

УДК 632

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ В АГРОЭКОСИСТЕМАХ В УСЛОВИЯХ РЫНОЧНОЙ ЭКОНОМИКИ РОССИИ

© 2023 г. В. А. Захаренко

Федеральный исследовательский центр “Немчиновка”

143026 р.п. Новоивановское, Московская обл., ул. Агрохимиков, 6, Россия

E-mail: zva@mosniish.ru

Поступила в редакцию 28.12.2022 г.

После доработки 26.01.2023 г.

Принята к публикации 15.05.2023 г.

Представлены результаты исследований, характеризующие развитие технологий защиты растений в агроэкосистемах в условиях рыночной экономики России при выращивании сортов стратегических зерновых и технических культур отечественной селекции с высоким генетическим потенциалом. Потенциал реализуется с применением техники защиты растений с элементами информационных технологий и точного земледелия, минеральных удобрений и пестицидов по научно обоснованным нормам. При этом успехи достигаются в группе сельскохозяйственных предприятий и крестьянских (фермерских) хозяйств с посевными площадями зерновых и технических культур ≥ 2500 га, оптимальными для рационального использования техники, с высокой культурой земледелия, обеспеченными материально-техническими и финансовыми ресурсами и ведущих рентабельное производство. В 2016–2020 гг. проанализированная группа высокопродуктивных сортов зерновых и технических культур охватывала $\sim 20\%$ площадей агроэкосистем при существующем уровне развития селекции, семеноводства и генетики, использования минеральных удобрений и пестицидов, а также техники с элементами информационных технологий и точного земледелия. Определены перспективы расширения группы культур в связи с дальнейшим совершенствованием организации селекции и семеноводства, поставок удобрений и пестицидов на основе развития не только прогрессивных препаратов, но и создаваемых молекул отечественных действующих веществ, в новых условиях в связи с задачами продовольственной безопасности страны.

Ключевые слова: агроэкосистема, защита растений, зерновые и технические культуры, крестьянские (фермерские) хозяйства, пестициды, селекция, семеноводство, сельскохозяйственные предприятия, удобрения.

DOI: 10.31857/S0002188123080112, **EDN:** ZEMOEO

ВВЕДЕНИЕ

В истории современного мира наступил этап, когда задачи цивилизационного уровня должны решаться во взаимной увязке науки и техники, в более широком аспекте, охватывающем наряду с отраслями промышленности сельское хозяйство, связь, медицину, военную отрасль, образование и быт [1, 2]. Прогресс одновременно с решением новых более сложных практических задач требует для их реализации и в целом для общественного развития новых уровней развития научных теоретических и экспериментальных решений, более тесной связи с производственными отраслями. Развитие современного мирового сельского хозяйства происходит во взаимосвязанной системе отраслей агропромышленного комплекса (АПК) в составе 3-х сфер: 1 — технического прогресса во

взаимодействии с наукой, имеющего отношение к защите растений как обязательного звена в системе земледелия при применении новых технологий выращивания культурных растений для получения продукции растениеводства и животноводства, 2 — сельскохозяйственного производства в части обеспечения его материально-техническими ресурсами (пестицидами, удобрениями, техникой, горюче-смазочными материалами и др.), производимыми в промышленной сфере, 3 — сельскохозяйственная продукция из сферы 2 поступает для переработки и обеспечения потребностей питания населения, на корм скоту, для легкой промышленности и экспорта.

Текущий период развития АПК России связан с особенностями перехода страны к рыночной экономике, с частной собственностью на землю,

многоукладным производством, с общим экономическим законом получения максимальной прибыли. В сложившихся экономических условиях после 3-х десятилетий функционирования АПК России вступил в новый этап мирового научно-технического прогресса, обусловленного развитием науки и техники, создания новых основ функционирования промышленных и сельскохозяйственных отраслей [1–3]. Сельское хозяйство РФ в настоящий момент охватывает научные разработки новых средств и предметов труда, теоретические и прикладные научные исследования, изготовление опытных образцов технических средств, методы выведения новых сортов растений и пород сельскохозяйственных животных, повышения плодородия почв, улучшения имеющих и освоения новых технологий, качественного изменения трудовых ресурсов в части квалификации работников, совершенствовании организации и повышения производительности труда. Совершенствование и развитие научно-технического прогресса (НТП) в связи со спецификой сельского хозяйства, определяемого естественными биологическими законами в силу сложного формирования фундаментальных аграрных наук и прикладных решений, получают более поздние возможности для практической реализации, чем промышленность. Возможности проникновения НТП в сельское хозяйство с его продукцией отсрочены по сравнению с продукцией, создаваемой индустрией и достижениями в области электроники, телемеханики, новых источников энергии, новых материалов и технических средств. Такая научно-революционная форма НТП в аграрном секторе отражает позже, чем в промышленном секторе, новый этап развития науки с автоматизацией производства, при котором в техническом процессе функции рабочего начинают уступать место автоматизированному производству, предметы труда обрабатывают всецело техническими системами, действующими без прямого участия рабочего. В развитых формах автоматизированных систем и автоматических линий включается кибернетическая аппаратура, осуществляющая счетно-решающие, контролируемые, управляющие функции, в системе звеньев “наука—производство” и перехода от частной к общей механизации технических процессов. Социальная сущность НТП проявляется в принципиальном изменении места и роли человека в производстве: освобождения его от механических и технических функций, дает возможность посвящать себя творческому труду. Однако в высокоразвитом капиталистическом мире (США, Западной Европе) может создаться, как

это имеет место в настоящее время, опасность развития безработицы и ее социальных последствий, включая войны.

