

5. Евдокимов, А. Н. Инновационная комплексная технология анаэробной переработки и использования отходов индустриального животноводства / А. Н. Евдокимов, В. М. Татаринцов // ЭСКО. – 2009. – № 6.
6. Качественные изменения экологических показателей навозных стоков в результате анаэробного сбраживания / Н. Ф. Капустин [и др.] // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: материалы Междунар. науч.-практич. конф., Минск, 21–22 окт. 2009 г. / НАН Беларуси, Научно-практический центр НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства. – Минск, 2009. – Т. 2. – С. 46–49.
7. Каминский, А. В. Ветеринарно-гигиеническая оценка навоза, переработанного в биогазовой установке / А. В. Каминский, С. С. Липницкий, М. П. Кучинский // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сб. науч. трудов / Гродненский гос. аграрный ун-т. – Гродно, 2004. – Т. 3. – Ч. 3: Ветеринарные науки. – С. 102–104.
8. Al Seadi, T. Quality management of digestate from biogas plants used as fertilizer // T. Al Seadi, C.T. Lukehurst. – IEA Bioenergy, 2012. – 38 p.
9. Грицина, В. Г. Влияние органического биоудобрения КРС (эффлюента) на урожайность кукурузы на силос в Белгородской области / В. Г. Грицина // Молодежь и инновации – 2011: материалы Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых, Горки, 25–27 мая 2011 г. / Белорус. гос. сельс.-хоз. академия; редкол.: А. П. Курдеко [и др.]. – Горки, 2011. – Ч. 1. – С. 148–150.
10. Heviánková, S. Study and Research of the Cleaning Procedures of Anaerobic Digestion Products / S. Heviánková, M. Kyncl, J. Kodymová // Geo-Science Engineering – Czech Republic, 2014. – S. 39–50.
11. Использование биогазовых энергетических установок в АПК / В. А. Занкевич [и др.] // Инновационные технологии в производстве и переработке сельскохозяй. продукции: доклады Межд. науч.-практич. конф., 14–15 апр. 2011 г.: в 2 ч. / Мин-во сельск. хоз-ва и продовольствия Республики Беларусь, Белор. гос. аграр. технич. ун-т, БРФФИ. – Минск, 2011. – Ч. 1. – С. 91–93.
12. Arthurson, V. Closing the global energy and nutrient cycles through application of biogas residue to agricultural land – potential benefits and drawbacks / V. Arthurson // Energies. – 2009. – Vol. 2. – P. 226–242.
13. Svensson, K. The fertilizing effect of compost and biogas residues from source separated household waste / K. Svensson, M. Odlaire, M. Pell // J. Agric. Sci. – 2004. – Vol. 142. – P. 461–467.
14. Ключков, А.В. Европейский опыт производства и использования биогаза // А. В. Ключков, Д. В. Кацер / Наше сельское хозяйство. – 2011. – № 1. – С. 71–76.
15. Лапа, В. В. Эффективность внесения органических удобрений, получаемых на выходе действующих биогазовых установок при возделывании кукурузы на дерново-подзолистых почвах / В. В. Лапа, Т. М. Серая, Е. Н. Богатырева // Земляробства і ахова раслін. – 2011. – № 3 (76). – С. 24–27.
16. Коротинский, В. А. Биоэнергетика: пособие / В. А. Коротинский, К. Э. Гаркуша. – Минск: БГАТУ, 2011. – 148 с.
17. Чернышов, А. А. Совершенствование биогазовых установок для производства удобрений из навоза КРС: автореф. дис. ... канд. технич. наук: 05.20.01 / А. А. Чернышов; ГНУ ВИЭСХ. – М., 2004. – 27 с.
18. Агрохимическая характеристика и удобрительные свойства продуктов метанового брожения отходов животноводства / Д. Я. Костенберг [и др.] // Анаэробная биологическая обработка сточных вод: тез. докл. науч.-технич. конф. – Кишинев, 1988. – С. 158–159.
19. Use of fly ash and biogas slurry for improving wheat yield and physical properties of soil / R. N. Garg [et al.] // Environ. Monit. Assess. – 2005. – Vol. 107. – P. 1–9.
20. Abubaker, J. Biogas residues as fertilisers – effects on wheat growth and soil microbial activities / J. Abubaker // Applied Energy. – 2012. – Vol. 99. – P. 126–134.
21. Эффективность действия сброженного навоза / Р. Р. Визла [и др.]. // Удобрение полевых культур в системе интенсивного земледелия. – Рига, 1990. – С. 43–59.
22. Anaerobic digestates application on fodder crops: effects on plant and soil / F. Montemurro [et al.] // Agrochimica. – 2008. – Vol. 52. – P. 297–312.

