

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ИММУНОИНДУКТОРОВ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ БОЛЕЗНЕУСТОЙЧИВОСТИ ПЕРСИКА

Елена Валерьевна Михайлова¹
Наталья Николаевна Карпун¹
Элеонора Болеславовна Янушевская¹
Елизавета Айрапетовна Мелькумова²

¹Всероссийский научно-исследовательский институт
цветоводства и субтропических культур, г. Сочи

²Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Перспектива использования иммуноиндукторов в системах защиты персика от комплекса вредоносных болезней связана с их иммуностимулирующими свойствами. Экспериментальные исследования проводились в период 2014–2016 гг. в насаждениях персика сорта Редхавен в зоне влажных субтропиков Краснодарского края. В производственных условиях использовали химические фунгициды делан и скор, в опытных – иммуноиндукторы (альбит, иммуноцитифит, экогель, салициловая кислота) совместно с фунгицидами как в чистом виде, так и с половинными нормами расхода. Эффективность иммуноиндукторов и фунгицидов оценивали по интенсивности развития болезней – возбудителя курчавости листьев персика *Taphrina deformans* (Berk.) Tul. и дырчатой пятнистости – *Thyrostroma carpophilum* (Lev.) B. Sutton, а также ответной реакции ключевых ферментов антиоксидантной системы листьев. Максимальный защитный эффект от *T. deformans* отмечался при применении иммуноиндукторов альбита и экогеля в чистом виде и совместно с половинными дозировками фунгицидов (превосходил биоцидное действие химических препаратов в годы испытаний в 2,2–3,2 раза). Обработка иммуноцитифитом и салициловой кислотой снизила степень развития курчавости листьев персика на 17%, аналогичные результаты получены при обработке деланом и скором. Неспецифическая устойчивость персика сохранялась в течение месяца после обработки. Подобная тенденция отмечалась и в отношении кластероспориоза. Формирование неспецифического индуцированного иммунитета сопровождалось ростом ферментативной активности каталазы и пероксидазы в листьях персика соответственно на 70–98 и 9–40 ед. Установлена обратная корреляционная зависимость между степенью развития фитопатогенов и активностью ферментов антиоксидантной системы – каталазы и пероксидазы. Обоснована целесообразность защиты персика препаратами альбит и экогель с половинными дозировками фунгицидов, а также альбитом в чистом виде.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: персик, фитопатогены, устойчивость, антиоксидантная система, иммуноиндукторы, фунгициды.

EVALUATION OF EFFICIENCY OF APPLICATION OF IMMUNE INDUCERS BY THE PARAMETERS OF DISEASE RESISTANCE OF PEACH

Elena V. Mikhailova¹
Natalia N. Karpun¹
Eleonora B. Yanushevskaya¹
Elizaveta A. Melkumova²

¹Russian Research Institute of Floriculture and Subtropical Crops, Sochi

²Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

In the systems of peach protection from a complex of harmful diseases the prospects of using immune inducers are associated with their immunostimulatory properties. Experimental studies were conducted in 2014–2016 in the plantations of the Red Haven peach variety in the zone of humid subtropics of Krasnodar Krai. In the production conditions, the Delan and Score chemical fungicides were applied. In the experimental conditions the authors used immune inducers, such as Albite, Immunocytophyte, Ecogel, and salicylic acid in combination with fungicides both in

pure form and at half the rates of application. The efficiency of immune inducers and fungicides was evaluated by the intensity of development of diseases, i.e. the causative agent of leaf curl of peach (*Taphrina deformans* (Berk.) Tul.) and shot hole disease (*Thyrostroma carpophilum* (Lev.) B. Sutton), as well as by the response of the key enzymes of the antioxidant system of leaves. The maximum protective effect against *T. deformans* was noted when the Albite and Ecogel immune inducers were applied in their pure form and in combination with half dosages of fungicides (in the experimental years this effect was 2.2–3.2 times superior to the biocidal effect of chemical preparations). Treatment with Immunocytophyte and salicylic acid reduced the degree of development of leaf curl in peach by 17%; similar results were obtained when treated with Delan and Score. The nonhost resistance of peach persisted for a month after treatment. A similar trend was noted for shot hole disease. The formation of nonspecific induced immunity was accompanied by an increase in the enzymatic activity of catalase and peroxidase in peach leaves by 70–98 and 9–40 units, respectively. An inverse correlation between the degree of development of phytopathogens and the activity of enzymes of the antioxidant system, i.e. catalase and peroxidase was defined. The advisability of peach protection with Albite and Ecogel preparations combined with half dosages of fungicides, as well as Albite in its pure form was substantiated.

KEY WORDS: peach, phytopathogens, resistance, antioxidant system, immune inducers, fungicides.

Введение
В настоящее время практическое значение в защите растений от комплекса фитопатогенов приобретают иммуноиндукторы, повышающие болезнеустойчивость плодовых культур [3, 7, 8, 16]. Установлена эффективность альбита, иммуноцитифита, экогеля и салициловой кислоты в борьбе с основными болезнями персика [10, 12]. Выявлено, что в основе повышения болезнеустойчивости растений лежит активность ферментов антиоксидантной системы – каталазы и пероксидазы. Рост антиоксидантного потенциала позволяет растениям противодействовать окислительному стрессу, являющемуся неотъемлемой частью инфекционного процесса [4, 6, 22]. Пероксидаза играет определяющую роль в обезвреживании активных форм кислорода [13, 14, 18], участвует в окислении различных субстратов, метаболизме аминов, биосинтезе клеточных стенок [21, 28], ее защитная роль от фитопатогенов заключается в усилении синтеза лигнина и создании механических барьеров при их проникновении в клетку [25, 27]. Повышение каталазной активности рассматривается в качестве защитной реакции клеток растений при биотическом стрессе на более поздних стадиях его воздействия [20, 24]. Степень активации ферментов антиоксидантной системы служит адекватным показателем иммуностимулирующего влияния препаратов элиситорного действия [1, 9].

