

ПОВЫШЕНИЕ ИММУНИТЕТА РАСТЕНИЙ К БОЛЕЗНЯМ КАК ВАЖНАЯ ЧАСТЬ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ В ВЕНГЕРСКОМ НАЦИОНАЛЬНОМ ПЛАНЕ ДЕЙСТВИЙ ПО ЗАЩИТЕ РАСТЕНИЙ (ЦЕЛИ — НЕОБХОДИМЫЕ МЕРЫ — ПОКАЗАТЕЛИ). КРАТКИЙ ОБЗОР

IMPROVING PLANT IMMUNITY TO DISEASES AS AN IMPORTANT PART OF INTEGRATED PLANT PROTECTION IN THE HUNGARIAN NATIONAL ACTION PLAN FOR PLANT PROTECTION (OBJECTIVES — NECESSARY MEASURES — INDICATORS). SHORT OVERVIEW

Янош Молнар, Ласло Гергей

Будапешт, Венгрия
E-mail: janos.m33@gmail.com

Janos Molnar, Laszlo Gergely

Budapest, Hungary,
E-mail: janos.m33@gmail.com

Повышать иммунитет растений к болезням — согласны все специалисты по защите растений без исключений — это один из неизбежных элементов интегрированной защиты растений. Интегрированное производство — это фермерская практика, которая требует согласованного и комплексного распространения знаний от выбора производственной площадки до потребления продуктов питания. Национальный план действий был принят в 2012 году в Венгрии и устанавливает количественные цели, меры и графики для снижения рисков и воздействия использования пестицидов на здоровье человека и окружающую среду. Разработка национальных программ защиты растений для исследований и инноваций, содержащих в себе повышение иммунитета растений к болезням, ведет к цели и необходимым мерам и показателям. В свою очередь, в интегрированные методы защиты растений, в которые входит повышение иммунитета растений к болезням, также разрабатываются цели, необходимые меры и показатели. Генеральный директорат ЕС по здоровью и безопасности пищевых продуктов провел аудит в Венгрии. Рекомендации для компетентных органов по устранению выявленных недостатков обсуждены, и ответные действия проводятся, в том числе обеспечение необходимыми финансовыми ресурсами для проведения работ по повышению иммунитета растений к болезням. Из Венгрии представлен краткий обзор роли культурных сортов с множественной устойчивостью к болезням в комплексной борьбе с болезнями картофеля.

Ключевые слова: иммунитет растений к болезням, интегрированная защита растений, национальный план действий, устойчивое использование пестицидов, рекомендации для компетентных органов, необходимые финансовые ресурсы, картофель, многоустойчивые сорта, устойчивое сельское хозяйство.

Для цитирования: Молнар Я., Гергей Л. ПОВЫШЕНИЕ ИММУНИТЕТА РАСТЕНИЙ К БОЛЕЗНЯМ КАК ВАЖНАЯ ЧАСТЬ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ В ВЕНГЕРСКОМ НАЦИОНАЛЬНОМ ПЛАНЕ ДЕЙСТВИЙ ПО ЗАЩИТЕ РАСТЕНИЙ (ЦЕЛИ — НЕОБХОДИМЫЕ МЕРЫ — ПОКАЗАТЕЛИ). КРАТКИЙ ОБЗОР. *Аграрная наука*. 2019; (2): 14–18.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2019-326-2-14-18>

Посвящается Светлой памяти академика Н.И. Вавилова, советского учёного, ботаника, агронома и генетика — великого человека из «золотого века советской науки», который инициировал использование генетического разнообразия растений для улучшения растений, выращиваемых для сельского хозяйства в СССР и России.

Increasing plant immunity to disease — all plant protection experts, without exception, agree — is one of the inevitable elements of integrated plant protection. Integrated production is a farming practice that requires a coordinated and integrated dissemination of knowledge from the choice of the production site to the consumption of food. The national action plan was adopted in 2012 in Hungary and establishes quantitative goals, measures and schedules to reduce the risks and impacts of pesticide use on human health and the environment. The development of national plant protection programs for research and innovation that contain and enhance plant immunity to disease is developing targets, necessary measures and indicators. The introduction of integrated methods for the protection of plants containing and increasing the immunity of plants to diseases is also under way, also developing goals, necessary measures and indicators. The EU Directorate General for Health and Food Safety conducted an audit in Hungary. Recommendations for the competent authorities to eliminate the identified deficiencies are discussed and response actions are carried out. The necessary financial resources are provided for carrying out work to improve plant immunity to diseases. There is short overview from Hungary, as a case study about the role of cultivars with multiple disease resistance in the Integrated Pest Management of potato.

