребованными сельскохозяйственными предприятиями во всем мире многие годы. В отношении пестицидов высокого класса опасности необходимо принять соответствующие меры регулирования, чтобы своевременно уменьшить риск их отрицательного влияния на здоровье населения и окружающую среду. Например, следует запретить применение в Российской Федерации имидаклоприда, который является чрезвычайно опасным для пчел, а также запрещен в странах ЕС с 2020 г.

Наша планета переживает тяжелый экологический кризис. Поэтому необходимо разрабатывать безопасные препараты и создавать новые технологии, способные снизить загрязнение природы и уменьшить токсическое воздействие на человека и полезных насекомых. Альтернативой химическим средствам защиты растений являются биологические, которые сегодня активно развиваются. Биологические средства не наносят вреда природе и здоровью человека и могут обеспечить эффективную защиту растений. Некоторые страны сокращают количество полей, обрабатываемых химическими пестицидами, и переводят часть площадей, занятых под сельхозкультурами, на органическое земледелие. Таким образом, намечена общемировая тенденция более активного использования биологических методов защиты растений и расширения спроса населения на органические продукты питания (Федеральный закон от 03.08.2018 № 280-ФЗ) [72, 73].

Средства защиты растений играют важную роль в стабильном обеспечении человека и животных сельскохозяйственной продукцией и продуктами питания. Основными катализаторами роста рынка пестицидов являются увеличение численности населения и посевных площадей, рост цен на действующие вещества, изменение метеорологических и геополитических условий, рост численности вредителей и болезней, влияющих на урожайность. Средства защиты растений на протяжении многих десятилетий остаются востребованными сельскохозяйственными предприятиями и фермерами, как в мире, так и в России, несмотря на возрастающие риски вложения капиталов в их производство при сохраняющейся тенденции роста цен и негативного влияния пестицидов на человека и окружающую среду.

Без разумного использования агрохимических препаратов невозможно избежать потерь урожайности и добиться высокого качества продукции. Анализ литературных источников свидетельствует о том, что при массовом распространении вредителей, болезней и сорняков потери урожая без применения средств защиты растений могут превышать 80 %. В отдельных случаях урожай сельскохозяйственных культур может быть полностью уничтожен вредными организмами. В денежном выражении потери только от болезней растений и вредителей могут обходиться мировой экономике в сумму около $300 млрд.

В случае дефицита химических средств защиты растений в России могут уменьшиться валовые сборы сельскохозяйственных культур и ухудшиться качество урожая, что негативно отразится на внутреннем потреблении и приведет к сокращению экспортного потенциала продукции сельского хозяйства. Чтобы не допустить недостатка средств защиты растений и сбоя их поставок, российским аграриям в разгар сельскохозяйственных

работ необходимо выработать решение по введению квот на ввоз импортных пестицидов. Для этого необходимо учитывать отсутствие на территории РФ производственных мощностей по синтезу действующих веществ пестицидов и наличие долгосрочных патентов у иностранных поставщиков на ряд уникальных препаратов, обладающих оптимальным сочетанием биологической эффективности и безопасности для человека и окружающей среды. В связи с этим нужно продолжать сотрудничество с такими странами, как Индия и Китай, которые обладают высокотехнологичными производственными мощностями по синтезу действующих веществ и рецептурных компонентов, входящих в состав химических средств защиты растений. На некоторые действующие вещества целесообразно наладить синтез в России. Однако этот вопрос требует тщательного анализа.

По прогнозам ведущих аналитиков, в 2024 г. российские аграрии могут собрать от 92–95 млн т пшеницы и около 142 млн т зерновых культур в целом. Экспортный потенциал оценивается примерно в 70 млн т. Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды также дает благоприятный прогноз погоды для произрастания сельскохозяйственных культур на всей территории России. На складах сейчас находятся достаточные объемы химических препаратов. Исходя из этого, можно предположить, что объемы применения средств защиты растений в текущем году будут на уровне 2023 г. Однако из-за низких цен на зерновые культуры продажи химических средств защиты растений в денежном выражении сократятся, т. к. химические компании вынуждены продавать препараты по более низким ценам.

