

АДАПТАЦИИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ И ИММУНИТЕТ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР К БОЛЕЗНЯМ И ВРЕДИТЕЛЯМ

ADAPTATIONS IN AGRICULTURE AND IMMUNITY OF AGRICULTURAL CULTURES TO DISEASES AND PESTS

Трофимов И.А.¹, Трофимова Л.С.¹, Яковлева Е.П.¹, Емельянов А.В.², Скрипникова Е.В.²

¹ Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса
141055, Россия, г. Лобня, ул. Научный городок, 1
E-mail: viktrofi@mail.ru

² Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина Институт математики, естественных и информационных технологий
392008, Россия, г. Тамбов, Комсомольская площадь, д. 5.
E-mail: elena.sk@mail.ru

Адаптивное, дифференцированное использование природных и антропогенных ресурсов, ландшафто- и биосферосо-вместимость, биологизация и экологизация земледелия и растениеводства ориентированы на обеспечение продовольственной и экологической безопасности сельского хозяйства, гармонизацию отношений Природы и Человека в процессе рационального природопользования. Это необходимо для сохранения продуктивного долголетия сельскохозяйственных земель, агроэкосистем и агроландшафтов. Адаптации, биологизация и экологизация в сельском хозяйстве — стратегический путь создания здоровой среды обитания для человека, животных и сельскохозяйственных культур, повышения их иммунитета к болезням и вредителям. Адаптивно-интегрированная защита растений, агроценозов и урожая от вредных организмов — это важнейшая составляющая любой агроэкосистемы, учитывающая ее зональные и природно-климатические особенности и приспособленность к ним. Здоровые экосистемы и ландшафты, здоровая почва сами защищаются от инфицирования фитопатогенами и очищаются от органических поллютантов. Только они способны стабильно и эффективно производить экологически чистую продукцию. Здоровая среда обитания является необходимым условием укрепления иммунитета, повышения устойчивости сельскохозяйственных культур к болезням и вредителям. Вероятность загрязнения используемыми синтетическими пестицидами экосистем и продуктов питания является высокой. Об этом свидетельствуют снижение видового разнообразия фауны и флоры в интенсивно эксплуатируемых агроландшафтах, испарение и перенос пестицидов на большие расстояния, загрязнение ими грунтовых и поверхностных вод, отрицательного влияния на здоровье окружающей среды, растений, животных, микроорганизмов и человека. Соблюдение требований рационального природопользования, охраны окружающей среды, биоразнообразия и оптимизации управления агроландшафтами становится одним из основных условий повышения продуктивного долголетия агроэкосистем, повышения их иммунитета к болезням и вредителям, эффективности сельскохозяйственного производства.

Ключевые слова: адаптации, биологизация, экологизация, иммунитет, здоровые агроэкосистемы, сельское хозяйство.

Для цитирования: Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П., Емельянов А.В., Скрипникова Е.В. АДАПТАЦИИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ И ИММУНИТЕТ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР К БОЛЕЗНЯМ И ВРЕДИТЕЛЯМ. Аграрная наука. 2019; (2): 24–28.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2019-326-2-24-28>

Trofimov I.A.¹, Trofimova L.S.¹, Yakovleva E.P.¹, Yemelyanov A.V.², Skripnikova E.V.²

¹ Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology
E-mail: viktrofi@mail.ru

² Tambov Derzhavin State University, Institute of Mathematics, Natural Sciences and Information Technologies
E-mail: elena.sk@mail.ru

