

Проблемы, достижения и перспективы в защите картофеля от колорадского жука

Problems and successes in potato protection from Colorado potato beetle

Гриценко В.В., Гусейнов К.Г., Постников А.Н., Митюшев И.М.

Аннотация

В итоге расселения и адаптации в новых регионах колорадский жук остается первостепенным вредителем картофеля. В РФ за последнее десятилетие наблюдается определенное снижение его распространения, вызванное развитием более эффективных приемов и средств защиты. Сильными сторонами колорадского жука, создающими проблемы в защите от него, являются высокие миграционные способности, репродуктивный потенциал, жизнестойкость, экологическая пластичность, многообразие и лабильность жизненного цикла, тесная сопряженность с картофелем, феноменальная способность к развитию резистентности к инсектицидам. На примере многолетних наблюдений в Азербайджане показан адаптивный ответ колорадского жука на климатические изменения последнего времени. Рассматриваются возможности и перспективы агротехнического, селекционного, биотехнологического, биологического и химического методов. Обзор ассортимента и развития методов и средств защиты картофеля от колорадского жука приводит к заключению, что столь адаптивному вредителю следует противопоставлять многообразную, гибкую и динамичную интегрированную защиту. В антирезистентных стратегиях обработок практикуют чередование инсектицидов разных групп и использование комплексных, 2-3-компонентных препаратов. Одним из наиболее новых и интересных направлений является разработка так называемых РНК-инсектицидов. Их действующим началом служат синтезированные короткие последовательности РНК, способные блокировать экспрессию определенных генов вредителя, нарушая его жизнедеятельность. В испытаниях против колорадского жука их применяют как путем обработки растений, так и трансгенным переносом в геном хлоропластов картофеля. Расшифровка генома колорадского жука, произошедшая в 2018 году, не выявила каких-либо особых генетических систем, связанных с его резистентной способностью. При этом обнаружилась значительная роль коротких молекул РНК в регуляции действия генов, что позволяет рассчитывать на успех РНК-интерференции. Необходимо сохранять и развивать широкую базу методов, направлений и средств. Ведущую роль в системе продолжают играть истребительные меры, среди которых появляются все более специфичные и безопасные. В качестве стратегической цели развития можно рассматривать понижение вредоносного статуса колорадского жука до уровня обычного вредителя.

Ключевые слова: колорадский жук, адаптивный потенциал, защита картофеля, перспективные методы и средства, интегрированная защита.

Для цитирования: Проблемы и достижения в защите картофеля от колорадского жука / В.В. Гриценко, К.Г. Гусейнов, А.Н. Постников, И.М. Митюшев // Картофель и овощи. 2020. № 8. С. 27–31. <https://doi.org/10.25630/PAV.2020.44.45.004>

Расселяясь в Евразии в течение XX века, колорадский жук, последовательно переходя от инвазии к стабилизации, оставался первостепенным вредителем картофеля, а на юге – серьезным вредителем баклажанов и томатов [1, 2, 3, 4]. В Российской Федерации его экс-

пансия завершилась к началу XXI века с достижением Дальневосточного региона, и сейчас он распространен по всей зоне картофелеводства, за исключением северного и большей части Восточно-Сибирского регионов. В последнее десятилетие наблюдается определенное снижение распро-

странения колорадского жука на посадках картофеля в РФ. Так, по данным Россельхозцентра [5, 6], площади с выявленным вредителем в 2012 году составляли 335,8 тыс. га (27% от обследованных), а в 2018 году – 136,1 тыс.га (13% от обследованных). При этом доля площадей с превыше-

Gritsenko V.V., Guseinov K.G., Postnikov A.N., Mityushev I.M.

