

Анализ пестицидной нагрузки при возделывании зерновых культур в Алтайском крае

© 2022. Е. В. Калюта¹, к. х. н., доцент,
М. И. Мальцев¹, к. с.-х. н., зав. кафедрой,
Н. Г. Базарнова², д. х. н., профессор,

¹Алтайский государственный аграрный университет,
656049, Россия, г. Барнаул, пр. Красноармейский, д. 98,

²Алтайский государственный университет,
656049, Россия, г. Барнаул, пр. Ленина, д. 61,

e-mail: kalyuta75@mail.ru, bazarnova@chem.asu.ru

На основе статистических данных Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, Федеральной службы государственной статистики, а также Единой межведомственной информационно-статистической системы дан анализ динамики применения пестицидов при возделывании зерновых культур в Алтайском крае в период с 2010 по 2019 годы, установлено, что количество используемых средств защиты растений в регионе возросло и привело к увеличению пестицидной нагрузки на почву. В 2010 г. сельхозпроизводителями были закуплены гербициды на основе 45, а в 2019 г. – на основе 58 действующих веществ. Установлено, что на протяжении всего изученного периода наиболее востребованными гербицидами по действующему веществу являются глифосат (N-(фосфонометил)-глицин) и 2,4-дихлорфеноксиуксусная кислота. Количество закупленных препаратов на их основе варьировалось от 149 до 286 т, что составляет 67–75% от общего объема закупок гербицидных препаратов. В указанный период в регионе внесено 31–71 г/га основных гербицидов на единицу посевной площади, что в целом привело к повышению урожайности зерновых культур, при этом урожайность зерна варьировала от 0,9 до 1,6 т/га. Однако темпы роста применения пестицидов значительно превышают темпы роста урожайности. В соседних регионах Сибирского Федерального округа количество таких же внесённых препаратов выше по сравнению с Алтайским краем.

Ключевые слова: пестициды, глифосат, 2,4-дихлорфеноксиуксусная кислота, урожайность, зерновые культуры, Алтайский край.

Analysis of pesticide load in the Altai Region's cereal cropping

© 2022. Y. V. Kalyuta¹ ORCID: 0000-0002-5494-1354[†]

M. I. Maltsev¹ ORCID: 0000-0001-5178-5790[†]

N. G. Bazarnova² ORCID: 0000-0002-4539-2744[†]

¹Altai State Agricultural University,
98, Krasnoarmeyskiy Prospekt, Barnaul, Russia, 656049,

²Altai State University,
61, Prospekt Lenina, Barnaul, Russia, 656049,

e-mail: kalyuta75@mail.ru, bazarnova@chem.asu.ru

Based on the statistical data of the Federal Service for Hydrometeorology and Environmental Monitoring, the Federal State Statistics Service, and the Unified Interdepartmental Statistical Information System, this paper analyzes the dynamics of pesticide use in the Altai Region's cereal cropping from 2010 through 2019. It was found that the amount of plant protection products used in the Region increased and that increased the pesticide load on the soil. In 2010, the cereal crop growers purchased herbicides based on 45 active ingredients, and in 2019 – based on 58 ones. In 2019, the most commonly used products regarding the active ingredient were glyphosate, 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D), clopyralid, metolachlor, propisochlor, S-metolachlor, and tribenuron-methyl, while the products based on metsulfuron-methyl, MCPA (4-chloro-2-methylphenoxyacetic acid), pendimethalin and trifluralin became irrelevant. It was found that throughout the studied period the most requested herbicides regarding the active ingredient were glyphosate and 2,4-D. The amount of purchased products based on the above active ingredients ranged from 149 to 286 tons that accounted for 67–75% of the total volume of herbicide products. Throughout this period, 31–71 g per hectare of the basic

herbicides per unit of sown area were applied in the Region; generally, this led to increased cereal crop yields; the grain yields ranged from 0.9 to 1.6 tons per hectare. However, the increasing rates of pesticide application were much higher than the rates of yield increase. In the neighboring regions of the Siberian Federal District, the application volumes of the same pesticides were higher than in the Altai Region.

Keywords: pesticides, glyphosate, 2,4-dichlorophenoxyacetic acid, yield, cereal crops, Altai Region.