Несмотря на высокую эффективность и растущий из года в год объем применения химических средств защиты растений, в некоторых странах вводят ограничения использования или полный запрет обращения пестицидов высокого класса опасности. Однако некоторые пестициды (например, высоко опасные для пчел имидаклоприд, фипронил и др.), запрещенные в ряде стран, продолжают применять в России. В связи с этим российские ведомства, ответственные за государственную регистрацию пестицидов, должны обратить на это внимание и принять соответствующие меры, чтобы своевременно уменьшить риск отрицательного влияния пестицидов на здоровье населения нашей страны и негативного воздействия на окружающую среду.

Критерии авторства

А. И. Тареев: концептуализация, курирование данных, подготовка черновика рукописи, редактирование рукописи. А. В. Березнов: научное руководство исследованием и концептуализация. В. В. Смирнов: научное руководство исследованием, концептуализация и разработка методологии исследования. А. А. Тареева: визуализация, валидация данных и программное обеспечение. С. С. Кислая: проведение поискового исследования и валидация данных.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Благодарности

Авторы выражают благодарность менеджеру по маркетингу ООО «Белин» (Российское подразделение ГК «Париджат Индастриз», Индия) С. Свами за консультативную помощь.

Contribution

A.I. Tareev developed the research concept, provided data curation, drafted the manuscript, and proofred the final version. A.V. Bereznov supervised the research and developed the concept. V.V. Smirnov supervised the research, developed the concept, and outlined the methodology. A.A. Tareeva visualized and validated the data obtained, worked with the software. S.S. Kislaya obtained the research material and provided data validation.

Conflict of interest

The authors declare that there is no conflict of interest regarding the publication.

Acknowledgments

The authors express their gratitude to Sahil Swami, Marketing Manager at Belin LLC, Moscow, Russia, for consultative assistance.

References/Список литературы

1. Tarakanov GI, Mukhin VD. Vegetable farming. Moscow: KolosS; 2003. 472 p. (In Russ.). [Тараканов Г. И., Мухин В. Д. Овощеводство. М.: КолосС, 2003. 472 с.].

2. Possibilities of producing active pesticide substances in the Russian Federation [Internet]. [cited 2023 Nov 20]. Available from: https://fedregpalata.ru/news/o-vozmozhnostyakh-sozdaniya-proizvodstv-deistvuyushchikh-veshchestv-dlya-preparativnikh-form-pestitsidov-v-rossiiskoi-federatsii

3. Azarov OI, Tsoy VG, Chekmarev PA, Yushkov AYu. Chemical plant protection products: global and Russian market. Moscow: Leoving; 2018. 112 p. (In Russ.). [Химические средства защиты растений: мировой и российский рынок / О. И. Азаров [и др.] // М.: Леовинг, 2018. 112 с.].

4. Zakharenko VA. Scientific support of the production, market, and sales of pesticides in the agrarian sector of Russia Federation. Agrohimia. 2014;(4):3–19. (In Russ.). [Захаренко В. А. Научное обеспечение производства, рынка и реализации пестицидов в аграрном секторе Российской Федерации // Агрохимия. 2014. № 4. С. 3–19.]. https://www.elibrary.ru/SEEJEF

5. Dolzhenko VI, Burkova LA. Ecological basis for the formation of a modern range of plant protection products. Agrochemical Herald. 2001;(5):5–6. (In Russ.). [Долженко В. И., Буркова Л. А. Экологическая основа формирования современного ассортимента в средстве защиты растений // Агрохимия. 2001. № 5. С. 5–6.]. https://www.elibrary.ru/TWEXUB

6. Dolzhenko TV. Biologization and environmental optimization of pesticides. Dr. Sci. Biol. diss. Moscow: Russian Timiryazev State Agrarian University; 2017. 301 p. (In Russ.). [Долженко Т. В. Биологизация и экологическая оптимизация ассортимента средств защиты сельскохозяйственных культур от вредителей: дис. … д-ра био. наук: 06.01.07. М., 2017. 301 с.]. https://www.elibrary.ru/VWRJQY