Abstract

As a result of dispersal and adaptation in new regions, the Colorado potato beetle remains the primary pest of potatoes. In the Russian Federation, over the past decade, there has been a certain decrease in its distribution, caused by the development of more effective methods and means of protection. The strengths of the Colorado potato beetle, which create problems in protection against it, are high migratory abilities, reproductive potential, vitality, ecological plasticity, diversity and lability of the life cycle, close association with potatoes, phenomenal ability to develop resistance to insecticides. On the example of long-term observations in Azerbaijan, the adaptive response of the Colorado potato beetle to recent climatic changes is shown. The possibilities and prospects of agrotechnical, breeding, biotechnological, biological and chemical methods are considered. A review of the assortment and development of methods and means of protecting potatoes from the Colorado potato beetle leads to the conclusion that such an adaptive pest should be opposed with a diverse, flexible and dynamic integrated protection. In anti-resistant treatment strategies, alternating insecticides of different groups and the use of complex, 2-3-component preparations are practiced. One of the most new and interesting directions is the development of so called RNA insecticides. Their active principle is synthesized short RNA sequences that can block the expression of certain pest genes, disrupting its life activity. In tests against the Colorado beetle, they are used both by processing plants and by transgenic transfer to the genome of potato chloroplasts. Decoding the genome of the Colorado beetle, which occurred in 2018, did not reveal any special genetic systems associated with its resistance ability. At the same time, a significant role of short RNA molecules in regulating the action of genes was found, which allows us to count on the success of RNA interference. It is necessary to maintain and develop a broad base of methods, directions and means. Destructive measures continue to play the leading role in the system, among which more and more specific and safe ones appear. The reduction of the harmful status of the Colorado potato beetle to the level of an ordinary pest can be considered as a strategic development goal.

Key words: Colorado potato beetle, adaptive potential, potato protection, perspective methods and tools, integrated pest management.

For citing: Problems, successes and prospects in potato protection from Colorado potato beetle. V.V. Gritsenko, K.G. Guseinov, A.N. Postnikov, I.M. Mityushev. Potato and vegetables. 2020. No8. Pp. 27–31 (In Russ.). <https://doi.org/10.25630/PAV.2020.44.45.004>

ем вредителем ЭПВ составляет около 50%. Эта тенденция, возможно, связана с естественными процессами популяционной регуляции колорадского жука, стабилизирующегося в новом ареале, а также, несомненно, обусловлена развитием более эффективных средств и приемов защиты.

Казалось бы, колорадский жук – удобный для защиты растений вредитель, вследствие его заметности и доступности для обнаружения, мониторинга и обработок. Однако этот вид обладает целым рядом сильных сторон – биологических свойств, создающих проблемы в его подавлении. Хорошие миграционные способности, высокий репродуктивный потенциал, сильная приуроченность к картофелю обеспечивают интенсивное заселение посадок и восстановление популяций после истребительных мероприятий. Прожорливость личинок и имаго в течение всего периода вегетации усугубляют вредоносность. Колорадский жук известен своей высокой жизнестойкостью, способностью переносить голод, температурные и иные стрессы. К адаптивным чертам колорадского жука следует отнести пластичность жизненного цикла, включающего до шести разных форм диапаузы, что создает покоящийся резерв вредителя [7, 8]. Жизненный цикл колорадского жука характеризуется значительной растянутостью и перекрытием фаз развития, связанных со сравнительно длительным периодом появления жуков с зимовки и их раз-

множения. Это обстоятельство может создавать проблемы при выборе оптимальных сроков вегетационных обработок (как правило, массовое развитие личинок младших возрастов) и понижать их эффективность. Сегодня наблюдаются адаптивные ответы колорадского жука на климатические изменения. Так, по многолетним наблюдениям К.Г. Гусейнова в Гянджа-Казахском регионе Азербайджана, выход жуков с зимовки за последние четыре года ускорился на две декады по сравнению со средними сроками предыдущих 14 лет. В теплые зимы этого периода глубина залегания жуков в почве составляла 15–35 см вместо обычных 20–60 см, что и обеспечивает их раннее прогревание и выход. Таким образом, вредитель получает возможность быстрого старта размножения и развития. Колорадский жук обладает значительной и разнообразной генетической популяционной изменчивостью, проявляющейся как по фенотипическим [9], так и по молекулярным маркерам [10]. По всей видимости, с потенциалом генетической гетерогенности связана феноменальная способность колорадского жука к развитию резистентности к инсектицидам и биопрепаратам. Можно сказать, что он раньше или позже преодолевал все, что ему предлагали [1, 2, 11, 12, 13].

