

УДК: 632.938.2:633/635

Иммунитет семенных растений и его фитосанитарное значение в агроэкосистемах

Н.А. ВИЛКОВА,
главный специалист ВИЗР
Л.И. НЕФЕДОВА,
ведущий научный сотрудник
А.Н. ФРОЛОВ,
заведующий лабораторией
e-mail: na-vilkova@yandex.ru

Общепризнано, что использование устойчивых к вредителям и болезням сортов сельскохозяйственных культур является основой экологизированных систем интегрированной защиты растений. Устойчивые к биотическим и абиотическим воздействиям сорта сельскохозяйственных культур наиболее полно решают задачи энерго- и ресурсосбережения, охраны биосферы от загрязнения пестицидами, управления продуктивностью и фитосанитарным состоянием агроэкосистем. Широкое использование стресс-устойчивых сортов сельскохозяйственных культур является одним из важнейших рычагов управления численностью популяций вредных и полезных видов и их адаптивной изменчивости в агроэкосистемах [2, 3, 6, 7].

В условиях адаптивной интенсификации растениеводства особое значение придается фитоценотическому направлению в селекции сельскохозяйственных культур, предполагающему конструирование генотипов, которые, помимо высокой потенциальной продуктивности (величина и качество урожая), характеризуются конституциональной устойчивостью к абиотическим и биотическим стрессам и обладают высокой средообразующей производительностью. Согласно современной концепции развития сельско-

го хозяйства растению отводится решающая роль как в конструировании высокопродуктивных агроэкосистем, так и в поддержании их экологической устойчивости.

Создание устойчивых к вредителям и болезням сортов сельскохозяйственных культур в настоящее время стало не только важнейшей проблемой народнохозяйственного значения, но и экологической и социальной задачей. Особенно актуальна проблема создания сортов сельскохозяйственных культур с групповой и комплексной устойчивостью к вредителям и болезням. Успешность планомерной селекционной реализации проблемы комплексного иммунитета зависит от решения ряда теоретических, методологических и методических вопросов. Трудности решения этой проблемы связаны с крайней скудностью знаний о структурной организации иммунологической системы растений и ее функционировании, слабой изученностью взаимоотношений биотрофов между собой и их воздействия на повреждаемое и поражаемое растение, а также с недостатком знаний о характере ответных реакций растения-хозяина на воздействие комплекса биотрофов, что требует анализа сложных биологических систем и их реактивности.

Накопленные к настоящему времени сведения о проявлении устойчивости организмов различных таксономических групп к повреждающему воздействию биотических и абиотических факторов свидетельствуют, что иммунитет разнообразен по своему происхождению, механизмам, но имеет обще-

биологическое значение и общие для всех организмов функции. С эволюционных позиций иммунитет рассматривается в связи с историей возникновения и развития механизмов защиты структурной и функциональной целостности организмов, их органов и тканей, а также как результат сопряженной эволюции организмов в системе ценозов.

Таким образом, иммунитет выступает как важнейшая основа обеспечения жизнеспособности, развития и функционирования биологических систем как индивидуализированных, так и многокомпонентных экологических, в том числе биогеоценозов и биосферы в целом. В функциональном отношении на организменном уровне иммунитет обеспечивает охрану структурной и функциональной целостности и видовой самобытности организма. В системе биогеоценозов иммунитет выполняет функции механизмов регуляции взаимоотношений как между кормовым растением, так и между организмами в цепях питания, обеспечивая оптимальное функционирование всей системы. Арсенал защитных механизмов того или иного биологического вида, в том числе и растений, определяется его структурно-функциональной организацией и местом в эволюционной иерархии видов. Состояние иммунитета к экологическим и физиологическим агентам создается в организме наличием соответствующих свойств, структур и функций.

В силу специфики структурной организации и жизнедеятельности растений и особенностей их

трофических отношений с гетеротрофами в биогеоценозах основу устойчивости покрытосеменных составляет неспецифический иммунитет, поскольку их защитные механизмы сформировались и совершенствовались в процессе сопряженной эволюции с экологическими комплексами гетеротрофов в биогеоценозах [4, 5].