Adaptive, differentiated use of natural and anthropogenic resources, landscape and biosphere compatibility, biologization and greening of agriculture and crop production are focused on ensuring food and ecological safety of agriculture, harmonization of the relations of Nature and Man in the process of rational nature management. This is necessary to preserve the of productive longevity agricultural land, agro-ecosystems and agricultural landscapes. Adaptation, biologization and greening in agriculture is a strategic way to create a healthy habitat for humans, animals and crops, and to increase their immunity to diseases and pests. Adaptive-integrated protection of plants, agrocenoses and crops from harmful organisms is the most important component of any agro-ecosystem, taking into account its zonal, natural-climatic, landscape-ecological features and adapted to them. Healthy ecosystems and landscapes, healthy soil are protected from plants pathogens and cleaned of organic pollutants. Only they are able to consistently and effectively produce environmentally friendly products. A healthy habitat is a necessary condition for strengthening immunity, increasing the crops resistance to diseases and pests. Contamination probability of used synthetic pesticides to ecosystems and food is high. Pollution leads to a decrease in the fauna and flora species diversity in intensively exploited agricultural landscapes, evaporation and transport of pesticides over long distances, contamination of ground and surface waters, and negative effects on the health of the environment, plants, animals, microorganisms and humans. Compliance with the requirements of environmental management, environmental protection, biodiversity and optimization of agrolandscape management is becoming one of the main conditions for increasing the productive longevity of agro-ecosystems, increasing their immunity to diseases and pests, and the efficiency of agricultural production.

Key words: adaptation, biologization, greening, immunity, healthy agroecosystems, agriculture.

For citation: Trofimov I.A., Trofimova L.S., Yakovleva E.P., Yemelyanov A.V., Skripnikova E.V. ADAPTATIONS IN AGRICULTURE AND IMMUNITY OF AGRICULTURAL CULTURES TO DISEASES AND PESTS. Agrarian science. 2019; (2): 24–28. (In Russ.)

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2019-326-2-24-28>

В сельскохозяйственном производстве стремление получать быструю выгоду и максимальную прибыль часто находится в противоречии с созданием здоровой среды обитания, устойчивых агроландшафтов, сохранением плодородия почв, производством высококачественной пищи, повышением здоровья населения и иммунитета сельскохозяйственных культур к болезням и вредителям.

Школа академика А.А. Жученко — лидера российской и мировой сельскохозяйственной, биологической и экологической науки, это школа адаптации к условиям среды и адаптивной интенсификации сельского хозяйства [1–3].

Адаптивная интенсификация сельского хозяйства базируется на принципах многоуровневой и многофакторной адаптации, активной и пассивной адаптации. Принцип многоуровневой и многофакторной адаптации — адаптивная интенсификация сельского хозяйства должна осуществляться на разных уровнях (молекулярно-генетическом, организменном, популяционном, ценоотическом, ландшафтном и биосферном), охватывая все уровни и все стороны (факторы) изучаемых объектов, поскольку игнорирование той или иной информации об агроэкосистемах ведет к нарушению принципа адаптации [4–6].

Адаптации, биологизация и экологизация в сельском хозяйстве — стратегический путь создания здоровой среды обитания для человека, животных и сельскохозяйственных культур, повышения их иммунитета к болезням и вредителям. Создание здоровой среды обитания для человека, животных и сельскохозяйственных культур, предполагает гармонизацию отношений человека и природы, рациональное природопользование, разработку и освоение дифференцированных систем земледелия и растениеводства, максимально адаптированных к конкретным агроклиматическим, ландшафтными, экологическим, почвенным, растительным, социальным и экономическим условиям агроэкосистем территорий разных уровней (от экономических районов и субъектов Российской Федерации до административных районов и хозяйств). Особенно остро это необходимо в жестких условиях рыночной экономики, при острой нехватке средств и материальных ресурсов. Решение проблемы интенсификации сельского хозяйства, в т.ч. земледелия, растениеводства, кормопроизводства, животноводства должно базироваться на максимальном использовании природно-климатических ресурсов, биологических и экологических факторов [7–9].

