

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 631.861

А.С. Бабенко¹, Ван Джа Нин²

¹Биологический институт Томского государственного университета (г. Томск)

²Биологический исследовательский институт Шан Донг,

Академия наук Китая (Шан Донг, Китай)

E-mail: dzedzin17@hotmail.com

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЕРМИКОМПОСТА В ЗАЩИТЕ РАСТЕНИЙ

Аннотация. Приводится обзор исследований, посвященных использованию вермикомпостов для защиты растений. Показано, что эффективность вермикомпостов основана на подавлении численности вредных насекомых, нематод и возбудителей болезней растений. Рассмотрены возможность использования и преимущества вермикомпостов в комплексной системе мероприятий по защите сельскохозяйственных культур от вредителей и болезней.

Ключевые слова: болезни растений; вермикомпост; сельскохозяйственные культуры; почвы.

Объемы использования биологических средств контроля численности вредных объектов в сельском хозяйстве во всем мире непрерывно растут. В России за последние годы обработка биологическими пестицидами посевов, плантаций и садов сельскохозяйственных культур сократилась в 6, а производство биопрепаратов – в 20 раз.

По данным академика К.В. Новожилова, в России нет производства отечественных химических пестицидов, производятся в основном рецептуры уже известных зарубежных препаратов. Неблагоприятная фитосанитарная обстановка зарегистрирована на 70% используемых сельскохозяйственных угодий. Недостаточные объемы химических защитных обработок посевов сельскохозяйственных культур в большей степени обусловлены их относительно высокой ценой и неэффективной работой отечественной техники для внесения пестицидов. Химические обработки зерновых культур рентабельны именно при высокой урожайности (56–60 ц/га) и получаемой прибавке урожая в 6,2 ц/га. В борьбе с поражением посевов видами токсинообразующих грибов (фузари, аспергиллы, трихотециум и др.) химическая защита посевов нерентабельна. При этом следует учитывать, что из 194,6 млн га сельскохозяйственных угодий 145,6 млн га неблагоприятны по показателям эродированности, засоленности или переувлажнения почв. Из 87,8 млн га пахотных земель засеивается 37,8 млн га, причем на 30% площади посевов почва чрезвычайно обеднена полезными видами микроорганизмов, и по этой причине многие агроценозы превращаются в резервативы фитопатогенных организмов и вредителей.

К сожалению, в России объемов промышленного производства отечественных биопестицидов и агентов биологического контроля недостаточно. Но даже и это малое количество зарегистрированных биопрепаратов производится небольшими лабораториями или цехами без должного контроля их качества, биологической эффективности и безопасности. Проблематична организация современного промышленного производства, достаточного по объему и необходимому ассортименту защитных биопрепаратов, крупными частными фирмами и государственными предприятиями. Это обусловлено тем, что сельское хозяйство России не имеет платежеспособного спроса на биологические средства защиты. В России нет и в ближайшие годы не появятся крупные частные фирмы, специализирующиеся на создании, производстве и продаже биопестицидов, т.к. частный капитал не проявляет интереса к этой сфере деятельности из-за отсутствия надежного рынка сбыта.

В связи с вышесказанным, в ближайшие годы особое значение будет иметь стимулирование расширения и повышения научной и практической значимости исследований экологической роли биоагентов полезной микрофлоры, нематод и членистоногих в условиях эпифитотий, инвазий и эпизоотий, в том числе при актах биотерроризма.

Возможность применения биологических объектов для защиты растений от фитопатогенов исследуется давно. Биологическая защита растений постоянно развивается: появляются новые перспективные организмы для биологического контроля фитопатогенов [1–3]. Однако существует множество организмов, чья роль в биологическом контроле еще недооценена, среди них – дождевые черви – продуценты уникального органического удобрения – вермикомпоста.