Вследствие ограниченного ассортимента разрешенных к использованию фунгицидов и повышения резистентности к ним фитопатогенов [17] перспективное значение приобретает применение в борьбе с болезнями персика иммуноиндукторов. В первую очередь это относится к *T. deformans* в связи с его способностью синтезировать ферменты, обеспечивающие детоксикацию пестицидов [26]. Актуальный аспект использования иммуноиндукторов также заключается в снижении негативных последствий пестицидов на агроценоз плодовых культур [11, 19].

Целью проводимых исследований является определение эффективности применения иммуноиндукторов (альбита, иммуноцитифита, экогеля, салициловой кислоты) в борьбе с *T. deformans* и *Th. carpophilum* по степени их влияния на интенсивность поражения персика этими фитопатогенами и активацию ферментов антиоксидантной системы защиты (каталазы, общей пероксидазы).

Материал и методы

Исследования проводили в насаждениях персика ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт цветоводства и субтропических культур» (г. Сочи) в 2014–2016 гг. Закладка опыта осуществлялась на персике сорта Редхавен на фоне однократной обработки бордоской смесью (3%) в период набухания почек. Оценка интенсивности развития заболеваний персика проводилась в соответствии с общепринятой методикой [15].

Схема эксперимента включала 10 вариантов в 6-кратной повторности.

1. Контроль – обработка водой, без фунгицидов и иммуноиндукторов.

2. Производственная обработка химическими фунгицидами в чистом виде: а) делан, ВГ (0,7 кг/га) – I декада апреля; б) скор, КЭ (0,2 л/га) – I декада мая и I декада июня.

3. Альбит, ТПС (250 мл/га) совместно с фунгицидами в половинных дозировках.

4. Иммуноцитифит, ТАБ (0,6 г/га) совместно с фунгицидами в половинных дозировках.

5. Экогель, ВР (15 л/га) совместно с фунгицидами в половинных дозировках.

6. Салициловая кислота 2%, Р (650 мл/га) совместно с фунгицидами в половинных дозировках.

7. Альбит, ТПС (250 мл/га) в чистом виде.

8. Иммуноцитифит, ТАБ (0,6 г/га) в чистом виде.

9. Экогель, ВР (15 л/га) в чистом виде.

10. Салициловая кислота 2%, Р (650 мл/га) в чистом виде.

На вариантах 3–6 насаждения опрыскивали фунгицидом делан, ВГ (0,35 кг/га) в I декаде апреля и фунгицидом скор, КЭ (0,1 л/га) – в I декаде мая и I декаде июня, на вариантах 7–10 насаждения обрабатывали иммуноиндукторами в первых декадах апреля, мая и июня.

Растения, включенные в эксперимент, находились в одинаковых условиях произрастания, одинакового возраста и габитуса кроны. Все обработки проводились в аналогичные сроки на одних и тех же деревьях.

Оценку интенсивности развития курчавости осуществляли в динамике через 7 суток после каждой обработки. Степень развития кластероспориоза определяли через один месяц после прекращения обработок.

Активность каталазы и общей пероксидазы в листьях персика устанавливали в 2014–2016 гг. на всех вариантах опыта по общепринятым методикам [1, 5, 23].

Каталазная активность (КА) выражается в единицах мл O_2 / г ткани; пероксидазная активность (ПА) соответствует 10 000 единиц оптимальной плотности / г сырой ткани / сек; R – развитие болезни в процентах; КК – коэффициент корреляции.

Влияние иммуноиндукторов на активность ключевых ферментов антиоксидантной системы изучали в 2014–2016 гг. при существенных отличиях метеорологических показателей (табл. 1).

Таблица 1. Метеорологические данные за период наблюдений, 2014–2016 гг. (по данным Сочинской АМС)

Показатели	Месяцы и декады								
	Апрель			Май			Июнь		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
2014 г.									
Температура воздуха, °С	9,9	15,8	14,5	17,0	18,4	19,3	21,1	20,6	21,7
Осадки, мм	7,5	16,9	49,4	16,0	15,6	49,9	34,3	75,3	2,1
Влажность воздуха, %	64	68	83	76	82	82	78	78	75
2015 г.									
Температура воздуха, °С	9,0	9,5	12,0	12,6	15,9	20,6	20,9	21,9	21,2
Осадки, мм	143,7	48,8	2,4	24,1	8,4	16,0	0,8	16,3	148,6
Влажность воздуха, %	79	77	65	87	73	72	80	81	85
2016 г.									
Температура воздуха, °С	12,7	14,3	14,4	14,7	16,4	17,5	18,8	21,7	25,8
Осадки, мм	3,4	44,6	56,6	12,0	73,9	20,0	59,3	2,2	7,9
Влажность воздуха, %	73	73	80	84	76	81	81	80	82

Все результаты исследований обработаны статистически в программе MS Excel.

Результаты и их обсуждение

Оценка эффективности применения иммуоиндукторов в борьбе с курчавостью проводилась в 2014–2016 гг. при умеренной степени поражения *T. deformans* листьев персика (рис. 1, 2).

