

ХОЗЯЙСТВЕННО-ЗНАЧИМЫЙ ИММУНИТЕТ КАК ВАЖНЕЙШЕЕ ЗВЕНО АНТРОПОАДАПТИВНОГО КОМПЛЕКСА КУЛЬТИВИРУЕМЫХ РАСТЕНИЙ

ECONOMIC SIGNIFICANT IMMUNITY AS AN ESSENTIAL PART OF ANTHROPADAPTIVE COMPLEX OF CULTIVATED PLANTS

Бекузарова С.А.², Опалко О.А.², Вайсфельд Л.И.³, Опалко А.И.²

¹ ГНУ Северо-Кавказский НИИ горного и предгорного сельского хозяйства

363110, Россия, РСО-Алания, Пригородный район, с. Михайловское, ул. Вильямса, 1
E-mail: bekos37@mail.ru

² Национальный дендрологический парк «Софиевка» НАН Украины

20300, Умань, Черкасской обл., ул. Киевская, 12а
E-mail: opalko_o@ukr.net, opalko_a@ukr.net

³ Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля РАН
119334, Россия, Москва, ул. Косыгина, 4
E-mail: liv11@yandex.ru

Одной из первоочередных проблем современной биологии является выявление путей формирования устойчивости культивируемых растений к болезням и вредителям. Анализ истории развития и смены представлений о природе устойчивости растений свидетельствует, что поиск источников иммунитета подсознательно выполнялся ещё древними земледельцами одновременно с domestikацией, однако конкуренция человека с вредителями и возбудителями болезней за выращиваемые растения как источник питания не завершена и не имеет шансов завершиться в обозримом будущем. Целью исследований была разработка способов использования экзогенных биопрепаратов, обеспечивающих стимуляцию плодоношения и ростовых процессов для защиты плодовых, ягодных и декоративных растений от патогенов и вредных насекомых путём иммуностимуляции самих растений, без применения загрязняющих окружающую среду пестицидов. Задачи исследования состояли в анализе публикаций по вопросам иммунитета у растений; изучении действия водных растворов пара-аминобензойной кислоты (ПАБК), в том числе в комплексе с другими биопрепаратами. Экспериментальную часть исследований в 2008–2016 годах выполняли в опытных садах РСО-Алания и Центральной Украины, в атриуме гостиницы Балчуг Kempinski (г. Москва, Россия) и в саду мраморных скульптур Дома учёных НДП «Софиевка» (Украина). Оценивали общее состояние обработанных биопрепаратами и контрольных растений, а также поврежденность наиболее распространёнными патогенами и вредителями. Средняя заболеваемость обработанных биопрепаратами плодовых растений уменьшилась с 48,6 до 8,2%, а ягодных — с 54,8 до 7,8% при снижении повреждаемости насекомыми с 36,4 до 9,2% (плодовые) и с 42,1 до 8,0% (ягодные). В опыте с обработкой комнатных растений в обоих пунктах испытаний не наблюдали снижения декоративности. Накопленная информация даёт основания считать иммунитет, в том числе индуцированный биопрепаратами ПАБК, Корневин, Фитоверм и Циркон, важным звеном антропоадаптивного комплекса.

Ключевые слова: антропоадаптивность, иммуностимулятор, комнатные растения, пара-аминобензойная кислота, плодовые и ягодные растения.

Для цитирования: Бекузарова С.А., Опалко О.А., Вайсфельд Л.И., Опалко А.И. ХОЗЯЙСТВЕННО-ЗНАЧИМЫЙ ИММУНИТЕТ КАК ВАЖНЕЙШЕЕ ЗВЕНО АНТРОПОАДАПТИВНОГО КОМПЛЕКСА КУЛЬТИВИРУЕМЫХ РАСТЕНИЙ. *Аграрная наука*. 2019; (2): 29–34.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2019-326-2-29-34>

Bekezarova S.A.², Opalko O.A.², Weisfeld L.I.³, Opalko A.I.²

¹ North-Caucasian Research Institute of Mountain and Foothill Agriculture,

363110, Republic of North Ossetia Alania, Suburban region, Mikhailovskoye village, Williams str. 1

E-mail: bekos37@mail.ru

² National dendrological park "Sofiyivka" of NAS of Ukraine
20300, Uman, Kiyivska str. 12a