Вермикомпост, являясь экологически чистым органическим удобрением, оказывает многостороннее действие на почву и растение. Его характерной особенностью является высокое содержание (70–80%) хорошо гумифицированного материала, который обуславливает его исключительные физические свойства: содержание водопрочных агрегатов 70–95%, в том числе около 50% приходится на агрегаты 1–3 мм. Эти свойства вермикомпоста способствуют восстановлению истощенных почв, поэтому рекомендуется проводить «омолаживание» почвы периодическим его внесением. Кроме того, внесение биогумуса в почву увеличивает численность полезных групп микроорганизмов, аммонификаторов, нитрифицирующих бактерий и целлюлозоразлагающих микроорганизмов, осуществляющих первую стадию гумификации органического вещества [4–6]. Преимущества вермикомпоста перед навозом, компостами и минеральными удобрениями очевидны. Он не содержит семян сорных растений, патогенных микроорганизмов и возбудителей болезней. Это значит, что с этим удобрением невозможно внести чужеродную для восстанавливаемого участка флору и оно безопасно, в отличие от навоза и компостов, приготовленных с нарушением технологического процесса.

В результате применения вермикомпоста обнаружено существенное подавление популяций патогенных микроорганизмов, нематод и насекомых-вредителей [7–9]. Сотрудниками лаборатории почвенной экологии Университета штата Огайо (США) как в теплицах, так и в полевых условиях экспе-

риментально было установлено, что даже небольшое добавление вермикомпоста в подкормку для растений и почву существенно ускоряются проращивание, рост, цветение и созревание урожая независимо от собственного запаса питательных веществ растений. Это увеличение происходит в результате того, что внесение вермикомпоста усиливает рост популяций почвенных микроорганизмов, которые в свою очередь выделяют в окружающую среду фитогормоны.

Имеются данные о влиянии вермикомпоста на повышение устойчивости растений к паразитам, в частности к почвенным нематодам [10]. Важно отметить, что это влияние не связано с прямым воздействием на паразита, а ассоциируется с экспрессией в листьях генов, кодирующих ферменты: липоксигеназу, фосфолипазу D и цистеиновую протеазу. В присутствии дождевых червей поражение риса нематодами достоверно снижалось на 82%.

Фунгистатическая активность вермикомпоста неоднократно была доказана в экспериментальных условиях [11–13]. Так, в одном из экспериментов чистые культуры, изолированные из биоудобрений, тестировали на наличие антагонистической активности против фитопатогенных культур *in vitro*. Все протестированные бактериальные изоляты подавляли рост *Bipolaris sorokiniana* и *Sclerotium bataticola* на 50% и более. Показана перспективность использования отходов птицеферм и свинокомплексов для переработки их в микробные удобрения с широким спектром полезных свойств. Эти удобрения стимулируют рост растений, подавляют фитопатогенную микрофлору и снижают степень повреждения растений насекомыми-вредителями.

Экспериментально установлено, что бактериальные культуры, выделяемые из вермикомпоста, во многих случаях значительно превосходят по своим фунгистатическим свойствам штаммы бактерий *Pseudomonas fluorescens*, используемые для производства препаратов типа «Планриз» [14]. При сравнительном изучении влияния сроков компостирования на свойства вермикомпоста показано, что сокращение в составе микробоценоза вермикомпоста в результате длительного вермикультивирования доли псевдомонад, выполняющих также функции биоконтроля, может негативно сказаться и на фунгистатических свойствах вермикомпоста.

Водный экстракт вермикомпоста также хорошо зарекомендовал себя в качестве препарата, подавляющего рост и размножение фитопатогенных грибов [15–18], бактерий [19], нематод [20], насекомых [21]. Высокое содержание полезной микрофлоры в компостах и вермикомпостах позволяет проводить биологический контроль патогенных грибов. Биоконтроль проводится посредством активации и взаимодействия почвенных микроорганизмов, которые конкурируют с патогенными микроорганизмами за источники или продукцию антибиотиков. Патогенные споры в обогащенных компостами почвах более густо покрыты полезными грибами и бактериями, что ограничивает их инфекционность. Эти полезные популяции часто паразитируют на гифах патогенных грибов. Кроме того, потребляя аминокислоты, углеводы, летучие спирты и альдегиды, выделяемые корнями и тканями растений, разлагающимися растительными остатками, полезная микрофлора обедняет питательную среду, необходимую для прорастания спор грибов.