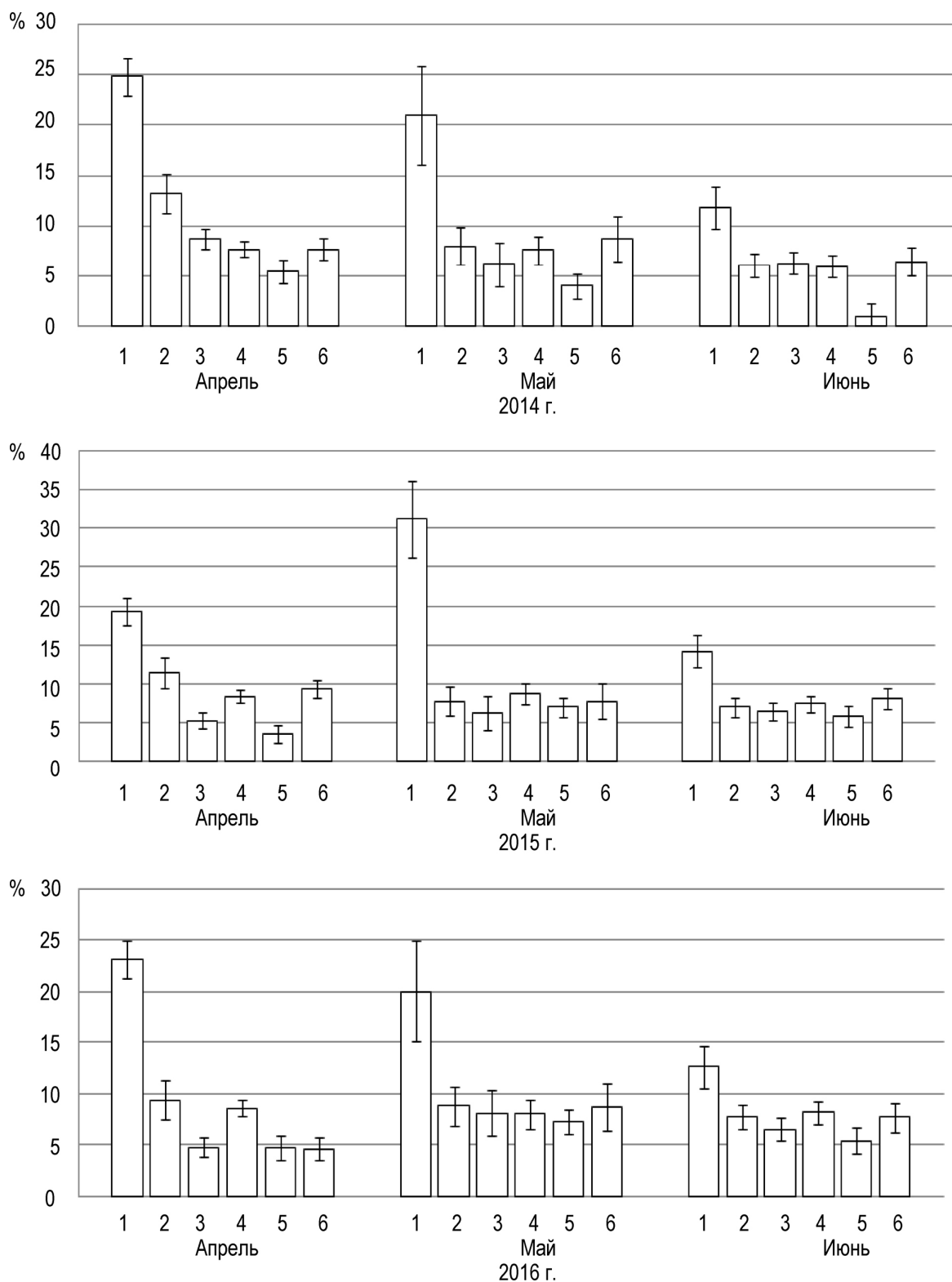


Рис. 1. Степень развития курчавости листьев персика (R, %) после обработок иммуоиндукторами в баковых смесях с фунгицидами: здесь и далее номерами обозначены варианты в соответствии с приведенной выше схемой эксперимента