В Алтайском крае земли сельскохозяйственного назначения занимают 11,5 млн га, в том числе сельскохозяйственные угодья – 10,6 млн га, из них пашня – 6,6 млн га. Это самая большая площадь пашни в Российской Федерации (РФ). Посевные площади сельскохозяйственных культур в хозяйствах всех категорий ежегодно занимают 5,1–5,5 млн га, в том числе зерновые и зернобобовые культуры – до 3,8 млн га. Площадь технических культур в последние годы возросла ввиду диверсификации производства и превышает 1 млн га. Алтайский край является крупнейшим производителем зерна в РФ [1]. Для повышения продуктивности продукции растениеводства и снижения потерь при её выращивании аграриям приходится бороться с сорняками, болезнями и вредителями сельскохозяйственных культур. По данным станции защиты растений ежегодно в Алтайском крае вредителями и болезнями поражается около пятой части от общей площади посевов [2].

Потери урожая сельскохозяйственных культур в мировом земледелии по самым скромным прогнозам составляют от 24 до 46%. По мнению [3, 4], одним из основных, экономически обоснованным средством защиты растений в настоящее время является химический метод с использованием пестицидов. Несомненно, пестициды повышают урожайность сельскохозяйственных культур и способствуют более активному росту растений, но, с другой стороны, они негативно влияют на окружающую среду и здоровье человека [3, 4], состояние почвы [5, 6], могут являться причиной биологического обеднения рек [7] и снижения видового разнообразия растений, животных, птиц, особенно вследствие уничтожения сорняков и насекомых, которые являются важными элементами пищевой цепи [8]. Многие ядохимикаты способны длительное время сохраняться в почве, поэтому при длительном применении они могут постепенно накапливаться в пахотном слое. Кроме того, невозможно предсказать долгосрочные последствия сопутствующего воздействия на окружающую среду пестицидов и загрязняющих веществ, присутствующих в воздухе и воде [9].

На государственном уровне контроль в области безопасного обращения с пестицидами и агрохимикатами осуществляется уполномоченными федеральными органами исполнительной власти. Однако с 1 августа 2011 г. Федеральным законом от 18.07.2011 № 242-ФЗ были внесены изменения в статью 15 Федерального закона от 19.07.1997 № 109-ФЗ «О безопасном обращении с пестицидами и агрохимикатами», вследствие чего с Россельхознадзора и Министерства сельского хозяйства были сняты полномочия по контролю применения пестицидов, в том числе по контролю состояния почв сельскохозяйственных угодий после применения ядохимикатов. Эти изменения нашли отражение в документе, утверждённом 24 декабря 2015 г. Приказом № 664 Министерством сельского хозяйства РФ «Порядок осуществления государственного мониторинга земель сельскохозяйственного назначения» (зарегистрирован Минюстом России 21 марта 2016 г., Регистрационный № 41470). Согласно принятым документам, при оценке состояния земель сельскохозяйственного назначения проводится мониторинг состояния их плодородия. Однако прямых указаний на необходимость проведения мониторинга загрязнения почв пестицидами в новом документе не было. Правовые основы в области обеспечения безопасного обращения с пестицидами, в том числе, с их действующими веществами, а также с агрохимикатами в Алтайском крае регулирует закон Алтайского края от 6 марта 2000 г. № 16-ЗС «О безопасном обращении с пестицидами и агрохимикатами». Согласно данному закону, организация и проведение ведомственного лабораторного контроля над содержанием остаточных количеств пестицидов в почве, сельскохозяйственной продукции, воздухе рабочей зоны при возделывании сельскохозяйственных культур с использованием пестицидов, а также при хранении и реализации сельскохозяйственной продукции входит в обязанности юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, работающих в этой области.

Фактически рынок оборота и применения особо опасных пестицидов (ООП) в России с 2011 г. перестал контролироваться

ся государственными органами, что привело к увеличению применения химических средств в сельском хозяйстве [10]. В Государственном каталоге пестицидов и агрохимикатов, разрешённых к применению на территории РФ, на начало 2020 г. зарегистрировано 652 единицы разрешённых к применению препаративных форм пестицидов (отдельных и смешанных по действующему веществу) [11]. Это значительно больше, чем было разрешено к применению в предыдущие годы. При этом 106 пестицидов по действующим веществам (д. в.) входят в список особо опасных пестицидов, согласно критериям Сети действий против пестицидов (PAN), 38 из них не прошли регистрацию или запрещены в разных странах мира. Анализ состояния загрязнения пестицидами объектов природной среды РФ постоянно осуществляется только сетевыми подразделениями Росгидромета. Обобщённые результаты обследования почв России на содержание в них остаточных количеств (ОК) пестицидов публикуются в ежегодных отчётах Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Таким образом, в современных условиях хозяйствования система учёта применения пестицидов не даёт полной информации о фактической пестицидной нагрузке на окружающую среду РФ [12, 13].

