

УДК 632.9:664.8.03
DOI: 10.30679/2219-5335-2018-5-53-113-143

**КОНТРОЛЬ ЗАБОЛЕВАНИЙ
РАСТЕНИЙ ЗА СЧЕТ
ИНДУЦИРОВАННОЙ
РЕЗИСТЕНТНОСТИ С ПОМОЩЬЮ
НЕКОТОРЫХ ХИМИЧЕСКИХ
ВЕЩЕСТВ И БИОАГЕНТОВ**

Алёшин Владимир Николаевич
канд. техн. наук

Першакова Татьяна Викторовна
д-р техн. наук, доцент

Купин Григорий Анатольевич
канд. техн. наук

Краснодарский научно-исследовательский институт хранения и переработки сельскохозяйственной продукции – филиал ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия», Краснодар, Россия

Контроль и предотвращение заболеваний растений – одна из основных задач в сельском хозяйстве. Это связано с тем, что такие заболевания могут приводить к значительным экономическим потерям. В статье рассмотрены наиболее известные на международном рынке препараты и способы защиты растений, использующие механизм индуцированной резистентности. С этой целью был проведен обзор научно-исследовательской литературы, были изучены биопестициды, зарегистрированные в США, Европе и ряде других стран, а также был проведен патентный поиск в международных базах патентной документации. Установлено, что за последние годы был проделан значительный объем работы в области изучения способности различных веществ и биоагентов индуцировать резистентность растений к заболеваниям. Сделан вывод о том, что продолжение исследований в данной области актуально и представляет интерес, в том числе и как основа для разработки инновационных технологий хранения растительной продукции.

UDC 632.9:664.8.03
DOI: 10.30679/2219-5335-2018-5-53-113-143

**CONTROL
OF PLANTS DISEASES
BY MEANS OF INDUCED
RESISTANCE USING
SOME CHEMICAL SUBSTANCES
AND BIOAGENTS**

Aleshin Vladimir Nikolaevich
Cand. Tech. Sci.

Pershakova Tatiana Viktorovna
Dr. Sci. Tech., Docent

Kupin Grigoriy Anatolievich
Cand. Tech. Sci.

Krasnodar Research Institute of Agricultural Products Storage and Processing – Branch of Federal State Budgetary Scientific Institution «North-Caucasus Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Wine-making», Krasnodar, Russia

Control and prevention of plant Diseases is one of the main tasks in agriculture. This is due to the fact that such diseases can lead to significant economic losses. The article considers the most well-known in the international market preparations and methods of plant protection using the mechanism of induced resistance. To this end, a review of the research literature was conducted, biopesticides registered in the United States, Europe and a number of other countries were studied, and a patent search was carried out in international databases of patent documentation. It has been established that in recent years a significant amount of work has been done in the field of studying the ability of various substances and bioagents to induce plant resistance to diseases. It is concluded that the continuation of research in this area is relevant and of interest, including as a basis for developing innovative technologies for storing plant products.

Ключевые слова: СИСТЕМНАЯ ПРИОБРЕТЕННАЯ РЕЗИСТЕНТНОСТЬ, ИНДУЦИРОВАННАЯ СИСТЕМНАЯ РЕЗИСТЕНТНОСТЬ, БИОПЕСТИЦИДЫ, ЭЛИСИТОРЫ, ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ, ХРАНЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ

Key words: SYSTEMIC ACQUIRED RESISTANCE, INDUCED SYSTEMIC RESISTANCE, BIOPESTICIDES, ELICITORS, PLANT PROTECTION, STORING OF PLANT PRODUCTS

Контроль и предотвращение заболеваний растений – одна из основных задач в сельском хозяйстве. Это связано с тем, что такие заболевания могут приводить к значительным экономическим потерям. Так, например, по данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО), около трети урожая фруктов и овощей теряется в поле и в послеуборочный период из-за патогенных инфекций, в первую очередь грибной природы [1].

На сегодняшний день для борьбы с заболеваниями растений применяются несколько подходов. Традиционный способ – использование таких химических веществ, как синтетические пестициды (в том числе фунгициды, бактерициды, вируциды, нематоциды и инсектициды). Несмотря на достаточно высокую эффективность синтетических пестицидов, их применение часто ассоциируется с загрязнением окружающей среды и потенциальным риском для здоровья человека и животных. Более того, ряд фитопатогенов вирусной и бактериальной природы нечувствителен к доступным на рынке препаратам, а некоторые патогенные грибы, нематоды, акариды и насекомые могут со временем приобретать устойчивость, что позволяет им переносить большие дозы синтетических пестицидов без значительных повреждений.

Альтернативным подходом является применение так называемых биопестицидов, которые можно разделить на три категории:

– микробные пестициды представляют собой определенные штаммы бактерий, грибов и вирусов и их метаболиты (энтомопатогенные нематоды также относят к этой группе);

– биохимические пестициды представляют собой вещества естественного происхождения (или структурно и функционально идентичные им) и экстракты из биологических объектов, которые позволяют контролировать патогены и защищать растения, имея при этом нетоксические механизмы действия по отношению к патогенам (регуляторы роста и развития растений, аттрактанты, репелленты или индукторы резистентности) и сравнительно низкую токсичность для млекопитающих;

– пестицидные вещества, производимые растениями, содержащими добавленный генетический материал [2].

К преимуществам биопестицидов по сравнению с обычными синтетическими пестицидами относят меньшую токсичность и направленность на конкретную цель и близкородственные организмы (в то время как синтетические пестициды широкого спектра действия могут одновременно влиять на разные организмы, такие как насекомые, птицы, млекопитающие). Биопестициды также часто эффективны в небольших количествах и быстро разлагаются, что позволяет избегать проблемы загрязнения окружающей среды. Применение биопестицидов совместно с синтетическими пестицидами позволяет в некоторых случаях значительно снизить расход последних.

Говоря о борьбе с заболеваниями растений в целом и о биопестицидах в частности, необходимо особо отметить, что в последние годы всё больший интерес вызывает такая стратегия, как индукция естественной резистентности (защиты) в растениях (в том числе во фруктах и овощах в послеуборочный период) за счёт биологического, химического или физического воздействия.

В основе данной стратегии лежит способность ряда биологических агентов (грибы, бактерии, вирусы, насекомые), некоторых химических веществ (элиситоры или «активаторы растений») и физических воздействий (ультрафиолетовое излучение, повышенная температура, пониженное давление и др.) активировать защитные механизмы в растениях.

Таким образом, индуцированная резистентность – это защитный ответ растения на внешние воздействия того или иного вида.

Защитные ответы, возникающие в растениях, сложны и включают в себя различные элементы, например, накопление фенольных соединений и связанных с патогенезом белков (в том числе защитных ферментов, способных, к примеру, разрушать гифы грибов).

Выделяют два основных механизма индуцированной резистентности:

- systemic acquired resistance (SAR) – системная приобретенная резистентность;
- induced systemic resistance (ISR) – индуцированная системная резистентность.

Эти механизмы регулируются различными фитогормонами:

SAR требует наличия сигнальной молекулы салициловой кислоты и ассоциируется с накоплением связанных с патогенезом белков. SAR возникает как локальный защитный ответ на действия биотических или абиотических факторов, но приводит к возникновению резистентности во всём растении, то есть носит системный характер. При этом в растении синтезируются соединения, молекулы которых выполняют сигнальные функции (например, салициловая кислота, метилсалициловая кислота, азелаиновая кислота, глицерол 3-фосфат и др.). Наличие этих сигнальных молекул приводит к образованию системной защитной «памяти», которая может длиться недели и месяцы, защищая растение от будущих подобных атак.

ISR функционирует независимо от салициловой кислоты и регулируется молекулами жасмоновой кислоты и этилена. Этот механизм не активирует защитные ответы растения напрямую, но приводит растение в состояние «готовности», что позволяет дать эффективный ответ в случае последующего воздействия патогенов. Одним из наиболее известных факторов, активирующих ISR резистентность, является колонизация корней растения симбиотическими ризобактериями [3].

Следует заметить, что индукция резистентности в растениях обладает особенностями, которые рекомендуется учитывать при применении этого механизма на практике.

Во-первых, для жизнедеятельности растениям требуются определенные ресурсы, которые, как правило, ограничены, и растения вынуждены перераспределять их между ростом, защитой и репродукцией. Так, когда растения активно растут, их защита часто бывает ослаблена. Следовательно, в случае принудительной активации в растениях защитных механизмов, скорость роста и урожайность могут снизиться.

Во-вторых, во многих исследованиях показано, что результаты применения индукторов резистентности могут значительно отличаться в зависимости от условий. Это объясняется самой природой индуцированной резистентности: после искусственной активации защитных механизмов растение защищает себя само, и эффективность этой защиты зависит от таких факторов, как вид растения, его генотип, условия окружающей среды и так далее.

Разработка и совершенствование новых способов защиты растений (в том числе фруктов и овощей при хранении) требует изучения мирового опыта по данному направлению, в связи с чем, представляло интерес рассмотреть наиболее известные на международном рынке препараты и способы защиты растений, использующие механизм индуцированной резистентности. С этой целью был проведен обзор научно-исследовательской литературы, были изучены биопестициды, зарегистрированные в США, Европе и ряде других стран, а также был проведен патентный поиск в базах патентной документации WIPO (PATENTSCOPE).

Как было отмечено выше, защитные ответы в растениях контролируются определенными фитогормонами, и поэтому естественно, что фитогормоны могут использоваться для создания индуцированной резистентности. Центральную роль в регуляции иммунных ответов растений играют такие гормоны, как салициловая кислота, жасмоновая кислота, абсцизовая

кислота и этилен [4, 5]. Гиббереллиновая кислота, ауксин индолилуксусная кислота, брассиностероиды и цитокинины также были недавно признаны важными модуляторами защиты растений против микроорганизмов [6].

Анализ научно-исследовательской литературы показывает, что существует значительное количество работ, посвященных изучению способности фитогормонов индуцировать резистентность в растениях.

Так, например, в работе [7] показано, что применение салициловой кислоты в форме предуборочного опрыскивания или вымачивания перед закладкой на хранение повышало устойчивость фруктов киви к серой гнили. В работе [8] показано, что обработка черешни салициловой кислотой сокращала частоту и тяжесть поражения патогеном *P. expansum*. В работе [9] показано, что обработка груш салициловой кислотой увеличивала активность таких защитных ферментов, как пероксидаза, хитиназа, фенилаланин-аммиак-лиаза, β -1,3-глюканаза, и снижала активность каталазы и аскорбат-пероксидазы. В работе [10] показано, что обработка ягод вишни метилсалициловой кислотой приводила к увеличению активности супероксиддисмутазы, каталазы, пероксидазы и аскорбат-пероксидазы.

Исследователи, изучавшие влияние на растения жасмоновой кислоты и метилжасмоната, отмечали, что, например, послеуборочная обработка грейпфрутов и апельсинов жасмоновой кислотой сокращала их поражаемость зеленой плесенью [11]. В работах [12, 13] было установлено, что метилжасмонат способен снижать поражаемость томатов антракнозом и серой гнилью. А в работе [14] показано, что обработка метилжасмонатом ягод восковницы красной индуцировала в них резистентность по отношению к *Penicillium citrinum* за счёт увеличения содержания антимикробных веществ и защитных ферментов.