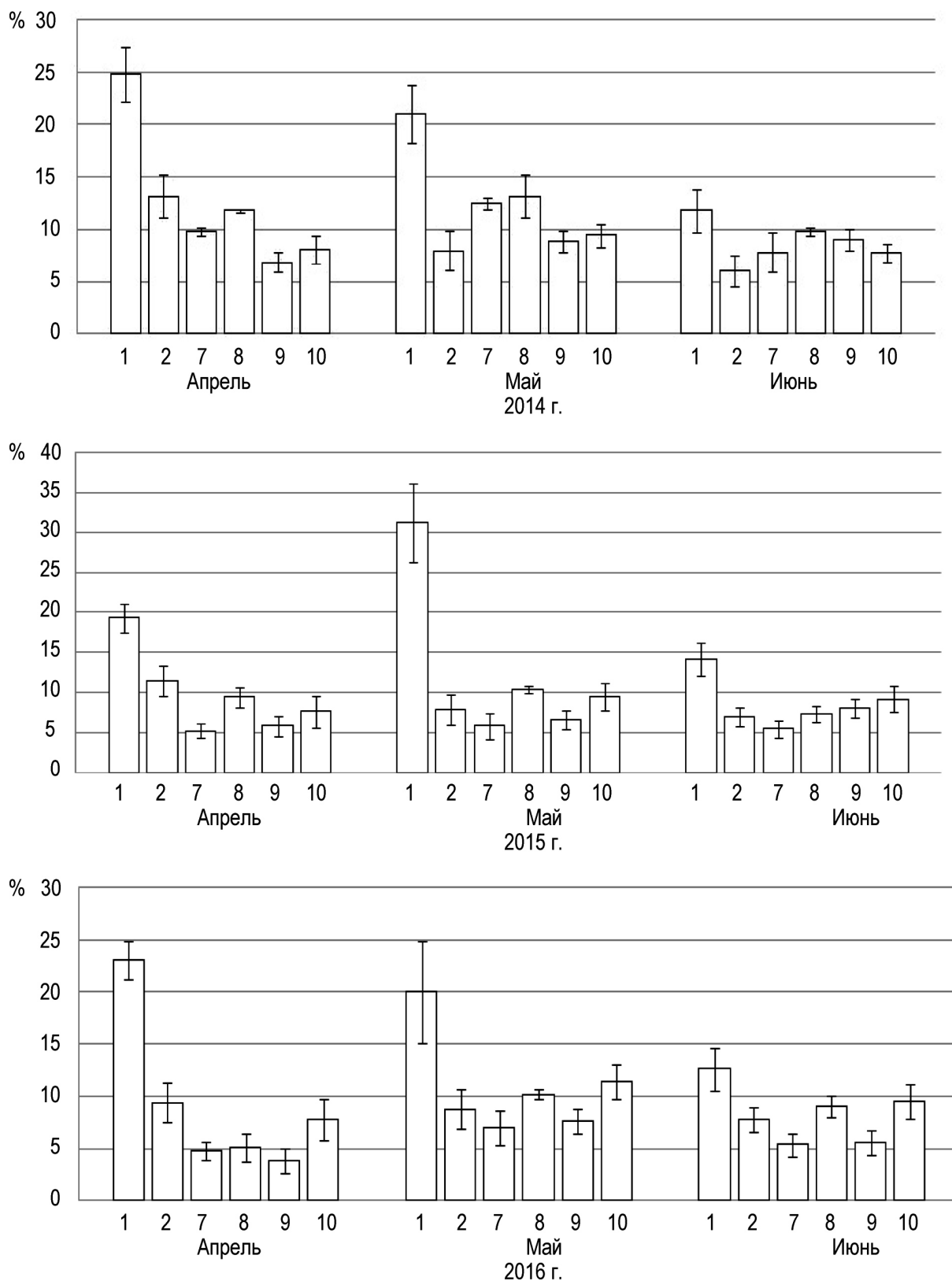


Рис. 2. Степень развития курчавости листьев персика (R, %) после обработок иммуноиндукторами в чистом виде

За годы исследований на контрольном варианте наблюдалась умеренная степень воздействия *T. deformans* на листья персика. В 2014 г. максимальный уровень развития курчавости листьев составил 24,8%, в 2015 г. – 31,2%, в 2016 г. – 23,1%. Обработка фунгицидами делан и скор существенно снизила негативное воздействие патогена.

При включении в систему защиты иммуноиндукторов эффективность баковых смесей превысила результат производственной обработки, несмотря на сниженные в 2 раза нормы расхода фунгицидов, что свидетельствует о синергическом эффекте. Максимальное защитное действие достигнуто на вариантах опыта с применением альбита и экогеля. Степень поражения листьев персика *T. deformans* в 2014 г. на вариантах опыта с применением экогеля и альбита была соответственно на 58 и 34% ниже по сравнению с обработкой деланом в чистом виде.

Приведенные на рисунках 1 и 2 данные свидетельствуют о значительной роли этих иммуноиндукторов в повышении устойчивости персика к *T. deformans*. Это заключение подтверждается результатами, полученными при применении иммуноиндукторов – альбита и экогеля в чистом виде. Защитное действие иммуноиндукторов в 2014–2016 гг. превосходило эффективность использования фунгицидов. Слабое воздействие на *T. deformans* оказали иммуноцитифит и салициловая кислота в чистом виде, а также их совместное использование с препаратами химической природы (делан и скор) в половинных дозировках препаратов.

Повышение устойчивости персика к *T. deformans* при применении иммуноиндукторов сопровождается ростом активности ферментов антиоксидантной системы защиты. В результате проведенных исследований установлена зависимость степени поражения листьев курчавостью от уровня каталазной активности (табл. 2). Максимальная величина активности этого фермента наблюдалась при минимальной интенсивности развития фитопатогена. Эта взаимосвязь фиксировалась на варианте опыта с применением альбита и экогеля в чистом виде и с половинными дозировками фунгицидов.

Таблица 2. Уровень каталазной активности листьев персика в зависимости от степени поражения *T. deformans*

Год	Месяц	П	Варианты опыта										КК
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
2014	Апрель	R	24,8	13,2	8,7	7,7	5,5	7,7	9,8	11,8	6,9	8,1	-0,9326
		КА	121	130	178	161	195	153	179	159	187	166	
	Май	R	21,0	8,0	6,2	7,6	4,0	8,7	12,5	13,2	8,9	9,5	-0,8633
		КА	221	242	270	237	261	237	278	224	264	224	
	Июнь	R	11,8	6,1	6,3	6,0	1,0	6,4	7,8	9,8	9,0	7,8	-0,9765
		КА	219	168	145	194	132	208	120	174	206	215	
2015	Апрель	R	19,3	11,4	5,3	8,4	3,6	9,4	5,2	9,4	5,8	7,6	-0,9336
		КА	116	125	173	155	190	148	173	154	181	161	
	Май	R	31,2	7,8	6,2	8,7	7,0	7,8	5,8	10,4	6,6	9,5	-0,5631
		КА	231	252	280	246	270	248	289	232	274	234	
	Июнь	R	14,2	7,0	6,4	7,4	5,8	8,1	5,5	7,3	8,0	9,2	-0,7795
		КА	221	170	147	197	134	212	122	176	208	218	
2016	Апрель	R	23,1	9,4	4,8	8,6	4,7	4,6	4,8	5,1	3,8	7,8	-0,9567
		КА	277	346	384	319	363	402	380	354	405	349	
	Май	R	20,0	8,8	8,1	8,0	7,2	8,7	7,0	10,2	7,6	11,4	-0,9468
		КА	215	269	279	279	322	314	323	254	339	258	
	Июнь	R	12,6	7,8	6,5	8,2	5,4	7,7	5,4	9,0	5,6	9,5	-0,9846
		КА	309	397	409	383	412	406	413	364	413	378	

Примечание: здесь и далее в таблицах П – показатель.