В отношении столь «популярного» вредителя испытали едва ли не все методы защиты растений. В этом обширном арсенале можно выделить

немало перспективных направлений, ни одно из которых не является панацеей [2, 3, 4, 8].

В разработке фитосанитарного мониторинга, учитывая большую распространенность и массовость вредителя, следует стремиться к повышению скорости и снижению трудоемкости методик. Такую возможность дает развитие автоматизированных и дистанционных технологий [14].

Среди агротехнических мероприятий действенным может быть севооборот, если он сопряжен с надежной пространственной изоляцией, поскольку распространение мелких кустарных посадок картофеля дает возможности для развития локальных очагов. Определенный подрывающий вредителя эффект дает предуборочное удаление (десикация) ботвы картофеля [15]. Также можно предположить, что распространившаяся голландская технология возделывания картофеля с интенсивным рыхлением почвы создает некоторые неудобства для развития вредителя.

Скрининг сортов картофеля на устойчивость к колорадскому жуку обнаруживает немало сортов, имеющих, как правило, частичную умеренную и лабильную устойчивость, но дающих определенный хозяйственный эффект. Обоснована необходимость разработки дифференцированных порогов вредоносности и регламентов химических обработок на разных по устойчивости группах сортов [16, 17, 18].

Определенные перспективы имеет разработка трансгенных форм картофеля, устойчивых к колорадскому жуку [19]. Препятствием здесь становится не только недоверие человека к экстравагантным искусственным генетическим конструкциям, но и способность вредителя вырабатывать резистентность к используемому в этом направлении бактериальным Vt-токсинам. Вместе с тем идет поиск и разработка эффективных ингибиторов резистентности [20]. Возможно, в дальнейшем более предпочтительными окажутся цис- и интрагенные технологии получения устойчивого картофеля.

Несмотря на то, что у колорадского жука известно много энтомофагов [21], большинство из них в отношении жука факультативны и недостаточно действенны. Наибольшие перспективы в РФ демонстрируют культивируемые клопы из группы хищных щитников, ограниченно приме-



К.Г. Гусейнов ведет наблюдения за развитием колорадского жука в Гянджа-Казахском регионе Азербайджана



Личинки колорадского жука старших возрастов на растении картофеля

няемые в защите ранних пасленовых культур на юге России [22]. В области микробиометода продолжают поиск и апробация новых штаммов бактерии *Bacillus thuringiensis* и разработка препаратов на их основе [23, 24], а также попытки применения энтомопатогенных грибов и нематод.

Наиболее существенный прорыв за последние два десятилетия, на наш взгляд, достигнут в химической защите картофеля от колорадского жука. Разработка основной группы органических инсектицидов четвертого поколения – неоникотиноидов (хлорникотилов), имеющих выраженное системное действие, позволила, помимо традиционного опрыскивания растений, использовать обработку посадочного материала перед посадкой или во время нее, вместе с локальным проливом посадочной борозды. Действующее вещество всасывается развивающимися корнями и распространяется в надземную часть по проводящей системе. Такая обработка действует на некоторых почвообитающих вредителей (проволочники, медведка) и весьма эффективна в начальный период распространения и развития колорадского жука. При этом существенная часть защиты переносится на период до вегетации, снимаются проблемы распределения и смы-