Кроме того, известен ряд патентов, описывающих применение фитогормонов и их производных. Например, патент [15] предлагает применять препарат для опрыскивания растений, содержащий производные салициловой и жасмоновой кислот, а также соединения титана. По данным авто-

ров, применение этого препарата приводит к увеличению содержания в растениях (особенно в эхинацеи пурпурной) биологически активных фенольных веществ.

Близким по содержанию является описанный в патенте [16] способ изготовления и применения мезопорных частиц, содержащих производные салициловой и жасмоновой кислот. Авторы заявляют, что данные частицы позволяют активировать системную приобретенную резистентность, индуцированную системную резистентность и другие механизмы защиты растений против патогенов и стресса, что приводит к увеличению урожайности и качества продукции (на примере пшеницы и ячменя).

В патенте [17] представлен способ применения субсалицилата висмута для борьбы с грибными заболеваниями растений, в том числе и за счёт активации защитных свойств растений.

Известно также значительное количество патентов на композиции (смеси) того или иного назначения, содержащие салициловую или жасмоновую кислоты в сочетании со многими другими веществами, но препараты (биопестициды), содержащие эти фитогормоны, на рынке представлены в небольшом количестве, видимо, из-за дороговизны и непрактичности применения.

Так, известны препараты Bioplus ST компании Security Seed And Chemical, Inc. и Consensus компании Loveland Products, Inc., содержащие хитозан, индолил-3-масляную кислоту и салициловую кислоту. Но они зарегистрированы как регуляторы роста.

Препарат Leap ES Bacterial Disease Management / Biological Insecticide компании Valent Biosciences содержит бактерии *Bacillus thuringiensis* Subsp. *Kurstaki* (штамм ABTS-351) и метилсалицилат. Производитель заявляет, что данный препарат обладает двойным действием: подавляет бактериальные заболевания за счёт активации защитных механизмов в растении, а также позволяет эффективно подавлять развитие личинок насекомых.

Большее распространение получил бензотиадиазол (benzo(1,2,3)-thiadiazole-7-carbothioicacid S-methyl ester, также известный как ВТН или ASM, Acibenzolar-S-Methyl). Считается на данный момент одним из наиболее перспективных синтетических индукторов резистентности. Бензотиадиазол представляет собой нечувствительный к свету функциональный аналог салициловой кислоты, который способен индуцировать резистентность по отношению к широкому спектру патогенов за счет активации в растениях защитного механизма SAR. Известен целый ряд научных работ, в которых показано, что предуборочная и послеуборочная обработка ВТН позволяет эффективно сократить возникновение микробиологических заболеваний у фруктов и овощей, включая клубнику, груши, персики, дыни, манго и картофель [3]. Так, к примеру, в работе [18] показано, что предуборочная обработка груш бензотиадиазолом снизила их поражаемость плесневыми грибами. При этом наблюдалась повышенная активность как основных защитных ферментов (пероксидаза, хитиназа, фенилаланин-аммиак-лиаза, β -1,3-глюканаза), так и антиоксидантных ферментов (супероксиддисмутаза, каталаза). Было отмечено также значительное накопление фенольных соединений и перекисей (пероксид водорода и малондиальдегид).

Компанией Syngenta Crop Protection зарегистрирован препарат Actigard (известен как Bion в Бразилии), действующим веществом которого указан Acibenzolar-S-Methyl. Производитель указывает, что Actigard является активатором растений, стимулирующим системную приобретенную резистентность (SAR) по отношению к целому ряду грибных, бактериальных и вирусных инфекций, что позволяет, к примеру, сократить симптомы Psa (*Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae*) на фруктах киви. По данным производителя, применение Actigard одобрено в общей сложности для более ста видов сельскохозяйственных культур.

Syngenta Crop Protection, как и ряд других компаний, также имеет значительное количество патентов, описывающих альтернативные способы применения вещества Acibenzolar-S-Methyl (бензотиадиазол) в комбинациях с различными веществами и другими предназначениями (регуляция роста растений и противодействие абиотическому стрессу, например).

Ещё одним структурным и функциональным аналогом салициловой кислоты является 2,6-дихлорникотиновая кислота. Известны исследования, в которых показано, что обработка этим веществом значительно сокращала поражаемость различными заболеваниями дынь [19], манго [20] и бананов [21].

К индукторам резистентности в растениях относятся и многие другие вещества различной природы.

Брассиностероиды – это группа фито-стероидных гормонов, играющих ключевую роль в ряде процессов в растениях. В работе [22] показано, что брассиностероиды эффективно подавляли развитие голубой плесени на фруктах унаби, увеличивая при этом активность защитных ферментов. Патенты [23, 24] описывают способы применения брассиностероидов с целью индукции резистентности к заболеваниям в растениях.

β -аминобутировая кислота, как показано в работе [25], способна повышать устойчивость плодов манго к антракнозу в послеуборочный период, а в работе [19] показано, что обработка ею дынь приводила к увеличению активности пероксидазы и хитиназы. Некоторые изобретатели [26] включают β -аминобутировую кислоту в состав фунгицидных композиций для защиты растений.

Щавелевая кислота, по данным [27], активировала защитные ферменты и увеличивала содержание антимикробных веществ в канталупе (разновидность дыни) при хранении. А по данным [28], щавелевая кислота увеличивала уровень антиоксидантов и активность полифенолоксидазы в персиках при хранении при низкой температуре, что повышало их устойчивость к заболеваниям.

4-фенилмасляную кислоту или её соли предлагается применять для повышения устойчивости растений к вредителям (особенно бактериям, вирусам и нематодам) в патенте [29].

L-аргинин продемонстрировал способность индуцировать резистентность томатов к заболеваниям за счёт активации защитных ферментов и влияния на биосинтез окиси азота (NO) [30].

Фенилаланин предлагается использовать для контроля грибных инфекций на растениях (растения, обработанные фенилаланином, демонстрируют более высокую устойчивость) в патенте [31].

Рибофлавин, по данным [32], ингибировал развитие гнили, вызванной грибом *Alternaria*, на грушах, увеличивал активность защитных ферментов (пероксидаза, фенилаланин-аммиак-лиаза и полифенолоксидаза) и накопление фенольных веществ и лигнина.

1-метилциклопропен, как было установлено в работе [33], способен индуцировать резистентность плодов унаби к микробиологической порче в послеуборочный период, увеличивая при этом активность ферментов супероксиддисмутаза, каталаза, фенилаланин-аммиак-лиаза и полифенолоксидаза.

Компания Agrofresh Inc. зарегистрировала как «регуляторы растений» более 20 препаратов (например, SmartFresh), содержащих 1-метилциклопропен, в первую очередь предназначенных для сохранения качества растительного сырья при хранении и транспортировке за счёт блокирования действия этилена, активирующего процесс послеуборочного дозревания. Но в описании некоторых препаратов (A17492F, AFXRD-038) указано, что они также способны усиливать естественные защитные свойства объектов обработки. Ну а препараты Fysium компании Janssen PMP и Trupick компании Decco US Post-Harvest, Inc., также содержащие 1-метилциклопропен, предназначены, по данным их разработчиков, непосредственно для борьбы с послеуборочными бактериальными заболеваниями.

Сапонины, полученные, например, из лебеды или килайи, предлагаются применять для защиты растений от бактериальных заболеваний в патенте [34]. А в патенте [35] речь идет про фунгицидную смесь на основе сапонинов как активаторов механизма SAR в растениях.

Витамин К также может использоваться для активации защитных ответов растений, как указано в патенте [36].

Пробеназол – действующее вещество препарата Oryzematе компании Meiji Holdings Co., Ltd., применяемого главным образом в рисоводстве в качестве фунгицида уже более 40 лет. Известно, что он не обладает прямым фунгицидным действием по отношению к патогенам риса, увеличивая вместо этого устойчивость растения к микроорганизмам за счёт индуцирования системной приобретенной резистентности (SAR) [37].

Изотианил предлагается применять (сам по себе или в смеси с бензотиадиазолом) в качестве индуктора резистентности для контроля бактериальных патогенов в растениеводстве в патенте [38].

Фосетил алюминия представлен на рынке в качестве фунгицида. Производители заявляют о множественных механизмах действия: вещество не только убивает патогенные грибы при контакте, но и стимулирует собственные защитные свойства растений. Препараты, содержащие фосетил алюминия: Aliette и 12ESP705 компании Bayer Environmental Science; Flagstick и Linebacker WDG компании Tessenderlo Kerley, Inc.; Fosal Select Fungicide компании Prime Source, Llc; Legion 80 WDG компании Makhteshim Agan Of North America, Inc.; Quali-Pro Fosetyl AL 80 WDG компании Control Solutions, Inc.; Terronate WDG компании Winfield Solutions, Llc.

Кверцетин, по данным [39, 40], значительно сокращал развитие синей плесени на яблоках. Здесь же следует сказать, что известен способ использования экстракта из выжимок винограда (предпочтительно красного) для стимулирования естественных защитных свойств растений [41]. Авторы не говорят конкретно о кверцетине, указывая лишь, что экстракт со-

держит полифенолы и антоцианы. Однако общеизвестно, что флавоноид кверцетин содержится в растениях красного цвета, и добывают его, в том числе, из выжимок красного винограда.

Кроме того, на рынке представлены препараты на основе флавоноидов. Например, препарат Ecolife 40 компании Quinabra состоит из флавоноидов цитрусовых, а также аскорбиновой кислоты, молочной кислоты и лимонной кислоты, получаемых за счёт ферментации или экстракции органических веществ, полифенолов и фитоалексинов из цитрусовых растений. Препарат предлагается для защиты растений и улучшения качества урожая.

Многие другие растительные экстракты также способны активировать защитные механизмы растений.

Так, например, экстракт из семян фенугрека (также известен как пажетник сеной, *Trigonella foenum graecum*) может использоваться с этой целью [42, 43]. Препарат Stifenia компании SOFT, содержащий экстракт фенугрека, предлагается как фунгицид и естественный активатор.

Препараты Milsana, Regalia и MBI-106 компании Marrone Bio Innovations и Rotstar компании Cann-Care Company содержат экстракт из листьев растения рейнутрия сахалинская (*Reynoutria sachalinensis*) и предлагаются для защиты растений от заболеваний бактериальной и грибной природы за счёт индукции резистентности.

Патент [44] описывает способ повышения устойчивости винограда к инфекциям за счёт его внешней обработки экстрактом из виноградной лозы.

Активным ингредиентом растительных экстрактов могут являться и фруктоолигосахариды. В работе [45] показано, что фруктоолигосахариды лопуха эффективно подавляли послеуборочные заболевания винограда, яблок, бананов, киви, цитрусовых, клубники и груш. В патенте [46] – способ применения фруктоолигосахаридов определённой структуры для стимуляции абсорбции растениями минеральных веществ из почвы и активации защитных механизмов против патогенов.

Экстракты из бурых водорослей, содержащие ламинарин (олигосахарид, структура которого сходна с продуктами деградации клеточных стенок грибов-патогенов; растения воспринимают наличие ламинарина как признак атаки, что и запускает защитные ответы), также могут использоваться как средство для стимулирования резистентности растений к микробиологическим патогенам [47].

Компания Laboratoires GOEMAR SAS разрабатывает и предлагает продукты для активации естественных защитных свойств растений, содержащие ламинарин: Vacciplant и Iodus.