Key words: plant immunity to diseases, integrated plant protection, national action plan, sustainable use of pesticides, recommendations for competent authorities, necessary financial resources, potato, multi-resistant cultivars, sustainable agriculture.

For citation: Molnar J., Gergely L. IMPROVING PLANT IMMUNITY TO DISEASES AS AN IMPORTANT PART OF INTEGRATED PLANT PROTECTION IN THE HUNGARIAN NATIONAL ACTION PLAN FOR PLANT PROTECTION (OBJECTIVES — NECESSARY MEASURES — INDICATORS). *SHORT OVERVIEW*. *Agrarian science*. 2019; (2): 14–18. (In Russ.)

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2019-326-2-14-18>

Dedicated to the blessed memory of Academician N.I. Vavilov, a Soviet scientist, botanist, agronomist and genetics — a great man from the “golden age of Soviet science” who initiated the use of plant genetic diversity to improve plants grown for agriculture in the USSR and Russia.

Краткое введение

Наша конференция посвящена иммунитету растений к инфекционным болезням. Все специалисты по защите растений приходят к единому мнению, что повышение иммунитета растений к возбудителям болезней является важным элементом в интегрированной защите растений. Правовые требования интегрированной защиты растений предусмотрены для стран-членов ЕС в статье 14 Директивы 2009/128/ЕС и в статье 55 Регулирования 1107/2009/ЕС. Интегрированное производство — это фермерская практика, которая требует согласованного и комплексного распространения знаний от выбора производственной площадки до потребления продуктов питания. Эта всеобъемлющая философия лучше всего представлена выражением ЕС «от фермы к столу», которое в то же время является девизом Венгерского национального плана действий по защите растений.

Национальный план действий был принят в 2012 году в Венгрии. В плане указаны цели, меры и графики снижения рисков, воздействия пестицидов на здоровье человека и окружающую среду. Разработка и внедрение альтернативных подходов и методов в комплексной защите от вредителей связана с уменьшением использования пестицидов. Эти требования распространяются и на людей, и на организации, непосредственно связанные с производством продуктов питания. Так как всё взаимосвязано, то речь идёт о комплексном подходе. В 2018 году была проведена проверка ЕС на использование пестицидов в Венгрии. Венгерская поговорка гласит: «Мудрец учится на опыте другого человека». Так как результаты проверки ЕС имеются, то к ним можно обратиться в любое время.

В разработку национальных программ защиты растений для исследований и инноваций входит повышение иммунитета растений к возбудителям болезней растений.

Цели: обеспечить производство основных материалов для пищевого сектора и разработать устойчивую, комплексную, исключаящую химическую обработку в защите растений от болезней и вредителей в целях поддержания и стимулирования сельскохозяйственных угодий. Использование повышения иммунитета растений к возбудителям болезней приведёт к минимизации применения пестицидов, и как следствие, к уменьшению пестицидной нагрузки на окружающую среду с наименьшей потерей урожайности. Одним из методов является повышение иммунитета растений к болезням.

Необходимые меры: введение приоритетов на основе доступных технологий и методов защиты растений для повышения иммунитета растений к болезням:

- выращивание старых сортов традиционно устойчивых полевых культур, овощей, фруктов, ягод, лекарственных растений, адаптированных к аномальным климатическим условиям, почвенным условиям на генном уровне, богатые микроэлементами;

- использование старых сортов традиционных устойчивых полевых культур, фруктов, овощей, лекарственных растений (биологические основы, генные банки), которые обычно не выращиваются, в дальнейшей селекционной работе;

- выращивание новых сортов (не генетически модифицированных и не гибридов F_1) устойчивых полевых культур, фруктов, овощей, лекарственных растений;

- выращивание из выбранных отечественных и зарубежных старых сортов, имеющих устойчивость к возбудителям болезней и вредителям (не генетически модифицированных и не гибриды F_1) полевых культур, фруктов, овощей, лекарственных растений;