Целью настоящей работы являлось изучение динамики применения пестицидов при возделывании зерновых культур в Алтайском крае за последние 10 лет и выявление их влияния на урожайность.

Объекты и методы исследования

Объектом исследования послужили пестициды, применяемые при возделывании зерновых культур в Сибирском федеральном округе. Анализ динамики применения пестицидов при возделывании зерновых культур проведён на основе статистических данных Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, приведённых в ежегодниках «Мониторинг пестицидов в объектах природной среды Российской Федерации» (издательство «ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун») за 2010–2019 гг. Урожайность зерновых культур рассчитывали, используя данные Федеральной службы государственной статистики [14] и Единой межведомственной информационно-статистической системы [15] по валовому сбору и посевной площади зерновых культур.

Результаты и обсуждение

По данным Росгидромета в Алтайском крае в период с 2010 по 2019 г. значительно увеличилось количество пестицидов, используемых при выращивании сельскохозяйственных культур. Большая часть химических средств защиты относится к гербицидам, применяемым в борьбе с сорняками и засорителями посевов культурных растений. Так, в 2010 г. сельхозпроизводителями были закуплены гербициды на основе 45 д. в., а в 2019 г. – на основе 58 д. в. Наиболее используемыми по д. в. к 2019 г. стали N-(фосфонометил)-глицин (глифосат), 2,4-дихлорфеноксиуксусная кислота (2,4-Д), клопиралид, метамитрон, пропизохлор, С-метолахлор, трибенурон-метил, а препараты на основе метсульфурон-метила, 2-метил-4-хлорфеноксиуксусной кислоты (МЦПА), пендиметалина и трифлуралина утратили свою актуальность (рис. 1).

Лидерами в списке наиболее востребованных гербицидов по д. в. на протяжении последних 10 лет в Алтайском крае и в соседних регионах Сибирского федерального округа (СФО) остаются два: глифосат и 2,4-Д. Количество закупленных препаратов на их основе в Алтайском крае в разные годы варьировало от 149 до 286 т, что составляет 67–75% от общего объёма (рис. 2).

По данным Единой межведомственной информационно-статистической системы (ЕМИСС) и Федеральной службы государственной статистики в Алтайском крае с 2010 по 2019 гг. было применено 31–71 г/га основных гербицидных препаратов на единицу общей посевной площади. В соседних же регионах СФО количество внесённых препаратов на основе глифосата и 2,4-Д значительно выше (рис. 3).

Большую часть общей посевной площади во всех регионах занимают посевы зерновых культур. В первую очередь, именно эти поля обрабатываются гербицидными препаратами, чтобы получить высокие урожаи. На рисунке 4 представлена динамика изменения урожайности зерновых культур в Алтайском крае и соседних регионах СФО с 2010 по 2019 гг.

Из статистических данных следует, что в целом урожайность зерновых культур в Алтайском крае и соседних регионах СФО растёт. Значительное снижение показателей производства зерна в 2012 г. связано с неблагоприятными погодными условиями. В зимний сезон 2012 г. наблюдалась значительная гибель озимых, а также низкий урожай вслед-