Препарат Neudo-Vital компании Neudorff содержит экстракт из морских водорослей и некоторые жирные кислоты. Предлагается как альтернатива синтетическим пестицидам, способная понижать восприимчивость обработанных им растений к болезням. Патент [48] описывает экстракт из микроводорослей (диатомовые водоросли и/или цианобактерии) для индукции резистентности в растениях.

Помимо экстрактов из растений представляют интерес также экстракты из различных микроорганизмов или выделенные из них определённые вещества. Так, для активации защитных механизмов растений могут использоваться экстракты из грибов *Fusarium* [49], *Trichoderma* [50] и *Ophiostoma* [51]; экстракты из бактерий *Erwinia* [52, 53], *Xanthomonas* [54, 55], *Agrobacterium* [56], *Cladosporium* [57], *Clavibacter* [58] и *Pseudomonas* [59, 60].

В работе [61] показано, что дрожжевые сахараиды повышали устойчивость персиков при хранении, повышая активность таких ферментов, как пероксидаза, хитиназа, фенилаланин-аммиак-лиаза и β -1,3-глюканаза.

На рынке присутствуют препараты (Harp-N-Tek и Proact компании Plant Health Care, Inc.; Zolera With Abpro компании Arysta Lifescience North America, Llc.), действующим веществом которых является гарпин.

Гарпин – белок бактериального происхождения, впервые описан в патогенных бактериях *Erwinia amylovora*, вызывающих «бактериальный ожог» у растений семейства розоцветных. Вызывает во многих растениях,

которые к нему крайне чувствительны, защитный ответ по типу SAR [62]. При этом гарпин нетоксичен для человека и животных и быстро разрушается под действием солнечного излучения или микроорганизмов на поверхности растений или в почве. Может применяться в качестве индуктора резистентности в некоторых фруктах и овощах. Например, в работе [63] показано, что послеуборочная обработка гарпином ингибировала развитие голубой плесени на яблоках. А в работе [64] показано, что гарпин индуцирует в дынях локальную и системную резистентность к *Trichothecium roseum*, значительно увеличивая при этом активность ферментов пероксидаза и хитиназа.

Похожими свойствами обладает олигандрин – белок, выделяемый оомицетом *Pythium oligandrum*. В работе [65] показано, что обработка томатов олигандрином значительно сокращает их поражаемость серой гнилью, увеличивая при этом активность защитных ферментов.

В патенте [66] описан способ индукции резистентности к патогенам в растениях за счёт применения полипептида субтилизин, полученного из *Acremonium strictum*.

А в патенте [67] – применение полипептидов бактериоцинов для улучшения роста растений и их устойчивости к заболеваниям.

Известен ряд препаратов (Elexa-4 компании Plant Defense Boosters, Inc.; Yea! Yield Enhancing Agent компании AG Nubio, Inc.; Armour-Zen компании Botry-Zen Ltd.; а также вышеназванные Bioplus ST компании Security Seed And Chemical, Inc. и Consensus компании Loveland Products, Inc.), действующим веществом которых является хитозан.

Хитозан – природный биополимер, получаемый из хитина, который способен вызывать защитные ответы в растениях, в том числе во фруктах и овощах при хранении. Предуборочная и послеуборочная обработка хитозаном и его производными подавляет заболевания при хранении в таком сырье, как клубника, унаби, черешня, цитрусовые, яблоки, бананы, виноград, томаты и др. [3].

При этом было установлено, что хитозан обладает различными механизмами действия, включая как прямые антимикробные свойства, так и способность индуцировать резистентность в тканях фруктов и овощей [68]. Например, было показано, что обработка олигохитозаном бананов и унаби приводила к значительному увеличению активности хитиназы и β -1,3-глюканазы [69, 70]. Кроме того, было установлено, что обработка хитозаном сопровождается увеличением содержания фенолсодержащих и других антигрибковых веществ, а также накоплением реактивных форм кислорода за счет регуляции активности окислительно-восстановительных ферментов (супероксиддисмутаза, каталаза, аскорбат-пероксидаза) [70-73].

Говоря об экстрактах из микроорганизмов или о веществах микробиологического происхождения, необходимо также сказать и о живых культурах микроорганизмов – о микробных пестицидах.

На рынке сегодня присутствует большое количество таких препаратов, и разработка новых активно продолжается, так как эффективность их применения доказана на практике.

Не всегда, однако, производители подробно указывают механизм действия выпускаемых препаратов: часто говорится, что возможны различные варианты или их сочетание. Но исследования на эту тему ведутся, и появляется все больше научных работ, свидетельствующих, что индукция резистентности в растениях является одним из таких вариантов, и, как минимум в некоторых случаях, это – основной механизм действия микробных пестицидов.

Так, в работе [74] показано, что дрожжи *Candida saitoana* индуцируют системную резистентность в яблоках по отношению к плесневому грибу *Botrytis cinerea*; при этом наблюдается повышенная активность хитиназы и β -1,3-глюканазы. В работе [75] показано, что обработка грибом *Cryptococcus laurentii* значительно стимулировала экспрессию гена β -1,3-глюканазы в плодах унаби и грушах, что усиливало их защиту от патоген-

нов грибной природы. В работе [76] показано, что в результате обработки томатов биоагентом *Pichia guilliermondii* наблюдалась повышенная активность ферментов фенилаланин-аммиак-лиаза, хитиназа, супероксиддисмутаза и β -1,3-глюканаза.

В связи с этим всё больше разработчиков микробных пестицидов начинают указывать индукцию резистентности к микробиологическим заболеваниям как один из возможных механизмов действия или даже как основной. Так, например, в патенте [77] предлагается использовать дрожжевой штамм *Aureobasidium pullulans* YBCA5 для защиты растений от микробиологических патогенов (особенно растения киви от бактерии *P. syringae* pv. *actinidiae*, а также плодов то послеуборочной порчи, вызванной *Botrytis* spp., *Sclerotinia* spp., *Penicillium* spp., *Colletotrichum* spp., *Alternaria* spp., *Phomopsis* spp., *Cryptosporiopsis* spp, and *Monilinia* spp.).

Разработчик заявляет, что механизм действия может заключаться в конкуренции между биоагентом и патогенами за ресурсы, выделении биоагентом антимикробных веществ в окружающую среду или индукции резистентности в обрабатываемых растениях, или сочетании этих вариантов.

В патенте [78] описан способ применения биопрепарата, содержащего бактерии *Bacillus megaterium* PT6, *Bacillus subtilis* PT26A, *Paenibacillus* sp. ATY16, в том числе для повышения устойчивости растений к заболеваниям.

В патенте [79] – штаммы гриба *Trichoderma*, которые индуцируют резистентность растений к заболеваниям и/или ускоряют рост.

Из множества присутствующих на рынке биопрепаратов можно указать, например, препарат *Serenade Optimum* компании Bayer Crop Science New Zealand, который содержит штамм *Bacillus subtilis* QST 713. Производитель заявляет, что препарат обладает анти-грибным и анти-бактериальными действиями, а также стимулирует естественные защитные механизмы в растениях. Способностью индуцировать резистентность обладает также ряд веществ неорганической природы.

В работе [80] сообщалось, что оксид кремния и силикат натрия способны подавлять розовую гниль на дынях. По данным [81, 82], силикат натрия сокращал на дынях развитие гнилей, вызванных *A. alternata*, *F. Semitectum* и *T. roseum*. В работе [83] показано, что обработка кремнием клубней картофеля не влияла сразу на активность защитных ферментов или содержание фенольных соединений, но поле заражения клубней патогеном *F. sulphureum* наблюдалось значительно большее накопление этих веществ, чем без обработки.

Эти результаты указывают на то, что обработка клубней картофеля кремнием индуцировала в них состояние повышенной «готовности», то есть активировала защитный механизм ISR, впрочем, в работе [81] показано, что обработка дынь кремнием приводила к значительной активации ферментов пероксидаза и хитиназа.

В патенте [84] предлагается для защиты растений от патогенов использовать комбинацию, состоящую из надуксусной кислоты и водорастворимой соли кремния (как индуктора SAR).

Компания Neudorff предлагает в качестве средства ухода за растениями экстракт из хвоща (Horsetail Extract), содержащий природные силикаты. Neudorff не описывает подробно механизм действия этого препарата, но заявляет, что он улучшает рост и здоровье растений.

Карбонат и бикарбонат натрия, по данным [85], эффективно подавляли развитие зеленой плесени на цитрусовых. Эти соли продемонстрировали как прямое анти-грибное действие, так и способность увеличивать активность ферментов пероксидаза, фенилаланин-аммиак-лиаза и β -1,3-глюканаза. Более того, в кожуре объектов обработки было обнаружено повышенное содержание углеводов и фитоалексинов.

Однако среди производителей представленных на рынке препаратов карбонат и бикарбонат натрия не пользуются популярностью, им они предпочитают аналогичные соли калия.

Например, препарат Greencure (Agricure) компании H & I Agritech, Inc. содержит в качестве активного ингредиента бикарбонат калия. Препарат предназначен для защиты растений (более 150 видов) от заболеваний, преимущественно грибной природы. В описании продукта производитель сообщает, что, как показал ряд исследований, бикарбонат калия на 25-35% эффективнее, чем бикарбонат натрия. Производитель также указывает, что Greencure имеет несколько механизмов действия: в первую очередь он убивает микроорганизмы при контакте за счёт обезвоживания, но он также обеспечивает остаточную защиту, продолжающуюся до 2-х недель.

На рынке представлено значительное количество аналогов: Armicarb 100-F компании Church & Dwight Co., Inc.; Bi-Carb Old Fashioned Fungicide компании Lawn And Garden Products, Inc.; Carb-O-Nator компании Certis USA, Llc; HML32 и Potum компании Henry Manufacturing Limited; Kali-green компании Oat Agrio Co., Ltd.; PB133 компании Bioworks, Inc.

На рынке также представлено значительное количество препаратов, содержащих фосфорную кислоту и её соли. Эти препараты, по данным их производителей, активируют системные защитные механизмы в растениях. В эту группу входят: System ZN компании Agro-K Corporation (содержит 45% фосфорную кислоту), System-K Blue компании Agro-K Corporation (этот препарат и все следующие содержат калиевые соли фосфорной кислоты), Agri-Fos компании Liquid Fertiliser PTY. Ltd.; K-Phite 7LP и Maxi-phite компании Plant Food Systems, Inc.; Phostrol компании Nufarm Americas, Inc.; Appear компании Syngenta Crop Protection, Llc и многие другие.

Заключение. Таким образом, обзор научно-исследовательской литературы и рынка препаратов для защиты растений, а также патентный поиск в международных базах патентной документации позволили установить, что за последние годы был проделан значительный объем работы в

области изучения способности различных веществ и биоагентов индуцировать резистентность растений к заболеваниям. Учитывая научные результаты этой работы и эффективность разработанных на их основе препаратов, не вызывает сомнений, что исследования по этому направлению актуальны и представляют интерес, в том числе и как основа для разработки инновационных технологий хранения растительной продукции.