Адаптивно-интегрированная защита растений, агроценозов и урожая от вредных организмов — это важная составляющая любой агроэкосистемы, учитывающая ее зональные, природно-климатические, ландшафтно-экологические особенности и приспособленность к ним. Устойчивость посевов и насаждений к биотическим стрессорам базируется на обязательном учете локальных факторов агроландшафта (микрорельефа, микроклимата, почвы и т.п.), на агробиологическом контроле и порогах вредоносности, на фитосанитарном мониторинге и прогнозировании потерь урожая от вредных видов. Знание их реакции на конкретные факторы и использование последних в защите агроценозов от биотических стрессоров «... представляет одно из основных звеньев адаптивно-интегрированной системы» и устойчивое производство продукции растениеводства [2, 10–12].

Здоровая экосистема, здоровая почва сами защищаются от инфицирования фитопатогенами и очищают-

ся от органических поллютантов. Только они способны стабильно и эффективно производить экологически чистую продукцию. Здоровая почва способна защищать от загрязнения сопряженные с ней компоненты ландшафта. Оздоровление почв, обеспечение посевов научно обоснованными дозами удобрений и средствами защиты растений — важнейший фактор повышения культуры земледелия и стабилизации продуктивности растениеводства. Рациональное использование минеральных и органических удобрений, мелиорантов, экологических средств защиты растений позволит сберечь и оздоровить наши почвы, приостановить их истощение, повысить производство растениеводческой продукции [10].

Здоровая среда обитания является необходимым условием укрепления иммунитета, повышения устойчивости сельскохозяйственных культур к болезням и вредителям. Несмотря на утверждения о якобы экологической и пищевой безопасности остатков большинства используемых синтетических пестицидов, вероятность загрязнения ими продуктов питания остается высокой. Об этом, в частности, свидетельствуют снижение видового разнообразия фауны и флоры в техногенно-интенсивных агроландшафтах (их биотическое опустынивание), испарение и перенос пестицидов на большие расстояния, загрязнение ими грунтовых и дождевых вод, отрицательного влияния на здоровье окружающей среды, растений, животных, микроорганизмов и человека [1–3].

При конструировании адаптивных агроэкосистем и агроландшафтов наиболее перспективен эволюционно-аналоговый подход. Организация земледелия, растениеводства и животноводства в агроэкосистемах и агроландшафтах наиболее целесообразна на принципах функционирования естественных экосистем, гармонизации отношений природы и человека.

Гармонизация отношений Природы и Человека осуществляется в процессе рационального природопользования в сельском хозяйстве, сбалансированном развитии отечественного растениеводства, животноводства, земледелия, структуры посевных площадей, севооборотов и агроландшафтов. Это необходимо для сохранения продуктивного долголетия сельскохозяйственных земель, агроэкосистем и агроландшафтов.

Гармонизация отношений Природы и Человека в процессе рационального природопользования основано на принципах сбалансированного взаимодействия Человека и Природы, ландшафтно-экологического баланса, оптимального функционирования, ландшафтных границ, экологического каркаса, агроландшафтного управления, биоразнообразия, экологизации, эстетики [4–6].

Принцип сбалансированного взаимодействия Человека и Природы ориентирует на сохранение природных экосистем, ценных сельскохозяйственных земель и плодородия почв возможно только при создании благоприятных условий для функционирования агроландшафтов, обеспечения сбалансированности продуктивных и протективных агроэкосистем, активной жизнедеятельности основных почвообразователей — многолетних трав и микроорганизмов, благоприятных условий для почвообразования и развития почвенной биоты

Принцип ландшафтно-экологического баланса — при управлении и конструировании агроэкосистем необходимо поддерживать гармоничное равновесие между средостабилизирующими и средонарушающими элементами структуры агроландшафта для обеспечения его устойчивости.

В мире накоплен значительный опыт биологизации и экологизации земледелия, рационального использования и улучшения природных кормовых угодий, создания сеяных сенокосов и пастбищ.

Особое место в процессах биологизации и экологизации сельского хозяйства занимают травосеяние с целью создания культурных пастбищ, интенсификация использования сенокосов, оптимальное сочетание полевого и лугопастбищного кормопроизводства.

Адаптивность, биологизация и экологизация сельского хозяйства связаны с многолетними травами и травяными экосистемами, которые являются основными почвообразователями и обеспечивают устойчивость сельскохозяйственных земель к воздействию климата и негативных процессов, защищают их от воздействия стихий (засух, эрозии, дефляции).