- поддержка и охрана национальных институтов, ответственных за сохранение старых сортов культурных растений (генные банки, Центр разнообразия растений, г. Тапиоселе), и за селекцию (например, Некоммерческая компания по исследованию зерновых культур, Центр сельскохозяйственных научных исследований Венгерской академии наук, Некоммерческая государственная компания общественного пользования для плодово-декоративного производства, г. Цеглед, г. Эрд, г. Уйфехерто, Научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия, г. Эгер, г. Кечкемет, г. Печ, г. Тарчал; НИИ овощеводства, г. Кечкемет, и т. д.). Они проводят селекционную работу по повышению иммунитета растений;

- научное изучение вопросов безопасности пищевых продуктов на основе защиты сельскохозяйственных растений (остатков пестицидов, микотоксинов, ГМ-продуктов), поддержка исследований, направленных на обеспечение и повышение безопасности пищевых продуктов на основе философии «от фермы к столу»;

- достоверная демонстрация результатов (разнообразные демонстрации, теле- и радиорепортажи, газеты и т. д.) — укрепление доверия конечных потребителей к продуктам питания;

- разработка конкретных рекомендаций для разных культур по интегрированной защите растений;

- разработка исследовательских программ;

- взятие во внимание требования местных условий производителей когда разрабатываются исследовательские программы;

- поддержка участия в международных исследовательских программах и сотрудничестве (IOBC, ENDURE, EUPHRESCO);

- обеспечение необходимых финансовых ресурсов.

Показатели: количество разработанных альтернативных методов защиты растений и связанное с этим сокращение использования средств защиты растений; и количество экспертов, принимающих участие в международных исследованиях.

Внедрение интегрированных методов защиты растений, содержащих в себе и повышение иммунитета растений к болезням: В Венгрии привычки потребления пищи сильно изменились. Комплексное производство создает хорошую гармонию между защитой здоровья человека, производством качественных продуктов питания, а также охраной окружающей среды.

Цели: разработать и распространить интегрированную производственную систему, которая является единой, обеспечивающей высокий уровень защиты окружающей среды и здоровья, а также рентабельность, поддерживающая биологическое разнообразие и природные ресурсы, а также производить высококачественную здоровую пищу.

Распространение этой комплексной философии сельского хозяйства должно способствовать:

- безопасность пищевых продуктов, защита здоровья человека и окружающей среды путем правильного использования средств защиты растений;

- производство здоровых и безопасных растительных продуктов: более низкий уровень MRL (максимальный остаточный уровень), меньше активных веществ, обнаруженных в продуктах;

- снижение нагрузки на окружающую среду, особенно, защита подземных вод, поверхностных вод, почв;

- сохранение биологического разнообразия;

- укрепление доверия потребителей к растительной продукции национального происхождения.

Необходимые меры:

- разработка руководства по интегрированному производству сельскохозяйственных культур и интегрированной защиты растений;
- подготовка анализов фитосанитарного риска;
- общее использование методов контроля на основе прогнозирования;
- развитие использования нехимических альтернатив контроля и методов биологического контроля;
- внедрение интегрированного сельского хозяйства, сертифицированного сертификационным товарным знаком: товарный знак «Квалифицированные фермеры / Продукты интегрированного производства»;
- подготовка информационных листовок для производителей и потребителей, распространение через средства массовой информации с целью распространения знаний о товарном знаке, гарантирующем качество, безопасность и отслеживаемость пищевых продуктов;
- регулярное развитие профессиональных знаний фермеров (учебные курсы, электронные и печатные брошюры);
- создание пилотных ферм для демонстрации интегрированных технологий производства сельскохозяйственных культур, организация и включение демонстраций в систему образования;
- поддержка кампании по популяризации интегрированного растениеводства;
- создание научных основ для национальной политики по интегрированной защите растений;
- обеспечение необходимыми финансовыми ресурсами.

Показатели: количество фермеров, работающих на комплексном фермерском хозяйстве, сертифицированных торговой маркой, размер и соотношение площадей, которые они обрабатывают; количество технических публикаций, информационных материалов, тренингов; и изменение, уменьшение использования химических средств защиты растений.

Генеральный директорат ЕС по здоровью и безопасности пищевых продуктов представляет результаты аудита, проведенного в Венгрии с 5 по 14 марта 2018 года.