ва инсектицидов на растениях, сами операции становятся более компактными, менее страдают энтомофаги. Главное – обработки системными инсектицидами при посадке способны оказать искореняющее воздействие на локальные популяции колорадского жука. Истребительное действие проявляется с самого начала выхода перезимовавших имаго и подавляет их дальнейшее распространение и размножение. Резко снижается вредоносность. Период сохранения эффекта неоникотиноидов достаточно длителен, например, для препаратов на основе имидаклоприда составляет 30–40 дней, на основе тиаметоксама – до 50–60 дней после посадки. Следовательно, дальнейшее восстановление вредителя возможно в основном за счет миграции имаго нового поколения с необработанных участков. На наш взгляд, именно рациональное сочетание предпосадочных и вегетационных обработок привело к определенному снижению массовости колорадского жука [25]. Как и в отношении предыдущих групп инсектицидов, колорадский жук развивает резистентность к неоникотиноидам [26]. В антирезистентных стратегиях системы обработок практикуют чередование инсектицидов с разными механизмами действия, а также использование распространённых в современном ассортименте комплексных двух- или трехкомпонентных препаратов на основе действующих веществ из разных групп. Помешать нежелательному процессу могут также добавляемые к препаратам ингибиторы их детоксикации. Кроме того, происходит развитие следующей группы системных инсектицидов с иным механизмом действия – антранилдиамидов. Среди других групп инсектицидов представляют интерес авермектины, препараты гормонального действия и препараты растительного происхождения.

Наконец, одно из наиболее новых и интересных направлений – применение так называемых РНК-

инсектицидов [27, 28, 29]. Метод основан на получении с помощью молекулярных технологий коротких антисмысловых интерферирующих последовательностей нуклеиновых кислот определенных генов вредителя, которые далее блокируют у него процессы биосинтеза и жизнедеятельности. В целом такое воздействие отличается гораздо более высокой специфичностью, нежели применение других инсектицидов. Метод испытывают в разных формах, от обработки растений до трансгенного переноса действующих нуклеиновых кислот в геном хлоропластов картофеля.

Начало 2018 года было ознаменовано расшифровкой генома колорадского жука объединенным коллективом американских ученых [30]. У исследователей вызвало удивление, то, что не удалось обнаружить каких-либо особенностей, в сравнении с другими насекомыми, генетических систем, связанных с резистентностью к инсектицидам. Вместе с тем отмечена значительная роль коротких РНК-последовательностей в регуляции экспрессии генов, что позволяет надеяться на успех РНК-интерференции.

Обзор ассортимента и развития методов и средств защиты картофеля от колорадского жука приводит к заключению, что столь адаптивному вредителю следует противопоставлять многообразную, гибкую и динамичную интегрированную защиту, сочетающую приемлемую экологическую безопасность с экономической эффективностью. Поэтому необходимо сохранять и развивать широкую базу методов, направлений и средств защиты. Ведущую роль в системе защиты картофеля сегодня продолжают играть истребительные меры, среди которых появляются все более специфичные и безопасные. В качестве стратегической цели развития можно рассматривать понижение вредоносного статуса колорадского жука до уровня обычного вредителя.

Библиографический список

1. Casagrande R.A. The Colorado potato beetle: 125 Years of mismanagement. Bull. Entomol. Soc. Am. 1987. 33:142–150.
2. Hare J.D. Ecology and management of the Colorado potato beetle // Ann. Rev. Entomol. Palo Alto. 1990. Vol. 35. Pp. 81–100.
3. Грищенко В.В. Популяционные основы вредоносности колорадского жука / Жизнь популяций в гетерогенной среде: сб. материалов II Всероссийск. популяцион. семинара. Ч. 2. Йошкар-Ола, 1998. С. 219 – 228.
4. Alyokhin A. Colorado potato beetle management on potatoes: current challenges and future prospects // Fruit, Vegetable and

Cereal Sci. and Biotech. 2009. Vol. 3. № 1. Pp. 10–19.

5. Обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в Российской Федерации в 2012 г. и прогноз на 2013 г. ФГБУ Российский сельскохозяйственный центр. М., 2013. 501 с.
6. Обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в Российской Федерации в 2018 г. и прогноз на 2019 г. ФГБУ Российский сельскохозяйственный центр. М., 2019. 900 с.
7. Колорадский картофельный жук *Leptinotarsa decemlineata* Say. Филогения, морфология, физиология, экология, адаптация, естественные враги / П.С. Ушатинская, Е. П.