Многолетние травы и травяные экосистемы в значительной степени обеспечивают продуктивность всех сельскохозяйственных культур и сохранение используемых в сельском хозяйстве земельных и почвенных ресурсов, которые являются важнейшими показателями продовольственной безопасности России. Недостаточная их доля в структуре посевных площадей и севооборотов не обеспечивает эффективную защиту сельскохозяйственных земель от воздействия засух, эрозии, дефляции и дегумификации.

Многолетние травы играют важнейшую роль в почвообразовании, снабжают почвы достаточным количеством необходимого для образования почвенной структуры перегноя и кальция и обеспечивают создание достаточно мощного структурного слоя почвы.

Ведущая роль в биологизации и экологизации интенсификационных процессов в растениеводстве принадлежит однолетним и многолетним бобовым травам, а также зернобобовым культурам. Связано это с тем, что при обычных для умеренной зоны потерях гумуса под зерновыми культурами в условиях равнинного рельефа, составляющих в течение года в среднем около 620 кг/га, с помощью бобовых предшественников может быть восстановлено около 300 кг/га, т.е. почти половина, а в течение 2-х лет — восстановлено полностью [13–15].

Сидеральный пар (с возделыванием в качестве сидератов многолетних трав) равноценен внесению 10–15 т/га навоза. Важно учитывать и то, что в результате селекции границы некоторых бобовых культур (клевера, люцерны, гороха, пелюшки и др.) продвинулись далеко на север. В целом же при длительном выращивании многолетних бобовых растений энергонасыщенность почвы за счет накопления гумуса может быть повышена до 200–250 МДж/га.

Необходимость значительного увеличения продуктивности кормовых культур, включая их более масштабное и эффективное использование, особенно актуальна в России, где концентратный тип кормления (приводящий к неоправданно высокому расходу зерна на единицу животноводческой продукции) начиная с 1980-х гг. стал преобладающим. Роль травосеяния в условиях России усиливается и тем, что наша страна является центром наибольшего видового и экотипического полиморфизма кормовых культур. При этом к потенциально пригодным в кормопроизводстве относится около 400 видов растений [13–15].

Травосеяние, так же как и уход за сенокосами и пастбищами, обеспечивает наиболее быструю, а значит, и эффективную окупаемость материальных и трудовых затрат.

О возможностях увеличения видового разнообразия агроэкосистем и агроландшафтов, особенно кормо-

вых, свидетельствуют многочисленные данные. Так, из произрастающих на сенокосах и пастбищах России более 10 тыс. видов растений, в т.ч. 565 мотыльковых (бобовых) видов, 506 мятликовых (злаковых) и 583 астровых (сложноцветных), изучено в кормовом отношении 4730 видов (менее 50%) и лишь 80 из них введены в культуру. Всего же на территории России зарегистрировано 1850 видов бобовых, из которых большая часть представлена многолетними травами. Поэтому одной из важнейших задач отечественного растениеводства, в т.ч. селекции, является дальнейшее изучение природной флоры с целью более широкого использования новых и уже известных ценных кормовых и других видов растений [13–15].

Для современного сельского хозяйства характерны переход к севооборотам с короткой ротацией и даже монокультуре, специализация на возделывании ограниченного числа видов растений, широкое распространение генетически однотипных сортов и гибридов. При этом традиционной агрономической догме, рассматривающей повышение плодородия почвы и поддержание экологического равновесия в агроэкосистемах как результат чередования культур, противопоставляется техногенный подход.

В сложившейся стратегии интенсификации сельского хозяйства, в т.ч. земледелия, растениеводства и животноводства, деятельности сельскохозяйственных производителей преобладают не естественнонаучные приоритеты устойчивого развития экологически чистого сельского хозяйства и сохранения продуктивного долголетия агроэкосистем, а конъюнктурно-рыночные приоритеты получения быстрой выгоды.