7. Glazko VI. Diseases of cultural plants and development of agrarian civilization. Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2016;56(8):74–84. (In Russ.). https://doi.org/10.18551/rjoas.2016-08.11; https://www.elibrary.ru/WIBLYD

8. Moysa AYu. History of late blight studyng. Proceedings of the XII International Student Scientific Conference: Student Scientific Forum; 2020; Moscow. Moscow: Izdatel′skiy dom Akademii Estestvoznaniya; 2020. (In Russ.). [Мойса А. Ю. История изучения фитофтороза картофеля // Материалы XII Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум». М., 2020.].

9. D′yakov YuT. Late blight: global and domestic issues. Nature. 2002;(1):33–39. (In Russ.). [Дьяков Ю. Т. Фитофтороз – глобальные и внутрироссийские проблемы // Природа. 2002. № 1. С. 33–39.].

10. Zakutnova VI, Pilipenko NV, Zakutnova EB. History of phytophthora examine closed ground in world practice and Russia. Astrakhan Bulletin of Ecological Education. 2013;24(2):137–141. (In Russ.). [Закутнова В. И., Пилипенко Н. В., Закутнова Е. Б. История изучения фитофторы закрытого грунта в мировой практике и России // Астраханский вестник экологического образования. 2013. Т. 24. № 2. С. 137–141.]. https://www.elibrary.ru/QBZQSD

11. Filippov AV. Late blight of potatoes. Plant Protection and Quarantine. 2012;(5):61–88. [Филиппов А. В. Фитофтороз картофеля // Защита и карантин растений. 2012. № 5. С. 61–88.]. https://www.elibrary.ru/SJTEFT

12. Sklyarenko VM, Ochkurova OYu, Shcherbak GV, Isaenko OYa, Il′chenko AP. 100 greatest disasters. OMIKO; 2013. 511 p. (In Russ.). [100 знаменитых катастроф / В. М. Скляренко [и др.] // OMIKO, 2013. 511 с.].

13. Gavrilova NG. Nigerian agriculture after the pandemic: Priorities for supporting small farmers. Nikonov Readings. 2023;(28):312–318. (In Russ.). [Гаврилова Н. Г. Сельское хозяйство Нигерии в постпандемическом мире: приоритетные направления поддержки мелких фермеров // Никоновские чтения. 2023. № 28. С. 312–318.]. https://www.elibrary.ru/LUFNRM

14. Drought and locust plague leave Niger on the brink of famine [Internet]. [cited 2023 Nov 20]. Available from: https://www.independent.co.uk/news/world/africa/drought-and-locust-plague-leave-niger-on-the-brink-of-famine-300323.html

15. UN warns of “major shock” as Africa locust outbreak spreads [Internet]. [cited 2023 Nov 20]. Available from: https://www.seattletimes.com/nation-world/nation/un-warns-of-major-shock-as-africa-locust-outbreak-spreads

16. Locusts are destroying crops around the world. To combat the pest, scientists propose using AI, backpack vacuum cleaners, and bugs [Internet]. [cited 2023 Nov 20]. Available from: https://www.mn.ru/smart/sarancha-unichtozhaet-posevy-po-vsemu-miru-dlya-borby-s-vreditelem-uchenye-predlagayut-ispolzovat-ii-ryukzaki-pylesosy-i-zhukov

17. UN forecasts: global population to reach 10 billion by 2050 [Internet]. [cited 2023 Nov 20]. Available from: https://spbvedomosti.ru/news/country_and_world/prognozy-oon-k-2050-godu-naselenie-zemli-uvelichitsya-do-10-mlrd-chelovek

18. Deniskina NF, Gasparyan ShV, Dyykanova ME, Levshin AG, Gasparyan IN. Protecting crops from pests during growth and storage. Moscow: MEhSKh; 2021. 108 p. (In Russ.). [Защита сельскохозяйственных культур от вредных организмов в периоды ухода и хранения / Н. Ф. Денискина [и др.]. М.: Редакция журнала «Механизация и электрификация сельского хозяйства», 2021. 108 с.]. https://www.elibrary.ru/KVGGUR