E-mail: opalko_o@ukr.net, opalko_a@ukr.net

³ N.M. Emanuel Institute of Biochemical Physics of Russian Academy of Sciences

119334, Moscow, Kosygin str, 4

E-mail: liv11@yandex.ru

One of the primary tasks of modern biology is to identify ways of forming the resistance of cultivated plants to diseases and pests. Analysis of the history of development and change of ideas about the nature of plant resistance indicates that the search for sources of immunity was subconsciously carried out by ancient farmers simultaneously with domestication. However, human competition with pests and pathogens of the grown plants as a source of nutrition is not complete and has no chance to end in the foreseeable future. The aim of the research was to develop the ways to use exogenous biologics that provide stimulation of fruiting and growth processes to protect fruit and small fruit crops and indoor plants from pathogens and harmful insects by immune system stimulating plants themselves, without the use of environmental polluting pesticides. The objectives of the study were to analyze publications on plant immunity; study of the influence of aqueous solutions of para-aminobenzoic acid, including in combination with other biologics. The experimental part of the research had been conducted in 2008–2016 in the experimental orchards of the North Ossetia–Alania (Russia) and Central Ukraine, in the atrium of Baltschug Kempinski Hotel (Moscow, Russia) and in the garden of marble sculptures of the House of Scientists of NDP "Sofiyivka" (Ukraine). The general state of the treated with biologics and control plants, as well as damage to the most common pathogens and pests had been evaluated. The average incidence of the treated with biologics fruit crops decreased from 48.6% to 8.2%, and small fruit crops, from 54.8% to 7.8%, while insect damage decreased from 36.4% to 9.2% (fruit crops) and from 42.1% up to 8.0% (small fruit crops). A decrease in ornamental qualities had not been observed in the experiment with the treatment of indoor plants in both test items. The accumulated information gives grounds to consider immunity, including one induced by such biologics as PABA, Kornevin, Phytoverm and Zircon, as an important link in the anthropo-adaptive complex.

Key words: anthropo-adaptability, immune-stimulator, houseplants, para-aminobenzoic acid, fruit and small fruit crops.

For citation: Bekezarova S.A., Opalko O.A., Weisfeld L.I., Opalko A.I. ECONOMIC SIGNIFICANT IMMUNITY AS AN ESSENTIAL PART OF ANTHROPADAPTIVE COMPLEX OF CULTIVATED PLANTS. *Agrarian science*. 2019; (2): 29–34. (In Russ.)

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2019-326-2-29-34>

С самых первых попыток окультуривания растений, когда древний человек времен неолита (позднего каменного века) начал разрыхлять почву, высевать и высаживать возле своей пещеры или другого жилища растения, вкус плодов, корнеплодов, клубней, листьев или стеблей которых ему нравился больше, началась постоянная конкуренция человека с вредителями и возбудителями болезней за выращиваемые растения как источник питания и для человека, и для паразита [10].

На протяжении тысячелетий человек оставался бесильным в попытках спасти свои растения от возбудителей болезней и вредителей. Болезни и вредители воспринимались как кара небесная за многочисленные грехи всего племени или даже кого-то из соплеменников. Поэтому молились шаманы, молились земледельцы и садоводы, а если молитвы не помогали, то вместе искали грешника и приносили его в жертву, надеясь умиловить небеса и предотвратить недород и неминуемый голод. В регионах, где выживание зависело от какой-либо одной ведущей культуры, эпифитотия или нашествие вредителей иногда приводило к вымиранию целых племен. Об ужасных последствиях опустошительных нашествий саранчи упоминается в ассирийских клинописях и египетских фресках еще в третьем тысячелетии до нашей эры. С развитием торговли, когда стал возможным ввоз продовольствия из регионов, которые избежали потерь урожая, смертность от недорода уменьшилась, но экономические затраты от этого всегда были и сейчас остаются очень большими [6]. Подсознательно древние земледельцы и садовники отбирали для размножения лучшие растения по урожайности, качеству урожая и другим ценным признакам. К числу отобранных неосознанно попадали растения, наименее пораженные возбудителями болезней и наименее поврежденные вредителями. То есть селекция на иммунитет началась еще тогда, когда не существовало ни понятия селекция, ни понятия иммунитет. Также подсознательно происходила селекция на антропоадаптивность как способность растения удовлетворять разнообразные потребности человека.

В настоящее время к антропоадаптивному комплексу относят, прежде всего, признаки, связанные с урожайностью и качеством урожая, а также устойчивостью к абиотическим (колебания температуры, фотопериода, влагообеспечения и т.д.) и биотическим стрессам (возбудители болезней, вредные насекомые, другие паразиты). Список указанных можно дополнить многими другими, обусловленными специфическими потребностями человека признаками: сроки созревания, способность к длительному хранению, вкусовые качества и технологичность, содержание витаминов, декоративность и тому подобное [9, 10].