- Иванчик, С. С. Ижевский и др. М.: Наука, 1981. 375 с.
8. Cingel A., Savić J., Lazarević J., Ćosić T., M. Rasporje et al. Extraordinary Adaptive Plasticity of Colorado Potato Beetle: "Ten-Striped Spearman" in the Era of Biotechnological Warfare., *Int J Mol Sci.* 2016 Sep. 17(9): 1538.
9. Фасулати С.Р. Полиморфизм, экологические группировки и микроэволюция колорадского жука *Leptinotarsa decemlineata* Say (Coleoptera, Chrysomelidae) // Вид и его продуктивность в ареале. СПб., 1993. С. 260–262.
10. Удалов М.Б., Беньковская Г.В. Популяционная генетика колорадского жука: от генотипа до фенотипа // Вавиловский журнал генетики и селекции, 2011. Т. 15. № 1. С. 156–172.
11. Сухорученко Г.И. Положение с резистентностью вредных видов в растениеводстве России в начале XXI века // Резистентность вредных организмов к пестицидам. Второй Всероссийский съезд по защите растений. С-Пб., 2005. С. 61–66.
12. Беньковская Г.В., Удалов М.Б., Хуснутдинова Э.К. Генетическая основа и фенотипические проявления резистентности колорадского жука к фосфорорганическим инсектицидам // Генетика. 2008. Т. 44. № 5. С. 638–644.
13. Colorado potato beetle resistance to insecticides / A. Alyokhin, M. Baker, D. Mota-Sanchez, G. Dively, E. Grafius // *Am. J. Potato Res.* 2008. 85: 395–413.
14. Павлюшин В.А., Лысов А.К. Фитосанитарная безопасность агроэкосистем и дистанционный фитосанитарный мониторинг в защите растений // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2019. Т. 16. №3. С. 69–78.
15. Постников, А.Н., Постников Д.А. Картофель: Сорты. Болезни, вредители, сорняки и меры борьбы. Экол. приемы в условиях соврем. пр-ва. Моск. с.-х. акад. имени К.А. Тимирязева. М.: Изд-во МСХА, 2002. 76 с.
16. Яшина И.М. Генетические и методические аспекты традиционной селекции картофеля на устойчивость к колорадскому жуку. // Современные системы защиты и новые направления в повышении устойчивости картофеля к колорадскому жуку. Сер. Генетическая инженерия и экология. Т. 1. М.: Наука, 2000. С. 102–106.
17. Бречко Е.В. Результаты оценки устойчивости сортов картофеля к колорадскому жуку в Беларуси / Биологическая защита растений основа стабилизации агроэкосистем. Вып. 6. Краснодар, 2010. С. 673–676.
18. Бречко Е.В. Оптимизация применения инсектицидов в защите картофеля от колорадского жука // Защита и карантин растений. 2012. №4. С. 33–37.
19. Генетическая инженерия картофеля: от лаборатории до поля / А.Л. Конов, А.И. Стародубцева, О.А. Шульга, К.Г. Скрябин // Современ. системы защиты и новые направления в повышении устойчивости картофеля к колорадскому жуку. Серия «Генетическая инженерия и экология». Т. 1. М.: Наука. 2000. С. 110–119.
20. Chertkova E.A., Grizanova E.V., Dubovskiy I.M. Bacterial and fungal infections induce bursts of dopamine in the haemolymph of the Colorado potato beetle *Leptinotarsa decemlineata* and greater wax moth *Galleria mellonella*. *Journal of Invertebrate Pathology*, 2018. № 153. Pp. 203–206.
21. Гусев Г.В. Аннотированный список энтомофагов колорадского жука // Информ. бюл. ВПС МОББ. 1983. № 7. С. 6–35.
22. Разведение и применение хищных клопов пентатомид против колорадского жука / И.С. Агасьева, В.Я. Исмаилов, Е.В. Федоренко, М.В. Нефедова // Защита растений. 2013. № 11. С. 21–23.
23. Павлюшин В.А. Биологическая защита растений от колорадского жука // Защита растений. 2000. №10. С. 19–21.
24. Кривченко О.А., Белоусова М.Е. Биологические препараты для защиты картофеля от вредителей // Материалы 12 сессии Генеральной Ассамблеи ВПРС МОББ. Информ. бюллетень ВПРС МОББ. 52. СПб., 2017. С. 179–182.
25. Гриценко В.В., Москвин. Н.Н. Использование препаратов группы неоникотиноидов для защиты картофеля от колорадского жука // Известия ТСХА. 2011. №6. С. 49–59.
26. Сухорученко Г.И., Васильева Т.И., Иванова Г.П. Формирование резистентности к инсектицидам в популяциях колорадского жука из разных регионов Европейской части России // Защита и карантин растений. 2017. №8. С. 3–8.
27. Full crop protection from an insect pest by expression of long double-stranded RNAs in plastids / J. Zhang, S. A. Khan, C. Hasse, S. Ruf, D.G. Heckel, R. Bock // *Science*. 2015. Vol. 347. Issue 6225. Pp. 991–994.
28. RNA interference in Colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata*): A potential strategy for pest control / M. Ma, W. He, S. Xu, L. Xu, J. Zhang // *Journal of Integrative Agriculture*. 2020. Vol. 19. Issue 2. Pp. 428–437.
29. Inhibitor of apoptosis is an effective target gene for RNAi-mediated control of Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* / W.P. Máximo, J.L. Howell, K. Mogilicherla, M. Basij, S. Cherredy, S.R. Palli // *Archives of Insect Biochemistry and Physiology*. 2020. Volume 104. Issue 4. P. 216–85.
30. Schoville S. D., Chen Y. H., Andersson M. N., Benoit J. B., Bhandari A. et al. A model species for agricultural pest genomics: the genome of the Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Coleoptera: Chrysomelidae). *Scientific Reports*. 2018. 8 (1). Pp. 1–18.