19. Chemist’s handbook in the XXI century [Internet]. [cited 2023 Nov 23]. Available from: https://www.chem21.info/info/914632

20. Deal with pests and weeds in your garden [Internet]. [cited 2023 Nov 23]. Available from: https://www.sb.by/articles/khimiya-drug-ili-vrag.html

21. Global agro-industrial complex loses 40% production due to pests: future harvest battles [Internet]. [cited 2023 Nov 23]. Available from: https://www.agroxxi.ru/gazeta-zaschita-rastenii/zrast/apk-mira-terjaet-40-produkcii-tolko-iz-za-vreditelei-kak-vygljadit-buduschee-borby-za-urozhai.html?ysclid=lrw2th987a731933217

22. Shishatskiy ON. Global crop protection industry. Journal of Siberian Federal University. Biology. 2021;14(4):541–549. (In Russ.). https://doi.org/10.17516/1997-1389-0371; https://www.elibrary.ru/ESDTMZ

23. Elansky SN. Late blight of potato in Russia. Protecting Potato. 2015;(1):8–11. (In Russ.). [Еланский С. Н. Особенности развития фитофтороза в России // Защита картофеля. 2015. № 1. С. 8–11.]. https://www.elibrary.ru/VEJEUV

24. Spiridonov YuYa, Mukhin VM, Vasil′eva GK, Chkanikov ND, Startsev SV. Restoring fertility of soils contaminated with industrial waste and pesticides. Bolshie Vyazemy; 2023. 234 p. (In Russ.). [Восстановление плодородия почв, загрязненных промышленными отходами и пестицидами / Ю. Я. Спиридонов [и др.] // Большие Вяземы, 2023. 234 с.].

25. Russia exported a record of 60 million tons of grain last year [Internet]. [cited 2023 Nov 25]. Available from: https://www.kommersant.ru/doc/6094963?ysclid=lrwcasrd3z503485832

26. Review No. 251: grain market in Russia and the CIS [Internet]. [cited 2023 Nov 25]. Available from: https://zerno.ru/sites/zerno.ru/files/reports/cereals_week_251___25.12.2023-31.12.2023_rus.pdf?ysclid=lrwburmpes698845968

27. Russian market of chemical plant protection products in 2023 [Internet]. [cited 2023 Nov 25]. Available from: https://ag-pl.ru/wp-content/uploads/2023/08/rynok_hszr_v_rossii_2023_pokazateli_i_prognozy_versiya_dlya_sajta.pdf

28. Zakharenko VA. Current state and prospects of the economy of the use of pesticidesin agroecosystems of Russia. Agrohimia. 2021;(5):68–83. (In Russ.). https://doi.org/10.31857/S0002188121050148; https://www.elibrary.ru/BUMWVK

29. Kalyagina EI, Shelkovnikov SA, Agafonova OV. State support of plant protection (by the example of Novosibirsk region). Vestnik NSUEM. 2021;(4):205–212. (In Russ.). https://doi.org/10.34020/2073-6495-2021-4-205-212; https://www.elibrary.ru/YNCIQI

30. Zakharenko VA. Economic efficiency of pesticides in agroecosystems of strategically valuable crops with the use of equipment with information technologies elements and precision farming. Achievements of Science and Technology in Agro-Industrial Complex. 2022;36(2):4–7. (In Russ.). https://doi.org/10.53859/02352451_2022_36_2_4; https://www.elibrary.ru/RUWQNK

31. Ivantsova EA, Sukhova OV. Classification of pesticides. Farmer. Volga Region. 2015;34(3):52–58. (In Russ.). [Иванцова Е. А., Сухова О. В. Классификация пестицидов // Фермер. Поволжье. 2015. Т. 34. № 3. С. 52–58.]. https://www.elibrary.ru/ZCPCYB