На протяжении многих сотен, а возможно и тысяч лет, примитивная селекция отличалась от эволюции (обусловленного условиями среды природного отбора) только дополнительным фактором-ингибитором — человеком, размножающим растения, плоды которых ему больше всего нравились по вкусу или удовлетворяли другие потребности, в том числе и эстетические, одновременно выбраковывая растения, не соответствующие потребностям человека. Плохо приспособленные к условиям среды генотипы одновременно отсеивались вследствие природного отбора — гибели менее приспособленных и/или преимущественного размножения более приспособленных. Такое сочетание искусственного и естественного отбора обусловило успех окультуривания большинства современных растений еще в доисториче-

ские времена [2, 4]. С перерастанием подсознательной примитивной селекции в эмпирическую, когда в воображении древних земледельцев уже формировался более-менее конкретизированный идеал будущего сорта, отбор более устойчивых растений стал неотъемлемым звеном селекционной работы. Первые письменные свидетельства о неодинаковой способности разных сортов растений выдерживать болезни встречаем у Теофраста еще в IV–III столетиях до н.э. В процессе дальнейшего совершенствования методов селекции и отбора проблема устойчивости стала одной из главных. Однако четкое осознание разницы в устойчивости сортов против болезней сформировалось только в начале XIX века [6].

Основы современного понимания иммунитета были заложены И.И. Мечниковым еще в конце XIX столетия, но относительно растений неоспоримыми до сих пор остаются идеи Николая Ивановича Вавилова, который анализировал иммунитет с эволюционистских позиций [2, 12]. Эти идеи были высказаны им во времена, когда многие известные биологи отрицали саму возможность иммунитета у растений. Даже академик С.Г. Навашин (1915) высказал сомнение в реальности иммунитета у растений, принимая во внимание чрезвычайную приспособляемость паразитических грибов [4].

Предшественники Н.И. Вавилова трактовали паразитизм как обычную патологию, без углубления в детали взаимоотношений в сопряженной паре — растение и паразит. Поэтому вавиловское учение о сопряженной эволюции растения и возбудителя болезни или вредителя, которая длилась на протяжении тысячелетий в центрах происхождения и разнообразия культурных растений, было по-настоящему революционным. Именно в природных резервуарах изменчивости культурных растений, которые в древние времена были центрами развития изолированных аграрных цивилизаций, разделенных водными массивами, горными хребтами и/или пустынями, сформировалось всё биотическое разнообразие, как культурных растений, так и паразитирующих на них возбудителей болезней и вредителей. При этом и человек, и растение, и паразит — равноценные для эволюции представители биоты. Достаточно naивно думать, что *Homo sapiens* L. (человек) для эволюции более ценен, чем *Brassica oleracea* L. (капуста), *Puccinia recondita* Rob. ex Desm. f. sp. *tritici* Erikss. ex Henn (возбудитель бурой листовой ржавчины пшеницы) или *Ostrinia nubilalis* Hbn. (кукурузный мотылек). Сопряженная эволюция названных видов, как и всех остальных представителей биоты, заключается в коадаптации взаимоотношений едока с едой, конкуренции между едоками и (иногда) в формировании неустойчивого иммунитета. Поэтому вполне оправданным следует признать утверждение Н.И. Вавилова (1918) об иммунитете как о проявлении пищевой специализации [4].

Тысячелетиями гибли наиболее пораженные и поврежденные растения, размножались те, что выжили, с преимуществом тех, которые в условиях конкретной экосистемы были более устойчивыми и имели большие коэффициенты размножения. С распространением устойчивых растений численность паразитов временно сокращалась, но вскоре появлялись новые расы, способные питаться этими временно устойчивыми растениями, и всё начиналось сначала. Итак, иммунитет можно считать одним из проявлений гомеостаза как способности обеспечивать количественную и качественную стабильность внутренней среды при наличии паразита [2, 4]. Для удобства изложения особенностей взаимоотношений растений с паразитами целесоо-

бразно употреблять предложенные Г.Е. Расселом [15] термины:

- паразит — любой организм животного или растительного мира или вирус, живущий на другом организме (или внутри него), который питается и/или получает иные преимущества за счет организма-хозяина, но не дает хозяину никаких компенсаций;

- вредитель — условно этот термин для удобства употребляется относительно всех представителей животного мира и высших растений, которые паразитируют на культурных растениях (насекомые, нематоды, птицы или такие растения как заразиха, повилика и т.д.);

- болезнь — нарушение жизнедеятельности организма, обусловленное каким-то эндогенным (внутренним) или экзогенным (внешним) биотическим и/или абиотическим фактором, в том числе бактериями, грибами, микоплазмами или вирусами.

Достаточно часто в быту, а иногда и в научных источниках, можно встретить употребление термина заболевание в значении болезнь, что неправильно, ведь заболевание — это процесс развития болезни, а болезнь — следствие вредного воздействия патогенов [4].