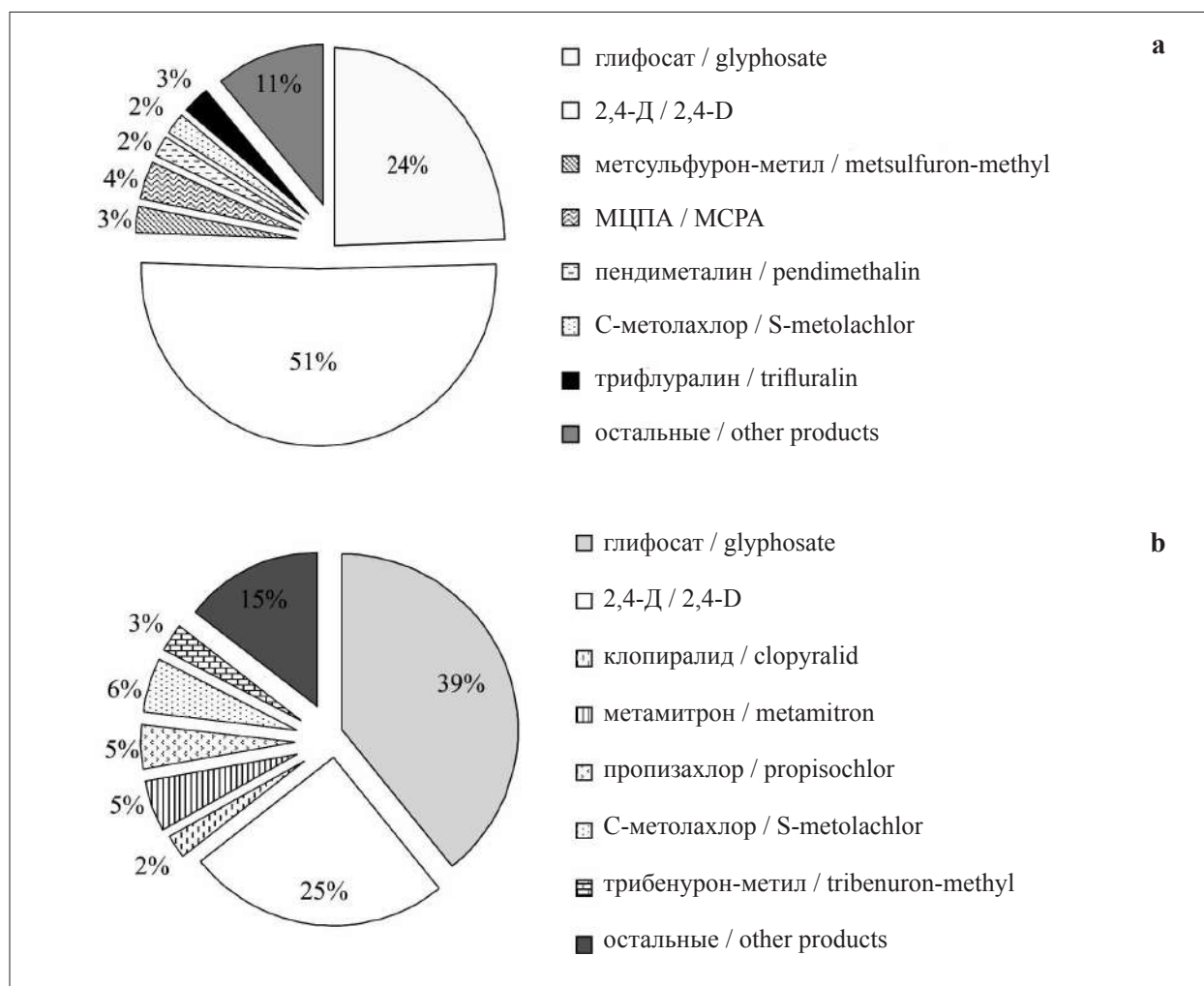


Рис. 1. Количество применённых гербицидных препаратов в Алтайском крае: а) в 2010 г., б) в 2019 г.
 Fig. 1. The amounts of herbicides applied in the Altai Region: a) in 2010, b) in 2019