References

- Casagrande R.A. The Colorado potato beetle: 125 Years of mismanagement. *Bull. Entomol. Soc. Am.* 1987. 33:142–150.
- Hare J.D. Ecology and management of the Colorado potato beetle. *Ann. Rev. Entomol. Palo Alto*. 1990. Vol. 35. Pp. 81–100.
- Gritsenko V.V. Population bases of harmfulness of the Colorado potato beetle. Life of populations in a heterogeneous environment: collection of articles. Materials II All-Russian. population. seminar. Part 2. Yoshkar-Ola. 1998. Pp. 219–228. (In Russ.).
- Alyokhin A. Colorado potato beetle management on potatoes: current challenges and future prospects. *Fruit, Vegetable and Cereal Sci. and Biotech.* 2009. Vol. 3. No1. Pp. 10–19.
- Review of the phytosanitary state of agricultural crops in the Russian Federation in 2012 and forecast for 2013 FSBI Russian Agricultural Center. Moscow. 2013. 501 p. (In Russ.)
- Review of the phytosanitary state of agricultural crops in the Russian Federation in 2018 and forecast for 2019 by the FSBI Russian Agricultural Center. Moscow. 2019. 900 p. (In Russ.)
- Colorado potato beetle *Leptinotarsa decemlineata* Say. Phylogeny, morphology, physiology, ecology, adaptation, natural enemies / R.S. Ushatinskaya, E.P. Ivanchik, S.S. Izhevsky et al. М.: Nauka. 1981. 375 p. (In Russ.)
- Cingel A., Savić J., Lazarević J., Ćosić T., M. Rasporje et al. Extraordinary Adaptive Plasticity of Colorado Potato Beetle: Ten-Striped Spearman in the Era of Biotechnological Warfare., *Int J Mol Sci.* 2016 Sep. 17(9): 1538.
- Fasulati S.R. Polymorphism, ecological groupings and microevolution of the Colorado potato beetle *Leptinotarsa decemlineata* Say (Coleoptera, Chrysomelidae). Species and their productivity in the area. S-Pb. 1993. P. 260–262. (In Russ.)
- Udalov M.B., Benkovskaya G.V. Population genetics of the Colorado potato beetle: from genotype to phenotype. *Vavilov Journal of Genetics and Selection*. 2011. Volume 15. No1. Pp. 156–172. (In Russ.)
- Sukhoruchenko G.I. The situation with the resistance of harmful species in crop production in Russia at the beginning of the XXI century. Pest resistance to pesticides. Second All-Russian Plant Protection Congress. S-Pb. 2005. Pp. 61–66 (In Russ.)
- Benkovskaya G.V., Udalov M.B., Khusnutdinova E.K. Genetic basis and phenotypic manifestations of resistance of the Colorado potato beetle to organophosphorus insecticides. *Genetics*. 2008. Т. 44. No. 5. P. 638–644 (In Russ.)
- Colorado potato beetle resistance to insecticides. A. Alyokhin, M. Baker, D. Mota-Sanchez, G. Dively, E. Grafius. *Am. J. Potato Res.* 2008. 85: 395–413.
- Pavlyushin V.A., Lysov A.K. Phytosanitary safety of agroecosystems and remote phytosanitary monitoring in plant protection. Modern problems of (remote sensing of the Earth from space. 2019. Vol. 16. No. 3. S. 69–78. (In Russ.)
- Postnikov, A.N., Postnikov D.A. Potatoes: Varieties. Diseases, pests, weeds and control measures. *Ekol. receptions in the*