Однако, как показывают многочисленные данные, такой односторонний подход не только обуславливает экспоненциальный рост затрат невозполнимой энергии на каждую дополнительную единицу продукции, но и представляет реальную опасность для сохранения природной среды и поддержания экологического равновесия биосферы. Преимущественно химико-техногенная интенсификация земледелия и растениеводства и узкая специализация хозяйств сопровождаются также разрушением и снижением разнообразия естественных элементов ландшафта, снижением биоразнообразия природных биоценозов, исчезновением многих природных видов растений и животных.

Широкое применение пестицидов в результате разрушения механизмов и структуры биоценотической саморегуляции в агроэкосистемах приводит и к появлению более агрессивных и вредоносных популяций патогенов, насекомых и сорняков. Если при монокультуре неизбежна односторонняя утилизация элементов минерального питания, то при адаптивном чередовании культивируемых видов растений в продукционный процесс вовлекаются элементы питания разных горизонтов почвы, в т.ч. труднодоступные.

Так, посевы бобово-злаковых (клеверо-тимофеечных) смесей более равномерно используют всю толщу почвы и подпочвы, люпин и гречиха значительно повышают растворимость фосфоритов. Особенно велика роль предшественников на бедных почвах. Так, только за счет возделывания клевера запасы фиксированного азота в почве за 2 года могут пополниться на 160–180 кг/га, люцерны — на 250–300, люпина — на 240, донника — на 150, гороха, вики, сои, фасоли — на 87–97 кг/га [2, 13–15].

Агроэкосистемы и агроландшафты в настоящее время занимают уже 37% суши Земли и нормирование их химико-техногенного влияния на биосферу играет пер-

востепенную роль в сохранении ее экологического равновесия.

Важнейшими составляющими адаптивной интенсификации сельского хозяйства являются сохранение и даже увеличение биоразнообразия естественных и антропогенных экосистем, а также механизмов и структур биоценотической саморегуляции при повышении их продукционных (и особенно фотосинтетических), а также средоулучшающих функций; оптимизация и усиление адаптивного соотношения, расположения и чередования площадей сельскохозяйственных угодий (пашни, лугов и пастбищ), лесов, водоемов, природных заповедников и заказников с учетом особенностей почвы, климата, погоды, рельефа, конструирования высокопродуктивных, экологически устойчивых и эстетичных агроэкосистем и агроландшафтов будущего [2, 13–15].

Очевидно, что большая пространственная неоднородность ландшафтов и адаптивная биосферно- и ландшафтосовместимость агроэкосистем существенно расширяют их экологическую емкость за счет увеличения биоразнообразия, увеличивая одновременно пределы экологически допустимой антропогенной нагрузки, а также потенциал пространственной биокомпенсации природных и антропогенных катаклизмов. Достигается это благодаря лучшей устойчивости биологических систем и природных комплексов более высокого уровня и масштаба. Это особенно важно при глобальном и локальном изменении погодно-климатических условий, а также значительно возросшей частоте погодных флуктуаций. Даже если локальные нарушения в агроэкосистемах могут быть велики, пространственные связи в природных комплексах способны в определенной степени компенсировать их на уровне более крупных природных образований — агроландшафтов. С учетом этих закономерностей необходим ландшафтно-экологический баланс, определение оптимального соотношения в агроландшафтах между площадями, занимаемыми пашней, паром, многолетней травянистой растительностью, водоемами, лесом и ООПТ. Естественно, что при этом характер взаимного расположения и чередования элементов агроландшафта зависит от многих факторов, в т.ч. от климатических особенностей и рельефа местности.

Уменьшение пестицидной нагрузки в техногенно-интенсивном сельском хозяйстве, в т.ч. земледелии и растениеводстве имеет исключительно важное значение, поскольку, несмотря на утверждение о якобы экологической и пищевой безвредности большинства синтетических пестицидов, реальная опасность их широкого применения существует для всей биосферы. В результате интенсивной химизации земледелия и растениеводства в биосфере накапливаются и циркулируют биологически активные вещества, несвойственные природной среде, в качестве источников хронической интоксикации и антропогенного загрязнения.