Литература

1. FAO, 2011. Global food losses and food waste—extent, causes and prevention. in: Gustavsson, J., Cederberg, C., Sonesson, U., van Otterdijk, R., Meybeck, A. Rome (eds.) (<http://www.fao.org/docrep/014/mb060e/mb060e00.pdf>).
2. U.S. Environmental Protection Agency: (<http://www.epa.gov/pesticides/biopesticides/>).
3. G. Romanazzi et al. Induced resistance to control postharvest decay of fruit and vegetables. *Postharvest Biol. Technol.* (2016), (<http://dx.doi.org/10.1016/j.postharvbio.2016.08.003>)
4. Fujita, M., Fujita, Y., Noutoshi, Y., Takahashi, F., Narusaka, Y., Yamaguchi-Shinozaki, K., Shinozaki, K., 2006. Crosstalk between abiotic and biotic stress responses: a current view from the points of convergence in the stress signaling networks. *Curr. Opin. Plant Biol.* 9, 436–442.
5. Spoel, S.H., Dong, X., 2008. Making sense of hormone crosstalk during plant immune responses. *Cell Host Microbe* 3, 348–351.
6. Robert-Seilaniantz, A., Grant, M., Jones, J.D., 2011. Hormone crosstalk in plant disease and defense: more than just jasmonate-salicylate antagonism. *Annu. Rev. Phytopathol.* 49, 317–343.
7. Poole, P.R., McLeod, L.C., Whitmore, K.J., Whitaker, G., 1998. Postharvest control of *Botrytis cinerea* rots in stored kiwifruit. *Acta Hort.* 464, 71–76.
8. Chan, Z.L., Tian, S.P., 2006. Induction of H₂O₂-metabolizing enzymes and total protein synthesis by antagonistic yeast and salicylic acid in harvested sweet cherry fruit. *Postharvest Biol. Technol.* 39, 314–320.
9. Cao, J.K., Zeng, K.F., Jiang, W.B., 2006. Enhancement of postharvest disease resistance in Yali pear (*Pyrus bretschneideri*) fruit by salicylic acid sprays on the trees during fruit growth. *Eur. J. Plant Pathol.* 114, 363–370.
10. Valverde, J., Giménez, M., Guillén, F., Valero, D., Martínez-Romero, D., Serrano, M., 2015. Methyl salicylate treatments of sweet cherry trees increase antioxidant systems in fruit at harvest and during storage. *Postharvest Biol. Technol.* 109, 106–113.
11. Porat, R., McCollum, T.G., Vinokur, V., Droby, S., 2002. Effects of various elicitors on the transcription of a b-1,3-endoglucanase gene in citrus fruit. *J. Phytopathol.* 150, 70–75.
12. Tzortzakis, N.G., 2007. Methyl jasmonate-induced suppression of anthracnose rot in tomato fruit. *Crop Prot.* 26, 1507–1513.
13. Zhu, Z., Tian, S.P., 2012. Resistant responses of tomato fruit treated with exogenous methyl jasmonate to *Botrytis cinerea* infection. *Scientia Hort.* 142, 38–43.
14. Wang, K., Jin, P., Han, L., Shang, H., Tang, S., Rui, H., Zheng, Y., 2014. Methyl jasmonate induces resistance against *Penicillium citrinum* in Chinese bayberry by priming of defense responses. *Postharvest Biol. Technol.* 98, 90–97.

15. Pat. WO2005118508, IPC A01N 37/40 (2006.01), A01N 37/42 (2006.01), A01N 59/16 (2006.01). Preparation for induction of increased production of bioactive compounds in plants and its use / Cígler, Petr; Hruby, Martin; Kuzel, Stanislav; applicants – Jihočeská Univerzita V Ceskych Budejovicích; application №: PCT/CZ2005/000045, application date: 02.06.2005, publication date: 15.12.2005.

16. Pat. WO2014063667, IPC A01N 25/08 (2006.01), A01N 37/40 (2006.01), A01N 37/42 (2006.01), A01P 21/00 (2006.01). Mesoporous particles, preparation and use thereof / Cigler, Petr; applicants – Agra Group, A.S.; application №: PCT/CZ2013/000135, application date: 23.10.2013, publication date: 01.05.2014.

17. Pat. US20170311603, IPC A01N 55/02, C07F 9/94. Use of bismuth subsalicylate or one of the derivatives thereof as a phytopharmaceutical agent / Christophe Bertsch, Sebastian Albrecht, Celine Tarnus, Melanie Gellon; applicants – Universite De Haute-Alsace; application №: 15522788, application date: 30.10.2015, publication date: 02.11.2017.

18. Cao, J.K., Jiang, W.B., He, H., 2005. Induced resistance in Yali pear (*Pyrus bretschneideri* Rehd.) fruit against infection by *Penicillium expansum* by postharvest infiltration of acibenzolar-S-methyl. *J. Phytopathol.* 153, 640–646.

19. Bokshi, A.I., Morris, S.C., McConchie, R.M., Deverall, B.J., 2006. Pre-harvest application of 2,6-dichloroisonicotinic acid, beta-aminobutyric acid or benzothiadiazole to control post-harvest storage diseases of melons by inducing systemic acquired resistance (SAR). *J. Hortic. Sci. Biotechnol.* 81, 700–706.

20. Santiago, J.A., Rivera-Vargas, L.I., Rodriguez R. d.P. Macchiavelli, R., 2006. Resistance-inducing chemicals against *Colletotrichum gloeosporioides* in mango. *J. Agric. Univ. Puerto Rico* 90, 221–235.

21. Huang, X.M., Zhang, C., Pang, X.Q., Zhang, Z.Q., 2011. Early changes of reactive oxygen species in 2,6-dichloroisonicotianic acid inducing tolerance in postharvest banana fruits. *Acta Hortic. Sin* 38, 265–272.

22. Zhu, Z., Zhang, Z.Q., Qin, G.Z., 2010. Effects of brassinosteroids on postharvest disease and senescence of jujube fruit in storage. *Postharvest Biol. Technol.* 56, 50–55.

23. Pat. WO2012116664, IPC A01N 49/00 (2006.01), C07J 9/00 (2006.01), C07J 73/00 (2006.01). Method for inducing resistance to diseases in plants / Borrás Hidalgo, Orlando; Canales López, Eduardo; Pujol Ferrer, Merardo; Borroto Nordelo, Carlos, Guillermo; Coll García, Yamilet; applicants – Centro De Ingenieria Genetica Y Biotecnologia; application №: PCTCU2012000001, application date: 27.02.2012, publication date: 07.09.2012.

24. Pat. WO2006011788, IPC C12N 15/82 (2006.01), A01H 5/00 (2006.01). A method to increase pathogen resistance in plants / De Boer, Anne Douwe; Schmidt, Eduard Daniel Leendert; Passarinho, Paul Alexandre; applicants – Expressive Research B.V.; application №: PCT/NL2005/000540, application date: 25.07.2005, publication date: 02.02.2006.

25. Zhang, Z., Yang, D., Yang, B., Gao, Z., Li, M., Jiang, Y., Hu, M., 2013. b-Aminobutyric acid induces resistance of mango fruit to postharvest anthracnose caused by *Colletotrichum gloeosporioides* and enhances activity of fruit defense mechanisms. *Sci. Hortic.* 160, 78–84.

26. Pat. EP0975217, IPC A 01N, A 01N, A01N 37/44, A01N 37/46. Synergistic mixtures of selected amino acids / Cohen Yigal, Korat Moshe, Zvi-Tov Dan; applicants – Agrogene LTD, Cohen Yigal, Korat Moshe, Zvi Tov Dan; application №: 98914005, application date: 08.04.1998, publication date: 02.02.2000.

27. Deng, J., Bi, Y., Zhang, Z., Xie, D., Ge, Y., Li, W., Wang, Y., 2015. Postharvest oxalic acid treatment induces resistance against pink rot by priming in muskmelon (*Cucumis melo* L.) fruit. *Postharvest Biol. Technol.* 106, 53–61.

28. Zheng, X.L., Tian, S.P., Li, B.Q., Xu, Y., 2005. Changes in antioxidant systems and polyphenol oxidase activity in peach fruit treated with exogenous oxalic acid during storage at low temperature. *Acta Hort. Sin.* 32, 788–792.

29. Pat. US20150201618, IPC A01N 37/10. Use of 4-phenylbutyric acid for improving the tolerance of plants to harmful biological organisms / Jean-Luc Cacas, Antony Champion; applicants - Institut De Recherche Pour Le Développement; application №: 14414062, application date: 10.07.2013, publication date: 23.07.2015.

30. Zheng, Y., Sheng, J.P., Zhao, R.R., 2011. Preharvest L-arginine treatment induced postharvest disease resistance to *Botrytis cinerea* in tomato fruits. *J. Agric. Food Chem.* 59, 6543–6549.

31. Pat. WO2018042425, IPC A01N 37/44 (2006.01), A01P 3/00 (2006.01). Method of controlling fungal infections in plants / Oren-Shamir Michal, Oliva Moran, Lewinsohn Efraim, Alkan Noam, Elad Yigal; applicants – The State Of Israel, Ministry Of Agriculture & Rural Development, Agricultural Research Organization (ARO); application №: PCT/IL2017/050958, application date: 28.08.2017, publication date: 08.03.2018.

32. Li, Y.C., Yin, Y., Bi, Y., 2012. Effect of riboflavin on postharvest disease of Asia pear and the possible mechanisms involved. *Phytoparasitica* 40, 261–268.

33. Zhang, Z.Q., Tian, S.P., Zhu, Z., 2012. Effects of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on ripening and resistance of jujube (*Zizyphus jujuba* cv. Huping) fruit against postharvest disease. *LWT Food Sci. Technol.* 45, 13–19.

34. Pat. US20030162731, IPC A01N 27/00, A01N 25/26, A01N 65/08, A01N 65/00. Method of protecting plants from bacterial diseases / Dutcheshen Joseph M.; applicants – Northern Quinoa Corporation; application №: 10249306, application date: 28.03.2003, publication date: 28.08.2003.

35. Pat. AU2015271938, IPC A01N 25/00, A01N 25/34. Fungicidal compositions and methods of use; applicants – Bayer Intellectual Property GmbH; application №: 2015271938, application date: 18.12.2015, publication date: 14.01.2016.

36. Pat. US20150246853, IPC C05F 11/10, C05D 9/02, C05G 3/00, A01N 35/06, A01G 25/02. Root-growth-promoting liquid formulation that enhances defense response in plants, and use of same / Marco Pardo Miro; applicants – Marco Pardo Miro, Agro Stock S.A.; application №: 14407479, application date: 21.06.2012, publication date: 03.09.2015.

37. Yoshioka et al., 2001. Probenazole induces systemic acquired resistance in *Arabidopsis* with a novel type of action. Yoshioka K, Nakashita H, Klessig DF, Yamaguchi I. *Plant J.* 2001 Jan; 25(2):149-57.

38. Pat. WO2015004260, IPC A01N 43/80 (2006.01), A01N 63/00 (2006.01), A01N 1/00 (2006.01), A01N 43/56 (2006.01). Use of combinations comprising host defense inducers and biological control agents for controlling bacterial harmful organisms in useful plants / Muenks Karl-Wilhelm, Becker Rolf Christian, Kerz-Moehlendick Friedrich, Springer Bernd, Dias Lino Miguel, Van Breukelen-Groeneveld Coralie Nicole, Labourdette Gilbert, Manker Denise; applicants – Bayer Cropscience Aktiengesellschaft; application №: PCT/EP2014/064873, application date: 10.07.2014, publication date: 15.01.2015.

39. Sanzani, S.M., De Girolamo, A., Schena, L., Solfrizzo, M., Ippolito, A., Visconti, A., 2009. Control of *Penicillium expansum* and patulin accumulation on apples by quercetin and umbelliferone. *Eur. Food Res. Technol.* 228, 381–389.