УДК 635.1/.8:632.938(476)

Исследования по защите и иммунитету овощных культур от болезней в Республике Беларусь

В. Л. Налобова

РУП «Институт защиты растений»

(Дата поступления статьи в редакцию 26.06.2024)

Представлена хронология исследований по защите и иммунитету овощных культур от болезней в Республике Беларусь за период с 1950 года по настоящее время и приведены результаты исследований по иммунитету овощных культур от болезней.

В Беларуси исследования по защите и иммунитету овощных культур от болезней начали проводиться в начале 50-х годов и связаны с именем выдающегося известного ученого фито-иммунолога Николая Афанасьевича Дорожкина.

Говоря о Николае Афанасьевиче Дорожкине, следует подчеркнуть его огромные организаторские способности. Он был лидером, объединявшим и вдохновлявшим коллектив на решение фундаментальных, теоретических и практических проблем, и благодаря этим качествам создал научную школу по защите и

The chronology of the research on the protection and immunity of vegetable crops from diseases in the Republic of Belarus for 1950 to the present is presented, as well as the results of the studies on the immunity of vegetable crops from diseases.

иммунитету картофеля, овощных и плодовых культур в нашей республике.

Научная школа, история которой исчисляется десятилетиями, поддерживается трудом нескольких поколений ученых. Научные идеи и заделы, созданные Н. А. Дорожкиным, продолжают успешно развиваться в исследованиях его учеников и последователей.

Большая работа под руководством Николая Афанасьевича Дорожкина проводилась по защите овощных культур от болезней его учениками Сапого-

вой Анной Александровной, Кустовой Александрой Ивановной, Нитиевской Викторией Иосифовной. Данное направление по защите овощных культур от болезней много лет продолжалось в институте защиты растений Поповым Федором Антоновичем, учеником С. И. Бельской (аспирантка Н. А. Дорожкина).

Значительный вклад в развитие иммунологических исследований по овощным культурам внесли следующие ученые: по иммунитету томата – О. Я. Стрельская, В. В. Псарева, В. Д. Поликсенова, И. М. Войтехович; огурца – В. Л. Налобова; капусты – Н. В. Михальчук, Н. А. Сильванович, Л. Р. Куневич, И. Е. Позняк, моркови – Н. В. Свиридов.

По вопросам защиты и устойчивости растений овощных культур к болезням защищено 12 кандидатских и 2 докторские диссертации (В. Л. Налобова, Н. В. Свиридов).

Со времени организации РУП «Институт овощеводства» исследования по иммунитету осуществлялись в лаборатории иммунитета сотрудниками В. Л. Налобовой, И. М. Войтехович, Л. Р. Куневич, И. Е. Позняк, Т. Н. Глушаковой, Т. Е. Коробковой, М. В. Ивановской, Ю. М. Налобовой, Н. С. Головиной (ныне Н. С. Опимах).

Во все годы исследований большое внимание уделялось выявлению болезней растений и изучению биологии их возбудителей. В результате научных изысканий выявлены наиболее распространенные и вредоносные болезни овощных культур в открытом и защищенном грунте и идентифицированы их возбудители.