Цель работы — определение условий, направлений и объемов освоения элементов информационных технологий (ИТ) и точного земледелия в отраслях растениеводства и в агроэкосистемах, в которых рассмотрены занимающие центральное место культурные растения на уровне сортов, и условия, которые определяют реализацию их генетического продуктивного потенциала, химической составляющей технологий реализации питания культурных растений на основе удобрений и питательных веществ почв; защиту растений от вредных организмов, в частности, на основе химической защиты стратегически важных культур при использовании пестицидов. При этом решаются задачи эффективного и экологически минимально опасного использования удобрений и пестицидов в прогрессивных технологиях с элементами информационных технологий и точного земледелия. Это необходимо осуществить на этапе реализации новой Доктрины продовольственной безопасности (Указ Президента РФ от 21 января 2020 г. № 20 “Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации” www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/doc/73338425/), когда нужна ориентация на достижение новых параметров самообеспечения страны продукцией стратегически важных культур, количественных и высококачественных характеристик сельскохозяйственной продукции для внутреннего потребления населения и реализации экспортного потенциала.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

В качестве источников информации при выполнении исследования агроэкосистем на уровне РФ, сортового аспекта продуктивности стратегически важных зерновых и технических культур учитывали мировые достижения НТП на современном этапе в селекции, генетике, биотехнологии, которые обеспечивают максимально высокий генетический потенциал сортов зерновых и технических культур, полученный на основе рационального питания растений и сдерживания потенциала фитосанитарного риска потерь урожая от вредных организмов. При этом обеспечено сохранение высокоэффективной и минимально опасной для человека полезной фауны и флоры, окружающей среды при использовании химических средств, прогрессивной техники с комплексуемыми элементами информационных технологий и точного земледелия. В качестве основных

методов анализа использовали методы описательной статистики [4]. Обработку исходной информации реализовали на основе методов группировок, определения показателей среднего арифметического, нелинейных уравнений зависимостей опасности потерь урожайности культур от вредных организмов и сохраняемого урожая в результате применения химических средств защиты растений в натуральных показателях (продукции, оцениваемой в т), и в стоимостных показателях (в руб.). Оценку эффективности проведения защитных мероприятий проводили с использованием национального ГОСТа [5], расчеты – в системе “Excel”. Агроэкосистемы характеризовали на сортовом уровне продуктивности стратегически важных зерновых и технических культур с учетом генетического потенциала сортов, который проявляется при использовании удобрений и средств защиты в сортовых технологиях с элементами ИТ и точного земледелия.

СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО – ЦЕНТРАЛЬНОЕ ЗВЕНО НТП В АГРОЭКОСИСТЕМАХ

Основным источником производства продукции растениеводства являются агроэкосистемы с фитоценозами, контролируемые в процессе сельскохозяйственной деятельности. Потенциал продуктивности агроэкосистем характеризуется уровнем производства продукции растениеводства сортами, созданными в результате селекции и обладающими определенными, передаваемыми по наследству морфологическими, физиологическими, хозяйственными признаками. Сорт – низшая классификационная единица для культурных растений [6, 7]. Характеристики сортов оценивали по итогам сортоиспытания. В процессе сортоиспытаний давали объективные оценки селекции сортов с целью выявления наиболее урожайных и ценных по качеству. Сортоиспытание проводили на сортоучастках по единой методике для культур. В практике различных стран используют разные по организационным формам испытания и регулирование процесса возделывания сортов.

В мировой практике зарубежных стран (ЕС, США, Канаде и других) приняты испытания и государственное регулирование возделывания сортов (национальные реестры), которые защищают права разработчиков. Правовое регулирование развития селекции и семеноводства зарубежных стран не используется в российской законодательной практике в части организационно-экономического механизма, который бы стимулировал

развитие отечественного конкурентоспособного семенного рынка, включал в себя воздействие на его участников – селекционеров, генетиков, сортоиспытателей, семеноводов и сельхозпроизводителей, Доктриной продовольственной безопасности определен общий показатель обеспечения аграрного сектора России семенами в связи с импортозависимостью страны в этой области. Импортозамещение в семеноводстве определяется в первую очередь объемами собственного производства семян суперэлиты и элиты, отвечающих требованиям районирования (устойчивость к абиотическим и биотическим стрессам и пр.). Настоящие объемы производства семян предполагается покрывать с учетом потребностей сельхозтоваропроизводителей при решении проблемы импортозамещения при реализации Указа Президента России от 21 января 2020 г. № 20 “Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации”, которым введен новый показатель продовольственной безопасности в отношении семян основных сельскохозяйственных культур отечественной селекции. Их доля должна быть не менее 75%. В 2019 г. этот показатель в России был равен 62.7% (табл. 1).

Ассортимент возделываемых сортов составляют на основе сортового районирования, отбора высокопродуктивных и ценных по качеству продукции в хозяйствах определенных природных зон. Обобщенные среднегодовые показатели площадей, засеваемых семенами сортов культур, и уровня урожайности в РФ представлены в табл. 2.

Селекционерами России выведены сорта с количественными и качественными показателями, не уступающие сортам зарубежной селекции, с потенциалом продуктивности 6–8 т/га, обладающие высоким качеством зерна и высокой устойчивостью растений к вредным организмам. Однако эти результаты в цепи “генетика–селекция–семеноводство–сельхозтоваропроизводитель” для новых сортов и гибридов, зарегистрированным Госсортомиссией, с трудом доходят до потребителей. При этом отечественная селекция отстает в выведении сортов технических культур (сахарной свеклы, подсолнечника, рапса, сои, кукурузы, картофеля и овощных культур).

По сравнению с государственными институтами и частными отечественными компаниями России зарубежные производители семян имеют существенные преимущества как в генетике, селекции и семеноводстве, так и в маркетинге. В развитых странах инвестиции частных селекционных компаний направляются на оснащение новейшим оборудованием и техникой, научные исследования в области биотехнологий, марке-

Таблица 1. Доля семян отечественной селекции в объеме высеянных семян (2019 г.) [6, 8]*

Культура	Объем высеянных семян, тыс. т	Доля семян отечественной селекции в объеме высеянных семян, %	Пороговая величина доли семян отечественной селекции в объеме, %
Пшеница озимая	3330.4	90.5	92
Пшеница яровая	2454.4	82.2	90
Ячмень яровой	1702.9	63.2	75
Сахарная свекла	3.9	0.6	20
Овощные культуры	5.3	43.0	60
Подсолнечник	37.2	26.5	50.0
Картофель	777.3	9.7	50
Кукуруза	77.7	45.8	65
Рапс яровой	9.3	31.7	50
Соя	346.2	41.8	70

*Данные Минсельхоза РФ.