Исследования показали, что в систему иммунитета растений к вредителям входит обширный круг явлений, отражающих их многогранные, эволюционно сложившиеся взаимосвязи, направленные на самозащиту и обеспечение устойчивости к повреждающим воздействиям. Проведенная нами на основе системного анализа классификация всех известных в настоящее время факторов иммунитета растений по происхождению, структурной организации и особенностям функционирования, позволила выделить и научно обосновать общую систему иммуногенетических барьеров у высших семенных растений, ограничивающих их поврежденность вредными организмами. Эта система включает конституциональный и индуцированный иммунитет (табл. 1).

Конституциональные барьеры, обусловленные своеобразием морфофизиологической конститу-

ции растений (внешнее и внутреннее строение, отличия обмена веществ, индивидуальное развитие и морфогенез), обеспечивают иммунитет к биотическим и абиотическим факторам среды. К категории барьеров конституционального иммунитета принадлежат: морфологический, атрептический, ростовой, органогенетический, физиологический и ингибиторный барьеры иммуногенетической системы растений, ограничивающие жизнедеятельность и вредоносность биотрофов.

Морфологический барьер обусловлен отличиями процессов дифференциации и строения органов, тканей и клеток растений, затрудняющими или даже предотвращающими их использование вредителями как среды обитания и источника питания. Атрептический барьер характеризуется специфическими структурными особенностями молекул основных питательных веществ растений, в частности белков, углеводов и липидов, влияющими на их доступность для гидролиза пищеварительными ферментами фитофагов. Ростовой барьер проявляется в различной скорости процессов роста вегетативных и репродуктивных органов растений и отдельных их частей во времени и в пространстве.

Органогенетический барьер связан с нарушением синхронности жизненного цикла (возрастных периодов, фенологических фаз, этапов органогенеза) у различных по устойчивости форм растений и жизненного цикла фитофагов. Физиологический барьер обусловлен уровнем содержания в растениях физиологически активных соединений, относящихся к разным классам химических веществ. Ингибиторный барьер характеризуется наличием конституциональных белков-ингибиторов, которые образуются в определенных органах растений.

В основе индуцированного иммунитета (некротический, репарационный, галло- и тератогенетический, оксидативный, ингибиторный барьеры) лежат ответные реакции растений на повреждения, выражающиеся в определенных сдвигах в ходе функционирования каталитических систем, регулирующих весь сложный комплекс процессов обмена веществ, а устойчивость растений выражается в мере способностей поврежденного растения к восстановлению процессов рационального использования синтезируемой им энергии. Конкретные пути реализации этих закономерностей различны и зависят от характера и степени

Таблица 1

**Система иммуногенетических барьеров семенных растений
(Вилкова, 1980; Павлюшин и др., 2013)**

Конституциональные барьеры вегетативных и репродуктивных органов	Индуцированные барьеры вегетативных и репродуктивных органов
Атрептический (различия в структуре основных биополимеров пищи)	Некротический (отмирание клеточных комплексов тканей и органов)
Морфологический (различия в структуре тканей и органов)	Галлогенетический и тератогенетический (формирование галлов и терат)
Ростовой (различия процессов роста)	Репарационный (процессы заместительного возобновления органов)
Физиологический (различия физиологических процессов и обмена веществ)	Оксидативный (процессы окисления продуктов обмена веществ)
Органогенетический (различия в процессах дифференциации клеток и тканей)	—
Ингибиторный (проявление ингибирующего эффекта у конституциональных соединений)	

нанесенного растениям повреждения, возраста растений, степени дифференциации клеток, тканей и отдельных органов, обеспеченности растений минеральным питанием и других условий.

В результате выполненных исследований экологических, этологических, физиолого-биохимических и молекулярно-генетических взаимодействий в биологических системах, включающих растение-продуцент и консументы различных порядков и таксономической принадлежности, были научно обоснованы представления об основных иммуногенетических механизмах растений. Из числа механизмов морфологического барьера большое значение в качестве защиты при повреждении растений вредными организмами имеют покровные ткани (кутикула, эпидермис), воск, опушение (особенно железистое), кремнистые включения, морфо-анатомическое строение вегетативных и репродуктивных органов растений (листьев, стеблей, корней, соцветий, зерновок). Основой действия механизмов атрептического барьера является стереохимическое несоответствие строения гидролаз фитофагов молекулярным структурам пищи и низкий уровень их атакваемости гидролазами потребителя. Наличие у растений белков с ингибиторными функциями подавляет активность гидролаз вредных организмов [6].