40. Sanzani, S.M., Schena, L., De Girolamo, A., Ippolito, A., González-Candelas, L., 2010. Characterization of genes associated with induced resistance against *Penicillium expansum* in apple fruit treated with quercetin. *Postharvest Biol. Technol.* 56, 1–11

41. Pat. EP2587924, IPC A01N 65/08, A01P 15/00. Use of a natural grape marc extract in order to stimulate the natural defenses of plants / Richard Claire, Ter Halle Alexandra, Goupil Pascale, Ledoigt Gérard, Eyheraguibel Boris, Thierry Denis; applicants – Centre Nat Rech Scient Université Blaise Pascal Clermont Ferrand II Agronomique Inst Nat Rech; application №: 11741629, application date: 01.07.2011, publication date: 08.05.2013.

42. Pat. WO2002102162, IPC A01G 7/00 (2006.01), A01N 65/20 (2009.01), A01P 21/00 (2006.01). Elicitor made from trigonella foenum graecum seed extracts and use thereof in controlling pathogenic organisms of plants / Martinez Christelle, Baccou Jean-Claude, Delpech Lucien, Delrieux Michel, Cassan Henri; applicants – Valoragri S.A., S.O.F.T SARL, Universite Montpellier II; application №: PCT/FR2002/002056, application date: 14.06.2002, publication date: 27.12.2002.

43. Pat. WO2004107864, IPC A01N 65/20 (2009.01). Elicitor made from trigonella foenum graecum extracts for the treatment of plant pathogens, use thereof, and method for the production thereof / Martinez Christelle, Baccou Jean-Claude, Delpech Lucien, Delrieux Michel, Cassan Henri; applicants – S.O.F.T SARL, Universite Montpellier II, BHEST SARL; application №: PCT/EP2004/051083, application date: 10.06.2004, publication date: 16.12.2004.

44. Pat. WO2003086079, IPC A01N 65/00 (2009.01), A01N 65/08 (2009.01). Method for enhancing resistance of grapes to infection and maturation by external application of natural extracts from the vine / Gonzalez Ureña Angel, Orea Rocha Jose Maria, Montero Catalina Carlos, Jimenez Sanchez Jorge B.; applicants – Universidad Complutense De Madrid, C.R.D.O Vinalopo; application №: PCT/ES2003/000173, application date: 14.04.2003, publication date: 23.10.2003.

45. Sun, F., Zhang, P., Guo, M., 2013. Burdock fructooligosaccharide induces fungal resistance in postharvest Kyoho grapes by activating the salicylic acid-dependent pathway and inhibiting browning. *Food Chem.* 138, 539–546.

46. Pat. WO2015155476, IPC A01N 43/16 (2006.01), A01P 21/00 (2006.01). Fertilizing and bio stimulating product containing fructo oligosaccharides, application method and uses / Erro Garces Javier, Urrutia Sagardia Oscar, Garnica Ochoa Maria, Lemenager Diane, Casanova Portillo Esther, Garcia-Mina Freire José Maria, Yvin Jean-Claude; applicants – Agro Innovation International; application №: PCT/FR2015/050917, application date: 08.04.2015, publication date: 15.10.2015.

47. Pat. EP1338200, IPC A 01N, A01N 43/16. Agent for stimulating the natural plant defences and method for the use thereof / Yvin Jean-Claude, Menard Rozenn, Kauffmann Serge, Fritig Bernard; applicants – GOEMAR LAB SA; application №: 03290357, application date: 14.02.2003, publication date: 27.08.2003.

48. Pat. WO2016174646, IPC A01N 65/03 (2009.01), A01N 25/02 (2006.01), A01P 15/00 (2006.01), A01N 43/16 (2006.01). Microalgae extract for agricultural use / Emiliani Guido; applicants – Micoperi Blue Growth S.R.L.; application №: PCT/IB2016/052477, application date: 02.05.2016, publication date: 03.11.2016.

49. Pat. WO2002024869, IPC A01N 63/04 (2006.01), C07K 14/37 (2006.01), C12P 21/00 (2006.01). Elicitor of fungal origin and method for its preparation / Guardiola Perilla Marta Lucía; applicants – Centro Internacional De Fisica CIF; application №: PCT/IB2001/001850, application date: 05.09.2001, publication date: 28.03.2002.

50. Pat. WO2006129998, IPC A01N 63/04 (2006.01), C12N 15/54 (2006.01), C12N 9/12 (2006.01). Improved strains of Trichoderma as biocontrol agents, methods of obtaining same and use thereof for controlling diseases caused by phytopathogenic fungi / Herrera Estrella Alfredo, Mendoza Mendoza Artemio, Cortés Penagos Carlos, Martínez Hernández Pedro, Olmedo Monfil Vianey; applicants – Centro De Investigación Y De Estudios Avanzados Del Instituto Politécnico Nacional; application №: PCT/MX2005/000114, application date: 09.12.2005, publication date: 07.12.2006.

51. Pat. US6160100, IPC C07K 14/37, A01N 63/04, A61K 38/14. Treatment for wilt diseases of trees / Hubbes Martin; applicants – Univ. Toronto; application №: 09160246, application date: 25.09.1998, publication date: 12.12.2000.

52. Pat. WO1998037752, IPC A01N 61/00 (2006.01), A01N 63/02 (2006.01), A01N 63/04 (2006.01), C07K 14/195 (2006.01), C07K 14/21 (2006.01), C07K 14/27 (2006.01), C12N 15/82 (2006.01). Insect control with a hypersensitive response elicitor / Zitter Thomas A., Wei Zhong-Min; applicants – Cornell Research Foundation, Inc.; application №: PCT/US1998/003604, application date: 26.02.1998, publication date: 03.09.1998.

53. Pat. WO1999007206, IPC C07K 14/21 (2006.01), C07K 14/27 (2006.01), C12N 15/82 (2006.01). Hypersensitive response elicitor from *Erwinia Amylovora*, its use, and encoding gene / Bogdanove Adam J., Kim Jihyun Francis, Wei Zhong-Min, Beer Steven V.; applicants – Cornell Research Foundation, Inc.; application №: PCT/US1998/015426, application date: 24.07.1998, publication date: 18.02.1999.

54. Pat. WO2000020616, IPC C07K 14/195 (2006.01), C12N 15/82 (2006.01). Hypersensitive response elicitor from *Xanthomonas Campestris* / Wei Zhong-Min, Swanson Shane, Fan Hao; applicants – Eden Bioscience Corporation; application №: PCT/US1999/023265, application date: 05.10.1999, publication date: 13.04.2000.

55. Pat. US20140045691, IPC C12N 1/06, A01N 63/02, A01N 63/00, A01G 13/00, A01N 25/00. Process for stimulating the defense mechanism of a plant using a bacterial extract elicitor / Astarita Leandro Vieira, Dalmas Fernando Rostirolla, Poiatti Vera Aparecida Dus; applicants – Uniao Brasileira de Educacao e Assistencia—Mantenedora da PUCRS, Astarita Leandro Vieira, Dalmas Fernando Rostirolla, Poiatti Vera Aparecida Dus; application №: 14058221, application date: 19.10.2013, publication date: 13.02.2014.

56. Pat. WO2000028056, IPC C07K 14/195 (2006.01), C12N 15/82 (2006.01). Hypersensitive response elicitor from *Agrobacterium Vitis* / Burr Thomas J., Herlache Thomas C., Zhang Hongsheng; applicants – Cornell Research Foundation, Inc.; application №: PCT/US1999/026079, application date: 05.11.1999, publication date: 18.05.2000.

57. Pat. WO2002002787, IPC C07K 14/37 (2006.01), C12N 15/82 (2006.01). Elicitor from *Cladosporium* / Takken Frank, De Wit Pierre J. G. M.; applicants – Syngenta Limited, Takken Frank, De Wit Pierre J. G. M.; application №: PCT/EP2001/007621, application date: 02.07.2001, publication date: 10.01.2002.

58. Pat. WO1999011133, IPC A01N 63/02. Use of hypersensitive response elicitor from gram positive bacteria / Beer Steven V., Butler Jerry L.; applicants – Cornell Research Foundation, Inc., Eden Bioscience Corporation; application №: PCT/US1998/017252, application date: 20.08.1998, publication date: 11.03.1999.

59. Pat. WO1999007207, IPC A01N 63/00 (2006.01), A01N 63/02 (2006.01), C07K 14/21 (2006.01), C12N 15/82 (2006.01). Hypersensitive response elicitor from *Pseudomonas Syringae* and its use / Collmer Alan, Charkowski Amy, Alfano James R.; applicants – Cornell Research Foundation, Inc.; application №: PCT/US1998/015501, application date: 24.07.1998, publication date: 18.02.1999.

60. Pat. WO2003068912, IPC A61K 38/00 (2006.01), C07K 14/21 (2006.01), C12N 15/82 (2006.01). *Pseudomonas Syringae* harpins, hopptop and hoppmahpto, and their uses / Collmer Alan, Ramos Adela; applicants – Cornell Research Foundation, Inc.; application №: PCT/US2003/003165, application date: 30.01.2003, publication date: 21.08.2003.

61. Yu, Q., Chen, Q., Chen, Z.W., 2012. Activating defense responses and reducing postharvest blue mold decay caused by *Penicillium expansum* in peach fruit by yeast saccharide. *Postharvest Biol. Technol.* 74, 100–107.

62. Baker, C.J., Orlandi, E.W., 1995. Active oxygen in plant pathogenesis. *Annu. Rev. Phytopathol.* 33, 299–321.

63. De Capdeville, G., Beer, S.V., Watkins, C.B., Wilson, C.L., Tedeschi, L.O., Aist, J.R., 2003. Pre-and postharvest harpin treatments of apples induced resistance to blue mold. *Plant Dis.* 89, 39–44.

64. Bi, Y., Tian, S.P., Zhao, J., Ge, Y.H., 2005. Harpin induces local and systemic resistance against *Trichothecium roseum* in harvested Hami melons. *Postharvest Biol. Technol.* 38, 183–187.

65. Wang, A.Y., Lou, B.G., Xu, T., 2011a. Defense responses in tomato fruit induced by oligandrin against *Botrytis cinerea*. *Afr. J. Biotechnol.* 10, 4596–4601.

66. Pat. US20160330977, IPC C12P 21/04, C07K 14/37. Method for inducing resistance to stress caused by pathogens in plants / Atilio Pedro Castagnaro, Juan Carlos Diaz Ricci, Nadia Regina Chalfoun, Josefina Racedo, Sergio Miguel Salazar; applicants – Universidad Nacional De Tucuman, Consejo Nacional De Investigaciones Cientificas Y Tecnicas (CONICET); application №: 15161964, application date: 23.05.2016, publication date: 17.11.2016.

67. Pat. WO2007056848, IPC C12N 15/31 (2006.01), A01C 1/06 (2006.01), A01G 7/06 (2006.01), A01H 3/04 (2006.01), A01H 5/10 (2006.01), A01N 63/02 (2006.01), C07K 14/195 (2006.01), C07K 14/32 (2006.01), C12N 1/21 (2006.01), C12N 15/63 (2006.01), C12P 21/00 (2006.01), C12Q 1/00 (2006.01). Use of bacteriocins for promoting plant growth and disease resistance / Smith Donald, Lee Kung Dong, Gray Elizabeth, Souleimanov Alfred, Zhou Xioamin; applicants – McGill University; application №: PCT/CA2006/001861, application date: 15.11.2006, publication date: 24.05.2007.