Большое внимание уделялось определению вирусных патогенов. С использованием иммуноферментного анализа (ИФА) на овощных культурах идентифицированы следующие вирусы:

- на культуре томата и перца сладкого – вирус табачной мозаики (*Tobacco mosaic virus*) и вирус огуречной мозаики (*Cucumber mosaic virus*);
- на культуре огурца – вирус огуречной мозаики (*Cucumber mosaic virus*) и вирус табачной мозаики (*Tobacco mosaic virus*);
- на культуре лука и чеснока – вирус желтой карликовости (*Onion-yellow dwarf virus*) и общий латентный вирус чеснока (*Garlic Common latent virus*);
- на культуре гороха овощного – вирус мозаики семян гороха (*Pea seed-borne mosaic virus*); на культуре фасоли овощной – вирус желтой мозаики фасоли (*Pea seed-borne mosaic virus*) и вирус скручивания листьев фасоли (*Bean leaf roll virus*);
- на культуре моркови столовой – типовые вирусы: вирус покраснения листьев моркови (*Carrot red leaf virus*), вирус желтой пятнистости моркови (*Carrot yellow fleck virus*) и потивирусы – вирус тонких листьев моркови (*Carrot thin leaf virus*), вирус Y моркови (*Carrot virus Y*);
- на капустных растениях – вирус мозаики цветной капусты (*Cauliflower mosaic caulivirus*), вирус огуречной мозаики (*Cucumber Mosaic Virus*), вирус мозаики турнепса (*Turnip mosaic virus*).

Изучены биоэкология, патогенез фитопатогенов. Ежегодно осуществлялся контроль за фитопатологической ситуацией посевов, поскольку в последнее де-

сятилетие прошлого века и по настоящее время наметились тенденции к изменению комплекса фитопатогенов овощных культур и с учетом этого фактора в РУП «Институт овощеводства» проводилась селекционная работа на болезнеустойчивость.

Специалисты-иммунологи внесли заметный вклад в изучение структуры популяций возбудителей болезней овощных культур. Изучен расовый и штаммовый состав фитопатогенов. При исследовании устойчивости к заболеваниям исключительное значение имеет учет генетической дифференциации патогенов, и селекция на иммунитет должна вестись с учетом структуры природных популяций возбудителей в данной зоне.

Одним из важных моментов в исследованиях по иммунитету является разработка методов оценки устойчивости растений к болезням в условиях искусственного заражения. За период проведенных исследований разработаны методы оценки болезнеустойчивости томата к фитофторозу, альтернариозу, кладоспориозу и комплексу болезней: кладоспориозу, фузариозу и ВТМ исследователями В. В. Псаревой, В. Д. Поликсеновой, И. М. Войтехович; огурца к оливковой пятнистости, мучнистой росе и пероноспорозу – В. Л. Налобовой; капусты к фомозу и сосудистому бактериозу – Н. В. Михальчуком, Н. А. Сильвановичем; моркови к фомозу и бурой пятнистости листьев – Н. В. Свиридовым и Ю. М. Налобовой. Разработанные методы позволяют оценивать имеющийся материал к наиболее вирулентным и агрессивным расам и штаммам возбудителей болезней и выделять наиболее устойчивые формы.

Единое мнение ученых всего мира состоит в том, что селекция растений не может развиваться без постоянного притока доноров различных признаков, особенно устойчивости к вредным организмам. Одностороннее использование одного из генов неизбежно ведет к быстрой потере устойчивости. В связи с этим выявление источников устойчивости среди огромного разнообразия сортов и гибридов, а также создание нового исходного материала с устойчивостью к болезням особенно актуально при селекции на иммунитет.

В процессе исследований при оценке коллекционных и селекционных сортообразцов овощных культур на болезнеустойчивость выделены источники и доноры устойчивости. Создано ряд линий томата с относительно высокой устойчивостью к фитофторозу для открытого грунта и с устойчивостью к кладоспориозу для защищенного грунта; огурца с устойчивостью к комплексу болезней: пероноспорозу, мучнистой росе и оливковой пятнистости. Выделенные устойчивые к болезням формы и созданный исходный материал использовались в селекционной работе.

В результате многолетней работы иммунологами О. Я. Стрельской, В. В. Псаревой созданы сорта томата Ружа и Вилина с относительно высокой устойчивостью к фитофторозу, которые после доработки селекционером Ф. И. Анцугай включены в Государственный реестр сортов.

Для селекции томата защищенного грунта В. Д. Поликсеновой созданы линии томата, иммунные к кладоспориозу, которые использованы при создании 5 болезнеустойчивых сортов и гибридов томата (Вежа,

Старт F₁, Полюмя F₁, Даша F₁, Тайник F₁), включенных в Государственный реестр сортов.