Уменьшение активности каталазы регистрировалось при снижении защитного действия иммуноцитифита и салициловой кислоты. После первой обработки установ-

лена тесная обратная корреляционная связь показателей каталазы и степени поражения листьев *T. deformans*. При повторном применении фунгицидов и иммуноиндукторов отмечалось снижение коэффициента корреляции до -0,56 с последующим повышением до -0,77 после третьей обработки. При использовании иммуноиндукторов в 2016 г. корреляционная взаимосвязь между степенью поражения курчавостью и уровнем каталазной активности носила более тесный характер. Во все сроки исследований при применении иммуноиндукторов высокая устойчивость персика к курчавости соответствовала повышенным значениям активности каталазы.

Информативным показателем иммунного статуса растений при использовании препаратов элиситорного действия является активность общей пероксидазы в тканях листьев [2, 18]. Согласно результатам проведенных исследований стимулирующее действие иммуноиндукторов на активность общей пероксидазы в листьях персика сопровождается повышением устойчивости растений к *T. deformans* (табл. 3).

Таблица 3. Уровень общей пероксидазной активности листьев персика в зависимости от степени поражения *T. deformans*

Год	Месяц	П	Варианты опыта										КК
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
2015	Апрель	R	19,3	11,4	5,3	8,4	3,6	9,4	5,2	9,4	5,8	7,6	-0,9291
		ПА	32	54	115	89	145	82	115	84	145	105	
	Май	R	31,2	7,8	6,2	8,7	7,0	7,8	5,8	10,4	6,6	9,5	-0,7522
		ПА	45	104	145	90	124	102	154	65	132	85	
	Июнь	R	14,2	7,0	6,4	7,4	5,8	8,1	5,5	7,3	8,0	9,2	-0,8411
		ПА	48	96	118	78	134	72	139	82	74	68	
2016	Апрель	R	23,1	9,4	4,8	8,6	4,7	4,6	4,8	5,1	3,8	7,8	-0,9322
		ПА	45	111	163	120	141	163	127	125	163	123	
	Май	R	20,0	8,8	8,1	8,0	7,2	8,7	7,0	10,2	7,6	11,4	-0,7604
		ПА	84	108	117	124	137	129	137	97	150	91	
	Июнь	R	12,6	7,8	6,5	8,2	5,4	7,7	5,4	9,0	5,6	9,5	-0,8553
		ПА	32	66	82	64	110	77	135	33	162	57	

Наиболее высокие значения ферментативной активности отмечались при низкой степени развития фитопатогена *T. deformans* вследствие применения альбита и экогеля. Фиксируемые во все сроки наблюдений высокие коэффициенты корреляции подтверждают тесную взаимосвязь активности пероксидазы и степени поражения персика курчавостью.

Максимальное стимулирующее действие, влияющее на активность пероксидазы и рост болезнестойчивости персика, оказывали альбит и экогель в чистом виде и совместно с фунгицидами. Тесная обратная корреляционная зависимость между степенью развития курчавости и общей пероксидазной активностью свидетельствует о существенном значении этого фермента в развитии резистентности растений.

Положительным результатом применения иммуноиндукторов является повышение устойчивости персика не только к биотрофному фитопатогену *T. deformans*, но и к некротрофному *Th. carpophilum*. Защитное действие этих препаратов сохранялось продолжительное время (в течение месяца) после прекращения обработок. В этот период степень развития болезни на вариантах опыта с применением иммуноиндукторов в чистом виде и с половинными нормами расхода фунгицидов оказалась значительно ниже, чем при производственной обработке (рис. 3).