Пользуясь англоязычными и/или переведенными с английского языка источниками, следует различать понятия «иммунитет» (immunity) как невосприимчивость к паразиту от понятия «резистентность» (resistance) как сопротивляемость или устойчивости против паразита. Хотя смешивание понятий «иммунитет» и «резистентность» иногда допускают даже отдельные авторы учебников [3], стоит, наверное, вообще избегать термина «резистентность» как ненужной кальки с английского, а использовать установившийся в биологии термин «устойчивость» [4].

В процессе подготовки материалов было проанализировано и обобщено обнародованные в многочисленных отечественных и зарубежных изданиях и интернет-источниках работы по вопросам иммунитета у растений [2, 4, 6–8, 11–16] и дополнено их собственными наработками, касающимися иммуностимуляции некоторых плодовых и ягодных культур, а также отдельных цветочно-декоративных комнатных растений. Экспериментальную часть исследований выполняли в опытных садах РСО-Алания и Центральной Украины, а с комнатными растениями в атриуме гостиницы Балчуг Кемпински (г. Москва, Россия), температура воздуха в котором летом достигала +36 °С, а зимой охлаждалась до +13 °С, и в саду мраморных скульптур Дома учёных НДП «Софиевка» (г. Умань, Черкасской области, Украина) с сезонными колебаниями температуры воздуха в пределах +12 (зимой) до +29 °С (летом). В качестве иммуностимуляторов использовали водные растворы пара-аминобензойной кислоты (ПАБК) с добавлением гумата калия и золы сожжённых обрезанных веток, а также биопрепараты Корневин, Фитоверм и Циркон [1, 5, 11]. Ни один из указанных препаратов не является пестицидом и не представляет угрозы ни человеку, ни теплокровным животным, ни пчёлам. Для приготовления баковой смеси предварительно готовили рабочий раствор ПАБК из расчета 200 г на 10 л воды, при температуре 70–80 °С. Горячую воду смешивали с холодной, доводя до нужной концентрации, и добавляли вышеуказанные компоненты для опрыскивания в плодоносных садах. Листья растений зимнего сада опрыскивали, используя садовый опрыскиватель. Опрыскивали круглогодично, не дифференцированно, сразу по всем растениям, один раз в 2 недели с 10 до 18 часов (двигаясь за солнцем). Через 3–4 дня, после того как ПАБК проникала в растения через листья, корневую систему подкармливали Корневи-

ном и добавляли препарат «Циркон», который является иммуномодулятором обладающим функциональным и антистрессовым действием. Оценивали общее состояние растений, а также поврежденность паршой и тлём (яблоня и груша), мучнистой росой (яблоня), монилиозом, мучнистой росой и тлём (черешня), хлорозом, серой гнилью и малинным жуком (малина), мучнистой росой, тлём и стеклянницей (смородина чёрная).

Чрезвычайное значение комплексной селекции на иммунитет подтверждается историей начавшегося со середины XIX столетия разрушения, сначала французского, а позже общеевропейского виноградарства. Виноделие Франции основывается на сортах *Vitis vinifera L.* (2n = 38). Вследствие оживлённого обмена посадочным материалом между европейскими и американскими аграриями в Европу были завезены из американского континента *V. labrusca L.*, *V. rupestris Scheele* (оба 2n = 38) и несколько других видов *Vitis L.*, в том числе американского мускатного винограда *V. rotundifolia Mich.* (2n = 40). Вместе с саженцами во Францию проник грибок *Peronospora viticola De Bary* — возбудитель вредоносной болезни (милдью), а также наиболее опасный вредитель виноградного растения *Phylloxera vastatrix Planch* (филоксера). Упомянутые грибок и насекомое — аборигены американского континента, и поэтому местные американские популяции винограда, эволюционирующие совместно с паразитами (в соответствии с вавилонским учением о сопряжённой эволюции растения и паразита), оказались достаточно устойчивыми. Местные же европейские сорта *V. vinifera* до XIX века не пересекались ни с американскими видами винограда, ни с привычными для американских видов паразитами, поэтому оказались совершенно беззащитными против них. Катастрофически быстрое распространение филлоксеры во второй половине XIX столетия вынудило 15 июля 1868 г. признать и официально зарегистрировать филлоксеру как наиболее вредное насекомое французских виноградников. Этот монофаг на протяжении 1860–1890 гг. уничтожил более двух млн. га виноградников во Франции и еще четыре млн. га в Испании, Италии, Португалии и других европейских державах. Вскоре распространился в Алжир и Южную Африку, Аргентину, Австралию и Новую Зеландию, Калифорнию, Крым и Кавказ, т.е. везде, где тогда выращивали *V. vinifera*. Защищались от филлоксеры двумя способами: технологическим и селекционным. Устойчивые против филлоксеры формы *V. rupestris* и других североамериканских видов были использованы в качестве филлоксероустойчивых подвоев для лучших европейских сортов, а *V. labrusca L.*, от которого происходит группа изабельных сортов, был вовлечен в гибридизацию с высококачественными французскими сортами [4, 6].