Кроме того, широкое применение пестицидов значительно усиливает давление естественного отбора среди громадного генотипического разнообразия паразитирующих видов, существенно ускоряя появление резистентных и зачастую более вредоносных форм. Широкое применение новых пестицидов изменяет давление и даже направление естественного отбора в популяциях полезных и вредных видов биоты.

Важно также учитывать глобальные и локальные изменения климата, адаптация к которым предполагает уточнение агроландшафтно-экологического макро-,

мезо- и микрорайонирования территории, моделей конструируемых агроэкосистем и агроландшафтов, региональных систем земледелия и растениеводства, включая оптимизацию видовой и сортовой структуры посевных площадей, а также технологий возделывания каждой культуры.

Огромное влияние на фитосанитарную ситуацию во многих регионах России оказывает также широкое использование зарубежных сортов и гибридов растений, из-за чего может существенно изменяться и генотипическая структура популяций вредоносных видов биоты, болезней и вредителей.

Дестабилизация фитосанитарной ситуации в агроэкосистемах нашей страны тесно связана и с резким снижением уровня их химической и агротехнической защиты, значительным увеличением площади неиспользуемых, заброшенных земель, ставших рассадниками (очагами массового распространения) вредоносных видов, а также ускорением в их популяциях темпов генотипической изменчивости.

Фитосанитарная устойчивость агроэкосистем и агроландшафтов требует своевременного принятия решений, регламентирующих порядок использования всего комплекса адаптивно-интегрированной системы защиты растений на федеральном, региональном и местном уровнях.

Основной целью растениеводства является повышение продуктивности растений, количество и качество получаемой продукции, достаточных для обеспечения продовольственной безопасности страны. Наряду с этим экологическая устойчивость растений рассматривается как важнейшее средство повышения величины и качества урожая, особенно в неблагоприятных почвенно-климатических и экстремальных погодных условиях.

В селекционных программах первоочередное внимание уделяется повышению устойчивости культивируемых растений к абиотическим и биотическим стрессорам. Такой подход обусловлен целым рядом причин: необходимостью повышения адаптивного потенциала посевов, освоением новых территорий, расположенных в неблагоприятных и экстремальных условиях внешней среды, стремлением снизить удельные затраты невозполнимой энергии и т.д. К настоящему времени все шире используют сорта, устойчивые к болезням и вредителям, к засухе и суховеям, жаре, заморозкам, засолению, к кислым, переувлажненным, эродированным почвам и т.д., для чего в селекционный процесс все шире вовлекают в качестве генетических доноров дикие виды и разновидности.

С ростом потенциальной продуктивности сортов и гибридов значительно возрастает зависимость величины и качества урожая от действия нерегулируемых абиотических и биотических стрессоров. Важной причиной такой тенденции нередко является односторонняя селекция на повышение потенциальной продуктивности (селекция на «физиологический предел» проявления хозяйственно ценных признаков) культивируемых растений в ущерб их агроэкологической устойчивости.

Недостаточная экологическая устойчивость потенциально высокопродуктивных сортов и гибридов обуславливает высокую (на 60–80%) зависимость вариативности величины и качества урожая от «капризов» погоды, существенные различия между рекордной и средней урожайностью важнейших сельскохозяйственных культур и, наконец, всевозрастающие затраты невозполнимой энергии на каждую дополнительную единицу продукции.

Выводы

Адаптации, биологизация и экологизация в сельском хозяйстве — стратегический путь создания здоровой среды обитания для человека, животных и сельскохозяйственных культур, повышения их иммунитета к болезням и вредителям.

Сельское хозяйство должно обеспечивать поддержание экологического равновесия в агроландшафтных системах. Соблюдение требований рационального природопользования, охраны окружающей среды, биоразнообразия и оптимизации управления агроландшафтами становится одним из основных условий повышения продуктивного долголетия агроэкосистем, повышения

их иммунитета к болезням и вредителям, эффективности сельскохозяйственного производства.