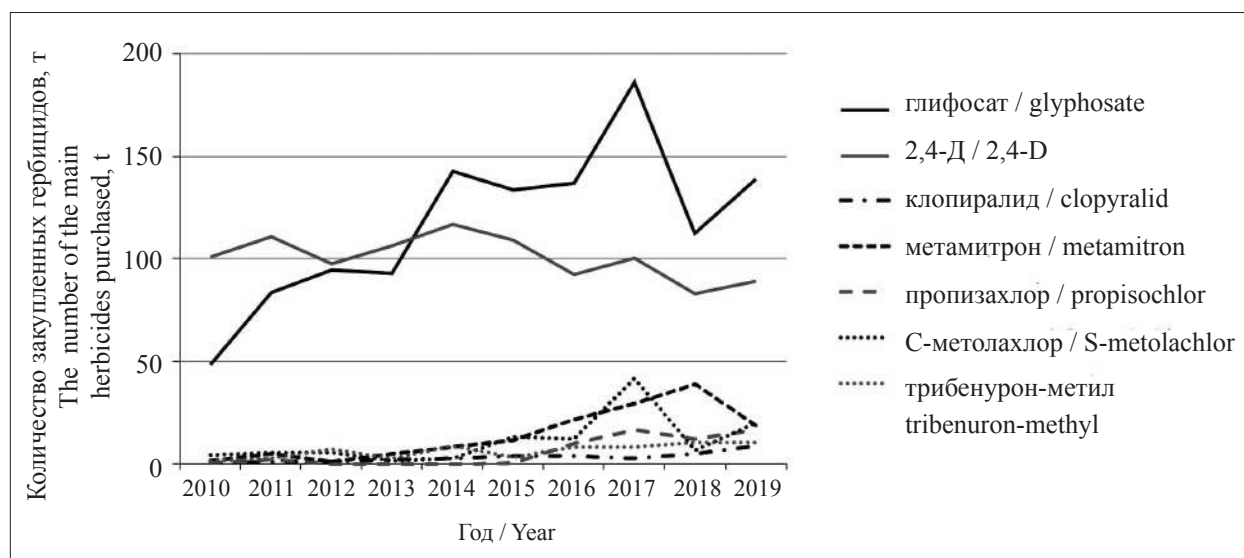


Рис. 2. Динамика закупок основных гербицидов по действующему веществу в Алтайском крае с 2010 по 2019 гг.
 Fig. 2. Purchase dynamics of the main herbicides regarding the active ingredient in the Altai Region from 2010 through 2019

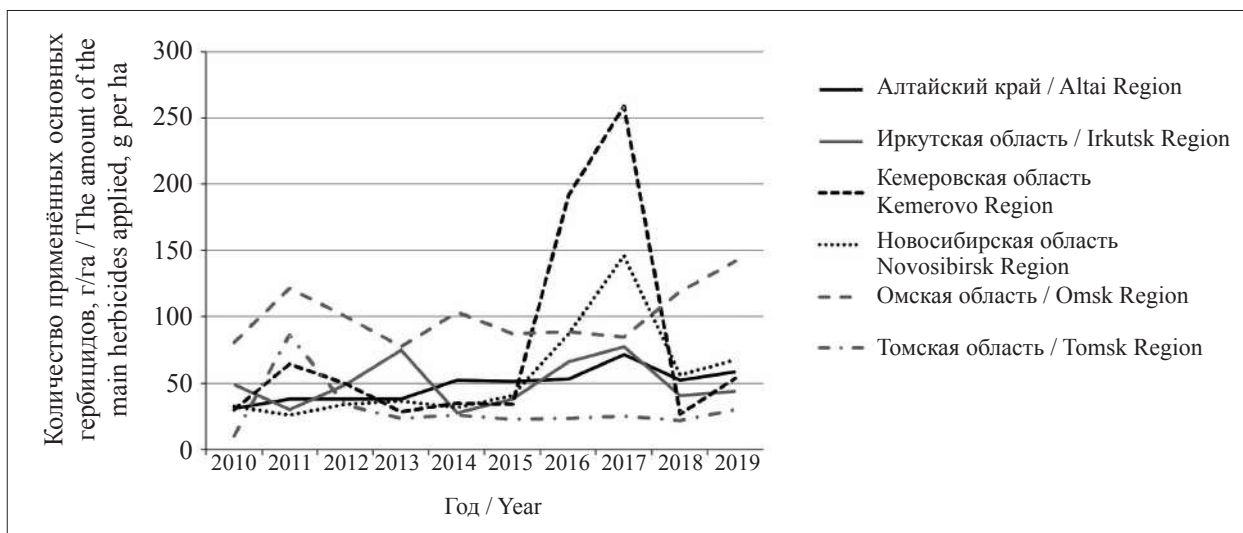


Рис. 3. Динамика применения основных гербицидов в отдельных регионах Сибирского Федерального округа с 2010 по 2019 гг. (на единицу общей посевной площади)
Fig. 3. Application dynamics of the main herbicides in certain regions of the Siberian Federal District from 2010 through 2019 (per unit of total sown area)