Проявление действия механизмов атрептического и ингибиторного барьеров заключается в том, что при питании такими растениями потребность фитофагов в энергетических и пластических ресурсах удовлетворяется не полностью, что приводит к неполному голоданию и даже гибели насекомых, так как энергетические затраты на поиск, поедание, переваривание и всасывание пищи возме-

щаются не полностью [1, 5]. Механизмы действия ростового и органо-генетического барьеров связаны с ускоренными темпами роста растений и ускоренным прохождением сопряженных с видами вредителей этапов органогенеза растений. Это приводит к препятствию нормального развития имаго, отложенных яиц и отродившихся личинок в результате ослабления их контакта с пищевым субстратом. Физиологически активные соединения могут вызывать у вредителей разнообразные по характеру и глубине воздействия физиолого-биохимические нарушения.

К сложным и еще мало исследованным аспектам фитоиммунологии следует отнести проблему биоценологических функций иммуногенетической системы растений в агробиоценозах и, в связи с этим, как стратегию конструирования генотипов растений с определенными свойствами, так и стратегию их использования в тех или иных условиях устойчиво функционирующих агроэкосистем. Эти задачи приобрели особую актуальность в последние десятилетия в связи с резким усилением антропогенных воздействий на экосистемы по мере роста народонаселения и интенсификации хозяйственной деятельности человека, приводящих к глубокой структурно-функциональной трансформации биологических сообществ. Об этом свидетельствуют накопленные к настоящему времени сведения обо всех формах изменения динамических процессов, эволюционной и циклической подвижности, степени интегрированности и надежности экосистем различных типов [4].

Проведенные в ВИЗР исследования биоценологических функций иммунитета в разных типах агробиоценозов показали полифунк-

циональность иммуногенетических механизмов. Поскольку растения являются системообразующим элементом в сообществах, их управляющее значение в экосистемах определяется двойкой ролью в агробиоценозах. С одной стороны, растения выступают как экзогенный (внешний) средообразующий фактор для всего населяющего данный агробиоценоз гетеротрофного и автотрофного населения и, с другой стороны, являясь источником пищи для гетеротрофов, они имеют значение эндогенного (внутреннего) фактора.

Растения, как составляющие основу биогеоценоза, в силу особенностей их экологических связей с окружающей средой специфичны по своей биогеохимической деятельности и трансформации среды обитания для всех гетеротрофов, населяющих данный биогеоценоз – фитофагов, энтомофагов, микроорганизмов и др. Они определяют коммуникационные взаимодействия и пространственно-временную структуру комплексов (консорциев) вредных и полезных видов в агроэкосистемах, характер (специфику) потоков вещества и энергии по трофическим цепям, становление всех категорий пищевой специализации гетеротрофов, тем самым обуславливают биотический потенциал и уровень их жизнедеятельности, темпы и направленность процессов дивергентной и конвергентной эволюции.

Суммарный эффект биоценологического значения устойчивых форм растений проявляется как один из важнейших факторов элиминации численности вредителей, действующий независимо от плотности их популяций [1]. Совокупное воздействие на популяции вредных организмов иммуногенетической системы растений указывает на ведущее значение в этих процессах

представленности у растений тех или иных механизмов устойчивости, определяющих уровень и характер давления на популяции вредных организмов. При этом специфика реактивности фитофагов проявляется в развитии компенсаторно-приспособительных реакций и в формировании патологической реактивности, приводящей к стрессу и гибели фитофагов. По мнению В.П. Петленко (1968), компенсаторные реакции, выступающие как один из вариантов защиты констант организма на пределе нормы, в некоторых случаях оказываются недостаточными, и в результате защитный механизм превращается в патологию. Но и в этом случае патологический процесс не перестает быть приспособительным и защитным. Однако это качественно отличная от нормы и приспособительная, и защитная функция организма.