Было установлено, что первый Национальный план действий на 2013–2017 годы не содержит комплексных количественных целей и количественных показателей для снижения рисков и последствий использования пестицидов, что не соответствует требованиям Директивы. Поэтому невозможно сообщить о прогрессе в достижении целей Директивы. Кроме того, в течение пятилетнего периода, предусмотренного в Директиве, пересмотр национального плана действий не проводился.

Дополнительные меры необходимы в важных областях, чтобы соответствовать требованиям Директивы. Это особенно верно для испытания оборудования, используемого для воздушного опрыскивания и применения пестицидов.

Несмотря на то, что была создана система оценки реализации принципов интегрированной борьбы защиты от болезней и вредителей, эти официальные меры контроля охватывают лишь небольшой процент средств защиты растений, используемых профессиональными пользователями.

В отчете содержатся и **рекомендации для компетентных органов** по устранению выявленных недостатков:

1. Пересмотр Национального плана действий должен обеспечить количественные целевые показатели о

пестицидах для уменьшения рисков и воздействия использования пестицидов на здоровье человека и окружающую среду.

2. Должны быть приняты меры для предоставления информации населению об устойчивом использовании пестицидов.

3. Обеспечить системы сбора информации о хронических отравлениях, вызванных пестицидами.

4. Вступление в силу законы, правила и административные положения, необходимые для обеспечения регулярной проверки оборудования, используемого для применения пестицидов.

5. Должны быть приняты меры по совершенствованию действующей системы выдачи разрешений на воздушную обработку, в том числе:

а) обязательные меры по управлению рисками для своевременного оповещения жителей и рядом находящихся людей;

б) требования к самолетам, которые должны быть оснащены наилучшей доступной технологией, чтобы минимизировать риск сноса опрыскиваемых растворов.

6. Должно быть обеспечено, что реализация интегрированных принципов защиты растений подлежит официальному контролю у всех профессиональных пользователей средств защиты растений.

Следующие действия: компетентные органы Венгрии подготовили и представили все необходимые отчеты и действия для ЕС. Принимая во внимание общую практику в ЕС, упомянутый аудит был обычным делом, без каких-либо специальных действий. Повышение иммунитета растений к болезням — как важная часть интегрированной защиты растений — в Венгерском национальном плане действий по защите растений находится в хорошем месте и компетентные органы следят должным образом. В конечном итоге очень важен тот факт, что таким образом необходимые финансовые ресурсы обеспечены для проведения работ по повышению иммунитета растений к болезням.

Роль сортов с множественной устойчивостью к болезням в комплексной борьбе с болезнями картофеля (пример из Венгрии).

Картофель (*Solanum tuberosum* L.) поражен огромным количеством патогенных микроорганизмов, таких как вирусы, фитоплазмы, бактерии и грибы. Похоже, это «самый больной» вид культурных растений среди полевых культур. Вот почему борьба с болезнями картофеля очень сложна и охватывает несколько применений пестицидов в течение каждого вегетационного периода. Стоимость сертифицированного семенного картофеля может достигать 40% от общего объема производства, и затраты на борьбу с болезнями также составляют значительную его часть. Например, количество применений фунгицидов против фитофтороза (*Phytophthora infestans*) может достигать 14–16 в год в западной части Европы. Однако, согласно ФАО, борьба с вредителями и болезнями при интенсивном использовании инсектицидов и фунгицидов часто приносит больше вреда, чем пользы, хотя существует целый ряд альтернатив (ФАО, 2008). Кроме того, Директива ЕС 2009/128 / ЕС об устойчивом использовании пестицидов обобщает восемь общих принципов комплексной борьбы с вредителями (IPM). Одним из наиболее мощных вариантов устойчивого ведения болезней является расширенное использование устойчивых сортов, особенно тех, которые обладают множественной устойчивостью к основным болезням.

За последние сто лет селекционеры картофеля уделили особое внимание повышению сопротивляемо-

сти болезням новых сортов в Венгрии и во всем мире (Sárvári 1967, Bradshaw 2016). Однако развить устойчивость к множественным болезням в сочетании с высокой продуктивностью и приемлемым качеством в одном генотипе нелегко (Leppik 1970).