Что касается милдью, завезенный Северной Америки возбудитель которой начал стремительно распространяться во Франции с 1878 года, то хотя гибридизация лучших европейских сортов с североамериканскими способствовала получению устойчивых гибридов, однако проблема была решена только с развитием средств химической защиты [6].

Трудности селекции на устойчивость против возбудителей болезней и вредных насекомых вызваны тем, что в процессе работы приходится учитывать генетические системы, по меньшей мере, двух организмов — хозяина и паразита. Во многих случаях к этой сопряженной паре добавляется еще и третий компонент — вектор, по большей части насекомое, которое непосредственно переносит инфекцию или ослабляет растение-хозяина так, что оно теряет способность противостоять возбу-

дителям болезней. Кроме того, во взаимоотношения растения-хозяина с паразитом свои коррективы вносят экзогенные условия (температура воздуха и почвы, их влажность, освещение, проветриваемость и тому подобное), которые влияют и на само растение, и на возбудителя болезни, и на вредное насекомое [4, 6].

В конце XIX столетия осознание угрозы от эпифитотий и вспышек численности вредных насекомых побудила правительства многих стран к централизации средств защиты растений в специально организованных государственных департаментах, управлениях, постоянно действующих комиссиях, энтомологических станциях. С 1904 до 1916 г. в России было создано 30 учреждений по защите растений, в том числе энтомологические станции в Киеве, Харькове, Воронеже, Ставрополе и др. Начавшееся во второй половине XX ст. стремительное развитие пестицидных технологий несколько уменьшило значение устойчивости создаваемых сортов против биотических факторов. Высокозатратные технологии, по которым посевам щедро поливали разнообразными пестицидами, в СССР почему-то получили ложное название интенсивных, хотя их интенсивность заключалась преимущественно в увеличении в несколько раз трудовых и энергетических затрат на единицу выращенного урожая. Однако тогда дизельное топливо было в несколько раз дешевле, чем бутилированная вода, вследствие чего стоимость дополнительного урожая с защитных многократными опрыскиваниями от болезней и вредителей полей значительно превышала дополнительные расходы на химическую обработку.

Постепенно увлечение пестицидными технологиями стало убывать, как вследствие удорожания энергоносителей и пестицидов, так и в ответ на требования общественности по уменьшению химической нагрузки на окружающую среду. Значение селекции на иммунитет опять возросло, и устойчивость против возбудителей болезней и вредных насекомых стала приоритетным компонентом антропоадаптивности не только с экономических позиций, а и под углом зрения обеспечения экологических требований, касающихся уменьшения количества химических обработок и выведения наиболее токсичных препаратов из ассортимента разрешенных пестицидов.

Наши опыты с биопрепаратами в коллекционных садах плодово-ягодных растений были начаты с целью подбора нетоксичных биостимуляторов плодоношения. В качестве объекта исследований были выбраны сорта, привычные для приусадебных участков, в том числе: яблони (*Malus domestica* (Suckow) Borkh.) Папировка и Айдаред, груши (*Pyrus communis* L.) сорт Бере Боск, черешни (*Prunus avium* L.) сорт Аэлита, малины (*Rubus idaeus* L.) сорт Марьянушка и смородины чёрной (*Ribes nigrum* L.) сорт Консул.

После трехкратной обработки растений указанных сортов плодово-ягодных культур (осенью перед уходом в зиму, весной до набухания почек и в период цветения) биопрепаратами наблюдали существенную стимуляцию плодоношения. В оптимальном варианте опрыскивания смесью, приготовленной на основе 0,2% водного раствора ПАБК с добавлением гумата калия (5 г/л), золы

сожжённых обрезанных веток (50 г/л) и биопрепарата Фитоверм в количестве 2 мл на 5 л раствора, показатели средней массы одного плода возросли у всех изученных растений. В частности, масса плода (г) яблони с 105,2 до 151,1 (Папировка) и с 160,6 до 205,2 (Айдаред); груши — с 153,1 до 198,2; черешни — с 11,3 до 17,4; малины — с 4,2 до 5,4 и смородины чёрной — с 2,0 до 2,7. Содержание углеводов, пектина, витаминов в плодах в этом варианте возросло на 8–10%. Повысилось и содержание питательных веществ в почве корнеобитаемой части деревьев за счет гуминовых веществ, содержащихся в гумате калия.