Таблица 2. Общие показатели увеличения площадей и урожайности сельскохозяйственных культур в период реформирования агропромышленного комплекса России с 1986–1990 по 2016–2018 гг.

Культура	Площадь, тыс. га	Урожайность, т/га	Площадь, тыс. га	Урожайность, т/га	Площадь, тыс. га	Урожайность, т/га
Годы	1986–1990 гг.		2011–2015 гг.		2016–2018 гг.	
Зерновые*	65644	1.59	45340	2.05	45685	2.70
Сахарная свекла	1475	22.5	1056	38.5	1114	43.5
Подсолнечник	3668	1.11	7065	1.25	7499	1.52
Соя					2067	1.74
Рапс					925	1.62

*Зерновые культуры, включая зернобобовые.

тинговые программы и др. Селекционно-семеноводческие компании работают под государственным контролем, обеспечивающим защиту авторских прав на сорт и выплату селекционного вознаграждения для финансирования деятельности селекционеров. В России крупные отечественные сельхозтоваропроизводители, в частности агрохолдинги, занимаются совместно с зарубежными фирмами селекционно-семеноводческой деятельностью на территории России. Отечественная селекция и семеноводство в постсоветский период утратили централизованность, и в условиях кризиса семенной рынок захватывают иностранные компании. Большинство отечественных семеноводческих станций в период реформирования аграрного рынка приватизированы и проданы по цене земли и недвижимости. Организационно-экономический механизм в сфере селекции и се-

меноводства сорта изменился: сорт, по сути, стал брэндом [9, 10]. Отмеченные недостатки селекции и семеноводства следует учитывать, принимая во внимание государственный подход к селекции и семеноводству зарубежных стран, их элементы необходимо использовать в отечественной практике.

В производстве продукции растениеводства важно, наряду с организационными мероприятиями государственного подхода к селекции и семеноводству, обеспечивать сортовые особенности ассортимента культурных растений к требованиям зональных условий, использованию прогрессивных сортовых технологий, применению техники с элементами ИТ и точного земледелия, научно обоснованное внесение удобрений и защиту растений для реализации генетического потенциала продуктивности сортов отечественной селекции.

Таблица 3. Мировые показатели использования удобрений, баланса удобрений в действующем веществе (среднее ежегодно за 2016–2020 гг.), тыс. т [11]

Показатель	Азот	Фосфор	Калий	Всего
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N + P ₂ O ₅ + K ₂ O
Мощность производства	187897	61810	60457	310164
Возможные поставки	166885	50916	46666	264467
Другие виды использования	36066	6474	5674	48214
Материалы доступные для удобрений	130871	44462	40993	216326
Спрос на удобрения	95287	44026	35022	174335
Потенциальный баланс	15586	40379	17970	73935

ХИМИЗАЦИИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ АГРОЭКОСИСТЕМ – ВАЖНЕЙШИЙ ЭЛЕМЕНТ РЕАЛИЗАЦИИ ГЕНЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ПРОДУКТИВНОСТИ СОРТОВ

Химизация земледелия в агроэкосистемах рассматривается на основании производства и использования 2-х групп химических средств – удобрений (источника питательных веществ для растений) и химических средств защиты растений от вредных организмов (пестицидов). Российская Федерация располагает большими резервами и возможностями реализации сортового потенциала продуктивности за счет химизации агроэкосистем и управления ими на основе рационального использования отечественных ресурсов (табл. 3).

Центром развития становится рынок минеральных удобрений [12]. Национальный исследовательский университет “Высшая школа экономики” представил показатели доли мощностей и производства минеральных удобрений в Российской Федерации в мировом объеме этого производства. Отмечено, что Россия в перечне 10-ти передовых стран занимала 2-е место в мире после Китая (табл. 4). Мировые показатели объемов использования минеральных удобрений в 2017 г. составляли 190.1 млн т д.в. при общих объемах мощностей 305.0 млн т (62.3%), в 2018 г. – соответственно 188.8 млн т и 310.4 млн т (60.9%).

Прогноз роста рынка минеральных удобрений рассматривается с перспективой возможных благоприятных погодных условий и с увеличением посевов культур, прежде всего зерновых. К 2023 г. прогнозируется спрос на минеральные удобрения на уровне до 203 млн т. Максимальный прогнозный показатель объема мирового рынка минеральных удобрений, с учетом развития промышленных предприятий, определяется 268 млн т д.в. Почти 80% прироста потребления может при

этом приходиться на страны Латинской Америки, Южной Азии, Африки и Восточной Европы.

По данным IFA, за 2018–2023 гг. объемы инвестиций в мировое производство минеральных удобрений может достичь 110 млрд долл. США, при авансировании строительства 70-ти новых установок с суммарной мощностью 65 млн т. Ввод новых мощностей в физическом весе предусмотрен в 2019–2023 гг. Он вызовет изменения мировых мощностей по производству минеральных удобрений [12].

При высоких показателях роста мощностей производства минеральных удобрений в Российской Федерации проявляется крайне низкий рост использования минеральных удобрений в отечественном аграрном секторе. Это связано с переходом страны к новой рыночной экономической формации, с отставанием по показателям ис-

Таблица 4. Объемы мощностей по производству удобрений (NPK) в мире (2017 и 2018 гг.), млн т

Страна	2017 г.	2018 г.
Китай	87.8	87.2
РФ	28.7	31.2
Канада	27.1	28
США	23	23.5
Индия	15	15
Беларусь	8.8	8.9
КСА	7.36	7.2
Марокко	6.48	7.3
Индонезия	6.2	7.3
Германия	6.2	6.2
Прочие	88.6	88.5
	305	310.4

Таблица 5. Объем мирового использования минеральных удобрений, млн т

Элемент	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.
N	107.1	106.4	106.5	107.1
P ₂ O ₅	45.4	46.3	45.3	46.0
K ₂ O	35.9	37.4	37	37.4
Итого	188.5	190.1	188.8	190.5

пользования минеральных удобрений от высокоразвитых стран первой десятки мира (табл. 5, 6).