Болезни картофеля, имеющие большое экономическое значение, включают вирус Y картофеля (PVY), вирус листовой картофеля (PLRV), позднюю гниль (*Phytophthora infestans*) и паршу обыкновенную (*Streptomyces scabies*). **Вирус картофеля Y и PLRV** в основном ответственны за так называемую дегенерацию картофеля, процесс ухудшения биологической ценности, который привел к значительным количественным и качественным потерям урожая. Оба вируса часто вызывают эпидемии в Венгрии, но за последние 25 лет PVY стал №1, вызывающим дегенерацию картофеля. Новый агрессивный штамм (PVYNTN) был впервые обнаружен в Венгрии в 1983 году (Veczner et al. 1984), который в настоящее время доминирует среди местного населения.

Этот штамм вируса, вызывающий некротическую кольцевую болезнь клубней, может полностью разрушить товарность партий клубней и препятствовать регистрации как минимум 30 сортов-кандидатов в последние 25 лет в Венгрии (неопубликованные данные Герге).

К сожалению, экологические условия Венгрии очень благоприятны для вирусных инфекций из-за огромной популяции переносчиков тли и источников инфекции. Вот почему отечественные заводчики всегда уделяли большое внимание двойной (PLRV + PVY) устойчивости.

Некоторыми перспективными источниками устойчивости к PLRV являются *Solanum tuberosum ssp. andigena*, *S. demissum*, *S. chacoense* и *S. brevidens*. Устойчивость к PLRV контролируется рядом генов, поэтому она является полигенным признаком.

Отличными источниками устойчивости к PVY являются *S. stoloniferum* (ген R_{Y_1}), *S. chacoense* (ген R_{chc}) и *S. hougasii* (ген $R_{y_{hou}}$). Ген R является доминантным геном устойчивости, обеспечивающим иммунитет (син. экстремальная устойчивость) ко всем штаммам PVY и PVA (Ross, 1986). Ведущие селекционеры картофеля в Венгрии, а именно, семья Шарвари и Университет Паннонии, Центр исследований картофеля, Кестхей, включили ген R в свои сорта. Большинство отечественных сортов обладают двойной устойчивостью к наиболее важным вирусам (точнее иммунитет к PVY и PVA и высокий уровень полевой устойчивости к PLRV). В результате эти сорта способны противостоять дегенерации картофеля, сохраняя свою стабильную продуктивность в течение нескольких лет без изменения материала для размножения! Таким образом, использование устойчивых к вирусу сортов является реальным решением для экономики.

Фитофтороз (*Phytophthora infestans*) — это разрушительное заболевание, возникающее во всем мире (см. «Ирландский картофельный голод», 1845–1846 годы), которое угрожает мировому производству картофеля и томата.

Селекция на устойчивость к фитофторозу вначале была направлена на создание вертикальной (специфической для расы) устойчивости с использованием основных R-генов (R1–R11) из гексаплоидного дикого вида *S. demissum* (Malcolmson and Black, 1966). Между тем накоплен большой опыт, свидетельствующий о том, что устойчивость вертикального типа часто нарушается новыми расами патогена (Fry and Goodwin, 1997). Согласно Varabás (1979), «самовоспроизводство» патогенов представляется более эффективным, чем программы разведения против них.

В конечном счете, растущее разнообразие *Phytophthora infestans* сделало вертикальное сопротивление уязвимым. Горизонтальная устойчивость (также называемая полевой, частичной или общей устойчивостью) контролируется многочисленными генами (полигенным признаком), которые существуют как в культивируемых, так и в диких видах *Solanum*. Наибольшим преимуществом горизонтального сопротивления является его нерасовый характер, обеспечивающий защиту любых рас патогена (Van der Plank, 1966). Этот тип резистентности, однако, менее эффективен, чем вертикальный, потому что грибовидный патоген может расти и спорулироваться на листе картофеля с ограниченной скоростью. Но это всего лишь гарантия двойной (долговременной) защиты, поскольку на популяции возбудителя нет давления отбора!