При этом средняя заболеваемость обработанных биопрепаратами плодовых растений снизилась с 48,6 до 8,2%, а ягодных — с 54,8 до 7,8% (табл. 1). Также уменьшилась повреждаемость насекомыми с 36,4 до 9,2% (плодовые) и с 42,1 до 8,0% (ягодные).

Таким образом, подтвердилась эффективность трехкратной обработки плодово-ягодных культур, смесью ПАБК с биопрепаратами, что даёт основания считать использованные биопрепараты эффективными иммуностимуляторами. Это особенно важно для обработки выращиваемых на приусадебных участках растений, где особенно нежелательно применять пестициды.

Как зимний сад гостиницы Балчуг Кемпински, так и сад мраморных скульптур Дома учёных открыты для свободного доступа. Из ежедневно посещают десятки гостей, а в отдельные дни количество посетителей превышает две сотни. В связи с таким количеством посетителей применение защитных мероприятий и карантинных мер, рекомендованных для закрытых оранжерей, в таких помещениях не представляется возможным. Поэтому нами были использованы нетоксичные биологически-активные препараты.

В выполненных в 2008–2016 гг. исследованиях более 600 комнатных растений разных видов, сортов и форм родов: *Aglaonema Schott*, *Coleus Lour.*, *Cordyline Comm. ex R. Br.*, *Dieffenbachia Schott*, *Dracaena Vand. ex L.*, *Epipremnum Schott*, *Euphorbia L.*, *Ficus L.*, *Hibiscus L.*, *Monstera Adans.*, *Schefflera J.R. Forst. & G. Forst.*, *Schlumbergera Lem.*, *Spathiphyllum Schott*, *Syngonium Schott*, *Tetrastigma (Miq.) Planch.*, *Yucca L.* и др. была показана эффективность обработки растений ПАБК с поливом Корневином (табл. 2).

Таблица 1.

Средняя повреждаемость обработанных биопрепаратами плодово-ягодных растений

Вариант	Средняя повреждаемость, %			
	болезнями		вредителями	
	плодовые	ягодные	плодовые	ягодные
Без обработки (контроль)	48,6	54,8	36,4	42,1
ПАБК в концентрации 0,1 %	39,5	42,5	26,8	29,0
ПАБК в концентрации 0,2 %	32,0	37,2	24,2	27,0
ПАБК (0,2%)+ зола	24,8	28,2	21,8	23,4
ПАБК (0,2%) + гумат калия	18,4	30,6	25,0	22,4
Гумат калия + зола	16,2	26,6	24,8	18,0
ПАБК (0,2%)+ Фитоверм	11,8	10,2	15,4	12,6
Гумат калия + Фитоверм	10,2	9,6	12,7	10,6
ПАБК (0,2%)+ зола + Фитоверм	8,2	7,8	9,2	8,0

Эффект стимуляция роста после обработки модельных растений ПАБК с последующим поливом Корневином проявился в увеличении сезонного прироста на 25–60 см, что на 40–66% превысило показатели контрольного варианта с дистиллированной водой. Сходные результаты были отмечены и с другими растениями, однако не со всеми из них исследования проводились по полной схеме во все годы.

В среднем по опыту при совместном применении ПАБК и Корневина годовой прирост массы листвы увеличивался в среднем на 49% при увеличении средней длины побегов на 51%. Отдельные растения формировали дополнительные побеги. Учитывая, что для комнатных растений увеличение размеров не всегда повышает декоративность, данные касающиеся повышения толерантности к биотическим и абиотическим стрессам у растений, обработанных ПАБК, Корневином и Цирконом, подтверждают эффективность иммуномодуляции.

В лучшем варианте ПАБК (0,03%) с последующим поливом субстрата Корневином в дозе (1,0 г/л), в обоих пунктах испытаний не наблюдали снижения декоративности ни в зимний, ни в летний сезоны. Однако в контрольных вариантах, где *Dracaena spp.* выращивали без ПАБК и Корневина, в зимние месяцы проявилось ослабление роста и усыхание кончиков молодых листьев. Культуральные и биологические исследования особей с указанными симптомами засвидетельствовали отсутствие микозной, бактериальной и микоплазменной инфекции, что стало основанием отнести ослабление роста и усыхание кончиков листьев к физиологическим нарушениям, вызванным снижением температуры воздуха. Похожие симптомы наблюдали в контрольных ва-

Таблица 2.