Продажа удобрений для использования на внутреннем рынке (включая весь аграрный сектор) в среднем за 10-летний период составила в 2010 г. — 5092, в 2020 г. — 5794, при производстве 17889 и 24913 тыс. т соответственно. Однако из общего производства в 2010 г. использовано в стране в аграрном секторе 5992 тыс. т (33.3%), в 2020 г. — 5794 тыс. т (23.0%). Экспорт удобрений, более чем в 2 раза, превышал продажу на внутреннем рынке.

В сельскохозяйственных предприятиях использование удобрений увеличилось в период 2010–2020 гг. с 1.9 до 3.0 млн т, на 1 га посевной площади — с 38 до 68 кг д.в./га; к объемам производства эти показатели составили в 2010 г. — 17879 тыс. т (10.6%) и в 2020 г. — 25232 тыс. т (11.8%).

Динамика внесения произведенных минеральных удобрений по группам питательных веществ в сельскохозяйственных организациях отражает рост потребления в тоннаже и применения удобрений на посевной площади сельскохозяйственных организаций (табл. 7).

Структура вносимых удобрений при низком уровне их использования в стране достаточно стабильная: на азот приходится 61, фосфор — 24 и калий — 15%. Самым востребованным минеральным удобрением остается аммиачная селитра, на которую приходится более 50% закупок. Это объясняется ее дешевизной. Растет доля удобрений с

содержанием 3-х основных элементов (NPK), жидких и фосфорных комплексных. Наибольшее количество калия в долевом соотношении питательных веществ вносят под картофель и сахарную свеклу, под остальные культуры — азот [13].

При сложившихся объемах использования удобрений при относительно низких дозах внесения на 1 га посевной площади в стране возникла проблема снижения уровня плодородия Краснодарского края — зоны высокоплодородных почв. Четверть века назад средневзвешенное содержание гумуса в кубанских почвах составляло 4.0–4.4%. В настоящее время в последних агрохимических исследованиях выявлено снижение содержания гумуса до 3.4–3.6%. При ежегодных потерях в среднем 0.1% гумуса и продолжительном разрушительном процессе снижения содержания гумуса этот показатель может уменьшиться до 2.5–2.7% (достигнута точка невозврата плодородия черноземов, при которой нельзя будет восстановить его прежний уровень).

В советские годы вносили порядка 13 т подстильного навоза/га. Для сдерживания потерь плодородия приняли закон о плодородии почв, обязывающий сельхозтоваропроизводителей разных форм собственности вносить ежегодно не менее 9 т подстильного навоза/га. Если такой возможности нет, землепользователи должны иметь в структуре посевных площадей не менее 20% многолетних бобовых трав, выращивание которых способствует накоплению гумуса в почве. Следует учитывать, что проблема Краснодарского края возникла в одном из регионов — лидеров по применению минеральных удобрений: на 1 га кубанской пашни вносят 130 кг минеральных удобрений, а в среднем в РФ — 50–55 кг/га. Для сохранения плодородия почв требуется применение органических удобрений и внедрение в севообороты многолетних трав (по материалам выставки “ЮГАГРО-2021”). Поэтому при применении минеральных удобрений важно использовать существующие и стратегические возможности рынка

Таблица 6. Динамика использования минеральных удобрений (100% д.в.) в России, тыс. т [13]

Показатель	2010 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Ресурсы	17648	20502	22906	22035	19443	25382
в т.ч. производство	17889	29539	22567	22962	23703	24913
Импорт	34	88	213	218	206	183
Имеется запасов	275	127	—126	1145	4467	—287
Использование	17648	20502	22906	22035	194443	25232
Продажа на внутреннем рынке	5092	4998	6345	5253	2925	5794
Экспорт	12557	15504	16561	16782	16518	16588

Таблица 7. Динамика использования минеральных удобрений в сельскохозяйственных организациях, млн т [13]

Показатель	2010 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Внесено минеральных удобрений в АПК, млн. т (100% д.в.)						
Всего	1.9	2.3	2.5	2.5	2.7	3.9
азотные	1.2	1.4	1.5	1.5	1.7	1.9
фосфорные (включая фосфоритную муку)	0.4	0.5	0.6	0.6	0.6	0.7
калийные	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Внесено удобрений, кг/га	38	49	55	56	51	60
Внесено на всей посевной площади, %	42	53	58	59	61	67

Таблица 8. Предприятия, поставляющие минеральные удобрения на внутренний рынок РФ

Сегмент азотных удобрений	Крупные предприятия: МХК “ЕвроХим”, ОХК “Уралхим”, ГК “Акрон”, ПАО “Фосагро”, СДС “Азот”, Мелкие предприятия: “Куйбышевазот”, АО “Аммоний”, “Минудобрения” (Россошь), “Газпром нефтехим Салават” и др.
Сегмент фосфорсодержащих удобрений	Крупные предприятия: “ФосАгро” (выпуск более 50%), МКХ “Евро”, “Уралхим”
Сегмент выпуска удобрений с тремя питательными элементами с оценкой производства на д.в.	Предприятия группы “Фосагро” (~38%), “Акрон” (<30%), “Минудобрения” (Россошь), “Еврохим”, Уралхим”, и др.

предприятий, производящих и обеспечивающих сельскохозяйственные предприятия и хозяйства удобрениями (табл. 8).

В число приоритетных культур, при выращивании которых предусматривают использование удобрений, включены зерновые и зернобобовые, масличные, овощи открытого грунта, виноград, плодово-ягодные насаждения [13].