Анализ особенностей онтогенетической и популяционной реактивности консументов в агробиоценозах, занятых устойчивыми генотипами растений, позволил выявить, по крайней мере, два типа специфических физиолого-биохимических реакций консументов, амплитуда которых варьирует от гипо- до гиперреактивности. Первый тип реакции, проявляющийся в пропорциональном снижении углеводного, липидного и белкового обмена, приводит к формированию синдрома неполного голодания. Он обусловлен преобладанием в растениях механизмов атрептического, морфологического, ростового, органогенетического и ингибиторного барьеров иммуногенетической системы растений. Так, у вредной черепашки при питании на сортах пшеницы с низкой атакуемостью биополимеров зерновки, в том числе эргастических структур, гидролазами вредителя происходит снижение активности

окислительно-восстановительных ферментов, наблюдается снижение массы тела и плодовитости, уменьшение содержания липидов, высокая смертность. В итоге имеет место их неизбирательная элиминация на уровне популяции, и наблюдаемые изменения происходят при относительном сохранении генетической структуры популяций консументов и структуры всего ценоза при преобладании в агроэкосистемах стабилизирующей формы отбора [4].

Второй тип более специфичен по своей природе. Этот тип реакций проявляется при воздействии на агробиоценозы устойчивых форм растений с повышенным содержанием вторичных метаболитов, защищенных главным образом механизмами физиологического и оксидативного барьеров, физиологически активных веществ (ФАВ), в том числе таких, как пестициды, трансгенные растения с включением в их генетический аппарат токсинов разной природы, в результате наблюдается каскад иных реакций отклика на всех уровнях организации биологических систем. На уровне организма реактивность также специфична, характеризуется резким дисбалансом в определенных ключевых этапах обменных процессов и переключением тех или иных путей метаболизма, что выражается в искажении регуляции аэробного обмена и активизации ферментов анаэробного обмена [1]. Такие процессы часто сопровождаются развитием стресс-реакций, о чем свидетельствует повышение уровня содержания в организме фитофага биогенных аминов, например, у личинок колорадского жука, питающихся листьями устойчивых сортов картофеля с повышенным содержанием альфа-томатина. Включаются механизмы детоксикации ФАВ, что

повышает сопротивляемость выживших особей к их воздействию и формирует новый уровень нормы физиологических реакций. Каскад ответных реакций фитофагов на воздействие ФАВ имеет множество генетически детерминированных особенностей, характеризующих широкий спектр внутрипопуляционного полиморфизма консументов по физиолого-биохимическим параметрам и проявляется в основном на популяционном и биоценотическом уровнях. В связи с этим ускоряются темпы и направленность микроэволюционных процессов, протекающих при преобладании движущей формы естественного отбора. При этом происходят элиминация особей одних генотипов и избирательное выживание других генетических форм, имеющих адаптивные преимущества в новых, изменившихся условиях существования, и перестройка генетической структуры популяций у консументов всех порядков, что сопровождается обеднением биоразнообразия агробиоценозов, нарушением биотических и трансбиотических отношений между компонентами экосистем, и в конечном итоге приводит к дестабилизации функционирования последних. При экзогенной трансформации экосистем, важнейшими причинами которой в настоящее время являются длительные и массивные антропогенные воздействия, эволюционные процессы принимают форму так называемой «некогерентной эволюции» (не согласованной между компонентами ценоза), когда регулирующее действие ценологических механизмов ослабевает. Типичными примерами несбалансированных экосистем с нарушенными биоценотическими структурами, где складываются особо благоприятные условия для проявления некогерен-

тной эволюции, является большинство современных агробиоценозов [4].

Переход к конструированию адаптивных агроэкосистем предполагает повышение их биологического разнообразия, мобилизацию структур и механизмов управления, существенное расширение функции средообразования видов и сортов сельскохозяйственных культур, а также их целенаправленный подбор и размещение. Структура комплексов энтомофауны агроэкосистем определяется возделываемой культурой и представляет собой закономерные группировки видов. Растения-эдификаторы в биогеоценозе составляют ядро сложных биологических систем – консорций, включающих разнообразных по таксономической принадлежности гетеротрофов, в том числе вредителей, их энтомофагов и возбудителей заболеваний. В этом плане растения представляют собой надорганизменные гетероморфные образования, находящиеся в той или иной степени симбиогенеза с гетеротрофными организмами, в том числе и паразитами. Фитоценоз формирует специфическое информационное поле или так называемое «сигнальное» поле, определяет пространственные и временные границы, облик сообществ, структуру популяций, обилие гетеротрофов различной систематической принадлежности.

В связи с этим в числе основных задач, стоящих перед защитой растений на ближайшее будущее, ставится выявление путей формирования экзогенно и эндогенно управляемых сообществ в агробиоценозах на основе использования комплексно устойчивых сортов и гибридов сельскохозяйственных культур, что будет способствовать экологической устойчивости и фи-

тосанитарной оптимизации агроэкосистем в целом.

В настоящее время на основе системного анализа изучаются взаимоотношения продуцентов и консументов в агробиоценозах, в том числе главного звена – трехчленной консортной системы (триотроф): растение-эдификатор – фитофаг – энтомофаг. Анализ этой системы позволяет существенно ускорить решение многих вопросов, связанных с более реальной оценкой фитоценотического значения устойчивых сортов сельскохозяйственных культур, местных и интродуцированных энтомофагов и новых методов борьбы с вредителями в агробиоценозах. Анализ взаимодействий в цепях питания между генотипами растений с различной представленностью механизмов иммунитета и консументами показал, что становление и функционирование консорций вредных и полезных организмов определяется конституциональными свойствами генотипов, их морфофизиологическим состоянием, компенсаторно-приспособительными реакциями в ответ на повреждения и видоспецифичностью топической и онтогенетической специализации консументов.

На основе исследования консортных взаимодействий в биологических системах овощных культур открытого и защищенного грунта в онтогенезе кормовых растений и консументов первого и второго порядков были установлены: состав и иерархическая структура консорций и хронология онтогенетического становления и функциональных взаимодействий в онтогенезе главного консорта; два этапа формирования консорций в агроценозе капусты в разные периоды онтогенеза, специфичные по видовому составу консортов и их численности, определяе-

мые механизмами иммуногенетической системы продуцента: в первый период становления консортной системы – механизмами морфологического и физиологического барьеров, во второй – механизмами морфологического и оксидативного барьеров. В результате проведенных исследований было выявлено два типа консортных систем, отличающихся жесткостью сопряженности развития консортов, и имеющих общие и различающие характеристики. Биологическая система «капуста–вредители–энтомофаги–возбудители заболеваний» дискретна, иерархически организована, включает главного консорта (растение), 12 видов фитофагов (вредители и возбудители заболеваний) и 10 видов энтомофагов; система «огурец–вредители–энтомофаги» вероятностна, включает растение, 5 видов фитофагов и несколько видов энтомофагов.

Анализ накопленных сведений позволил разработать комплекс мероприятий, направленных на улучшение фитосанитарного состояния агроценозов, обосновать основные принципы и приемы онтогенетического управления функционированием различных типов консорций овощных культур открытого и защищенного грунта.

Таким образом, исходя из специфических функций иммунитета, эксплуатация иммуногенетической системы растений в качестве средства поддержания устойчивости агроэкосистем к воздействию неблагоприятных факторов среды должна, по нашему мнению, реализоваться в двух направлениях: 1) в селекционном, предполагающем конструирование генотипов растений, устойчивых к вредным организмам и оптимизирующих деятельность полезной биоты, которые затем должны составить основу интегрированной защиты

растений; 2) онтогенетическом, предполагающем целенаправленное управление иммуногенезом в процессе роста и развития растений. И в том, и в другом случае используемые сорта и средства иммуногенеза должны отвечать требованиям обеспечения стабильности функционирования агроэко-системы и экологической безопасности.

Разработка концептуальных моделей, основанных на использовании иммуногенетических механизмов растений, является одним из действенных путей повышения эффективности селекционных работ по созданию сортов с групповой и комплексной устойчивостью к вредным организмам. Основные элементы концептуальной модели представлены на примере сорта пшеницы с групповой и комплексной устойчивостью к гетеротрофам (табл. 2).

Основу представленной нами концептуальной модели составляет локальная база данных, включающая генетически детерминированные механизмы устойчивости пшеницы к основным вредным организмам, направленные на оптимальную функциональную результативность их де-

ятельности с компонентами в агроэко-системах.

Предложенная концептуальная модель, разработанная на основе многолетних исследований, накопления и создания информационных баз данных по структурной организации и функционированию иммуногенетической системы мятликовых в агроэко-системах, направлена на совершенствование селекционных программ по созданию сортов с заданными иммунологическими свойствами. При этом в селекционных программах в число параметров новых генотипов растений следует в обязательном порядке, наряду с маркерами хозяйственно-ценных и иммунологических свойств, вводить признаки, не индуцирующие интенсивные процессы адаптации у биотрофов.

При организации таких исследований следует иметь в виду, что разработка и обоснование моделей управления агроэко-системами отдельных культур должна, в первую очередь, основываться на глубоких знаниях физиологии защищаемых растений, закономерностях их онтогенеза. Следует также учитывать, что в процессе непрерывной селекции растения

претерпевают существенную и относительно быструю перестройку, совершенствование технологии их выращивания и перемещения в пространстве, что может приводить к важным изменениям в биологических системах, следовательно, и к изменению фитосанитарной ситуации на посевах сельскохозяйственных культур.

В качестве иллюстрации практической реализации разработок лаборатории кратко остановимся лишь на одном, но масштабном примере – работах по селекции кукурузы на устойчивость. Известно, что эта культура прочно заняла первое место в мире среди ведущих зерновых культур как по сборам зерна, так и по урожайности, обогнав рис и пшеницу, и ее экономическое значение будет и дальше возрастать. Кукуруза, будучи культурой американского происхождения, распространилась по Евразии, по историческим меркам, совсем недавно, так что ее трофические связи с вредными объектами сформировались буквально на наших глазах.

Один из основных вредителей этой культуры – кукурузный стеблевой мотылек *Ostrinia nubilalis* – как вид окончательно сформиро-

Таблица 2

Концептуальная модель сорта пшеницы, устойчивого к вредной черепашке, другим видам хлебных клопов и ассоциированным фитопатогенам

Барьеры иммуногенетической системы	Механизмы иммунологических барьеров
	Особенности специфики роста и развития растений
Органогенетический	Ускоренное прохождение сопряженных с видами вредителей этапов органогенеза растений
	Особенности архитектуры растения, структуры его органов, тканей, клеток
Морфологический	Колос плотный, ости или остевидные образования грубые Колосковые чешуи овальные или яйцевидные, опушенность чешуй бархатисто-шерстистого типа Плотное прилегание колосковых и цветковых чешуй к зерновке Плотная структура оболочек зерновки (37–42 мкм) Эндосперм с высоким (более 50 %) содержанием крахмальных зерен диаметром более 15 мкм
	Физиолого-биохимические особенности растений
Атрептический	Стереохимическое несоответствие гидролаз потребителя молекулярным структурам пищи Низкий уровень атакуемости биополимеров пищи гидролазами потребителя
Ингибиторный	Особенности компонентного состава и структуры ингибиторов гидролаз вредных организмов

вался лишь после перехода на питание кукурузой. Стимулирующую роль в развертывании работ по селекции кукурузы на устойчивость к этому вредителю в нашей стране оказало международное сотрудничество в рамках рабочей группы по кукурузному мотыльку IWGO (<http://iwgo.org/>), исходной задачей которой был обмен оригинальным селекционным материалом и создание на его основе синтетических популяций, позволивших существенно расширить базу для отечественной селекции, в том числе и устойчивых к ряду вредных организмов гибридов [8]. ВИЗР в качестве полноправного участника вошел в Творческое объединение селекционеров по кукурузе «Север» (ТОСС), созданное академиком ВАСХНИЛ Г.С. Галеевым в конце 1970-х годов и объединившее специалистов 11 научно-исследовательских учреждений: Кубанской опытной станции ВИР (координатор), Института земледелия УААН, Института физиологии и генетики растений АН УССР, Черкасской сельскохозяйственной опытной станции, Куйбышевского НИИСГ, Кинельской селекционной станции Куйбышевского СГИ, НИИСХ Юго-Востока, Сибирского НИИСХ, Белгородского СХИ, Московского отделения ВИР и ВИЗР. Такая широкая кооперация позволила объединить рабочие коллекции исходного материала, в короткий срок провести их экологическое изучение, в том числе по признакам групповой и комплексной устойчивости (Сотченко и др. 1991, 1993; Иващенко и др., 2000, 2008), выделить перспективные комбинации и наладить их семеноводство. За относительно короткий промежуток времени сотрудники ВИЗР стали соавторами ряда гибридов кукурузы (Коллективный 167, Коллективный 181 ТВ, ЧКГ 280, ТОСС 230 СВ

и др.). Эти исследования продолжают и до сих пор, в том числе и в рамках тесного сотрудничества с НПО «КОС-МАИС» (<http://kosmais.ru/>), возникшем в октябре 2003 г. в результате реструктуризации Кубанской опытной станции ВИР. Селекционер НПО «КОС-МАИС» занимает лидирующие позиции в области селекции кукурузы. В 2013 г. этому коллективу было присвоено звание «Лидер России – 2013» и в рейтинге ТОП-100 НПО заняло двадцать девятую позицию в категории «Золото рейтинга» среди предприятий, чья деятельность связана с проведением научных исследований в области естественных и технических наук. В 2014 г. в Государственную комиссию Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений НПО «КОС-МАИС» в том числе было передано 2 гибрида пищевой кукурузы – белозерный Жемчуг Кубани СВ и сахарный Птичье молоко, созданные в соавторстве с сотрудниками нашей лаборатории.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вилкова Н.А. Иммуниет растений к вредным организмам и его биоценотическое значение в стабилизации агроэкосистем и повышении устойчивости растениеводства // Вестник защиты растений, 2000, № 2, с. 3–15.
2. Вилкова Н.А., Нефедова Л.И., Асякин Б.П., Конарев Ал.В. и др. Принципы и методы выявления источников групповой и комплексной устойчивости основных сельскохозяйственных культур к вредным организмам. – СПб: РАХН, ВИЗР, 2009, 88 с.
3. Жученко А.А. Экологическая генетика культурных растений как самостоятельная научная дисциплина. Теория и практика. – Краснодар: Просвещение Юг, 2010, 485 с.
4. Павлюшин В.А., Вилкова Н.А., Сухорученко Г.И., Фасулати С.Р., Нефедова Л.И. Фитосанитарные последствия антропогенной трансформации агроэкосистем // Вестник защиты растений, 2008, № 3, с. 3–26.

5. Румянцев С.Н. Микробы, эволюция, иммунитет. – Л: Наука, 1984, 170 с.

6. Тюттерев С.Л. Природные и синтетические индукторы устойчивости растений к болезням. – СПб: Родные просторы, 2014, 212 с.

7. Шапиро И.Д., Вилкова Н.А., Новожилов К.В., Воронин К.Е., Шапиро В.А. Эколого-физиологические основы триотрофа и стратегия защиты растений // Тр. ВИЗР. – Л: ВИЗР, 1979, с. 5–16.

8. Galeev G.S., Shapiro I.D., Vilkova N.A., Frolov A.N. Twelve-year summary (1969–1980) of results obtained in Krasnodar area, U.S.S.R. // Probleme de Protectia Plantelor / Inst. Cercetari Pentru. Cereale si Plante Techn. Fundulea, Romania, 1981, p. 119–126.

При написании статьи авторами использовано 48 источников литературы.

Аннотация. Рассмотрены современные представления об иммунитете растений. Представлена иммуногенетическая система семенных растений, ее структурная организация и особенности функционирования в экосистемах, приведены механизмы устойчивости, ограничивающие жизнедеятельность и вредоносность вредных организмов. Практическое использование результатов исследований показано на примере концептуальной модели сорта пшеницы, устойчивого к основному биотрофу и на примере создания гибридов кукурузы в соавторстве с селекционными учреждениями.

Ключевые слова. Иммуногенетическая система, иммуногенетические барьеры, механизмы устойчивости, агроэкосистемы, консорции, овощные культуры, пшеница, кукуруза, хлебные клопы, кукурузный мотылек, энтомофаги, модель, сорт, гибриды.

Abstract. The modern ideas about the immunity of plants. Presented immunogenetic system of seed plants, its structural organization and functioning ecosystems described resistance mechanisms that limit the activity and severity of harmful organisms. The practical use of research results is shown in the example of a conceptual model of wheat varieties resistant to major biotrim in the example of creating hybrids of maize in co-working with selection agencies.

Keywords. Immunogenetic system, immune and genetic barriers to resistance mechanisms, agroecosystem, consortiums, vegetable crops, wheat, corn, grain bugs, corn borer, pest, model, grade, hybrids.