32. Classification of pesticides [Internet]. [cited 2023 Nov 25]. Available from: https://studbooks.net/941941/ekologiya/klassifikatsiya_pestitsidov?ysclid=lrxfkv7c4a882251579

33. Trends in the global pesticide market. Part 1. Synthetic pesticides. Our Agriculture. 2020;239(15):14–21. (In Russ.). [Тенденции на мировом рынке средств защиты растений. Часть 1. Синтетические пестициды // Наше сельское хозяйство. 2020. Т. 239. № 15. С. 14–21.]. https://www.elibrary.ru/HHPPCM

34. Petukhova MS, Orlova NV. Priority directions of scientific and technological development of agricultural plant protection in Russia and the world. International Agricultural Journal. 2021;64(2):7. (In Russ.). [Петухова М. С., Орлова Н. В. Приоритетные направления научно-технологического развития защиты сельскохозяйственных растений в России и мире // International Agricultural Journal. 2021. Т. 64. № 2. С. 7.]. https://www.elibrary.ru/PGYCET

35. Agricultural biologization and integrated plant protection system: new realities of the Russian agro-industrial complex. AgroSnabForum. 2016;148(8):66–67. (In Russ.). [Биологизация земледелия и интегрированная система защиты растений – новые реалии российского АПК // АгроСнабФорум. 2016. Т. 148. № 8. С. 66–67.]. https://www.elibrary.ru/WZETVN

36. 2022 Market Insight [Internet]. [cited 2023 Nov 27]. Available from: https://www.agropages.com/magazine/detail-301.htm

37. Analysis of production chains in high-tech chemical markets [Internet]. [cited 2023 Nov 27]. Available from: https://www.muctr.ru/upload/iblock/049/iinkj8jk92bnz6snk9msgqy4pej69eq0.pdf?ysclid=lsk8d1m159847388324

38. Frolova AV, Lopatkin DS. Creation of innovative scientific-technological center of development of low-tongue chemistry and specially clean substances (on the example of innovative scientific-technological center “Dolina Mendeleeva”). Advances in Chemistry and Chemical Technology. 2019;33(12):31–33. (In Russ.). [Фролова А. В., Лопаткин Д. С. Создание инновационного научно-технологического центра развития малотоннажной химии и особо чистых веществ (на примере инновационного научно-технологического центра «Долина Менделеева») // Успехи в химии и химической технологии. 2019. Т. 33. № 12. С. 31–33.]. https://www.elibrary.ru/EGPGUJ

39. CREON Conferences invites you to take part in the XIII international conference Pesticides 2023 [Internet]. [cited 2023 Nov 27]. Available from: https://kemerovo.sdexpert.ru/archive/company/kompaniya-creon-conferences-priglashaet-vas-prinyat-uchastie-v-xiii-mezhdunarodnoy-konferentsii-pest/?set_city=1

40. Paptsov AG, Popova AG. World market of chemical plant protection products and trends in its development. Agro-Food Policy in Russia. 2013;23(11):104–107. (In Russ.). [Папцов А. Г., Попова А. Г. Мировой рынок средств химической защиты растений и тенденции его развития // Агропродовольственная политика России. 2013. Т. 23. № 11. С. 104–107.]. https://www.elibrary.ru/RQDEJP

41. Crop Protection Chemicals Market Size [Internet]. [cited 2023 Nov 27]. Available from: https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/global-crop-protection-chemicals-pesticides-market-industry

42. Agricultural trends in Russia in 2023–2024 [Internet]. [cited 2023 Nov 27]. Available from: https://agrotrend.ru/events/35068-agrotrendy-rossii-2023-2024

43. 8 World’s Biggest Agricultural Pest Control Companies [Internet]. [cited 2023 Nov 27]. Available from: https://scienceagri.com/8-worlds-biggest-agricultural-pest-control-companies

44. Pesticide Usage by Country 2024 [Internet]. [cited 2023 Nov 27]. Available from: https://worldpopulationreview.com/country-rankings/pesticide-usage-by-country

45. National Bureau of Statistics of China [Internet]. [cited 2023 Nov 27]. Available from: https://www.stats.gov.cn/english