Если учесть возможность и целесообразность использования удобрений для выращивания отечественных сортов зерновых культур с высоким генетическим сортовым потенциалом (6–10 т/га) и отзывчивых на удобрения технических культур, то при недостаточном обеспечении сельских товаропроизводителей удобрениями могут быть трудности для восстановления и сохранения почвенного плодородия при реализации продовольственной программы. Поэтому важно отметить своевременное положительное решение Министерства сельского хозяйства в отношении сдерживания опасности потерь плодородия почвы в южных регионах страны: в 2022 г. на поддержку производства зерна в Ставрополье было выделено более 270 млн руб., и важно не снижать объемы внесения минеральных удобрений, обеспечивать российских аграриев качественными семенами и средствами защиты растений.

Для выращивания сахарной свеклы и других культур предусмотрен рост применения мелиора-

ционных технологий — строительство оросительных систем, позволяющих увеличивать урожайность различных культур на 40–44%. До 2024 г. поставлена задача превысить отметку 100 тыс. га орошаемой площади (в настоящее время охвачено мелиорацией 70 тыс. га).

ХИМИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

Подобно минеральным удобрениям в России проявляются тренды роста объемов производства химических средств защиты растений (ХСЗР), причем в темпах, превышающих мировые. Развитие мирового рынка ХСЗР, по оценке компании Kynetec (млрд USD, по объемам продаж в номинальных ценах EXW), при настоящих темпах прироста ~1% в год за последнюю пятилетку (2016–2020 гг. в стоимостной оценке) выросло с 53.1 до 56.7 млрд \$ (в 1.06 раза). Рост глобальных ХСЗР-рынков в большей степени обеспечен растущими рынками Азии и Латинской Америки, а также и России, при продолжающейся стагнации европейского рынка.

За 25-летний период в условиях развития рыночной экономики после распада СССР в РФ удалось восстановить в значительной степени разрушенное отечественное производство пестицидов на основе действующих веществ крупных зарубежных фирм и отечественной техники с за-

рубежными комплектуемыми. Производство пестицидов в России за тот же период достигло 131 тыс. т, выросло в 1.8 раза. При этом доля рынка гербицидов на конец пятилетки в 2020 г. составила 68.3, фунгицидов — 16.9, родентицидов и аналогичных продуктов — 16.8, инсектицидов — 14.5, средств против прорастания и регуляторов роста растений — 0.4% [14].

Объем продаж препаратов, обеспеченный Союзом производителей ХСЗР (РСП ХСЗР), составил в 2020 г. 97.9 тыс. т, ввезенных импортных — 60.6 тыс. т, объем продукции, выпущенной иностранными компаниями на российских предприятиях по схеме толлинга — 28.4 тыс. т. На долю отечественных препаратов в 2020 г. пришлось 52%. РСП ХСЗР определил оптимальную долю ввозимой продукции, не превышающую 30%, подобную в АПК, в военно-промышленном и топливно-энергетическом комплексах России, характеризующую допустимый уровень зависимости от импорта. В РСП это достигнуто созданием перечня препаративных форм, при этом в стране отстает синтез действующих веществ, поэтому 85% их общего объема закупают в Китае.

Чтобы не зависеть от импорта, важно развитие импортозамещения. Россия строит 2 крупных завода для выпуска пестицидов. Это обеспечит также дополнительные рабочие места и рост налоговых поступлений, увеличатся возможности экспорта средств защиты растений. Этому также способствует совершенствование законодательной базы. С 21 июня 2021 г. вступил в силу Федеральный закон № 522-ФЗ, в котором внесены изменения в главный нормативный акт, регулирующий рынок агрохимии, — ФЗ от 19.07.1997 г. № 109-ФЗ “О безопасном обращении с пестицидами и агрохимикатами”. Закон наделяет Россельхознадзор функциями контроля за оборотом и применением пестицидов и агрохимикатов, а также за соблюдением требований к пестицидам и агрохимикатам при ввозе на территорию РФ. Импортная продукция будет проходить необходимый контроль по утвержденному списку из 14-ти пунктов пропуска, утвержденного Правительством РФ. Благодаря наделенным функциям не попадут на российский рынок контрафактные и фальсифицированные пестициды, эта ниша будет занята отечественными качественными препаратами. Оптимальным продуктом предложено рассматривать не только продукт с оптимальным соотношением д.в., но и инновационную препаративную форму, например, как разработанная в РФ форма ХСЗР в виде формуляций, повышающих эффективность д.в. В фирме “Август” для потребителей осуществляется технологическое

сопровождение специалистами компании, организуется связь получения земледельцами-клиентами информации о наиболее перспективной и экологической продукции [15].

Продолжается работа Ассоциации европейского бизнеса — компании “ЭКОПОЛЕ” в развитии системы сбора и утилизации тары из-под ХСЗР. В 2021 г. собрано и утилизировано 1700 т тары в 4-х федеральных округах (Центральном, Южном, Северо-Кавказском, Приволжском).

Производство пестицидов существенно расширилось на предприятиях, входящих в Союз РСП ХСЗР. В этот союз входят “Август”, “Щелково Агрохим”, “Агро Эксперт Групп”, “Агрорус и Ко”, Кирово-Чепецкий завод, “Агрохимикат”, ФМРус, “ТПК Техноэкспорт”, “Листерра”, “Бисолби-Интер”, “АгрусхимАлабуга”, “Агентство Плодородия”, “Шанс Энтерпрайз” и “Август-Алабуга”. По прогнозам BusinesStat, в ближайшие годы производители продолжают наращивать мощности, и к 2025 г. объем выпуска химических средств защиты растений в России достигнет 208 тыс. т, что больше показателя 2020 г. на 58.5%.

Россия является самым крупным и наиболее динамично развивающимся рынком ХСЗР в Европе, в то время как традиционно крупные рынки Старого Света, такие как Франция и Германия, сокращают производство. Основной причиной данной тенденции является “зеленая” политика Европейского Союза, которая направлена на снижение объемов применения агрохимических средств.

Среди основных драйверов роста российского рынка ХСЗР можно выделить продолжающийся процесс интенсификации производства, увеличение посевных площадей под такими культурами как сахарная свекла, рапс и взрывной рост площадей под подсолнечником, который достиг в 2021 г. практически 10 млн га.