Кормовые угодья, многолетние травы являются наиболее приспособленными, адаптивными и устойчивыми к наблюдаемым изменениям климата. Биоразнообразие, многообразие видов растений на природных кормовых угодьях позволяют им самовосстанавливаться, сохранять своё состояние и вновь возвращаться к нему после нарушения равновесия. Значительная доля кормовых угодий и многолетних трав в структуре агроландшафтов обеспечивает их продуктивность и устойчивость (всепогодность) в любых наблюдаемых изменениях климата.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жученко А.А. Адаптивная стратегия устойчивого развития сельского хозяйства России в XXI столетии. Теория и практика. В 2-х томах. — М.: Изд-во Агрорус, 2009–2011. Т. I. 816 с., Т. II. 624 с.
2. Жученко А.А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы). Теория и практика. В 3 т. — М.: ООО Изд. Агрорус, 2008. Т. 1. 813 с., 2009. Т. 2. 1104 с. Т. 3. — 960 с.
3. Жученко А.А. Стратегия адаптивной интенсификации сельского хозяйства (концепция). — Пушкино: ОНТИ ПНЦ РАН, 1994. — 148 с.
4. Рациональное природопользование и кормопроизводство в сельском хозяйстве России / В.М. Косолапов, И.А. Трофимов, Л.С. Трофимова, Е.П. Яковлева — М.: РАН, 2018. — 132 с.
5. Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Лебедева Т.М., Яковлева Е.П. Агроландшафтно-экологическое районирование и оптимизация агроландшафтов Поволжского экономического района // Поволжский экологический журнал. 2005. № 3. С. 292–304.
6. Энциклопедический словарь терминов по кормопроизводству. 2-е изд. перераб. и дополн. / В.М. Косолапов, И.А. Трофимов, Л.С. Трофимова. М.: Типография Россельхозакадемии, 2013. 592 с.
7. Косолапов В.М., Трофимов И.А., Бычков Г.Н., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П. Кормопроизводство, рациональное природопользование и агроэкология // Кормопроизводство. 2016. № 8. С. 3–8.
8. Косолапов В. М., Трофимов И. А., Трофимова Л. С. Многофункциональное кормопроизводство в сельском хозяйстве, экологии и рациональном природопользовании // Кормопроизводство. 2014. № 5. С. 46–49.
9. Трофимов И.А., Косолапов В.М., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П. Пути повышения эффективности возделывания отечественных сортов и технологий в агроландшафтах юга России // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2015. № 54. С. 305–309.
10. Глинушкин А.П., Соколов М.С., Торопова Е.Ю. Фитосанитарные и гигиенические требования к здоровой почве. М.: Агрорус, 2016. 288 с.
11. Соколов М.С., Санин С.С., Долженко В.И., Спиридонов Ю.Я., Глинушкин А.П., Каракотов С.Д., Надькта В.Д. Концепция фундаментально-прикладных исследований защиты растений и урожая // Агрохимия, 2017, № 4. С. 3–9.
12. Скрипникова Е.В., Емельянов А.В., Скрипникова М.К. Применение микробных консорциумов для деградации органических отходов / В сборнике: Биотехнология: состояние и перспективы развития. Материалы IX международного конгресса. 2017. С. 108–110.
13. Всероссийский научно-исследовательский институт кормов имени В.Р. Вильямса на службе российской науке и практике / Под ред. В.М. Косолапова, И.А. Трофимова. — М.: Россельхозакадемия, 2014. — 1031 с.
14. Справочник по кормопроизводству. 5-е изд., перераб. и дополн. / Под ред. В.М. Косолапова, И.А. Трофимова. — М.: Россельхозакадемия, 2014. — 717 с.
15. Шпаков А.С. Системы кормопроизводства Центральной России: молочно-мясное животноводство. — М.: РАН, 2018. — 272 с.