68. Romanazzi, G., Feliziani, E., Bautista-Baños, S., Sivakumar, D., 2016. Shelf life extension of fresh fruit and vegetables by chitosan treatment. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* doi:<http://dx.doi.org/10.1080/10408398.2014.900474>

69. Meng, X.C., Tang, Y.X., Zhang, A.Y., Huang, X.M., Zhang, Z.Q., 2012. Effect of oligochitosan on development of *Colletotrichum musae* in vitro and in situ and its role in protection of banana fruits. *Fruits* 67, 147–155.

70. Yan, J.Q., Cao, J.K., Jiang, W.B., Zhao, Y.M., 2012. Effects of preharvest oligochitosan sprays on postharvest fungal diseases storage quality, and defensive responses in jujube (*Zizyphus jujube* Mill. cv. Dongzao) fruit. *Sci. Hortic.* 142, 196–204.

71. El Ghaouth, A., Arul, J., Grenier, J., Asselin, A., 1992. Antifungal activity of chitosan on two postharvest pathogens of strawberry fruits. *Phytopathology* 82, 398–402.

72. Zeng, K.F., Deng, Y.Y., Ming, J., Deng, L.L., 2010. Induction of disease resistance and ROS metabolism in navel oranges by chitosan. *Sci. Hortic.* 126, 223–228.

73. Landi, L., Feliziani, E., Romanazzi, G., 2014. Expression of defense genes in strawberry fruit treated with different resistance inducers. *J. Agric. Food Chem.* 62, 3047–3056.

74. El Ghaouth, A., Wilson, C.L., Wisniewski, M., 2003. Control of postharvest decay of apple fruit with *Candida saitoana* and induction of defense responses. *Phytopathology* 93, 344–348.

75. Tian, S.P., Yao, H.J., Deng, X., Xu, X.B., Qin, G.Z., Chan, Z.L., 2007. Characterization and expression of b-1,3-glucanase genes in jujube fruit induced by the biocontrol microbial agent, *Cryptococcus laurentii*. *Phytopathology* 97, 260–268.

76. Zhao, Y., Tu, K., Shao, X., Jing, W., Su, Z., 2008. Effects of the yeast *Pichia guilliermondii* against *Rhizopus nigricans* on tomato fruit. *Postharvest Biol. Technol.* 49, 113–120.

77. Pat. WO2018047123, IPC C12N 1/16 (2006.01), C12R 1/645 (2006.01), A01N 63/04 (2006.01). Biological control of plant pathogenic microorganisms / Elmer Philip, Hoyte Stephen; applicants – The New Zealand Institute For Plant And Food Research Limited; application №: PCT/IB2017/055453, application date: 11.09.2017, publication date: 15.03.2018.

78. Pat. US20160227789, IPC A01N 63/00, A01N 63/02, C12N 1/20, C12R 1/01, C12R 1/11, C12R 1/125. Bacteria and method for improving plant health and growth / Nian Wang, Jinyun Li; applicants – University of Florida Research Foundation, Inc.; application №: 15018849, application date: 08.02.2016, publication date: 11.08.2016.

79. Pat. US20140201869, IPC C12N 1/22, C12N 1/00, C12R 1/885, A01N 63/04. Trichoderma strains that induce resistance to plant diseases and/or increase plant growth / Harman Gary E.; applicants – Harman Gary E., Cornell University; application №: 14218657, application date: 18.03.2014, publication date: 17.07.2014.

80. Guo, Y.R., Liu, L., Zhao, J., Bi, Y., 2007. Use of silicon oxide and sodium silicate for controlling *Trichothecium roseum* postharvest rot in Chinese cantaloupe (*Cucumis melo* L.). *Int. J. Food Sci. Technol.* 42, 1012–1018.

81. Bi, Y., Tian, S.P., Guo, Y.R., Ge, Y.H., Qin, G.Z., 2006. Sodium silicate reduces postharvest decay on Hami melons: induced resistance and fungistatic effects. *Plant Dis.* 90, 279–283.

82. Li, W.H., Bi, Y., Ge, Y.H., Li, Y.C., Wang, J.J., Wang, Y., 2012. Effects of postharvest sodium silicate treatment on pink rot disease and oxidative stress-antioxidative system in muskmelon fruit. *Eur. Food Res. Technol.* 234, 137–145.

83. Li, Y.C., Bi, Y., Ge, Y.H., Sun, X.J., Wang, Y., 2009. Antifungal activity of sodium silicate on *Fusarium sulphureum* and its effect on dry rot of potato tubers. *J. Food Sci.* 74, 213–218.

84. Pat. WO2012051699, IPC A01N 59/00 (2006.01), A01N 25/14 (2006.01), A01N 25/30 (2006.01), A01N 37/16 (2006.01), A01P 1/00 (2006.01), A01P 3/00 (2006.01). Synergistic activity of peracetic acid and at least one sar inducer for the control of pathogens in and onto growing plants / Dagher Fadi, Cassandra Marco; applicants – Agri-Neo Inc.; application №: PCT/CA2011/001091, application date: 28.09.2011, publication date: 26.04.2012.

85. Youssef, K., Sanzani, S.M., Ligorio, A., Ippolito, A., Terry, L.A., 2014. Sodium carbonate and bicarbonate treatments induce resistance to postharvest green mould on citrus fruit. *Postharvest Biol. Technol.* 87, 61–69.

References

1. FAO, 2011. Global food losses and food waste—extent, causes and prevention. in: Gustavsson, J., Cederberg, C., Sonesson, U., van Otterdijk, R., Meybeck, A. Rome (eds.) (<http://www.fao.org/docrep/014/mb060e/mb060e00.pdf>).

2. U.S. Environmental Protection Agency: (<http://www.epa.gov/pesticides/biopesticides/>).

3. G. Romanazzi et al. Induced resistance to control postharvest decay of fruit and vegetables. *Postharvest Biol. Technol.* (2016), (<http://dx.doi.org/10.1016/j.postharvbio.2016.08.003>)

4. Fujita, M., Fujita, Y., Noutoshi, Y., Takahashi, F., Narusaka, Y., Yamaguchi-Shinozaki, K., Shinozaki, K., 2006. Crosstalk between abiotic and biotic stress responses: a current view from the points of convergence in the stress signaling networks. *Curr. Opin. Plant Biol.* 9, 436–442.

5. Spoel, S.H., Dong, X., 2008. Making sense of hormone crosstalk during plant immune responses. *Cell Host Microbe* 3, 348–351.
6. Robert-Seilaniantz, A., Grant, M., Jones, J.D., 2011. Hormone crosstalk in plant disease and defense: more than just jasmonate-salicylate antagonism. *Annu. Rev. Phytopathol.* 49, 317–343.
7. Poole, P.R., McLeod, L.C., Whitmore, K.J., Whitaker, G., 1998. Postharvest control of *Botrytis cinerea* rots in stored kiwifruit. *Acta Hort.* 464, 71–76.
8. Chan, Z.L., Tian, S.P., 2006. Induction of H₂O₂-metabolizing enzymes and total protein synthesis by antagonistic yeast and salicylic acid in harvested sweet cherry fruit. *Postharvest Biol. Technol.* 39, 314–320.
9. Cao, J.K., Zeng, K.F., Jiang, W.B., 2006. Enhancement of postharvest disease resistance in Yali pear (*Pyrus bretschneideri*) fruit by salicylic acid sprays on the trees during fruit growth. *Eur. J. Plant Pathol.* 114, 363–370.
10. Valverde, J., Giménez, M., Guillén, F., Valero, D., Martínez-Romero, D., Serrano, M., 2015. Methyl salicylate treatments of sweet cherry trees increase antioxidant systems in fruit at harvest and during storage. *Postharvest Biol. Technol.* 109, 106–113.
11. Porat, R., McCollum, T.G., Vinokur, V., Droby, S., 2002. Effects of various elicitors on the transcription of a b-1,3-endoglucanase gene in citrus fruit. *J. Phytopathol.* 150, 70–75.
12. Tzortzakis, N.G., 2007. Methyl jasmonate-induced suppression of anthracnose rot in tomato fruit. *Crop Prot.* 26, 1507–1513.
13. Zhu, Z., Tian, S.P., 2012. Resistant responses of tomato fruit treated with exogenous methyl jasmonate to *Botrytis cinerea* infection. *Scientia Hort.* 142, 38–43.
14. Wang, K., Jin, P., Han, L., Shang, H., Tang, S., Rui, H., Zheng, Y., 2014. Methyl jasmonate induces resistance against *Penicillium citrinum* in Chinese bayberry by priming of defense responses. *Postharvest Biol. Technol.* 98, 90–97.
15. Pat. WO2005118508, IPC A01N 37/40 (2006.01), A01N 37/42 (2006.01), A01N 59/16 (2006.01). Preparation for induction of increased production of bioactive compounds in plants and its use / Cígler, Petr; Hruby, Martin; Kuzel, Stanislav; applicants – Jihočeská Univerzita V Ceskych Budejovicích; application №: PCT/CZ2005/000045, application date: 02.06.2005, publication date: 15.12.2005.
16. Pat. WO2014063667, IPC A01N 25/08 (2006.01), A01N 37/40 (2006.01), A01N 37/42 (2006.01), A01P 21/00 (2006.01). Mesoporous particles, preparation and use thereof / Cigler, Petr; applicants – Agra Group, A.S.; application №: PCT/CZ2013/000135, application date: 23.10.2013, publication date: 01.05.2014.
17. Pat. US20170311603, IPC A01N 55/02, C07F 9/94. Use of bismuth subsalicylate or one of the derivatives thereof as a phytopharmaceutical agent / Christophe Bertsch, Sebastian Albrecht, Celine Tarnus, Melanie Gellon; applicants – Universite De Haute-Alsace; application №: 15522788, application date: 30.10.2015, publication date: 02.11.2017.
18. Cao, J.K., Jiang, W.B., He, H., 2005. Induced resistance in Yali pear (*Pyrus bretschneideri* Rehd.) fruit against infection by *Penicillium expansum* by postharvest infiltration of acibenzolar-S-methyl. *J. Phytopathol.* 153, 640–646.
19. Bokshi, A.I., Morris, S.C., McConchie, R.M., Deverall, B.J., 2006. Pre-harvest application of 2,6-dichloroisonicotinic acid, beta-aminobutyric acid or benzothiadiazole to control post-harvest storage diseases of melons by inducing systemic acquired resistance (SAR). *J. Hortic. Sci. Biotechnol.* 81, 700–706.
20. Santiago, J.A., Rivera-Vargas, L.I., Rodriguez R. d.P. Macchiavelli, R., 2006. Resistance-inducing chemicals against *Colletotrichum gloeosporioides* in mango. *J. Agric. Univ. Puerto Rico* 90, 221–235.
21. Huang, X.M., Zhang, C., Pang, X.Q., Zhang, Z.Q., 2011. Early changes of reactive oxygen species in 2,6-dichloroisonicotianic acid inducing tolerance in postharvest banana fruits. *Acta Hort.* Sin 38, 265–272.
22. Zhu, Z., Zhang, Z.Q., Qin, G.Z., 2010. Effects of brassinosteroids on postharvest disease and senescence of jujube fruit in storage. *Postharvest Biol. Technol.* 56, 50–55.