conditions of the current produce. Moscow Timiryazev Academy. M.: Publishing house of Moscow Agricultural Academy, 2002. 76 p. (In Russ.)

16. Yashina I.M. Genetic and methodological aspects of traditional potato breeding for resistance to the Colorado potato beetle. Modern protection systems and new directions in increasing potato resistance to the Colorado potato beetle. Ser. Genetic engineering and ecology. Vol. 1, Moscow: Nauka, 2000. Pp. 102–106. (In Russ.)

17. Brechko, E.V. The results of assessing the resistance of potato varieties to the Colorado potato beetle in Belarus. E.V. Brechko. Biological plant protection basis of agroecosystem stabilization, Vol. 6. Krasnodar, 2010. Pp. 673–676. (In Russ.)

18. Brechko E.V. Optimization of the use of insecticides in protecting potatoes from the Colorado potato beetle. Plant protection and quarantine. 2012 N 4. Pp. 33–37 (In Russ.)

19. Potato genetic engineering: from laboratory to field. A.L. Konov, A.I. Starodubtseva, O.A. Shulga, K.G. Skryabin. Modern protection systems and new directions in increasing potato resistance to the Colorado potato beetle. Ser. Genetic engineering and ecology. Vol. 1. M.: Nauka, 2000. Pp. 110–119. (In Russ.)

20. Chertkova E.A., Grizanova E.V., Dubovskiy I.M. Bacterial and fungal infections induce bursts of dopamine in the haemolymph of the Colorado potato beetle *Leptinotarsa decemlineata* and greater wax moth *Galleria mellonella*. Journal of Invertebrate Pathology, 2018. No 153. Pp. 203–206.

21. Gusev G.V. Annotated list of Colorado potato beetle entomophages. Inform. bull. UPU MOBB. 1983. No. 7. Pp. 6–35 (In Russ.)

22. Breeding and application of predatory bugs pentatomids against the Colorado potato beetle. I.S. Agasyeva, V.Ya. Ismailov, E.V. Fedorenko, M.V. Nefedova. Plant protection. 2013. No.11. Pp. 21–23 (In Russ.)

23. Pavlyushin V.A. Biological protection of plants from the Colorado potato beetle. Plant protection. 2000. No. 10. Pp. 19 – 21. (In Russ.)

24. Krivchenko O.A., Belousova M.E. Biological preparations for the protection of potatoes from pests. Proceedings of the 12th session of the General Assembly of the VPRS MOBB. Inform. bulletin VPRS MOBB. 52. SPb. 2017. Pp. 179–182 (In Russ.)

25. Gritsenko V.V., Moskvina N.N. The use of drugs of the neonicotinoid group to protect potatoes from the Colorado potato beetle. Izvestiya TSKhA. 2011. No 6. Pp.49–59. (In Russ.)

26. Sukhoruchenko G.I., Vasilyeva T.I., Ivanova G.P. Formation of resistance to insecticides in populations of the Colorado potato beetle from different regions of the European part of Russia. Plant protection and quarantine. 2017. No. 8. Pp. 3–8. (In Russ.)