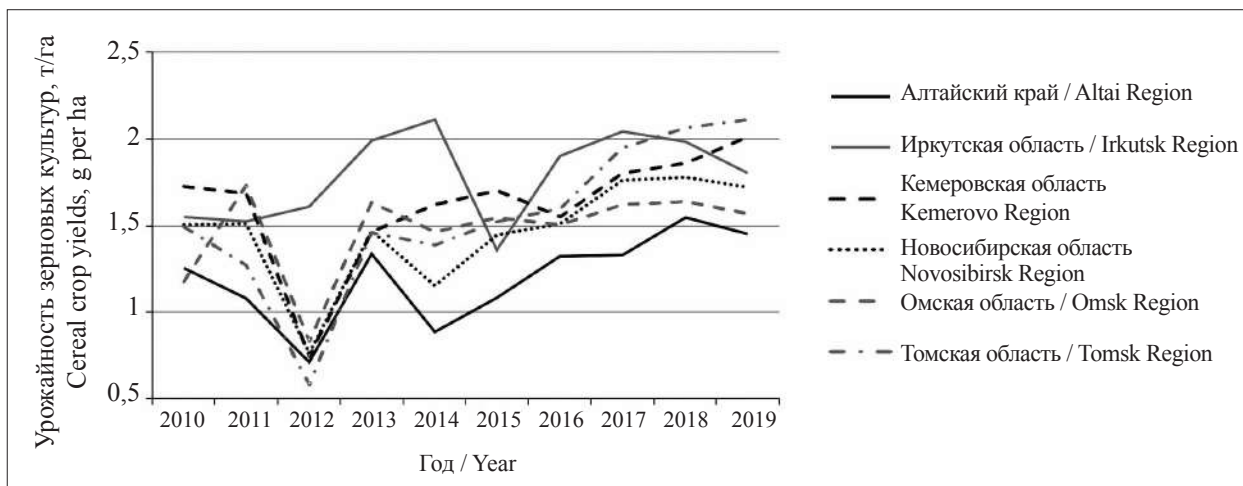


Рис. 4. Динамика изменения урожайности в отдельных регионах Сибирского Федерального округа с 2010 по 2019 гг.
Fig. 4. Yield change dynamics in certain regions of the Siberian Federal District from 2010 through 2019

ствие весенне-летней засухи [16]. Влияние засухи 2012 г. на урожайность яровой пшеницы было самым жёстким, начиная с 2000 г.

Из анализа данных, приведённых на рисунках 3 и 4, следует, что не всегда увеличение объёма внесения гербицидов приводит к существенному повышению урожайности. Так, в период с 2010 по 2019 гг. (за исключением 2012 г.) в Алтайском крае и соседних регионах СФО зерновых культур было собрано от 1,3 до 1,9 т/га. В среднем рост урожайности не превышал 32%. В Алтайском крае урожайность зерна варьировала от 0,9 до 1,6 т/га. В то же время за данный период в среднем по округу объём внесённых гербицидов увеличился в 4 раза (от

34 до 130 г/га). Минимальное значение данного показателя в Алтайском крае (увеличение в 2,3 раза), максимальное – в Кемеровской области (увеличение в 9,6 раза), т. е. темпы роста применения пестицидов значительно превышают темпы роста урожайности. Наши результаты согласуются с данными авторов [17], которые провели анализ пестицидной нагрузки на гектар пашни Кемеровской области за период с 2003 по 2014 гг. Общая пестицидная нагрузка на сельскохозяйственную территорию за рассматриваемый период в этом регионе имела повышенные показатели (0,34 кг/га) по сравнению с аналогичным показателем по всей Западной Сибири (не более 0,19 кг/га).

Ежегодно в Кемеровской области остаточные количества пестицидов обнаруживаются в пробах продуктов питания, продовольственного сырья, воды хозяйственно-питьевого назначения, почвы и воздуха рабочей зоны. В почве пестициды в количестве выше ПДК обнаруживаются в пробах, отобранных с территорий, прилегающих к складам ядохимикатов. Среди обнаруженных препаратов в сельскохозяйственной продукции и объектах окружающей среды наибольший удельный вес приходится на производные хлорорганических пестицидов. Авторами исследования сделан вывод, что широкое использование агрохимикатов в Кемеровской области приводит к загрязнению почв, природных вод и сельскохозяйственной продукции остаточными количествами пестицидов, что увеличивает возможность негативного воздействия на здоровье людей и состояние объектов окружающей среды.