23. Pat. WO2012116664, IPC A01N 49/00 (2006.01), C07J 9/00 (2006.01), C07J 73/00 (2006.01). Method for inducing resistance to diseases in plants / Borrás Hidalgo, Orlando; Canales López, Eduardo; Pujol Ferrer, Merardo; Borroto Nordelo, Carlos, Guillermo; Coll García, Yamilet; applicants – Centro De Ingenieria Genetica Y Biotecnologia; application №: PCTCU2012000001, application date: 27.02.2012, publication date: 07.09.2012.

24. Pat. WO2006011788, IPC C12N 15/82 (2006.01), A01H 5/00 (2006.01). A method to increase pathogen resistance in plants / De Boer, Anne Douwe; Schmidt, Eduard Daniel Leendert; Passarinho, Paul Alexandre; applicants – Expressive Research B.V.; application №: PCT/NL2005/000540, application date: 25.07.2005, publication date: 02.02.2006.

25. Zhang, Z., Yang, D., Yang, B., Gao, Z., Li, M., Jiang, Y., Hu, M., 2013. b-Aminobutyric acid induces resistance of mango fruit to postharvest anthracnose caused by *Colletotrichum gloeosporioides* and enhances activity of fruit defense mechanisms. *Sci. Hortic.* 160, 78–84.

26. Pat. EP0975217, IPC A 01N, A 01N, A01N 37/44, A01N 37/46. Synergistic mixtures of selected amino acids / Cohen Yigal, Korat Moshe, Zvi-Tov Dan; applicants – Agrogene LTD, Cohen Yigal, Korat Moshe, Zvi Tov Dan; application №: 98914005, application date: 08.04.1998, publication date: 02.02.2000.

27. Deng, J., Bi, Y., Zhang, Z., Xie, D., Ge, Y., Li, W., Wang, Y., 2015. Postharvest oxalic acid treatment induces resistance against pink rot by priming in muskmelon (*Cucumis melo* L.) fruit. *Postharvest Biol. Technol.* 106, 53–61.

28. Zheng, X.L., Tian, S.P., Li, B.Q., Xu, Y., 2005. Changes in antioxidant systems and polyphenol oxidase activity in peach fruit treated with exogenous oxalic acid during storage at low temperature. *Acta Hortic. Sin.* 32, 788–792.

29. Pat. US20150201618, IPC A01N 37/10. Use of 4-phenylbutyric acid for improving the tolerance of plants to harmful biological organisms / Jean-Luc Cacas, Antony Champion; applicants - Institut De Recherche Pour Le Développement; application №: 14414062, application date: 10.07.2013, publication date: 23.07.2015.

30. Zheng, Y., Sheng, J.P., Zhao, R.R., 2011. Preharvest L-arginine treatment induced postharvest disease resistance to *Botrytis cinerea* in tomato fruits. *J. Agric. Food Chem.* 59, 6543–6549.

31. Pat. WO2018042425, IPC A01N 37/44 (2006.01), A01P 3/00 (2006.01). Method of controlling fungal infections in plants / Oren-Shamir Michal, Oliva Moran, Lewinsohn Efraim, Alkan Noam, Elad Yigal; applicants – The State Of Israel, Ministry Of Agriculture & Rural Development, Agricultural Research Organization (ARO); application №: PCT/IL2017/050958, application date: 28.08.2017, publication date: 08.03.2018.

32. Li, Y.C., Yin, Y., Bi, Y., 2012. Effect of riboflavin on postharvest disease of Asia pear and the possible mechanisms involved. *Phytoparasitica* 40, 261–268.

33. Zhang, Z.Q., Tian, S.P., Zhu, Z., 2012. Effects of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on ripening and resistance of jujube (*Zizyphus jujuba* cv. Huping) fruit against postharvest disease. *LWT Food Sci. Technol.* 45, 13–19.

34. Pat. US20030162731, IPC A01N 27/00, A01N 25/26, A01N 65/08, A01N 65/00. Method of protecting plants from bacterial diseases / Dutcheshen Joseph M.; applicants – Northern Quinoa Corporation; application №: 10249306, application date: 28.03.2003, publication date: 28.08.2003.

35. Pat. AU2015271938, IPC A01N 25/00, A01N 25/34. Fungicidal compositions and methods of use; applicants – Bayer Intellectual Property GmbH; application №: 2015271938, application date: 18.12.2015, publication date: 14.01.2016.

36. Pat. US20150246853, IPC C05F 11/10, C05D 9/02, C05G 3/00, A01N 35/06, A01G 25/02. Root-growth-promoting liquid formulation that enhances defense response in plants, and use of same / Marco Pardo Miro; applicants – Marco Pardo Miro, Agro Stock S.A.; application №: 14407479, application date: 21.06.2012, publication date: 03.09.2015.

37. Yoshioka et al., 2001. Probenazole induces systemic acquired resistance in Arabidopsis with a novel type of action. Yoshioka K, Nakashita H, Klessig DF, Yamaguchi I. Plant J. 2001 Jan; 25(2):149-57.

38. Pat. WO2015004260, IPC A01N 43/80 (2006.01), A01N 63/00 (2006.01), A01N 1/00 (2006.01), A01N 43/56 (2006.01). Use of combinations comprising host defense inducers and biological control agents for controlling bacterial harmful organisms in useful plants / Muenks Karl-Wilhelm, Becker Rolf Christian, Kerz-Moehlendick Friedrich, Springer Bernd, Dias Lino Miguel, Van Breukelen-Groeneveld Coralie Nicole, Labourdette Gilbert, Manker Denise; applicants – Bayer Cropscience Aktiengesellschaft; application №: PCT/EP2014/064873, application date: 10.07.2014, publication date: 15.01.2015.

39. Sanzani, S.M., De Girolamo, A., Schena, L., Solfrizzo, M., Ippolito, A., Visconti, A., 2009. Control of Penicillium expansum and patulin accumulation on apples by quercetin and umbelliferone. Eur. Food Res. Technol. 228, 381–389.

40. Sanzani, S.M., Schena, L., De Girolamo, A., Ippolito, A., González-Candelas, L., 2010. Characterization of genes associated with induced resistance against Penicillium expansum in apple fruit treated with quercetin. Postharvest Biol. Technol. 56, 1–11

41. Pat. EP2587924, IPC A01N 65/08, A01P 15/00. Use of a natural grape marc extract in order to stimulate the natural defenses of plants / Richard Claire, Ter Halle Alexandra, Goupil Pascale, Ledoigt Gérard, Eyheraguibel Boris, Thierry Denis; applicants – Centre Nat Rech Scient Université Blaise Pascal Clermont Ferrand Ii Agronomique Inst Nat Rech; application №: 11741629, application date: 01.07.2011, publication date: 08.05.2013.

42. Pat. WO2002102162, IPC A01G 7/00 (2006.01), A01N 65/20 (2009.01), A01P 21/00 (2006.01). Elicitor made from trigonella foenum graecum seed extracts and use thereof in controlling pathogenic organisms of plants / Martinez Christelle, Baccou Jean-Claude, Delpech Lucien, Delrieux Michel, Cassan Henri; applicants – Valoragri S.A., S.O.F.T SARL, Universite Montpellier II; application №: PCT/FR2002/002056, application date: 14.06.2002, publication date: 27.12.2002.

43. Pat. WO2004107864, IPC A01N 65/20 (2009.01). Elicitor made from trigonella foenum graecum extracts for the treatment of plant pathogens, use thereof, and method for the production thereof / Martinez Christelle, Baccou Jean-Claude, Delpech Lucien, Delrieux Michel, Cassan Henri; applicants – S.O.F.T SARL, Universite Montpellier II, BHEST SARL; application №: PCT/EP2004/051083, application date: 10.06.2004, publication date: 16.12.2004.

44. Pat. WO2003086079, IPC A01N 65/00 (2009.01), A01N 65/08 (2009.01). Method for enhancing resistance of grapes to infection and maturation by external application of natural extracts from the vine / Gonzalez Ureña Angel, Orea Rocha Jose Maria, Montero Catalina Carlos, Jimenez Sanchez Jorge B.; applicants – Universidad Complutense De Madrid, C.R.D.O Vinalopo; application №: PCT/ES2003/000173, application date: 14.04.2003, publication date: 23.10.2003.

45. Sun, F., Zhang, P., Guo, M., 2013. Burdock fructooligosaccharide induces fungal resistance in postharvest Kyoho grapes by activating the salicylic aciddependent pathway and inhibiting browning. Food Chem. 138, 539–546.

46. Pat. WO2015155476, IPC A01N 43/16 (2006.01), A01P 21/00 (2006.01). Fertilizing and bio stimulating product containing fructo oligosaccharides, application method and uses / Erro Garces Javier, Urrutia Sagardia Oscar, Garnica Ochoa Maria, Lemenager Diane, Casanova Portillo Esther, Garcia-Mina Freire José Maria, Yvin Jean-Claude; applicants – Agro Innovation International; application №: PCT/FR2015/050917, application date: 08.04.2015, publication date: 15.10.2015.

47. Pat. EP1338200, IPC A 01N, A01N 43/16. Agent for stimulating the natural plant defences and method for the use thereof / Yvin Jean-Claude, Menard Rozenn, Kauffmann Serge, Fritig Bernard; applicants – GOEMAR LAB SA; application №: 03290357, application date: 14.02.2003, publication date: 27.08.2003.

48. Pat. WO2016174646, IPC A01N 65/03 (2009.01), A01N 25/02 (2006.01), A01P 15/00 (2006.01), A01N 43/16 (2006.01). Microalgae extract for agricultural use / Emilianii Guido; applicants – Micoperi Blue Growth S.R.L.; application №: PCT/IB2016/052477, application date: 02.05.2016, publication date: 03.11.2016.

49. Pat. WO2002024869, IPC A01N 63/04 (2006.01), C07K 14/37 (2006.01), C12P 21/00 (2006.01). Elicitor of fungal origin and method for its preparation / Guardiola Perilla Marta Lucía; applicants – Centro Internacional De Fisica CIF; application №: PCT/IB2001/001850, application date: 05.09.2001, publication date: 28.03.2002.

50. Pat. WO2006129998, IPC A01N 63/04 (2006.01), C12N 15/54 (2006.01), C12N 9/12 (2006.01). Improved strains of Trichoderma as biocontrol agents, methods of obtaining same and use thereof for controlling diseases caused by phytopathogenic fungi / Herrera Estrella Alfredo, Mendoza Mendoza Artemio, Cortés Penagos Carlos, Martínez Hernández Pedro, Olmedo Monfil Vianey; applicants – Centro De Investigación Y De Estudios Avanzados Del Instituto Politécnico Nacional; application №: PCT/MX2005/000114, application date: 09.12.2005, publication date: 07.12.2006.

51. Pat. US6160100, IPC C07K 14/37, A01N 63/04, A61K 38/14. Treatment for wilt diseases of trees / Hubbes Martin; applicants – Univ. Toronto; application №: 09160246, application date: 25.09.1998, publication date: 12.12.2000.

52. Pat. WO1998037752, IPC A01N 61/00 (2006.01), A01N 63/02 (2006.01), A01N 63/04 (2006.01), C07K 14/195 (2006.01), C07K 14/21 (2006.01), C07K 14/27 (2006.01), C12N 15/82 (2006.01). Insect control with a hypersensitive response elicitor / Zitter Thomas A., Wei Zhong-Min; applicants – Cornell Research Foundation, Inc.; application №: PCT/US1998/003604, application date: 26.02.1998, publication date: 03.09.1998.