Инсектициды — наиболее динамично растущий сегмент российского рынка ХСЗР в 2021 г., при этом их доля по сравнению с другими типами продуктов не превышает 10%. В 2021 г. увеличилось применение фунгицидов на сахарной свекле, сое и подсолнечнике, объемы их применения на последнем возросли более чем в 2 раза.

За 20 последних лет использование ХСЗР в России увеличилось с 20 до 192 тыс. т, в том числе отечественных препаратов — с 4 до 92 тыс. т, и в настоящее время страна входит в пятерку лидеров стран-производителей. В сложившихся условиях это не благоприятные процессы для аграрного сектора России, поскольку связаны с ростом цен на д.в.: в период с 01.09.2020 г. до 29.02.2022 г. уве-

личились цены на глифосат — на 379% (с 3.2 тыс. до 12 тыс. долл.), С-метолахлора — на 294, пропиконазола — на 254, диквата — на 204, клетодима — на 184, азоксистробина — на 158%. В связи с упреждением роста цен на химические средства важно создавать отечественное производство молекул д.в. и на их основе — препаратов в России. В перспективе прогноз объема рынка предусматривает в ценах поставщиков достичь 3 млрд долл., в настоящее время — 1.6 млрд долл. Важно отметить, что выпускаемые отечественные препараты имеют преимущества перед зарубежными по видам препаративных форм (микроэмульсии, масляные дисперсии, концентраты коллоидных растворов). Производителей химических средств защиты растений представляет 10 компаний с 11-ю заводами в разных районах страны. Мощность производства ХСЗР превышает 300 тыс., потребление — 190 тыс. т. Российские компании могут производить 500 наименований препаратов и на 100% обеспечивать потребности России. В настоящее время более 100 компонентов для отечественного производства поступает из Китая, свыше 30 — из Европы. Внутренние потребности рынка отечественными ХСЗР удовлетворяются на 60%. При сокращении поставок в зарубежные страны страна могла бы удовлетворить потребности на 80%. Такая возможность достижения 80% обеспечения потребности возникает при налаживании отечественного синтеза 22-х молекул. Рыночная экономика не обеспечивает ожидаемых результатов без перехода на “мобилизационную” экономику при возрастающей роли государства в обеспечении производства с участием Минпромторга, Минобрнауки и РАН [16]. При решении этих вопросов следует учитывать особенности увеличения объемов производства и использования пестицидов с учетом регламентов документов зарубежных стран. В соответствии с Директивой 2009/128/ЕС об экологической устойчивости применения пестицидов Дания за 2011–2015 гг. предусматривала сокращение использования пестицидов на 40, Франция за 2008–2018 гг. — на 50, Германия к 2023 г. — на 30%. Фирмы США, Западной Европы планируют увеличение производства для удовлетворения спроса на биологические средства, покупают компании, специализирующиеся на производстве препаратов для биологической защиты растений. В Китае Госсоветом КНР принята программа, направленная на развитие биологической отрасли промышленности Китая, ее перехода в ведущую отрасль национальной экономики.

ВЛИЯНИЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ НА АРОЭКОСИСТЕМЫ РОССИИ

Новые направления реализации потенциала высокопродуктивных сортов культур представлены в сортовых технологиях техникой с элементами ИТ (информационных технологий) и точного земледелия на основе глобальных позиционных систем (GPS) в комплексах с оборудованием для **РТК** (терминал, автопилот и антенна), а также бортовыми компьютерами и программным обеспечением, которыми оснащены тракторные и самоходные опрыскивающие агрегаты.

Система GPS создает возможности мониторинга состояния развития растений и вредных организмов с использованием глобальных навигационных спутниковых систем и устанавливаемого навигационно-связанного оборудования на опрыскивающей технике с внешними приемниками GPS. Оборудование помогает механизаторам в управлении самоходными и тракторными агрегатами с прицепными или навесными опрыскивателями, перемещающимися на поле, следуя параллельными и равноудаленными линиями прямолинейного или криволинейного маршрутов. Кроме этого, технические средства осуществляют контроль подачи жидкости (рабочего раствора) из баков опрыскивателей в штанги (контроль расхода, дозирование распределения) и индивидуальной подачи раствора в разбрызгиватели на штангах опрыскивающих агрегатов.

Автоматизированное выполнение указанных функций позволяет в автоматическом режиме (без трудовых затрат механизатора) обеспечивать равномерное распределение пестицидов по обрабатываемой площади, уменьшая до минимума (на 10–20%) расход пестицидов и снижая опасность загрязнения агроэкосистем и всей окружающей среды. При этом решается в целом задача улучшения условий работы и облегчения труда, повышается механическая, техническая и химическая безопасность механизаторов, что характеризует социальную безопасность прогрессивных технологий.

Реализация современной техникой параметров прогрессивных технологий в защите растений с использованием элементов ИТ и точного земледелия в сортовых технологиях связана с автоматической поддержкой заданной нормы расхода препарата в зависимости от скорости агрегата, определяет включенный перечень форсунок, например, различающихся по окраске, которые включают поток рабочего раствора (сначала — синие, после набора скорости — красные, еще быст-

рее — обе группы форсунок). Опрыскивающий агрегат может замерять участок площади, на котором внесен рабочий раствор с включением форсунок поштангово или поштучно в нужных местах; автоматически менять нормы расхода жидкости без изменения размера капель в зависимости от суммарной площади листьев вместо показателя обрабатываемой площади. При этом общая экономия пестицидов и других затрат достигает 10%. Кроме этого достигается экономичность в использовании инструментов цифровизации, спутникового анализа полей, применения информации агрохимической и фитосанитарной служб. Использование модулей ИТ и точного земледелия в опрыскивающей технике для защиты растений зарубежного производства типа “Амазоне” и отечественного, начавшего выпускать технику с комплектующими ИТ и точного земледелия, которая интегрируется в любой GPS тракер (Автограф и другое оборудование, обеспечивающее видимость) позволяет контролировать норму внесения, давление на форсунках, скорость движения, возможность корректирования, при необходимости анализа — сохранять информацию за любой период времени (день, месяц, год). Общий экономический эффект работы элементов оценивается в 5 тыс. руб./га [18]. Техника различается по выполняемым функциям ИТ, а также ценой. Например, оборудование техники системой GPS на предприятии “Казаньсельхозмаш” позволяет выполнять защиту растений в сельскохозяйственных предприятиях и крестьянских (фермерских) хозяйствах, начиная от приборов для мониторинга состояния развития растений до глобальных навигационных спутниковых систем.