46. Erokhin VL. China's five-year plan for 2021–2025 and the long-range economic development benchmarks. Marketing and Logistics. 2021;34(2):5–15. (In Russ.). [Ерохин В. Л. Пятилетний план Китая на 2021–2025 годы и долгосрочные ориентиры развития экономики страны // Маркетинг и логистика. 2021. Т. 34. № 2. С. 5–15.]. https://elibrary.ru/ODXTZN

47. Inactive substances. Providing farmers with domestic agricultural products remains a problem [Internet]. [cited 2023 Nov 27]. Available from: https://www.agroinvestor.ru/markets/article/33392-veshchestvo-v-bezdeystvii-obespechenie-agrariev-otechestvennymi-d-v-ostayetsya-pod-voprosom

48. What awaits the domestic market of plant protection products in the near future: opinion [Internet]. [cited 2023 Nov 27]. Available from: https://glavagronom.ru/news/chto-zhdet-otechestvennyy-rynok-szr-v-blizhayshem-budushchem-mnenie

49. Zakharenko VA. Features of development of the market of pesticides in Russia. Plant Protection and Quarantine. 2020;(2):34–36. (In Russ.). [Захаренко В. А. Особенности развития рынка пестицидов в России // Защита и карантин растений. 2020. № 2. С. 34–36.]. https://elibrary.ru/DUYBPL

50. 2022 overview of globally registered, launched pesticides and analysis of high-value and high-potential product varieties [Internet]. [cited 2023 Nov 27]. Available from: https://news.agropages.com/News/NewsDetail---45768.htm

51. KingAgroot CropScience will showcase seven patented compounds in the CAC2023 [Internet]. [cited 2023 Nov 27]. Available from: https://news.agropages.com/News/NewsDetail---46417.htm

52. 2023 China pesticide industry watch [Internet]. [cited 2023 Nov 27]. Available from: https://www.agropages.com/magazine/detail-321.htm

53. Top 20 Indian agrochemical companies in FY 2019–20: "In the midst of every crisis, lies great opportunity [Internet]. [cited 2023 Nov 28]. Available from: https://news.agropages.com/News/NewsDetail---36911.htm

54. India overtakes U.K. to become fifth largest economy in the world [Internet]. [cited 2023 Nov 28]. Available from: https://www.thehindu.com/news/national/india-overtakes-uk-to-become-fifth-largest-economy-in-the-world/article65844906.ece

55. AgroChem Summit 2023: India's agrochemicals export could reach US $11 billion by 2033 [Internet]. [cited 2023 Nov 28]. Available from: https://www.indianchemicalnews.com/chemical/agrochem-summit-2023-indias-agrochemicals-export-could-reach-us-11-billion-by-2033-20202

56. Indian pesticide manufacturers are waiting for promised government support and plan to reach US$11 billion by 2033 [Internet]. [cited 2023 Nov 28]. Available from: https://www.agroxxi.ru/gazeta-zaschita-rastenii/novosti/indiiskie-proizvoditeli-pesticidov-zhdut-obeschannuyu-gospodderzhku-i-planiruyut-dostich-11-mlrd-dollarov-ssha-k-2033-godu.html

57. Global pesticides market outlook 2031 [Internet]. [cited 2023 Nov 28]. Available from: https://growthmarketreports.com/report/pesticides-market-global-industry-analysis

58. Chekmarev PA. Results of plant growing in 2014. Economics of Agriculture of Russia. 2015;(3):28–37. (In Russ.). [Чекмарев П. А. Итоги работы отрасли растениеводства в 2014 году // Экономика сельского хозяйства России. 2015. № 3. С. 28–37.]. https://elibrary.ru/TQCCVJ

59. Mikhailikova VV, Strebkova NS. Analysis of the pesticide market in the Russian Federation. Proceedings of the Kuban State Agrarian University. 2021;(91):225–227. (In Russ.). https://doi.org/10.21515/1999-1703-91-225-227