53. Pat. WO1999007206, IPC C07K 14/21 (2006.01), C07K 14/27 (2006.01), C12N 15/82 (2006.01). Hypersensitive response elicitor from Erwinia Amylovora, its use, and encoding gene / Bogdanove Adam J., Kim Jihyun Francis, Wei Zhong-Min, Beer Steven V.; applicants – Cornell Research Foundation, Inc.; application №: PCT/US1998/015426, application date: 24.07.1998, publication date: 18.02.1999.

54. Pat. WO2000020616, IPC C07K 14/195 (2006.01), C12N 15/82 (2006.01). Hypersensitive response elicitor from Xanthomonas Campestris / Wei Zhong-Min, Swanson Shane, Fan Hao; applicants – Eden Bioscience Corporation; application №: PCT/US1999/023265, application date: 05.10.1999, publication date: 13.04.2000.

55. Pat. US20140045691, IPC C12N 1/06, A01N 63/02, A01N 63/00, A01G 13/00, A01N 25/00. Process for stimulating the defense mechanism of a plant using a bacterial extract elicitor / Astarita Leandro Vieira, Dalmas Fernando Rostirolla, Poiatti Vera Aparecida Dus; applicants – Uniao Brasileira de Educacao e Assistencia—Mantenedora da PUCRS, Astarita Leandro Vieira, Dalmas Fernando Rostirolla, Poiatti Vera Aparecida Dus; application №: 14058221, application date: 19.10.2013, publication date: 13.02.2014.

56. Pat. WO2000028056, IPC C07K 14/195 (2006.01), C12N 15/82 (2006.01). Hypersensitive response elicitor from Agrobacterium Vitis / Burr Thomas J., Herlache Thomas C., Zhang Hongsheng; applicants – Cornell Research Foundation, Inc.; application №: PCT/US1999/026079, application date: 05.11.1999, publication date: 18.05.2000.

57. Pat. WO2002002787, IPC C07K 14/37 (2006.01), C12N 15/82 (2006.01). Elicitor from Cladosporium / Takken Frank, De Wit Pierre J. G. M.; applicants – Syngenta Limited, Takken Frank, De Wit Pierre J. G. M.; application №: PCT/EP2001/007621, application date: 02.07.2001, publication date: 10.01.2002.

58. Pat. WO1999011133, IPC A01N 63/02. Use of hypersensitive response elicitor from gram positive bacteria / Beer Steven V., Butler Jerry L.; applicants – Cornell Research Foundation, Inc., Eden Bioscience Corporation; application №: PCT/US1998/017252, application date: 20.08.1998, publication date: 11.03.1999.

59. Pat. WO1999007207, IPC A01N 63/00 (2006.01), A01N 63/02 (2006.01), C07K 14/21 (2006.01), C12N 15/82 (2006.01). Hypersensitive response elicitor from *Pseudomonas Syringae* and its use / Collmer Alan, Charkowski Amy, Alfano James R.; applicants – Cornell Research Foundation, Inc.; application №: PCT/US1998/015501, application date: 24.07.1998, publication date: 18.02.1999.

60. Pat. WO2003068912, IPC A61K 38/00 (2006.01), C07K 14/21 (2006.01), C12N 15/82 (2006.01). *Pseudomonas Syringae* harpins, hopptop and hoppmahpto, and their uses / Collmer Alan, Ramos Adela; applicants – Cornell Research Foundation, Inc.; application №: PCT/US2003/003165, application date: 30.01.2003, publication date: 21.08.2003.

61. Yu, Q., Chen, Q., Chen, Z.W., 2012. Activating defense responses and reducing postharvest blue mold decay caused by *Penicillium expansum* in peach fruit by yeast saccharide. *Postharvest Biol. Technol.* 74, 100–107.

62. Baker, C.J., Orlandi, E.W., 1995. Active oxygen in plant pathogenesis. *Annu. Rev. Phytopathol.* 33, 299–321.

63. De Capdeville, G., Beer, S.V., Watkins, C.B., Wilson, C.L., Tedeschi, L.O., Aist, J.R., 2003. Pre-and postharvest harpin treatments of apples induced resistance to blue mold. *Plant Dis.* 89, 39–44.

64. Bi, Y., Tian, S.P., Zhao, J., Ge, Y.H., 2005. Harpin induces local and systemic resistance against *Trichothecium roseum* in harvested Hami melons. *Postharvest Biol. Technol.* 38, 183–187.

65. Wang, A.Y., Lou, B.G., Xu, T., 2011a. Defense responses in tomato fruit induced by oligandrin against *Botrytis cinerea*. *Afr. J. Biotechnol.* 10, 4596–4601.

66. Pat. US20160330977, IPC C12P 21/04, C07K 14/37. Method for inducing resistance to stress caused by pathogens in plants / Atilio Pedro Castagnaro, Juan Carlos Diaz Ricci, Nadia Regina Chalfoun, Josefina Racedo, Sergio Miguel Salazar; applicants – Universidad Nacional De Tucuman, Consejo Nacional De Investigaciones Cientificas Y Tecnicas (CONICET); application №: 15161964, application date: 23.05.2016, publication date: 17.11.2016.

67. Pat. WO2007056848, IPC C12N 15/31 (2006.01), A01C 1/06 (2006.01), A01G 7/06 (2006.01), A01H 3/04 (2006.01), A01H 5/10 (2006.01), A01N 63/02 (2006.01), C07K 14/195 (2006.01), C07K 14/32 (2006.01), C12N 1/21 (2006.01), C12N 15/63 (2006.01), C12P 21/00 (2006.01), C12Q 1/00 (2006.01). Use of bacteriocins for promoting plant growth and disease resistance / Smith Donald, Lee Kung Dong, Gray Elizabeth, Souleimanov Alfred, Zhou Xioamin; applicants – McGill University; application №: PCT/CA2006/001861, application date: 15.11.2006, publication date: 24.05.2007.

68. Romanazzi, G., Feliziani, E., Bautista-Baños, S., Sivakumar, D., 2016. Shelf life extension of fresh fruit and vegetables by chitosan treatment. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* doi:<http://dx.doi.org/10.1080/10408398.2014.900474>

69. Meng, X.C., Tang, Y.X., Zhang, A.Y., Huang, X.M., Zhang, Z.Q., 2012. Effect of oligochitosan on development of *Colletotrichum musae* in vitro and in situ and its role in protection of banana fruits. *Fruits* 67, 147–155.

70. Yan, J.Q., Cao, J.K., Jiang, W.B., Zhao, Y.M., 2012. Effects of preharvest oligochitosan sprays on postharvest fungal diseases storage quality, and defensive responses in jujube (*Zizyphus jujube* Mill. cv. Dongzao) fruit. *Sci. Hortic.* 142, 196–204.

71. El Ghaouth, A., Arul, J., Grenier, J., Asselin, A., 1992. Antifungal activity of chitosan on two postharvest pathogens of strawberry fruits. *Phytopathology* 82, 398–402.

72. Zeng, K.F., Deng, Y.Y., Ming, J., Deng, L.L., 2010. Induction of disease resistance and ROS metabolism in navel oranges by chitosan. *Sci. Hortic.* 126, 223–228.

73. Landi, L., Feliziani, E., Romanazzi, G., 2014. Expression of defense genes in strawberry fruit treated with different resistance inducers. *J. Agric. Food Chem.* 62, 3047–3056.

74. El Ghaouth, A., Wilson, C.L., Wisniewski, M., 2003. Control of postharvest decay of apple fruit with *Candida saitoana* and induction of defense responses. *Phytopathology* 93, 344–348.

75. Tian, S.P., Yao, H.J., Deng, X., Xu, X.B., Qin, G.Z., Chan, Z.L., 2007. Characterization and expression of b-1,3-glucanase genes in jujube fruit induced by the biocontrol microbial agent, *Cryptococcus laurentii*. *Phytopathology* 97, 260–268.

76. Zhao, Y., Tu, K., Shao, X., Jing, W., Su, Z., 2008. Effects of the yeast *Pichia guilliermondii* against *Rhizopus nigricans* on tomato fruit. *Postharvest Biol. Technol.* 49, 113–120.

77. Pat. WO2018047123, IPC C12N 1/16 (2006.01), C12R 1/645 (2006.01), A01N 63/04 (2006.01). Biological control of plant pathogenic microorganisms / Elmer Philip, Hoyte Stephen; applicants – The New Zealand Institute For Plant And Food Research Limited; application №: PCT/IB2017/055453, application date: 11.09.2017, publication date: 15.03.2018.

78. Pat. US20160227789, IPC A01N 63/00, A01N 63/02, C12N 1/20, C12R 1/01, C12R 1/11, C12R 1/125. Bacteria and method for improving plant health and growth / Nian Wang, Jinyun Li; applicants – University of Florida Research Foundation, Inc.; application №: 15018849, application date: 08.02.2016, publication date: 11.08.2016.

79. Pat. US20140201869, IPC C12N 1/22, C12N 1/00, C12R 1/885, A01N 63/04. *Trichoderma* strains that induce resistance to plant diseases and/or increase plant growth / Harman Gary E.; applicants – Harman Gary E., Cornell University; application №: 14218657, application date: 18.03.2014, publication date: 17.07.2014.

80. Guo, Y.R., Liu, L., Zhao, J., Bi, Y., 2007. Use of silicon oxide and sodium silicate for controlling *Trichothecium roseum* postharvest rot in Chinese cantaloupe (*Cucumis melo* L.). *Int. J. Food Sci. Technol.* 42, 1012–1018.

81. Bi, Y., Tian, S.P., Guo, Y.R., Ge, Y.H., Qin, G.Z., 2006. Sodium silicate reduces postharvest decay on Hami melons: induced resistance and fungistatic effects. *Plant Dis.* 90, 279–283.

82. Li, W.H., Bi, Y., Ge, Y.H., Li, Y.C., Wang, J.J., Wang, Y., 2012. Effects of postharvest sodium silicate treatment on pink rot disease and oxidative stress-antioxidative system in muskmelon fruit. *Eur. Food Res. Technol.* 234, 137–145.

83. Li, Y.C., Bi, Y., Ge, Y.H., Sun, X.J., Wang, Y., 2009. Antifungal activity of sodium silicate on *Fusarium sulphureum* and its effect on dry rot of potato tubers. *J. Food Sci.* 74, 213–218.

84. Pat. WO2012051699, IPC A01N 59/00 (2006.01), A01N 25/14 (2006.01), A01N 25/30 (2006.01), A01N 37/16 (2006.01), A01P 1/00 (2006.01), A01P 3/00 (2006.01). Synergistic activity of peracetic acid and at least one sar inducer for the control of pathogens in and onto growing plants / Dagher Fadi, Cassandra Marco; applicants – Agri-Neo Inc.; application №: PCT/CA2011/001091, application date: 28.09.2011, publication date: 26.04.2012.

85. Youssef, K., Sanzani, S.M., Ligorio, A., Ippolito, A., Terry, L.A., 2014. Sodium carbonate and bicarbonate treatments induce resistance to postharvest green mould on citrus fruit. *Postharvest Biol. Technol.* 87, 61–69.