Безусловно, повышение урожайности связано с применением средств защиты растений. В то же время возрастающее количество используемых пестицидных препаратов увеличивает опасность гибели популяций других растений и отравления животных, человека, а также приводит к загрязнению окружающей среды. Использование пестицидов при выращивании культурных растений сопровождается риском загрязнения сельскохозяйственных земель, водоёмов и воздушного бассейна, сохранения остаточного количества пестицидов в товарной продукции. Поэтому в современном сельском хозяйстве необходимо обоснование и разработка механизма повышения экологической безопасности химических способов защиты растений, так как за последние 20 лет количество используемых средств защиты, например, в Алтайском крае возросло на 30%, что привело к увеличению пестицидной нагрузки на почву до 77% [18].

К сожалению, пока Россия не рассматривает вопрос о снижении пестицидной нагрузки на сельскохозяйственные земли. При этом несовершенство нормативно-правового регулирования сегмента привело к появлению большого количества фальсифицированной и контрафактной продукции, объём которой оценивается в 85–100 млн долларов в год [10].

В связи со сложившейся ситуацией, по инициативе Минсельхоза контроль над обращением пестицидов и агрохимикатов после длительного перерыва вернули Россельхознадзору (Федеральный закон от 30 декабря 2020 г № 522-ФЗ). Кроме того, 1 января 2020 г. вступил в силу Федеральный закон об орга-

нической (экологически чистой) продукции в России (Федеральный закон от 03.08.2018 г. № 280-ФЗ). Документ формирует нормативно-правовую базу для выпуска и предложения в России продукции, принципы производства которой исключают использование агрохимикатов, пестицидов, антибиотиков, стимуляторов роста, откорма животных, гормональных препаратов, генно-модифицированных организмов и т. д.

Заключение

Проведённый анализ пестицидной нагрузки при возделывании зерновых культур показывает, что отмечается тенденция к увеличению как ассортимента применяемых препаратов, так и их объёмов. Если в 2010 г. сельхозпроизводителями в Алтайском крае были закуплены гербициды на основе 45 наименований по д. в., то в 2019 г. – 58. Наиболее востребованными гербицидами по д. в. до сих пор являются глифосат и 2,4-Д. Количество закупленных препаратов на их основе в разные годы варьировало от 149 до 286 т, что составляет 67–75% от общего объёма закупок. За предыдущие 10 лет в Алтайском крае было внесено 31–71 г/га основных гербицидов на единицу посевной площади зерновых культур, при этом урожайность зерна варьировала от 0,9 до 1,6 т/га. В соседних регионах СФО количество таких же внесённых препаратов значительно выше. Возможно, это не всегда оправдано, так как темпы роста применения пестицидов значительно превышают темпы роста урожайности.

В настоящее время аграрии при борьбе с сорняками, болезнями и вредителями в большинстве случаев используют только химический метод защиты растений с использованием пестицидов. Однако чрезмерное и бесконтрольное применение агрохимикатов несёт угрозу продовольственной безопасности, ухудшает экологическое состояние агробиоценозов. Кроме того, в недалеком будущем может сложиться ситуация, когда продолжающееся увеличение использования пестицидов будет приводить не к повышению урожайности, а к значительному загрязнению окружающей среды. Нужно помнить, что химический метод защиты растений от вредных объектов не является единственным. При возделывании сельскохозяйственных культур необходимо применять и другие меры борьбы (севообороты, соответствующие способы и приёмы обработки почвы, сроки и нормы

посева и др.). Для повышения урожайности пшеницы можно использовать также микробиологические удобрения на основе штаммов живых микроорганизмов и их спор [19] или различные природные средства борьбы с вредителями, привлекая птиц и других позвоночных, которые отпугивают вредителей от сельскохозяйственных культур [20].