Средне-сезонный прирост комнатных растений в лучших вариантах стимуляции в зимнем саду гостиницы Балчуг Kempinski

Вид/Сорт	Высота растений в вариантах обработки*, см			
	1	2	3	4
<i>Dracaena fragrans</i> (L.) Ker Gawl. 'Massangeana'	45,5	52,4	54,9	70,4
<i>Monstera deliciosa</i> Lieb.	90,3	108,5	122,4	150,6
<i>Spathiphyllum wallisii</i> Regel	50,5	62,8	58,5	70,3
<i>Tetrastigma voinierianum</i> (Baltet) Gagnep.	50,9	72,0	85,4	100,3
HCP _{0,95}	3,7	5,2	5,4	5,9

* 1 — дистиллированная вода (контроль); 2 — обработка 0,03 % раствором ПАБК; 3 — полив Корневином (1 г/л); 4 — совмещение вариантов 2 и 3.

риантах *Monstera spp.*, *Spathiphyllum spp.*, *Tetrastigma spp.* и других декоративных комнатных растениях. Все они были отнесены к физиологическим нарушениям, за исключением *Spathiphyllum wallisii* 'Quatro'. В контейнере с необработанным растением этого сорта во второй половине октября 2010 г. в саду мраморных скульптур Дома учёных был обнаружен войлочник (*Pseudococcidae*). После трехкратной обработки Цирконом с интервалом в 7–10 суток растения к середине декабря очистились от указанного вредителя без применения пестицидов. Можно полагать, что совместное действие гидроксикоричных кислот и этанола, которые входят в состав Циркона обеспечило эффект иммуномодуляции.

Итак, накопленная информация о механизмах устойчивости культурных растений против возбудителей болезней и вредителей дает основания считать иммунитет, в том числе индуцированный биопрепаратами ПАБК, Корневин, Фитоверм и Циркон, важным звеном антропоадаптивного комплекса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бекузарова С.А., Опалко О.А., Пахоменко А.В., Гаглоева Л.Ч. Способ обработки плодово-ягодных культур. Патент РФ на изобретение № 2626731. Заявка № 2015123151, представлена 16.06.2015; опублик. 10.01.2017. Бюл. № 01.
2. Вавилов Н.И. Учение об иммунитете растений к инфекционным заболеваниям. (Применительно к запросам селекции) // Теоретические основы селекции растений. Т. 1. Общая селекция растений. Москва; Ленинград: Сельхозгиз, 1935. С. 893–990.
3. Гужов Ю.Л., Фукс А., Валичек П. Селекция и семеноводство культурных растений. М.: Агропромиздат, 1991. 463 с.
4. Опалко А.И. Деякі проблеми імунітету культурних рослин // Автохтонні та інтродуковані рослини, 2008. Вип. 3–4. С. 72–80.
5. Опалко О.А., Бекузарова С.А. Эффективность ПАБК-иммуностимуляции плодовых и ягодных культур // Плодоводство и ягодоводство России, 2016. Т. 44. С. 201–205.
6. Briggs F.N., Knowles P.F. Introduction to plant breeding. New York: Reinhold Publishing, 1967. 399 p.
7. Durrant W. E., Dong, X. Systemic acquired resistance // Annual Review of Phytopathology 2004. Vol. 42. P. 185–209.
8. Jones J.D.G., Dangl J.L. The plant immune system // Nature. 2006. Vol. 444. P. 323–329.
9. Opalko A.I., Kotko I.K. Wykorzystanie obcego DNA dla uzyskiwania antropoadaptacyjnych mutacji pszenicy ozimej // Hodowla

roślin i nasiennictwo (Biuletyn branżowy). 1992. № 2. S. 1–4.

10. Opalko A.I., Opalko O.A. Anthropoadaptability of plants as a basis component of a new wave of the "Green revolution" // Biological systems, biodiversity, and stability of plant communities [Eds. Larissa I. Weisfeld, Anatoly I. Opalko, Nina A. Bome et al.]. Toronto: Apple Academic Press, 2015. Part 1: The optimization of interaction anthropogenic changes with natural environmental variability for sustainable land use. P. 3–17.
11. Opalko A.I., Weisfeld L.I., Bekuzarova S.A., Burakov A.E., Opalko O.A., Tatarinov F.A. Tolerance improvement of indoor plants // Temperate Horticulture for Sustainable Development and Environment. Ecological aspects. [Eds.: Larissa I. Weisfeld, Anatoly I. Opalko, Sarra A. Bekuzarova.]. Oakville; Waretown: Apple Academic Press, 2019. Ch. 8. P. 119–149.
12. Radchenko E.E. N.I. Vavilov's theory on natural immunity of plants to harmful organisms and breeding of cereal crops for aphid resistance // Agricultural biology, 2012, № 5. P. 54–63. DOI: 10.15389/agrobiol.2012.5.54eng.
13. Robinson R.A. Host management in crop pathosystems. New York; London: Macmillan Publishing Company, 1987. 263 p.
14. Robinson R.A. Return to Resistance; Breeding Plants to Reduce Pesticide Dependence. Davis: agAccess, 1996. 480 p.
15. Russell G. E. Plant Breeding for Pest and Disease Resistance. London etc.: Butterworth, 1978. 485 p.
16. Van Der Plank J.E. Disease Resistance in Plants. New York; London: Academic Press, 1968. 206 p.