Особенностью предприятия “Казаньсельхозмаш” является его специализация на выпуске крупногабаритной техники для выполнения защитных мероприятий в крупных сельскохозяйственных предприятиях, с товарным производством зерновых и других культур. Техника представлена самоходными опрыскивателями ОС-3000 Барс со штангой 24 м, емкостью бака 3000 л, производительностью 35–45 га/ч. Кроме ОС-3000-М Барс предприятие выпускает прицепные ОП-3000 Барс и ОП-4000 Барс, ОП-2000 Руслан и ОП-2000 Агро. Выпускаемая отечественная техника по заказам пользователей может оснащаться бортовыми компьютерами, обеспечивающими контроль основных параметров работы опрыскивателей, GPS-навигатором Commander — для параллельного вождения и автоматического отключения секций опрыскивателя в зонах перекрытия, может выполнять ночной

режим работ с целью продления длительности работы и повышения качества опрыскивания [18].

Определен экономический эффект использования инструментов цифровизации, спутникового анализа полей и поставки информации в модулях зарубежной техники (серия “Амазоне”) и в отечественной технике на примере серии “Гварта-5” [19], интегрирующейся в любой GPS-трекере (Автограф и др.). Примерные цены прогрессивной техники с комплектующими ИТ и точного земледелия для защиты растений более высокие, изменяются в интервале 1295–2235 тыс. руб. [5]. При меньшей площади земельных угодий, чем 3000 га и посевной площади 2500 га сельскохозяйственные организации и крестьянские (фермерские) хозяйства используют традиционную опрыскивающую технику с емкостью баков 2000–2500 л и с шириной захвата штанг 6–12–18–24 м, цены на которую изменяются в интервале 525–1150 тыс. руб. [19].

В новых условиях рыночной многоукладной экономики рассматривается выгодное применение прогрессивных технологий, сдерживающих риски снижения потерь урожая высокопродуктивных сортов от вредных организмов в зерновом производстве и производстве технических культур. Использование прогрессивной техники с элементами ИТ и точного земледелия (с комплектующими деталями, приборами и программным обеспечением) при применении химических средств защиты растений от вредных организмов в крупных по площади землепользователей обеспечивает окупаемость затрат на приобретение и эксплуатацию относительно дорогой техники. В перечне землепользователей, представленных в многоукладном производстве в РФ по величине площадей, имеют возможности окупать затраты сельскохозяйственные предприятия и крестьянские (фермерские) хозяйства, представленные в табл. 9. Согласно представленным данным, наиболее эффективно и рентабельно мероприятия защиты растений проходят в сельских предприятиях и крестьянских (фермерских) хозяйствах, реализующих возможности техники на площади земель >3000 га, посевной площади >2500 га, в которых имеются возможности для выполнения больших объемов работ при применении высокопроизводительной техники, что обеспечивает высокий уровень защиты растений с эффективностью >90% и условия выращивания высокого урожая зерновых культур 4–6 т/га. Дополнительно землепользователи должны также иметь: высокий уровень общей культуры земледелия, семеноводства и использования сортов с высоким потенциалом продуктивности, эффективно ис-

Таблица 9. Характеристика сельских хозяйств различных экономических укладов по величине площади земельных ресурсов в РФ (2017–2018 гг.)

Земельные ресурсы организаций	Сельскохозяйственные предприятия	Крестьянские (фермерские) хозяйства	Личные хозяйства населения	Итого
Количество организаций, имеющих землю	32054	140046		
Общая площадь пашни, тыс. га	290781	43312		
Посевная площадь, тыс. га	54437	23108	2505	80048
из них под зерновые культуры*	31618	15632	455	47705

*Включая зернобобовые культуры.

пользовать удобрения и средства защиты растений на всей площади распространения вредных организмов (выше экономических порогов вредоносности), безубыточное рентабельное производство, быть финансово обеспеченными и кредитоспособными.

В совокупности в РФ из группы 32054 сельскохозяйственных предприятий с посевной площадью 54.4 млн га и зерновых культур – 31.6 млн га, а также из группы 140046 крестьянских (фермерских) хозяйств (соответственно 23.1 и 15.6 млн га) имеют допустимые агротехнические и производственные параметры ~20% землепользователей (площадь 9137 тыс. га). Среди них – большинство предприятий и хозяйств с высокой культурой земледелия, обеспеченностью материально-техническими ресурсами (высокопродуктивные сорта, удобрения, пестициды, ГСМ и др.), с материальной помощью государства, со средней урожайностью 4–6 т/га (в среднем 4.46 т/га) [20].

Новые возможности использования прогрессивной техники для защиты растений имеют при меньших площадях предприятия и хозяйства при использовании беспилотных летательных аппаратов для обработки агроэкосистем удобрениями и пестицидами со следующими функциями и параметрами отечественной техники [21]:

1. Емкость бака – 32 л, время полета – 10–15 мин, аккумулятор – 2 шт., 16S 16000 мАч, ширина распыления – 10 м.
2. Производительность распыления – ~14–16 га/ч, форсунка – 4 центробежных форсунки
3. Алюминиевый транспортировочный ящик – 1 шт., комплект инструмента для ремонта и обслуживания дрона – 1 шт.
4. Пульт управления с интегрированной телеметрией – FPV-камера ночного видения + 5-дюймовый экран.
5. 2-позиционное зарядное устройство 220 Вт;
6. Программное обеспечение.

7. Радар для предупреждения столкновения с препятствиями – 2 шт.

8. Радар слежения за местностью – 1 шт.