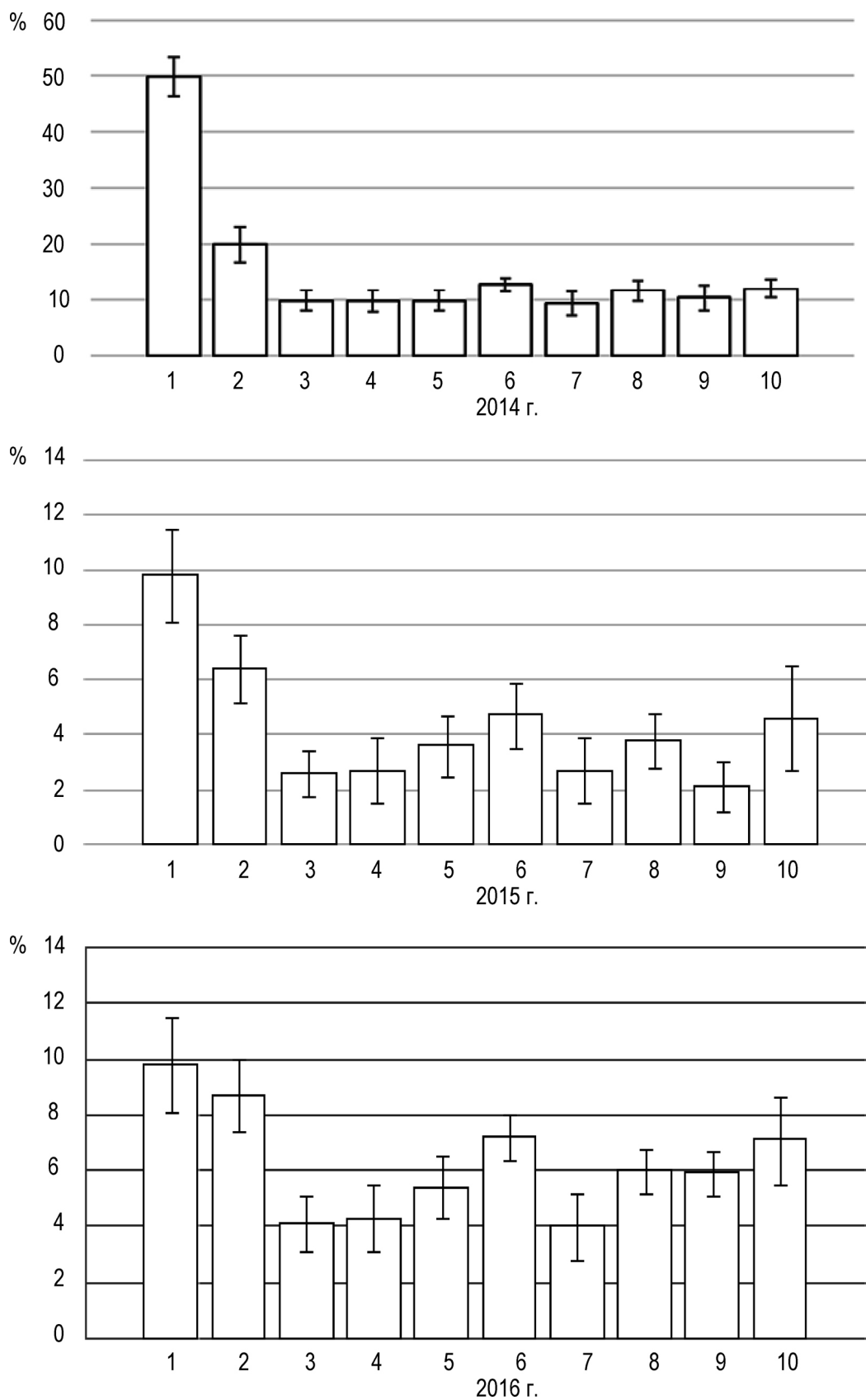


Рис. 3. Степень развития кластероспориоза листьев персика (R, %) после обработок иммуноиндукторами в баковых смесях с фунгицидами и в чистом виде (июль)

Лучший результат отмечен при использовании альбита в различных системах защиты персика. Интенсивность поражения листьев фитопатогеном снижалась в два раза по

сравнению с фунгицидами. Существенное повышение резистентности персика также наблюдалось при применении иммуноцитифита и экогеля. Из изучаемых иммуноиндукторов салициловая кислота оказывала наименьшее защитное действие, в то время как интенсивность поражения листьев соответствовала результатам производственной обработки.

Одновременно с повышением резистентности персика к *Th. carpophilum* наблюдалось индуцирование препаратами элиситорного действия с повышением активности ферментов антиоксидантной системы: каталазы и общей пероксидазы. При наиболее высокой степени повышения активности этих ферментов отмечалась минимальная степень развития кластероспориоза (табл. 4).

Таблица 4. Уровень каталазной и пероксидазной активности листьев персика в зависимости от степени поражения кластероспориозом (*Th. carpophilum*) (июль)

Год	Показатель	Варианты опыта										КК
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
2015	R	9,8 ± 1,7	6,4 ± 1,2	2,6 ± 0,8	2,7 ± 1,2	3,6 ± 1,1	4,7 ± 1,2	2,7 ± 1,2	3,8 ± 1,0	2,1 ± 0,9	4,6 ± 1,9	–
	КА	116,0 ± 13,0	118,2 ± 25,8	170,2 ± 19,0	156,5 ± 10,1	148,5 ± 14,1	122,2 ± 9,1	151,4 ± 9,0	137,7 ± 19,5	178,8 ± 20,4	122,2 ± 9,1	-0,8025
	ПА	25,3 ± 7,0	45,1 ± 8,5	92,3 ± 8,9	87,6 ± 15,3	62,8 ± 6,2	44,1 ± 17,9	63,0 ± 6,5	51,5 ± 8,7	99,6 ± 8,8	50,5 ± 10,2	-0,8377
2016	R	11,6 ± 1,6	8,7 ± 1,3	4,1 ± 1,0	4,3 ± 1,2	5,4 ± 1,1	7,2 ± 0,8	4,0 ± 1,2	6,0 ± 0,8	5,9 ± 0,8	7,1 ± 1,6	–
	КА	168,0 ± 25,4	261,3 ± 17,4	341,3 ± 26,8	266,6 ± 17,4	352,0 ± 27,3	347,3 ± 31,8	313,3 ± 12,8	237,3 ± 18,0	356,6 ± 32,4	268,6 ± 33,0	-0,6622
	ПА	47,0 ± 10,6	59,4 ± 23,2	71,4 ± 26,9	64,8 ± 8,1	64,2 ± 16,7	46,4 ± 10,1	76,0 ± 31,3	60,8 ± 18,4	54,6 ± 20,3	63,0 ± 20,0	-0,7634

В исследованиях максимальный эффект в борьбе с фитопатогенами установлен в 2015 г. на вариантах опыта с применением альбита, иммуноцитифита и экогеля в чистом виде и с половинными дозировками фунгицидов. На этих же вариантах опыта фиксировался наиболее высокий уровень ферментативной активности ткани листьев. Увеличение степени развития болезни сопровождалось снижением интенсивности ферментативных процессов. Указанная закономерность наблюдалась после использования салициловой кислоты в чистом виде и совместно с фунгицидами. Представленные данные свидетельствуют о наличии обратной корреляционной связи между интенсивностью поражения персика кластероспориозом и уровнем активности изучаемых ферментов.

Результаты исследований в 2016 г. подтверждают высокое защитное действие альбита, иммуноцитифита и экогеля, сопровождающееся повышением активности ферментов антиоксидантной системы (табл. 4).