References

1. Kalyuta E.V., Maltsev M.I., Markin V.I., Mashkina E.I. Influence of preparations obtained from carboxymethylated vegetable raw materials on growth processes, yield and biochemical parameters of wheat grain // *Chemistry of Vegetable Raw Materials*. 2021. No. 2. P. 361–368. doi: 10.14258/jcprm.2021029732
2. Zadorozhny O.G., Sutorikhin I.A. Nature management in the application of pesticides in agriculture of the Altai Territory // *Polzunovsky Vestnik*. 2005. No. 4. P. 142–147 (in Russian).
3. Damalas C.A., Eleftherohorinos I.G. Pesticide exposure, safety issues, and risk assessment indicators // *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2011. No. 8 (12). P. 1402–1419 [Internet resource] <http://www.mdpi.com/1660-4601/8/5/1402> (Accessed: 15.04.2021).
4. Pandya I.Y. Pesticides and their applications in agriculture // *Asian Journal of Applied Science and Technology (AJAST) (Open Access Quarterly International Journal)*. 2018. No. 2. P. 894–900.
5. Ashikhmina T.Ya., Kolupaev A.V., Shirokikh A.A. Biotransformation of pesticides in terrestrial ecosystems (literature review) // *Theoretical and Applied Ecology*. 2010. No. 2. P. 4–12 (in Russian). doi: 10.25750/1995-4301-2010-2-004-012
6. Domracheva L.I., Ashikhmina T.Ya., Kondakova L.V., Berezin G.I. The reaction of soil microbiota to the action of pesticides (review) // *Theoretical and Applied Ecology*. 2012. No. 3. P. 4–18 (in Russian). doi: 10.25750/1995-4301-2012-3-004-018
7. Thomas K.V., Hurst M.R., Matthiessen P., Sheahan D., Williams R.J. Toxicity characterisation of organic contaminants in stormwaters from an agricultural headwater stream in south east England // *Water Research*. 2001. No. 10. P. 2411–2416. doi: 10.1016/S0043-1354(00)00535-2
8. Rogozin M.Yu., Beketova E.A. Ecological consequences of the use of pesticides in agriculture // *Young Scientist*. 2018. No. 25 (211). P. 39–43 (in Russian).
9. Aktar W., Sengupta D., Chowdhury A. Impact of pesticides use in agriculture: their benefits and hazards // *Interdisciplinary Toxicology*. 2009. No. 2. P. 1–12. doi: 10.2478/v10102-009-0001-7
10. Country review of the production and use of particularly dangerous pesticides in Russia. Moskva: Center “Eco-Consent”, 2020. 44 p. (in Russian).
11. State catalog of pesticides and agrochemicals permitted for use on the territory of the Russian Federation [Internet resource] <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=EXP&n=750664#002183486580496763> (Accessed: 15.04.2021).
12. Yearbook “State of pesticide pollution of the natural environment of the Russian Federation in 2019”. Obninsk: FSBI “SPA “Typhoon”, 2020. 90 p. (in Russian).
13. State report “On the state of sanitary and epidemiological well-being of the population in the Russian Federation in 2019” [Internet resource] https://www.rosпотребнадзор.ru/documents/details.php?ELEMENT_ID=14933 (Accessed: 10.04.2021).
14. Unified Interdepartmental Information and Statistical System (EMISS) [Internet resource] <https://www.fedstat.ru/indicator/31328> (Accessed: 08.04.2021).
15. Federal State Statistics Service [Internet resource] https://rosstat.gov.ru/enterprise_economy?print=1 (Accessed: 08.04.2021).
16. Strashnaya A.I., Birman B.A., Bereza O.V. On the features of the 2012 drought in the Urals and Western Siberia and its impact on the yield of spring grain crops // *Hydrometeorological Studies and Forecasts*. 2018. No. 2. P. 154–169 (in Russian).
17. Kozhevnikov N.V., Zaushintsena A.V. Analysis of the use of pesticides in the Kemerovo region // *Bulletin of the Kemerovo State University*. 2015. No. 4 (64). P. 35–41 (in Russian).
18. Udartseva O.V. Research of various technologies for applying pesticides used in the Altai Territory // *Fundamental Research*. 2011. No. 8. P. 185–187 (in Russian).
19. Ivanova I.Yu., Dementyev D.A. The influence of microbiological preparations on the yield of spring soft wheat // *Theoretical and Applied Ecology*. 2021. No. 2. P. 128–133 (in Russian). doi: 10.25750/1995-4301-2021-2-128-133
20. Lindell C., Eaton R.A., Howard P.H., Roels S.M., Shave M.E. Enhancing agricultural landscapes to increase crop pest reduction by vertebrates // *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 2018. No. 257. P. 1–11. doi: 10.1016/j.agee.2018.01.028