Пример экономической эффективности использования прогрессивной техники с элементами ИТ и точного земледелия в сортовых технологиях пшеницы представлен на основе данных, полученных при оптимальной площади культур 2400 га [22] (табл. 10).

Обобщенные показатели экономической эффективности систем комплексной защиты растений при применении пестицидов 3-х групп (инсектицидов, фунгицидов, гербицидов) и опрыскивающих агрегатов, оснащенных ИТ-комплектующими, в технологиях выращивания сортов с высоким генетическим потенциалом, при научно обоснованном использовании средств химизации, на фоне высокого общего уровня земледелия представлены в табл. 11. Показано, что рентабельность выращивания зерновых культур достигала 102%, технических культур – увеличивалась до 134%. При этом учитывали показатели сохраненного урожая (20%) и повышения производительности труда в результате рационального использования площади и качественной технологии выращивания культур.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Развитие технологий защиты растений в агроэкосистемах в условиях рыночной экономики России основано на выращивании сортов стратегических зерновых и технических культур отечественной селекции с высоким генетическим потенциалом. Потенциал реализуется с применением техники защиты растений с элементами информационных технологий и точного земледелия, минеральных удобрений и пестицидов по научно обоснованным нормам. При этом успехи достигаются в группе сельскохозяйственных предприятий и крестьянских (фермерских) хозяйств с посевными площадями зерновых и тех-

- ный и зарубежный опыт: аналит. обзор. М.: Росинформагротех, 2020. 124 с.
7. Сельскохозяйственный энциклопедический словарь / Под ред. Месяца В.К. М.: Сов. энциклопедия, 1980. С. 515.
 8. Главное агрономическое совещание [Электр. ресурс]. URL: www.nsss-russia.ru/2020/02/01/главное-агрономическое-совещание/#more9088 (дата обращения: 17.02.2020).
 9. Развитие селекции и семеноводства в Российской Федерации // Аналитическое управление аппарата Совета Федерации [Электр. ресурс]. URL: razvitye-selektsii-y-semenovodstva-v-rf.-sf-14.03.2019.pdf (дата обращения: 15.03.2020).
 10. Доля российских семян на рынке составляет менее 63% [Электр. ресурс]. URL: <https://www.agroinvestor.ru/markets/news/33208-dolya-rossiyskikh-semyan-na-rynke-sostavlyayet-menee-63/> (дата обращения: 14.02.2020).
 11. Mineral fertilizer use and environment // World fertilizer trends and outlook to 2020. IFA Production fertilizer in 2020. 27 p.
 12. Волкова А.В. Рынок минеральных удобрений. М.: Нац. исслед. ун-т «ВШЭ», Центр развития, 2019. 52 с.
 13. Хорева Р.А., Селезнева Е.А., Карпова Г.Ю. Сельское хозяйство в России. 2021. М.: Федерал. служба гос. статистики, 2021. 52 с.
 14. СКФО-АГРО Газета. № 6. 11.05.2022. С. 2.
 15. Аналитика. Отечественные ХСЗР лидируют // Поле Августа АП. 2021. № 9.
 16. Власова Я. Весна-2022 // Betarenagro. 2022. № 3. С. 2–4.
 17. Пенегин В. Цифра начинает работать // Поле Августа АП. 2020. С. 4.
 18. Казаньсельхозмаш. Техника для защиты растений. 18 с. <https://www.rosagroleasing.ru/catalog/176/?ysclid=lgtx4bpeuz206934889>
 19. Группы компаний “Агротех-Гарант”, прайс-лист. ООО “Агротех Инвест”, www.gvarta.com. 8 с.
 20. Российский статистический ежегодник. М.: Федерал. служба гос. статистики, 2018. 693 с.
 21. Дроны применяются для посева и обработки полей удобрениями, пестицидами (JT32L-606QC, JT20L-606, JT16L-606QC, JT15L-606, JT10L-606QC + туманообразователь, JT10L-606QC, JT10L-66, туманообразователь JT).
 22. Внедрение инновационных технологий. Agro-Softintegratidsystemtwwagrosoft.ru. Комплексная информатизация предприятий НПО “Центр земледелия и современных технологий” М. Красносельский 1-й, 18 с.
 23. Захаренко В.А. Экономическая эффективность пестицидов в агро-экосистемах стратегически важных культур при использовании техники с элементами информационных технологий и точного земледелия // Достиж. науки и техн. 2022. Т. 36. № 2. С. 4–7. https://doi.org/10.53859/02352451_2022_36_2_4

Features of the Development of Plant Protection Technologies in Agroecosystems in the Conditions of the Russian Market Economy

V. A. Zakharenko

*Federal Research Center “Nemchinovka”
ul. Agrochimikov 6, Moscow region, r.p. Novoivanovskoye 143026, Russia
E-mail: zva@mosniish.ru*

The results of research characterizing the development of plant protection technologies in agroecosystems in the conditions of the market economy of Russia in the cultivation of varieties of strategic grain and industrial crops of domestic breeding with high genetic potential are presented. The potential is realized with the use of plant protection equipment with elements of information technology and precision farming, mineral fertilizers and pesticides according to scientifically sound standards. At the same time, success is achieved in a group of agricultural enterprises and peasant (farmer) farms with sown areas of grain and industrial crops >2500 hectares, optimal for the rational use of machinery, with a high culture of agriculture, provided with material, technical and financial resources and leading profitable production. In 2016–2020, the analyzed group of highly productive varieties of cereals and industrial crops covered ~20% of the areas of agroecosystems at the current level of development of breeding, seed production and genetics, the use of mineral fertilizers and pesticides, as well as equipment with elements of information technology and precision agriculture. The prospects of expanding the group of crops in connection with the further improvement of the organization of breeding and seed production, the supply of fertilizers and pesticides based on the development of not only progressive drugs, but also created molecules of domestic active substances, in new conditions in connection with the tasks of food security of the country.

Key words: agroecosystem, plant protection, grain and industrial crops, peasant (farmer) farms, pesticides, breeding, seed production, agricultural enterprises, fertilizers.