REFERENCES

1. Bekuzarova S.A., Opalko O.A., Pakhomenko A.V., Gagloeva L.Ch. Sposob obrabotki plodovo-yagodnykh kul'tur. Patent RF na izobretenie № 2626731. Zayavka № 2015123151, predstavlena 16.06.2015; opubl. 10.01.2017. Byul. № 01.
2. Vavilov N.I. Uchenie ob immunitete rasteniy k infektsionnym zabolevaniyam. (Primenitel'no k zaprosam selektsii) // Teoreticheskie osnovy selektsii rasteniy. T. 1. Obshchaya selektsiya rasteniy. Moskva; Leningrad: Sel'khozgiz, 1935. S. 893–990.
3. Guzhov Yu.L., Fuks A., Valichek P. Seleksiya i semenovodstvo kul'turnykh rasteniy. M.: Agropromizdat, 1991. 463 s.
4. Opalko A.I. Some problems of immunity of plants cultivated // Autochthonous and alien plants, 2008. Vol. 3–4. P. 72–80.
5. Opalko O.A., Bekuzarova S.A. Efficiency of immune-stimulation of fruit and small fruit crops with para-aminobenzoic acid // Pomiculture and small fruits culture in Russia, 2016. Vol. 44. P. 210–205.
6. Briggs F.N., Knowles P.F. Introduction to plant breeding. New York: Reinhold Publishing, 1967. 399 p.
7. Durrant, W. E., Dong, X. Systemic acquired resistance // Annual Review of Phytopathology 2004. Vol. 42. P. 185–209.
8. Jones J.D.G., Dangl J.L. The plant immune system // Nature. 2006. Vol. 444. P. 323–329.
9. Opalko A.I., Kotko I.K. Wykorzystanie obcego DNA dla uzyskiwania antropoadaptywnych mtytacji pszenicy ozimej // Hodowla roślin i nasiennictwo (Biuletyn branżowy). 1992. № 2. S. 1–4.

ОБ АВТОРАХ:

Бекузарова С.А., доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Опалко О.А., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Вайсфельд Л.И., главный специалист
Опалко А.И., кандидат сельскохозяйственных наук, профессор

10. Opalko A.I., Opalko O.A. Anthropoadaptability of plants as a basis component of a new wave of the “Green revolution” // Biological systems, biodiversity, and stability of plant communities [Eds. Larissa I. Weisfeld, Anatoly I. Opalko, Nina A. Bome et al.]. Toronto: Apple Academic Press, 2015. Part 1: The optimization of interaction anthropogenic changes with natural environmental variability for sustainable land use. P. 3–17.

11. Opalko A.I., Weisfeld L.I., Bekuzarova S.A., Burakov A.E., Opalko O.A., Tatarinov F.A. Tolerance improvement of indoor plants // Temperate Horticulture for Sustainable Development and Environment. Ecological aspects. [Eds.: Larissa I. Weisfeld, Anatoly I. Opalko, Sarra A. Bekuzarova.]. Oakville; Waretown: Apple Academic Press, 2019. Ch. 8. P. 119–149.

12. Radchenko E.E. N.I. Vavilov's theory on natural immunity of plants to harmful organisms and breeding of cereal crops for aphid resistance // Agricultural biology, 2012, № 5. P. 54–63. DOI: 10.15389/agrobiology.2012.5.54eng.

13. Robinson R.A. Host management in crop pathosystems. New York; London: Macmillan Publishing Company, 1987. 263 p.

14. Robinson R.A. Return to Resistance; Breeding Plants to Reduce Pesticide Dependence. Davis: agAccess, 1996. 480 p.

15. Russell G. E. Plant Breeding for Pest and Disease Resistance. London etc.: Butterworth, 1978. 485 p.

16. Van Der Plank J.E. Disease Resistance in Plants. New York; London: Academic Press, 1968. 206 p.

ABOUT THE AUTHORS:

Bekuzarova S.A., DSc in Agriculture, Professor
Opalko O.A., PhD in Agriculture, associate Professor
Weisfeld L.I., Senior Research Scientist
Opalko A.I., PhD in Agriculture, Professor