Помимо создания двойной устойчивости к вирусу, отечественным селекционерам удалось разработать несколько сортов, обладающих высоким уровнем устойчивости к поздней болезни. Например, сорт Sárpo Mira от Sárpo (Sárvári + potato) Ltd., вероятно, является наиболее устойчивым сортом к фитофторозу во всем мире. На основании недавно опубликованных исследований этот сорт обладает по крайней мере 4 основными генами (R_{3a} , R_{3b} , R_4 и R_{pi} -Smira1) в качестве источников вертикальной устойчивости и геном R_{pi} -Smira2, который обеспечивает устойчивость горизонтального типа (Rietman et al., 2012). Сорт Sárpo Mira был зарегистрирован в 2002 году в Соединенном Королевстве, и его широкий генетический фон является гарантией длительной защиты от поздней болезни.

Другим примером является сорт White Lady, выведенный Университетом Паннония, Кестхей, который продемонстрировал высокую горизонтальную устойчивость к поздней болезни в трехлетнем испытании на провокации в полевых условиях (2000–2002) в западной Венгрии. Значения AUDPC для наиболее устойчивых (White Lady) и наиболее восприимчивых (Adora) сортов составили 258,0 и 1426,7 соответственно (Gergely, 2004).

А в случае сорта White Lady, помимо R-гена (ов), гены горизонтальной устойчивости могли также передаваться от диких видов *S. demissum* и *S. stoloniferum* во время межвидовых гибридизаций. На основании венгерского опыта размножения *S. hougasii* (син. *S. spectabile*) также считается пригодным источником устойчивости как к PVY, так и к фитофторозу (M. Lönhárd, личное сообщение).

Обыкновенная парша, вызываемая *Streptomyces scabies*, — это почвенное заболевание, которое каждый год в Венгрии происходит с разной скоростью. Это не вызывает количественной потери урожая, но тяжелая паршковая инфекция может полностью разрушить товарность партии клубней. Сравнивая показатели инфекции в исследованиях венгерского картофеля VCU (ценность для выращивания и использования) из отдаленных лет (с 1979 по 2000 год), сорта Клеопатра, Дезире, Кондор и Агрис, следовательно, оказались восприимчивыми. Напротив, большинство отечественных сортов (например, White Lady, Rebeka, Hórehely) и некоторые зарубежные (например, Rosara, Karlana, Santé) сохраняли свою полевую устойчивость высокого уровня в течение длительного периода времени. Сорта со средним индексом инфекции менее 5% считаются устойчивыми к парше. Судя по опыту венгерских сортов, отечественные сорта имеют более низкие показатели заражения, чем зарубежные. Это и то, что климатические условия Венгрии с продолжительными жаркими и сухими периодами бла-

поприятны для развития парши, что привело к большей эффективности в отборе клонов (Gergely et al. 2003). В целом европейские, а также американские сорта картофеля, по-видимому, обладают устойчивой полевой устойчивостью к парше обыкновенной (McKee 1958). Сорта Bismark и Jubel, а также дикие виды *Solanum chacoense* считаются хорошими источниками устойчивости к парше обыкновенной (Rudorf 1958).

В итоге,

- За столетнюю историю селекции картофеля в Венгрии отечественным селекционерам удалось разработать новые сорта с множественной устойчивостью к болезням.

- В результате большинство отечественных сортов растений обладают иммунитетом и / или высокой полевой устойчивостью к наиболее важным вирусным заболеваниям, вызванным PVY и PLRV и обыкновенной паршой (*Streptomyces scabies*).

- Кроме того, некоторые сорта (например, Sárpo Mira, White Lady, Sárvári Borostyán) также обладают высо-

ким уровнем устойчивости к фитофторозу (*Phytophthora infestans*), включая более длительное сопротивление горизонтального типа.

Поэтому вышеупомянутые сорта, несущие множественную устойчивость к болезням, могут играть важную роль в управлении болезнями различных систем производства картофеля (органических, интегрированных и обычных).

Основными преимуществами устойчивости хозяина являются: (1) это наиболее эффективное решение для предотвращения эпидемий, вызванных болезнями растений, (2) в некоторых случаях устойчивость хозяина является практически единственным способом борьбы с основными болезнями растений (например, вирусными и увядшими заболеваниями), (3) это экономичный способ борьбы с болезнями, сокращающий использование пестицидов, и (4) использование мультиустойчивых сортов является большим вкладом в устойчивое сельское хозяйство, сохраняющее здоровье человека и дикую природу.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Directive 2009/128/EC of the European Parliament and of the Council of 21 October 2009. establishing a framework for Community action to achieve the sustainable use of pesticides.