27. Full crop protection from an insect pest by expression of long double-stranded RNAs in plastids. J. Zhang, S. A. Khan, C. Hasse, S. Ruf, D.G. Heckel, R. Bock. Science. 2015. Vol. 347. Issue 6225. Pp. 991–994.

28. RNA interference in Colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata*): A potential strategy for pest control. M. Ma, W. He, S. Xu, L. Xu, J. Zhang. Journal of Integrative Agriculture. 2020. Vol. 19. Issue 2. Pp. 428–437.

29. Máximo W. P., Howell J. L., Mogilicherla K., Basij M., Chereddy S., Palli S. R. Inhibitor of apoptosis is an effective target gene for RNAi-mediated control of Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata*. Archives of Insect Biochemistry and Physiology. 2020. Vol. 104, Issue 4. Pp. 216–85.

30. Schoville S.D., Chen Y.H., Andersson M.N., Benoit J.B., Bhandari A. et al. A model species for agricultural pest genomics: the genome of the Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Coleoptera: Chrysomelidae). Scientific Reports, 2018; 8 (1). Pp. 1–18.

Завод «Август-Алабуга» принял высоких гостей

Министр здравоохранения Российской Федерации Михаил Мурашко и глава Федеральной налоговой службы Даниил Егоров посетили завод «Август-Алабуга», действующий на территории особой экономической зоны в Республике Татарстан.

В ходе визита гости пообщались с главой АО Фирма «Август» Александром Усковым и генеральным директором предприятия «Август-Алабуга» Владимиром Алиным, познакомились с историей завода, оценили уникальность данного проекта, посетили участки производства химических средств защиты растений (ХСЗР) и склады готовой продукции, а также ознакомились с линейкой выпускаемой продукции. В ходе экскурсии Владимир Алин рассказал гостям об особенностях используемых на предприятии технологических решений.

Михаил Мурашко остался под впечатлением от увиденного, отметил, что завод в полной мере соответствует статусу современного предприятия, оборудованного по последнему слову техники.

За год «Август-Алабуга» произвел более 10 млн л продукции, и, безусловно, объем выпуска будет расти год от года, поскольку проектная мощность производства составляет 50 млн л.

Глава компании Александр Усков рассказал также о текущих инвестиционных проектах «Августа», в частности, о строительстве завода по производству действующих веществ в Китае, который в значительной мере обеспечит сырьем предприятия компании в России и Беларуси.

В ходе беседы с гостями были также затронуты вопросы совершенствования законодательства и налогообложения. Существующий закон, регулирующий оборот пестицидов в Российской Федерации, ограничивает возможности поставки продукции на экспорт.

Помимо федеральных чиновников завод посетили и другие важные гости. Среди них министр здравоохранения Республики Татарстан Марат Садыков.

Пресс-служба АО Фирма «Август»

Об авторах

Гриценко Вячеслав Владимирович, доктор биол. наук, профессор кафедры защиты растений ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. E-mail: vaceslavgricenkol@gmail.com

Гусейнов Казым Гаракиши, канд. биол. наук, доцент, зав. отделом энтомологии НИИ защиты растений и технических культур Азербайджанской Республики. E-mail: kazimhuseyni@mail.ru

Постников Андрей Николаевич, доктор с.-х. наук, профессор кафедры растениеводства и луговых экосистем ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. E-mail: apostnikov@rgau-msha.ru

Митюшев Илья Михайлович, канд. биол. наук, доцент кафедры защиты растений ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. E-mail: mityushev@mail.ru

Author details

Gritsenko V.V., D. Sci. (Biol.), professor, department of Plant Protection, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy. E-mail: vaceslavgricenkol@gmail.com

Guseinov K.G., Cand. Sci. (Biol.), head of the Department of Entomology, Azerbaijan Research Institute of Plant Protection and Industrial Crops. E-mail: kazimhuseyni@mail.ru

Postnikov A.N., D. Sci. (Biol.), professor, department of Plant Production and Meadow Cultivation, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy. E-mail: apostnikov@rgau-msha.ru

Mityushev I.M., Cand. Sci. (Biol.), associate professor, Department of Plant Protection, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy. E-mail: mityushev@mail.ru