60. Analysis of Russian pesticide market in 2018–2022: under-sanctions forecast for 2023–2027 [Internet]. [cited 2023 Nov 30]. Available from: https://businesstat.ru/images/demo/pesticides_russia_demo_businesstat.pdf

61. Import quota of agrochemicals to Russia is 16 748 tons [Internet]. [cited 2023 Nov 30]. Available from: https://www.interfax.ru/russia/928535

62. Ministry of Industry and Trade tells about the capacities of domestic pesticide production [Internet]. [cited 2023 Nov 30]. Available from: https://www.pnp.ru/economics/v-minpromtorge-rasskazali-o-moshhnostyakh-otechestvennogo-proizvodstva-pesticidov.html

63. Quotas for the import of pesticides to be phased until 2030, Ministry of Industry and Trade reports [Internet]. [cited 2023 Nov 30]. Available from: https://поле.рф/journal/publication/3576

64. Ministry of Agriculture starts interdepartmental coordination of restrictions on pesticide import [Internet]. [cited 2023 Nov 30]. Available from: https://www.rbc.ru/newspaper/2023/05/30/6474a84b9a79471cc9082627

65. Kolchin IK, Potapov RI, Poltev MI. Current trends in production development and pesticide use in the Russian Federation. AgroForum. 2021;(6):25–28. [Колчин И. К., Потапов Р. И., Полтев М. И. Современные тенденции развития производства и применения химических средств защиты растений в Российской Федерации // АгроФорум. 2021. № 6. С. 25–28.]. https://elibrary.ru/EIHZSE

66. Mitrofanov SV, Varfolomeeva MM, Grachev NN. Current state and perspectives of the development of chemical plant protection in the Russian Federation. Technical Support for Agriculture. 2020;2(1):151–158. (In Russ.). [Митрофанов С. В., Варфоломеева М. М., Грачев Н. Н. Современное состояние и перспективы развития химической защиты растений в Российской Федерации // Техническое обеспечение сельского хозяйства. 2020. Т. 2. № 1. С. 151–158.]. https://elibrary.ru/BNWQJJ

67. Potapov R. Chemistry that changed the world. Izdatel′skie resheniya; 2018. 67 p. (In Russ.). [Потапов Р. Химия, изменившая мир. Издательские решения, 2018. 67 с.].

68. Achievements in 2023: Control over the handling of pesticides and agrochemicals, FSIS Saturn [Internet]. [cited 2023 Dec 02]. Available from: https://fsvps.gov.ru/news/itogi-2023-goda-kontrol-za-obrashheniem-s-pesticidami-i-agrohimikatami-fgis-saturn

69. State register of plant protection products and fertilizers [Internet]. [cited 2023 Dec 02]. Available from: https://ggiskzr.by/reestr

70. CORAGEN® insecticide [Internet]. [cited 2023 Dec 02]. Available from: https://www.cdms.net/ldat/ldI07018.pdf

71. State catalog of pesticides and agrochemicals [Internet]. [cited 2023 Dec 02]. Available from: https://mcx.gov.ru/ministry/departments/departament-rastenievodstva-mekhanizatsii-khimizatsii-i-zashchity-rasteniy/industry-information/info-arkhiv/?ysclid=lrni0kfc90807923151

72. Zakharenko VA. Biopesticides and plant protection products with no-biocidal activity in integrated phitosanitary condition of cereal agroecosistems. Agrohimia. 2015;(6):64–76. (In Russ.). [Захаренко В. А. Биопестициды и средства защиты растений с небиоцидной активностью в интегрированном управлении фитосанитарным состоянием зерновых агроэкосистем // Агрохимия. 2015. № 6. С. 64–76.]. https://elibrary.ru/PZNHZR

73. Safronovskaya G. Biopesticides as a promising segment of plant protection market. Our Agriculture. 2021;249(1):28–35. (In Russ.). [Сафроновская Г. Биопестициды – перспективный сегмент рынка средств защиты растений // Наше сельское хозяйство. 2021. Т. 249. № 1. С. 28–35.]. https://elibrary.ru/OKXYHL