В. Л. Налобовой созданы сорта огурца Верасень, Зарница, Свитанок, гибрид Вяселка F₁ для открытого грунта и гибрид Брагинка F₁ для пленочных теплиц с устойчивостью к комплексу болезней: пероноспорозу, оливковой пятнистости, мучнистой росе и бактериозу, а также сорта томата Пралеска, Агат и Изумруд с относительно высокой устойчивостью к фитофторозу, которые включены в Государственный реестр сортов.

В результате совместной работы с селекционерами иммунологи РУП «Институт овощеводства» являются соавторами более 40 включенных в Государственный реестр сортов и гибридов капусты, томата, перца, огурца, моркови столовой, свеклы столовой, пастернака, гороха, фасоли, бобов овощных, укропа.

В настоящее время новое поколение ученых-исследователей успешно занимается разработкой научных идей по иммунитету и защите овощных культур от болезней.

УДК 635.64:631.811.98:631.559.2

Эффективность применения препарата «Иммунакт-ГК, ВСК» на растениях томата в условиях защищенного грунта на гидропонике

С. Н. Шпилевский¹, научный сотрудник,
Л. Ф. Кабашникова¹, доктор биологических наук,
В. И. Лукаша¹, кандидат биологических наук,
Д. В. Войтка², кандидат биологических наук,
Е. Н. Янковская², кандидат биологических наук

¹ГНУ «Институт биофизики и клеточной инженерии НАН Беларуси»,

²РУП «Институт защиты растений»

(Дата поступления статьи в редакцию 27.08.2024)

Изучена эффективность применения регулятора роста «Иммунакт-ГК, ВСК», содержащего β -1,3-глюкан и водорастворимый полимер (ВРП-3) на растениях томата Тореро F1 в условиях малообъемной гидропонике. Показано, что «Иммунакт-ГК, ВСК» вызывает повышение содержания активных форм кислорода (АФК), накопление фенольных соединений на фоне стабилизации перекисного окисления липидов (ПОЛ) и повышения содержания фотосинтетических пигментов в листьях томата, что способствует повышению урожайности в среднем на 7,4 %. Установлены тесные корреляции между содержанием АФК и содержанием каротиноидов, а также между содержанием каротиноидов, АФК и массой плодов.

The effectiveness of using the growth regulator «Immunakt-GK, WSC» containing β -1,3-glucan and water-soluble polymer (WSP-3) on Torero F1 tomato plants under low-volume hydroponics conditions was studied. It has been shown that «Immunakt-GK, WSC» causes an increase in the content of reactive oxygen species (ROS), the accumulation of phenolic compounds against the background of stabilization of lipid peroxidation (LPO) and an increase in the content of photosynthetic pigments in tomato leaves, which contributes to an increase in yield by an average of 7.4%. Close correlations have been established between ROS content and carotenoid content, as well as between carotenoid content, ROS and fruit weight.

Введение

В последнее десятилетие интенсивно проводятся работы по созданию индукторов устойчивости растений на основе метаболитов иммунного ответа. В отличие от фунгицидов, иммуномодуляторы не вызывают привыкания к возбудителям болезней и являются эффективным средством для профилактики большинства заболеваний растений [1].

Индукторы болезнеустойчивости можно охарактеризовать как соединения, стимулирующие сигнальные пути, приводящие к активации генов, реакций защиты и формированию у растений устойчивости к возбудителям грибных, бактериальных и вирусных болезней, которая проявляется в локализации патогена в процессе заражения, блокировании его последующего проникновения, распространения и размножения в

растениях. Такие индукторы делят на аналоги природных молекул (элиситоры) и синтетические, действующие по тому же принципу [2].

В настоящее время природные индукторы устойчивости растений являются предметом активных исследований в области борьбы с вредителями и болезнями растений из-за их универсальности, способности усиливать неспецифическую приобретенную устойчивость (SAR, systemic acquired resistance) и общей низкой токсичности, что обеспечивает лучшую переносимость сельскохозяйственных культур и меньшее количество проблем со здоровьем человека, обычно связанных с химическими средствами защиты [3].

К индукторам болезнеустойчивости растений нового поколения можно отнести глюканы, которые выполняют роль сигнальных молекул, обладают элиситорными свойствами и способны активировать гены