На вариантах применения салициловой кислоты при более высокой степени развития болезни уровень активности каталазы и пероксидазы оказался ниже, чем на вариантах с использованием альбита, иммуноцитифита и экогеля. Тесная взаимосвязь степени развития фитопатогена с ферментативной активностью подтверждается высоким коэффициентом корреляции.

Таким образом, интенсивность ответной реакции ферментов антиоксидантной системы на воздействие иммуноиндукторов определяет уровень неспецифического индуцированного иммунитета персика к дырчатой пятнистости.

Заключение

Применение изучаемых иммуноиндукторов (альбита, иммуноцитифита, экогеля и салициловой кислоты) в системах защиты персика повышает его болезнеустойчивость к *T. deformans* и *Th. carpophilum*. В системе защиты персика от курчавости установлена наиболее высокая эффективность баковых смесей, в состав которых входят альбит и эко-

гель с половинными нормами расхода фунгицидов. Существенный положительный результат достигнут за счет биоцидного действия фунгицидов и иммуноиндуцирующей активности альбита и экогеля. Высокий защитный эффект в борьбе с *T. deformans*, сопоставимый с фунгицидами, установлен на вариантах опыта с применением этих иммуноиндукторов в чистом виде.

После трехкратного применения иммуноиндукторов в системах защиты состояние неспецифического индуцированного иммунитета персика сохранялось в течение одного месяца. Интенсивность защитного действия альбита, иммуноцитофита и экогеля в чистом виде и с половинными дозировками фунгицидов в борьбе с кластероспориозом превосходила результаты производственной обработки.

Применение иммуноиндукторов приводит к активации ключевых ферментов антиоксидантной системы (каталазы и пероксидазы) в листьях персика. Индуцирующий эффект изучаемых препаратов в отношении каталазы и пероксидазы носит стабильный характер и сохраняется в течение месяца после обработок. Повышение активности каталазы и пероксидазы сопровождается ростом устойчивости персика к курчавости и кластероспориозу. Установлена обратная корреляционная связь между степенью развития фитопатогенов (*T. deformans* и *Th. carpophilum*) и активностью ферментов антиоксидантной системы – каталазы и пероксидазы.

Полученные данные свидетельствуют о целесообразности использования в системах защиты персика альбита и экогеля с половинными дозировками фунгицидов, а также альбита в чистом виде.

Библиографический список

1. Андреев Л.Н. Физиологические аспекты иммунитета растений / Л.Н. Андреев, М.Н. Талиева // Облигатный паразитизм: цитофизиологические аспекты : сб. научных статей. Академия наук СССР. Главный ботанический сад. – Москва : Наука, 1991. – С. 5–12.
2. Биохимические и физиологические предикторы индуцированного иммунитета при обработке растений иммуноиндукторами группы Альбит / Т.А. Рябчинская, Г.Л. Харченко, Н.А. Саранцева, И.Ю. Бобрешова, А.К. Злотников // Вестник защиты растений. – 2008. – № 2. – С. 34–41.
3. Буров В.Н. Перспективы и проблемы использования индукторов иммунитета растений к биотическим стрессам / В.Н. Буров // Индуцированный иммунитет с.-х. культур – важное направление в защите растений : матер. Всеросс. науч.-практ. конф. – Большие Вяземы, 2006. – С. 12–14.
4. Гесслер Н.Н. Активные формы кислорода в регуляции развития грибов / Н.Н. Гесслер, А.А. Аверьянов, Т.А. Белозерская // Биохимия. – 2007. – № 72 (10). – С. 1342–1364.
5. Гунар И.И. Практикум по физиологии растений: учебники и учебные пособия для высших сельскохозяйственных учебных заведений / И.И. Гунар. – Москва : Колос, 1972. – С. 102–103.
6. Дьяков Ю.Т. Общая фитопатология с основами иммунитета / Ю.Т. Дьяков, Г.Д. Успенская, И.Г. Семенкова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Колос, 1976. – 256 с.
7. Злотников А.К. Фунгицидные свойства регулятора роста Альбит / А.К. Злотников // Земледелие. – 2007. – № 1. – С. 38–41.
8. Значение иммуностимуляторов в борьбе с курчавостью персика субтропической зоны черноморского побережья / Н.Н. Карпун, Г.Г. Пантя, Е.В. Михайлова, Э.Б. Янушевская // Субтропическое и декоративное садоводство. – 2015. – Т. 55. – С. 152–158.
9. Ильинская Л.И. Биохимические аспекты индуцированной устойчивости и восприимчивости растений / Л.И. Ильинская, Н.И. Васюкова, О.Л. Озерецковская // Итоги науки и техники. Сер. Защита растений. – 1991. – Т. 7. – С. 4–102.
10. Карпун Н.Н. Влияние альбита и экогеля на развитие системного неспецифического иммунитета персика / Н.Н. Карпун, Э.Б. Янушевская, Е.В. Михайлова // Вестник АПК Ставрополя. – 2016. – № 2 (22). – С. 199–202.
11. Карпун Н.Н. Защитные механизмы персика и их роль в повышении устойчивости к курчавости / Н.Н. Карпун, Э.Б. Янушевская, Е.В. Михайлова // Субтропическое и декоративное садоводство. – 2015. – Вып. 53. – С. 141–143.
12. Карпун Н.Н. Роль препаратов элиситорного действия в системе защиты персика / Н.Н. Карпун, Э.Б. Янушевская, Е.В. Михайлова // Субтропическое и декоративное садоводство. – 2014. – Вып. 51. – С. 272–276.
13. Колупаев Ю.Е. Активные формы кислорода в растениях при действии стрессоров: образование и возможные функции / Ю.Е. Колупаев // Вестник Харьковского нац. аграрного ун-та. Сер. Биология. – 2007. – № 3. – С. 6–26.
14. Креславский В.Д. Сигнальная роль активных форм кислорода при стрессе у растений / В.Д. Креславский, Д.А. Лось // Физиология растений. – 2012. – Т. 59, № 2. – С. 163–178.

15. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве ; под ред. В.И. Долженко. – Санкт-Петербург : ВИЗР, 2009. – 379 с.
16. Озерецковская О.Л. Индуцирование устойчивости растений к вирусам биогенными элиситорами фитопатогенов / О.Л. Озерецковская // Прикладная биохимия и микробиология. – 1994. – Т. 30. – С. 325–339.
17. Павлюшин В.А. Современные проблемы иммунитета растений к вредным организмам / В.А. Павлюшин, О.С. Афанасенко, Н.А. Вилкова // Современные проблемы иммунитета растений к вредным организмам : матер. междунар. науч.-практ. конф. – Санкт-Петербург : ВИЗР, 2008. – С. 8–9.
18. Пероксидаза как компонент сигнальной системы клеток картофеля при патогенезе кольцевой гнили / И.А. Граскова, Г.Б. Боровский, А.В. Колисниченко, В.К. Войников // Физиология растений. – 2004. – Т. 51, № 5. – С. 692–697.
19. Подгорная М.Е. Дыхательная активность почвы как показатель ее устойчивости к негативному действию пестицидов в системе экологизированной защиты персика / М.Е. Подгорная, Э.Б. Янушевская, А.В. Рындин // Агробиология. – 2011. – № 10. – С. 39–42.
20. Радюкина Н.Л. Методы оценки содержания активных форм кислорода, низкомолекулярных антиоксидантов и активностей основных антиоксидантных ферментов / Н.Л. Радюкина, Ю.В. Иванов, Н.И. Шевякова. – Москва : Бином. Лаборатория знаний, 2011. – 487 с.
21. Соколов Ю.А. Элиситоры и их применение / Ю.А. Соколов // Известия национальной академии наук Беларуси. – 2014. – № 4. – С. 109–121.
22. Тютюрев С.Л. Научные основы индуцированной устойчивости растений / С.Л. Тютюрев. – Санкт-Петербург : Наука, 2002. – С. 328.
23. Физиология растений : учебник для студ. вузов / Н.Д. Алехина, Ю.В. Балнокин, В.Ф. Гавриленко ; под ред. И.П. Ермакова. – Москва : Академия, 2005. – 640 с.
24. Чиркова Т.В. Физиологические основы устойчивости растений : учеб. пособие / Т.В. Чиркова. – Санкт-Петербург : СПбГУ, 2002. – 244 с.
25. Barna B. Role of antioxidant systems and juvenility in tolerance of plants to diseases and abiotic stresses / B. Barna, A.L. Adam, G. Gullner, Z. Kiraly // Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica. – 1995. – Vol. 30. – Pp. 39–45.
26. Cissé O.H. Genome Sequencing of the Plant Pathogen *Taphrina deformans*, the Causal Agent of Peach Leaf Curl / O.H. Cissé, J.M. Almeida, A. Fonseca, A.A. Kumar, J. Salojärvi, K. Overmyer, P.M. Hauser, M. Pagni // mBio. – 2013. – Vol. 4 (3): e00055–13. – Pp. 1–8. doi: 10.1128/mBio.00055-13.
27. Foyer C. Hydrogen peroxide- and glutathione-associated mechanisms of acclamatory stress tolerance and signaling / C. Foyer, H. Lopez-Delgado, J.F. Dat, I.M. Scott // Physiologia Plantarum. – 1997. – Vol. 100. – Pp. 241–245.
28. Galvez-Valdivieso G. The role of reactive oxygen species in signalling from chloroplasts to the nucleus / G. Galvez-Valdivieso, P.M. Mullineaux // Physiologia Plantarum. – 2010. – Vol. 138 (4). – Pp. 430–439.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Елена Валерьевна Михайлова – младший научный сотрудник отдела защиты растений ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт цветоводства и субтропических культур», Российская Федерация, г. Сочи, e-mail: mixailovaOZR@mail.ru.

Наталья Николаевна Карпун – кандидат биологических наук, доцент, заместитель директора по науке ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт цветоводства и субтропических культур», Российская Федерация, г. Сочи, e-mail: nkolem@mail.ru.

Элеонора Болеславовна Янушевская – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник отдела защиты растений ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт цветоводства и субтропических культур», Российская Федерация, г. Сочи, e-mail: mixailovaOZR@mail.ru.

Елизавета Айрапетовна Мелькумова – доктор биологических наук, профессор кафедры биологии и защиты растений ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Российская Федерация, г. Воронеж, тел. 8(473) 253-76-93, доб. 1324, e-mail: botanika@agronomy.vsau.ru.

Дата поступления в редакцию 12.05.2018

Дата принятия к печати 10.06.2018

AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Elena V. Mikhailova – Junior Research Scientist, Plant Protection Department, All-Russian Research Institute of Floriculture and Subtropical Crops, Russian Federation, Sochi, e-mail: mixailovaOZR@mail.ru.

Natalia N. Karpun – Candidate of Biological Sciences, Deputy Director for Research, All-Russian Research Institute of Floriculture and Subtropical Crops, Russian Federation, Sochi, e-mail: nkolem@mail.ru.

Eleonora B. Yanushevskaya – Candidate of Biological Sciences, Leading Research Scientist, Plant Protection Department, All-Russian Research Institute of Floriculture and Subtropical Crops, Russian Federation, Sochi, e-mail: mixailovaOZR@mail.ru.

Elizaveta A. Melkumova – Doctor of Biological Sciences, Professor, the Dept. of Biology and Plant Protection, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russian Federation, Voronezh, tel. 8(473)253-76-93 (internal 1324), e-mail: botanika@agronomy.vsau.ru.

Received May 12, 2018

Accepted June 10, 2018