ОБ АВТОРАХ:

Трофимов И.А., доктор географических наук, старший научный сотрудник
Трофимова Л.С., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Яковлева Е.П., старший научный сотрудник
Емельянов А.В., доктор биологических наук, профессор
Скрипникова Е.В., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

REFERENCES

1. Zhuchenko A.A. Adaptive strategy for the sustainable development of agriculture in Russia in the XXI century. Theory and practice. In 2 volumes. — M.: Publishing house Agrorus, 2009–2011. T. I. 816 p., T. II. 624 p.
2. Zhuchenko A.A. Adaptive crop production (ecological and genetic basis). Theory and practice. In 3 t. — M.: ООО Izd. Agrorus, 2008. T.1. 813 p., 2009. T.2. 1104 p. V.3. 960 p.
3. Zhuchenko A.A. Strategy for adaptive intensification of agriculture (concept). — Pushchino: ONTI PNT RAS, 1994. — 148 p.
4. Environmental management and feed production in agriculture of Russia / V.M. Kosolapov, I.A. Trofimov, L.S. Trofimova, E.P. Yakovleva — Moscow: Russian Academy of Sciences, 2018. — 132 p.
5. Trofimov I.A., Trofimova L.S., Lebedeva T.M., Yakovleva E.P. Agrolandscape-ecological zoning and optimization of agrolandscapes of the Volga economic region // Volga Ecological Journal. 2005. No. 3. P.292–304.
6. Encyclopedic dictionary of fodder production terms. 2nd ed. reclaiming and add. / V.M. Kosolapov, I.A. Trofimov, L.S. Trofimova. M.: Russian Agricultural Academy Printing House, 2013. 592 p.
7. Kosolapov V.M., Trofimov I.A., Bychkov G.N., Trofimova L.S., Yakovleva E.P. Feed production, environmental management and agroecology // Feed production. 2016. No. 8. P. 3–8.
8. Kosolapov V.M., Trofimov I.A., Trofimova L.S. Multifunctional feed production in agriculture, ecology and rational nature management // Feed production. 2014. No.5. P.46–49
9. Trofimov I.A., Kosolapov V.M., Trofimova L.S., Yakovleva E.P. Ways to improve the efficiency of cultivation of domestic varieties and technologies in agricultural landscapes of the south of Russia // Proceedings of the Kuban State Agrarian University. 2015. No. 54. p. 305–309.
10. Glinushkin A.P., Sokolov M.S., Toropova E.Yu. Phytosanitary and hygienic requirements for healthy soil. M.: Agrorus, 2016. 288 p.
11. Sokolov M.S., Sanin S.S., Dolzhenko V.I., Spiridonov Yu.Y., Glinushkin A.P., Karakotov S.D., Nadykta V.D. The concept of fundamental and applied research of plant protection and harvest // Agrochemistry, 2017, No. 4. P. 3–9.
12. Skripnikova E.V., Emelyanov A.V., Skripnikova M.K. The use of microbial consortia for the destruction of organic waste / In the collection: Biotechnology: status and development prospects. Materials IX International Congress. 2017. pp. 108–110.
13. All-Russian Research Institute of Feeds named after V.R. Williams in the service of Russian science and practice / Ed. V.M. Kosolapova, I.A. Trofimova. — M.: Russian Agricultural Academy, 2014. — 1031 p.
14. Handbook of feed production. 5th ed. / Ed. V.M. Kosolapov, I.A. Trofimov. — M.: Russian Agricultural Academy, 2014. — 717 p.
15. Shpakov A.S. Feed production systems in Central Russia: dairy and beef cattle breeding. — M.: RAS, 2018. — 272 p.

ABOUT THE AUTHORS:

Trofimov I.A., Doctor of Geographical Sciences
Trofimova L.S., Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
Yakovleva E.P., Senior Researcher
Emelyanov A.V., Doctor of Biological Sciences, Professor
Skripnikova E.V., Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor