

ЭВОЛЮЦИЯ ХИМИЧЕСКОГО МЕТОДА ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ ОТ ВРЕДНЫХ ОРГАНИЗМОВ В УСЛОВИЯХ ВЛАЖНЫХ СУБТРОПИКОВ РОССИИ И ЭКОБЕЗОПАСНОСТЬ

Н.Н. КАРПУН, Е.А. ИГНАТОВА, Э.Б. ЯНУШЕВСКАЯ, Н.Н. ЛЕОНОВ

Начало исследований в области защиты растений во влажных субтропиках России было положено в конце XIX века. Климатические условия региона таковы, что большинство вредителей и болезней растений могут развиваться здесь практически круглогодично. Использование пестицидов первых поколений привело к значительному загрязнению объектов окружающей среды. В наших исследованиях выделяются три взаимосвязанных приоритетных подхода: формирование оптимизированного ассортимента пестицидов, характеризующихся высокой эффективностью в сочетании с низкими нормами расхода; использование фитоактиваторов элиситорного действия с целью повышения неспецифического иммунитета плодовых культур к фитопатогенам; определение экотоксического действия пестицидов на природные защитные механизмы почвенной микробиоты для оценки допустимой пестицидной нагрузки, соответствующей адаптивным возможностям биотического компонента почвы. В статье показана экологическая целесообразность использования в защите плодовых культур современных пестицидов с низкой нормой расхода и незначительной токсичностью. К ним относятся оксадиазины, пиретроиды, антранилиамиды, неоникотиноиды, авермектины, регуляторы роста и развития насекомых. Существенное значение в защите плодовых культур занимают синтетические половые феромоны. Их рекомендуется использовать не только для фитосанитарного мониторинга и сигнализации сроков проведенных химических обработок, но также для создания «самцового вакуума» и дезориентации бабочек восточной плодожорки. Предложено использование оригинальных методов оценки экотоксического действия пестицидов с учетом состояния природных защитных механизмов почвенной микробиоты. Негативное действие пестицидов может быть существенно снижено при их совместном применении с иммуномодуляторами (альбит, иммуноцифит, агропон). Разрабатывается новое направление исследований, связанное с элиситорным действием указанных адаптогенов. Включение в системы защиты плодовых культур химических препаратов с учетом представленных подходов позволит не только снизить пестицидную нагрузку на агроценоз, но и повысить его устойчивость к фитопатогенам и ксенобиотикам в результате активации защитных механизмов.

Ключевые слова: защита растений, пестициды, феромоны, адаптогены, пестицидная нагрузка, экотоксикология, агроэкосистемы.

С 1894 года, когда в Сочинском округе была создана Сочинская опытная сельскохозяйственная и садовая станция, ставшая прародительницей Всероссийского НИИ цветоводства и субтропических культур, защита богатой и разнообразной растительности Черноморского побережья России от вредителей и болезней неизменно остается в центре внимания исследователей.

Начало этим работам было положено Н.Н. Воронихиным и В.К. Артыновым (1), которые наряду с изучением вредной флоры и фауны проводили защитные мероприятия против установленных видов вредителей и возбудителей заболеваний сельскохозяйственных растений. Сначала это были агротехнические приемы, а из химических мер — применение керосиновых эмульсий, серы, известково-серного отвара, углекислого бария, табачных отваров.

К середине 1960-х годов выявили уже более 500 видов вредителей и 300 видов возбудителей заболеваний (2), расширив исследования по борьбе с ними. Были разработаны системы защитных мероприятий по различным плодовым и субтропическим культурам с использованием анабазинсульфата (сернокислый анабазин), а также пестицидов на основе дуста (ДДТ), гексахлорциклогексана (ГХЦГ), 4,6-динитро-о-крезола (ДНОК). Со временем вследствие высокой токсичности этих препаратов они были отменены, а их место заняли препараты следующего поколения (хлор-, фос-

форорганические соединения и др.).

Несмотря на положительный эффект, использование таких препаратов привело к значительному загрязнению объектов окружающей среды. При этом снизилась численность полезной энтомофауны с одновременным повышением резистентности вредных организмов и последующим нарушением процессов детоксикации ксенобиотиков и почвенного самовосстановления (3).

В связи с существенными негативными последствиями от применения пестицидов первых поколений встала проблема разработки новых стратегий защиты плодовых культур, базирующихся на перспективных направлениях сельскохозяйственной науки. В наших исследованиях, проводимых в последнее десятилетие, выделяются три взаимосвязанных приоритетных подхода: формирование оптимизированного ассортимента пестицидов, характеризующихся высокой эффективностью в сочетании с низкими нормами расхода по действующему веществу (д.в.); использование фитоактиваторов элиситорного действия с целью повышения неспецифического иммунитета плодовых культур к фитопатогенам; определение экотоксического действия пестицидов на природные защитные механизмы почвенной микробиоты для оценки допустимой пестицидной нагрузки, соответствующей адаптивным возможностям биотического компонента почвы.

В число рекомендованных пестицидов включены препараты нового поколения с низкими нормами расхода и незначительной токсичностью. К ним предъявляются новые требования (в частности, обеспечение «препаративного» управления коммуникацией насекомых и коррекции гормонального обмена фитофагов). Из инсектицидов существенную роль в защите растений играют фенилпиразолы, неоникатиноиды и др.

Примером оптимизации ассортимента пестицидов (первое направление исследований) может служить культура персика, где предлагается использование пестицидов нового поколения с пониженной нормой расхода (в 16-50 раз, а по д.в. — в 10-80 раз) при биологической эффективности, близкой к таковой у препаратов старого поколения (табл. 1) (4).

1. Сравнительная норма расхода и биологическая эффективность пестицидов в системах защиты насаждений персика *Prunus persica* (L.) Batsch от восточной плодовой моли *Grapholitha molesta* Busck в условиях влажных субтропиков России (г. Сочи)

Наименование препаратов (действующее вещество — д.в.)	Норма применения		БЭ, %
	л/га, кг/га	д.в., г/га	
Препараты старого поколения			
<i>Фосфорорганическая группа</i>			
Антио, КЭ (фермотион, 250 г/л)	1,2-4,0	300-1000	86,4
Би-58, КЭ (диметоат, 400 г/л)	0,8-4,0	320-1600	98,2
Золон, КЭ (фозалон, 350 г/л)	1,6-2,4	560-1400	90,1
Карбофос, КЭ (малатион, 500 г/л)	2,0-4,0	1000-1500	96,4
Препараты нового поколения			
<i>Оксадиазины</i>			
Авант, КЭ (индоксакарб, 150 г/л)	0,3-0,4	45-60	95,0
<i>Пиретроиды</i>			
Каратэ, зеон, МКС (лямбда-цигалотрин, 50 г/л)	0,4	20,0	91,2
Фьюри, ВЭ (зетапирметрин, 50 г/л)	0,2-0,3	10,0-15,0	89,4
Дефис профи, ВДГ (дельтаметрин, 250 г/га)	0,05-0,10	12,5	91,0
Фастак, КЭ (альфа-циперметрин, 100 г/л)	0,2-0,3	20,0-30,0	96,0
<i>Неоникотиноиды</i>			
Калипсо, КС (тиаклоприд, 480 г/л)	0,30-0,45	144-216	98,0
Актара, ВДГ (опиаметоксам, 250 г/кг)	0,3	75,0	76,0
<i>Антрациламины</i>			
Кораген (хлорантранилипрол, 250 г/л)	0,3	75,0	88,8

Фитоверм, КЭ (аверсектин С, 2 г/л)	Авермектины	0,9-2,0	18,0-4,0	91,0-98,3
Регуляторы роста и развития насекомых (РРР)	Ювеноиды			
Инсегар (феноксикарб, 250 г/кг)	Ингибиторы синтеза хитина	0,4-0,6	100-150	96,0
Димилин (дифлубензурон, 250 г/кг)		1,0-2,0	250-500	98,5
Матч (люфенурон, 50 г/л)		1,0	50,0	83,4

Примечание. БЭ — биологическая эффективность, ВЭ — водная эмульсия, ВДГ — водно-диспергируемые гранулы, КЭ — концентрат эмульсии, КС — концентрат суспензии, МКС — микрокапсулированная суспензия.

Особое место среди химических препаратов занимают регуляторы роста и развития насекомых (5-7), которые по особенностям действия подразделяются на два типа: ингибиторы синтеза хитина и ювеноиды. Эти группы препаратов обладают низкой токсичностью для позвоночных и относительно высокой селективностью для насекомых.

Существенное значение в защите плодовых культур имеют синтетические половые феромоны (8, 9), которые используются нами не только для фитосанитарного мониторинга, прогнозирования массового появления вредителей и уточнения сроков и объемов проведения химических обработок, но и как метод борьбы посредством создания «самцового вакуума» и дезориентации бабочек восточной плодовой моли *Grapholitha molesta* Busck. Так, при использовании метода дезориентации эффект составляет 95-99 %, доля повреждения плодов не превышает 1,3 % при 21,2 % в контроле (вариант без использования химических обработок и феромонов) и 9 % в эталоне (вариант без применения феромонов, но на фоне производственных химических обработок) (4).

Важную роль в защите плодовых культур от болезней играют фунгициды триазолового ряда (вектра, скор, топаз, байлетон) вследствие широкого спектра их положительных свойств (5, 10, 11). Это препараты защитного, искореняющего и лечебного действия. Выраженные системные фунгицидные свойства перечисленных пестицидов сочетаются с высокой специфичностью, что определяет их перспективность для применения в системах защиты плодовых культур.

Выраженную эффективность в борьбе с фитопатогенами проявляет фунгицид хорус (10, 11), препятствующий развитию грибов в тканях растений. Такие позитивные свойства, как устойчивость к дождевым осадкам и высокое защитное действие при низких температурах, позволяют широко применять его в весенний период в условиях влажных субтропиков.

Приоритетная роль в системах защиты плодовых культур отводится фунгицидам стробилуринового ряда (строби, зато). Проявляя системный эффект, они подавляют прорастание спор, первоначальный рост мицелия грибов в тканях растений. Механизм действия стробилуринов заключается в ингибировании митохондриального дыхания в клетках фитопатогенов (5, 10, 11).

Высокая специфичность вышеперечисленных пестицидов при низких нормах расхода и токсичности служит основанием для их включения в современные системы защиты плодовых культур.

В то же время в арсенале химических средств защиты остаются препараты, характеризующиеся значительной нормой расхода (более 0,1 кг/га по д.в.) и широким спектром общетоксического действия. В первую очередь это контактные фунгициды — медьсодержащие вещества и делан. Однако в связи с высокой эффективностью в борьбе с болезнями, в осо-

бенности с курчавостью персика, исключить их из ассортимента используемых пестицидов не представляется возможным (12). Поэтому, исходя из характера негативного действия, их применение регламентируют по результатам биотестирования (13).

Современные достижения в разработке теоретических основ для систем защиты, а также успехи в создании препаратов элиситорного действия позволяют реализовать подходы, направленные на активацию механизмов защиты растений от фитопатогенов (14-18). В настоящее время особое значение приобретает метод фитоиммунокоррекции с использованием фитоактиваторов (иммуноцитифит, альбит), повышающих иммунный статус растений (19). Протекторные свойства иммуноцитифита и альбита в наибольшей степени проявляются при совместном использовании с фунгицидами (20, 21). В экспериментах по применению баковых смесей иммуноцитифита и альбита с деланом и скором в 2 раза снижалась норма расхода фунгицидов при сохранении высокой биологической эффективности (95 %).

Так как проблема обеспечения высокой экологической устойчивости агроценозов на основе усиления защитных свойств растений крайне актуальна, второе из разрабатываемых нами в настоящее время научных направлений связано с привлечением новых иммуномодуляторов и выяснением механизмов активации неспецифического иммунитета при их применении.

Третье направление, которое тоже тесно связано с проблемой экологизации и биологизации агротехнологий, — исследования, имеющие своей целью экологически обоснованное формирование систем защиты для плодовых культур, позволяющее соотнести пестицидную нагрузку с адаптивными возможностями агроценоза (22). Нами предложены методы оценки экотоксического действия пестицидов с учетом состояния природных защитных механизмов почвенной микробиоты как основной биосистемы, регулирующей гомеостаз. В качестве критериев оценки экотоксикологического действия пестицидов мы использовали показатели актуальной биологической активности, субстрат-индуцированного дыхания (субстрат — 5 % раствор глюкозы) и коэффициент микробного дыхания (КМД), которые адекватно отражают интенсивность негативного действия ксенобиотиков на почвенную микробиоту (23). Для установления характера влияния пестицидов на природную способность сообществ почвенных микроорганизмов к самовосстановлению биологической активности, нарушенной экотоксикантами, динамику изучаемых показателей определяли в верхнем горизонте почвы (0-20 см).

Использование этих методов позволило определить степень негативных последствий от применения пестицидов различных классов. Так, установлено, что существенную опасность для микробиоты представляют фосфорорганические препараты. После использования золонa фиксировали существенное угнетение субстрат-индуцируемого дыхания, свидетельствующее о нарушении биоэнергетических процессов (табл. 2).

Аналогичные изменения отмечали по актуальной биологической активности. Коэффициент микробного дыхания уменьшился относительно контроля на 58 %, что указывает на снижение устойчивости почвенной микробиоты к стресс-факторам. Нарушались процессы восстановления ее биологической активности, а изучаемые показатели нормализовались только к концу 3-го мес после применения золонa. Карбофос и БИ-58 также оказывали выраженное экотоксическое влияние на метаболическую активность почвенной микробиоты, однако интенсивность и продолжитель-

ность негативного эффекта была в 1,5-2,0 раза ниже, чем при использовании золонана.

2. Интенсивность (к контролю, %) субстрат-индуцируемого дыхания почвенной микробиоты в насаждениях персика *Prunus persica* (L.) Batsch сорта Red Haven при применении фосфорорганических пестицидов (опытный участок Всероссийского НИИ цветоводства и субтропических культур, г. Сочи)

Пестицид	Дата обработки	Время после обработки, нед					
		2	4	6	8	10	12
Золон	23.04.2007	52,3	55,7	58,2	69,4	85,2	95,3
БИ-58	28.04.2008	72,6	75,4	85,1	98,3	102,1	98,7
Карбофос	27.04.2009	69,7	74,2	82,5	95,6	94,7	99,5

Примечание. Субстрат — 5 % раствор глюкозы. Насаждения заложены в 1998 году.

Негативные последствия применения пиретроидов (децис, фастак, каратэ) (11) не столь значительны. Они оказывали кратковременный угнетающий эффект на общую биологическую активность микробиоты в ризосфере (табл. 3). Интенсивность экотоксического действия этих пестицидов находится в пределах адаптивных возможностей почвенной микробиоты при условии ее высокой биологической активности (в весенний период).

3. Интенсивность (к контролю, %) субстрат-индуцируемого дыхания почвенной микробиоты в насаждениях персика *Prunus persica* (L.) Batsch сорта Red Haven при применении пестицидов различных классов (опытный участок Всероссийского НИИ цветоводства и субтропических культур, г. Сочи)

Пестицид	Дата обработки	Время после обработки, нед				
		1	2	3	4	5
Пиретроиды						
Децис	25.04.2008	78,2	85,5	92,3	102,5	99,5
Фастак	21.04.2009	75,3	81,2	86,4	97,3	96,5
Каратэ	20.04.2010	84,2	105,1	99,7	102,4	103,6
Препараты нового поколения (оксадиазины, неоникотиноиды, антриламины)						
Авант	22.04.2011	105,2	98,4	104,3	102,5	99,5
Калипсо	22.04.2011	94,8	97,8	104,9	103,5	101,2
Кораген	22.04.2011	97,2	102,9	98,5	105,5	105,8
Препараты со специфическим механизмом действия						
Димилин	3.06.2010	97,5	101,4	99,2	97,8	104,8
Алсестин	3.06.2010	101,2	95,8	104,5	105,9	103,8
Инсегар	3.06.2010	105,3	101,7	97,2	98,4	102,5
Адмирал	3.06.2010	99,2	103,7	104,2	98,5	99,6
Фунгициды триазолового ряда						
Байлетон	23.04.2011	93,4	98,6	104,5	103,2	103,4
Топаз	5.06.2012	96,7	102,4	105,1	98,2	97,8
Вектра	23.04.2011	98,2	101,4	103,2	98,6	99,4
Скор	5.06.2012	105,8	106,9	104,2	103,9	105,1

Примечание. Субстрат — 5 % раствор глюкозы. Насаждения заложены в 1998 году.

Малоопасны для сообщества почвенных микроорганизмов такие пестициды нового поколения, как авант, калипсо, кораген даже при снижении его адаптивных возможностей (см. табл. 3).

Практически безопасны для окружающей среды инсектициды, отличающиеся специфическим механизмом действия на вредные организмы (димилин, алсестин, инсегар, адмирал). Основное положительное качество этих препаратов заключается в отсутствии негативного влияния на почвенную микробиоту (см. табл. 3).

Из фунгицидов хорошо зарекомендовали себя препараты триазолового ряда (скор, топаз, вектра, байлетон). Вследствие специфичности действия на фитопатогенов и низкой нормы расхода (не более 50 г/га по д.в.) значительно повышается гарантия экологической безопасности (см. табл. 3).

Механизм действия фунгицидов-стробилуринов (строби, зато) на фитопатогенные грибы, заключающийся в угнетении внутриклеточных биоэнергетических процессов, не гарантирует безопасность для полезных био-

объектов экосистем (10). При многократном (2-3 раза) использовании за вегетационный период наблюдается ингибирование аэробных дыхательных процессов у микробиоты ризосферы (табл. 4).

4. Интенсивность (к контролю, %) субстрат-индуцируемого дыхания почвенной микробиоты в насаждениях персика *Prunus persica* (L.) Batsch сорта Red Haven при применении фунгицидов-стробилуринов (опытный участок Всероссийского НИИ цветоводства и субтропических культур, г. Сочи)

Пестицид	Дата обработки	Время после обработки, нед						
		1	2	3	4	5	6	7
Строби	27.04.2009 (1-я)	95,5	99,8	105,0	102,5	99,2	99,8	103,5
	19.05.2009 (2-я)	82,4	83,5	85,4	96,5	103,4	98,2	101,5
	16.06.2009 (3-я)	72,5	77,4	81,8	82,9	83,5	98,0	100,5
Зато	27.04.2009 (1-я)	95,5	94,2	98,4	105,2	99,7	99,4	102,8
	19.05.2009 (2-я)	79,5	78,5	80,4	81,2	95,8	101,4	103,8
	16.06.2009 (3-я)	68,2	68,5	77,1	82,4	81,5	84,6	97,8

Примечание. Субстрат — 5 % раствор глюкозы.

Фунгициды контактного действия (делан, медьсодержащие препараты) в отличие от вышеописанных системных пестицидов, характеризуются еще более широким диапазоном влияния не только на фитопатогенов, но и на полезную микробиоту (24). Вследствие того, что эти препараты применяются в садоводстве ввиду высокой эффективности, исключить их из использования в системах защиты не представляется возможным. Поэтому основной гарантией при решении проблемы экологической безопасности служат научно обоснованные регламенты применения. По результатам наших многолетних исследований установлено, что только однократная обработка деланом садовых агроценозов в весенний период позволяет избежать выраженного нарушения функционального состояния микробиоты (25). Одноразовое использование за вегетационный период медьсодержащих препаратов также не приводит к интенсивному загрязнению почв, а содержание меди остается в пределах естественного фона, поэтому подобное воздействие безопасно для почвенной микробиоты.

Таким образом, экологической перспективностью пестицидов, характеризующихся целенаправленным механизмом действия, обусловлено их приоритетное применение в системах защиты плодовых культур. Эко-токсикологическое регламентирование химических средств защиты, оказывающих общетоксическое действие на микробиоту ризосферы, также гарантирует сохранение почвенных биотических ресурсов. С целью активации природных механизмов, повышающих устойчивость почвенной микробиоты к действию пестицидов, используются иммуномодуляторы (альбит, иммуноцитопит, агропон). При совместном применении этих биологически активных веществ с пестицидами существенно снижался негативный эффект последних. Включение в системы защиты плодовых культур химических препаратов с учетом представленных подходов позволит не только уменьшить пестицидную нагрузку на агроценоз, но и повысить его устойчивость к фитопатогенам и ксенобиотикам в результате активации защитных механизмов.

ГНУ Всероссийский НИИ цветоводства
и субтропических культур Россельхозакадемии,
354002 Россия, г. Сочи, ул. Яна Фабрициуса, 2/28,
e-mail: nkolem@mail.ru

Поступила в редакцию
24 марта 2014 года

Sel'skokhozyaistvennaya biologiya [Agricultural Biology], 2014, № 3, pp. 32-39

EVOLUTION OF CHEMICAL METHODS OF PLANT
PROTECTION FROM PESTS IN RUSSIAN HUMID SUBTROPICS

AND THE PROBLEM OF ECOLOGICAL SAFETY

N.N. Karpun, Ye.A. Ignatova, E.B. Yanushevskaya, N.N. Leonov

All-Russian Research Institute of Floriculture and Subtropical Crops, Russian Academy of Agricultural Sciences, 2/28, ul. Yana Fabriciusa, Sochi, 354002 Russia, e-mail nkolem@mail.ru

Received March 24, 2014

doi: 10.15389/agrobiol.2014.3.32eng

Abstract

Research of plant protection in Russian humid subtropics was initiated in the late 19th century. In climatic conditions of the region the majority of plant pests and diseases can develop almost all year round. The use of pesticides of the first generation has led to significant environmental pollution. In our studies, there are three interrelated focus approaches: formation of optimized pesticides range, which are characterized by high efficiency combined with low consumption norms; use of phytoactivators with an eliciting effect in order to increase fruit crops nonspecific immunity to pathogens; assessment of the ecotoxicological effects from pesticides on natural protection mechanisms of soil microbiota to evaluate permissible pesticide load, corresponding to the adaptive capabilities of soil biotic components. The article shows that the modern pesticides with low application rate and low toxicity are the environmentally safe preparations used for fruit crops protection. These include oxadiazines, pyrethroids, anthranilamides, neonicotinoids, avermectins and regulators of insect growth and development. Synthetic sex pheromones are essential in protecting fruit crops. Their use is recommended not only for phytosanitary monitoring and signaling deadlines of chemical treatments, but also with the aim to create a «male vacuum» and disorient *Grapholita molesta* moths. Some original methods of assessing ecotoxicological effects from pesticides were proposed, considering the state of the natural defense mechanisms in soil microbiota. Negative effect from pesticides can be significantly reduced in their joint application with immunomodulators (Albite, Immunocytophite, Agropon). A new research direction is being developed, which is related to elicitor effect of the above mentioned adaptogens. Including chemicals into fruit crops protection system (considering the represented approaches) will not only reduce the pesticide load on agrocenosis, but also increase its resistance to pathogens and xenobiotics as a result of activation of defense mechanisms.

Keywords: plant protection, pesticides, pheromones, adaptogens pesticide load, ecotoxicology, agroecosystems.

REFERENCES

1. Salov S.I., Karpun N.N., Leonov N.N. V sbornike nauchnykh trudov: *Subtropicheskoe i dekorativnoe sadovodstvo* [In: Subtropical and landscape gardening. Issue 46]. Sochi, 2012, vypusk 46: 180-192.
2. Ignatova E.A., Karpun N.N., Salov S.I. V sbornike nauchnykh trudov: *Subtropicheskoe i dekorativnoe sadovodstvo* [In: Subtropical and landscape gardening. Issue 46]. Sochi, 2012, vypusk 46: 206-212.
3. Pavlyushin V.A. *Vestnik zashchity rastenii*, 2009, 4: 3-8.
4. Karpun N.N., Yanushevskaya E.B., Ignatova E.A., Leonov N.N. *Metodicheskie polozeniya po primeneniyu preparatov novogo pokoleniya v sisteme zashchity persika* [Manual guide on the use of modern preparations in peach protection]. Sochi, 2013.
5. Zhemchuzhin S.G., Yakovleva I.N., Kupriyanov M.A. *Agrokimiya*, 2008, 11: 20-28.
6. Mondal K.A.M.S.H., Parween S. Insect growth regulators and their potential in the management of stored-product insect pests. *Integrated Pest Manag. Rev.*, 2000, 5(4): 255-295.
7. Tunaz H., Uygun N. Insect growth regulators for insect pest control. *Turk. J. Agric. For.*, 2004, 28: 377-387.
8. Witzgall P. Pheromones — future techniques for insect control? *Pheromones for Insect Control in Orchards and Vineyards: IOBC wprs Bulletin*, 2001, 24(2): 114-122.
9. Welter S.C., Pickel C., Millar J.G., Cave F., Van Steenwyk R.A., Dunley J. Pheromone mating disruption offers selective management options for key pests. *California Agriculture*, 2005, 59(1): 16-22.
10. Illarionov A.I. *Metody zashchity rastenii ot vrednykh organizmov* [Plant protection from pests]. Voronezh, 2007.
11. *Spisok pestitsidov i agrokhimikatov, razreshennykh k primeneniyu na territorii Rossiiskoi Federatsii* [List of pesticides and agrochemicals approved for use in the Russian Federation]. Moscow, 2013.
12. Leonov N.N. *Zashchita i karantin rastenii*, 2010, 1: 31-35.
13. Sokolov M.S., Monastyrskii O.A., Pikushova E.A. *Ekologizatsiya zashchity rastenii* /Pod redaktsiei V.A. Zakharenko [Eco-friendly plant protection. V.A. Zakharenko (ed.)]. Moscow—Pushchino, 1994.

14. Tarchevskii I.A. *Signal'nye sistemy kletok rastenii* [Signaling systems in plant cells]. Moscow, 2002.
15. D'yakov Yu.T. *Fundamental'naya fitopatologiya* [Fundamental phytopathology]. Moscow, 2012.
16. Thakur M., Sohal B.S. Role of elicitors in inducing resistance in plants against pathogen infection: a review. *ISRN Biochemistry*, 2013 (<http://dx.doi.org/10.1155/2013/762412>).
17. Tamm L., Thürig B., Fliessbach A., Goltlieb A.E., Karavani S., Cohen Y. Elicitors and soil management to induce resistance against fungal plant diseases. *NJAS – Wageningen Journal of Life Sciences*, 2011, 58(3-4): 131-137.
18. Walters D., Walsh D., Newton A., Lyon G. Induced resistance for plant disease control: Maximizing the efficacy of resistance elicitors. *Phytopathology*, 2005, 95: 1368-1373.
19. Ryabchinskaya T.A. Polifunktsional'nye fitoaktivatory i ikh mesto v informatsionnykh biotekhnologiyakh. *Materialy Mezhdunarodnogo simpoziuma «Zashchita rastenii — problemy i perspektivy»* [Proc. Int. Symp. «Plant Protection: Problems and Prospects»]. Kishinev, 2012: 426-429.
20. Zlotnikov A.K., Begunov I.I., Zlotnikov K.M., Kudryavtsev N.A., Lebedev V.B., Safonov P.A., Sergeev V.R., Talash A.I. *Zemledelie*, 2005, 2: 33-35.
21. Leonov N.N., Yanushevskaya E.B. V sbornike naucnykh trudov: *Fundamental'nye i prikladnye razrabotki, formiruyushchie sovremennyi oblik sadovodstva i vinogradarstva* [In: Fundamental and applied research in modern horticulture and viticulture]. Krasnodar, 2011: 281-285.
22. Zhuchenko A.A. *Adaptivnoe rastenievodstvo (ekologo-geneticheskie osnovy). Teoriya i praktika* [Adaptive crop production: ecogenetic bases. Theory and practice]. Moscow, 2008.
23. Yanushevskaya E.B. *Metodicheskie ukazaniya po opredeleniyu biologicheskoi aktivnosti pochv pri pestitsidnykh nagruzkakh* [Guidance on estimation of biological activity in soils under pesticide loads]. Sochi, 2013.
24. Smol'yakova V.M., Podgornaya M.E. Otsenka bezopasnosti pestitsidov v yuzhnom sadovodstve. *Materialy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Sadovodstvo i vinogradarstvo 21-go veka»* [Proc. Int. Conf. «Horticulture and Viticulture in the 21st Century»]. Krasnodar, 1999: 72-75.
25. Karpun N.N., Yanushevskaya E.B. V sbornike naucnykh trudov: *Subtropicheskoe i dekorativnoe sadovodstvo* [In: Subtropical and landscape gardening. Issue 46]. Sochi, 2012, vypusk 46: 212-217.