2. Regulation (EC) No 1107/2009 of the European Parliament and of the Council of 21 October 2009 concerning the placing of plant protection products on the market and repealing Council Directives 79/117/EEC and 91/414/EEC.

3. Hungarian National Plant Protection Action Plan, 2012.

4. EU Audit reports on Sustainable use of pesticides in Hungary on March 2018.

5. Barabás, Z. (1979): Kutatási problémák és útkeresés a rezisztencianemesítésben (Research problems and searching for ways in breeding for resistance). In: Bálint, A. (ed.): A búza jelene és jövője (Presence and future of wheat), Mezőgazdasági Kiadó, Budapest

6. Beczner, L., Horváth, J., Romhányi, I. and Förster, H. (1984): Studies on etiology of tuber necrotic ringspot disease in potato. *Potato Res.* 27: 339–352.

7. Bradshaw, J.E. (2016): *Potato breeding: Past, Present and Future*. Springer Intern. Publ. Switzerland, pp. 591–623.

8. EU Directive 2009/128/EC on the sustainable use of pesticides. Official J. of the EU, 24.11.2009, L 309/85 (General principles of IPM)

9. FAO (2008): *Potato pest and disease management* (Intern. Year of the Potato 2008)

10. www.fao.org/potato-2008/en/potato/YP-5en

11. Fry, W.E. and Goodwin S.B. (1997): Re-emergence of potato and tomato late blight in the United States. *Plant Disease*, 81: 1349–1357.

12. Gergely, L. (unpublished data)

13. Gergely, L., Lónhárd M. and Proksza P. (2003): Durability

of dual resistance of potato varieties to late blight [*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary] and common scab [*Streptomyces scabies* (Thaxt.) Waksman et Henrici]. *Acta Phytopath. et Entom. Hung.*: 38 (1–2): 1–6.

14. Gergely, L. (2004): Testing for resistance of potato varieties to late blight agent [*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary] and the effect of certain environmental factors on disease resistance. PhD dissertation, University of Veszprém, pp. 94.

15. Leppik, E.E. (1970): Gene centers of plants as sources of disease resistance. *Ann. Rev. of Phytopath.*, 8: 323–344.

16. Lónhárd, M. (personal communication)

17. Malcolmson, J.F. and Black, W. (1966): New R genes in *Solanum demissum* Lindl. and their complementary races of *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary. *Euphytica*, 15: 199–203.

18. McKee, R.K. (1958): Assessment of the resistance of potato varieties to common scab. *European Pot. J.*, 1: 65–80.

19. Rietman, H., Bijsterbosch, G., Cano, L.M., Lee, H.R., Vossen, J.H., Jacobsen, E., Visser, R.G., Kamoun, S. and Vleeshouwers, V.G. (2012): Qualitative and quantitative late blight resistance in the potato cultivar Sarpö Mira is determined by the perception of five distinct R x RL effectors. *Mol. Plant Microbe Interact.*, 25 (7): 910–919.

20. Ross, H. (1986): *Potato breeding — Problems and Perspectives*. Verlag Paul Parey, Berlin and Hamburg

21. Rudorf, W. (1958): The significance of wild species for potato breeding. *European Pot. J.*, 1: 10–20.

22. Sárvári, I. (1967): A burgonya-leromlással szembeni rezisztenciára nemesítés egyes kérdései és eredményei (Some problems and results of breeding for resistance to potato degeneration), Dissertation, pp. 189.

23. Van der Plank, J.E. (1966): Horizontal (polygenic) and vertical (oligogenic) resistance against blight. *Ann. J. Potato Res.*, 43 (2): 43–52.

ОБ АВТОРАХ:

Янош Молнар, PhD, независимый эксперт ЕС, Будапешт, Венгрия

Ласло Гергей, PhD, эксперт в отставке по сортоиспытанию растений Национального бюро по безопасности пищевой цепи, Будапешт, Венгрия

ABOUT THE AUTHORS:

Dr. Janos Molnar, independent expert of the EU, PhD, Budapest, Hungary

Dr. Laszlo Gergely, PhD, retired expert in plant variety testing, National Food Chain Safety Office, Budapest, Hungary