Ранее также отмечено, что увеличение общей биологической активности почвы в присутствии червей происходит благодаря не только метаболической активности последних, но также и за счет стимулирования микрофлоры, начальная активность которой увеличивалась на 50%. Стимулирующее влияние червей на почвенную микрофлору было подтверждено существенным увеличением плотности популяции простейших.

Несмотря на многочисленные доказательства фунгистатических свойств вермикомпоста, в мировой практике биологической защиты растений на его основе создан лишь один коммерческий препарат – Антифунг (20%-ный биогумус), разработанный в Польше [22]. Причина такой ситуации кроется в недостаточной изученности механизмов фунгицидного действия вермикомпостов, многофакторном влиянии на качество компоста, разнообразии способов получения водных экстрактов вермикомпоста, неоднозначности результатов у разных авторов, нестабильности водных вытяжек, неотработанности способов сохранения их активности и др.

Значительная доля ценности вермикомпоста связана с населяющим его многочисленным и разнообразным сообществом микроорганизмов. Микробиота, попадающая с органическим веществом в пищеварительный тракт дождевого червя, подвергается своеобразному селективному отбору. Метаболический процесс переработки питательного субстрата червями оказывает значительное влияние на формирование структуры микробного сообщества в его конечном продукте – вермикомпосте. Для свежих копролитов характерно преобладание в них анаэробных форм микроорганизмов (деструкторов белков, целлюлозы, крахмала) над аэробными вследствие анаэробных условий в кишечнике дождевых червей.

В лучших образцах вермикомпоста микробная численность достигает $1 \cdot 10^7$ кл./г, что на порядок превышает численность микробов в навозе. Ряд авторов считают состав микроорганизмов вермикомпостов сходным с микробоценозом черноземных почв. В вермикомпосте на основе навоза КРС значительна численность свободноживущих бактерий *Azotobacter chroococcum*, которые обогащают почву азотом. Здесь же преобладают грибы вида *Trochochaeta repens*, играющие большую роль в деструкции целлюлозы. Анализ представленных в научной литературе сведений позволяет предположить, что интродукция дождевых червей в органический субстрат обуславливает начало активной перестройки микробного сообщества. Считается, что дождевые черви могут выполнять функции своеобразного селективного биореактора для микроорганизмов, подавляя развитие одних видов и стимулируя рост других [23].

С экологической точки зрения факт угнетения патогенной микрофлоры при переработке органических отходов дождевыми червями трудно переоценить. Внесение отходов животноводства в почву в качестве органических удобрений создает потенциальный источник опасных инфекционных заболеваний человека и животных. При этом установлено, что патогенные микроорганизмы могут сохраняться в загрязненной почве довольно длительное время – до двух лет, а микроорганизмы, способные к спорообразованию, и того дольше. Риск, связанный с использованием отходов животноводства в качестве

органических удобрений, можно свести к минимуму, если применять эти отходы не в чистом виде, а после переработки их дождевыми червями, когда численность патогенных микроорганизмов сократится до безопасного уровня.

Литература

1. Помазков Ю.И., Заец В.Г. Биологическая защита растений. М.: Изд-во РУДН, 1997. 116 с.
2. Штерншис М.В. Биологическая защита растений: Учеб. для вузов. М.: КолосС, 2004. 264 с.
3. Минаева О.М., Акимова Е.Е., Семенов С.Ю. Антагонистическое действие на фитопатогенные грибы и стимулирующее влияние на рост и развитие растений формальдегид-утилизирующих бактерий *Pseudomonas* sp. В-6798 // Вестник ТГУ. Биология. 2008. № 2 (3). С. 28–42.
4. Тиунов А.В. Вермикомпост, вермикомпостирование и компостные черви: направление научных исследований в последнее десятилетие // Материалы II Международной конференции «Дождевые черви и плодородие почв». Владимир, 2004. С. 3–6.
5. Yong Hong, Tae-Heung Kim, Young-Eun Na. Identity of Two Earthworms Used in Vermiculture and Vermicomposting in Korea: *Eisenia andrei* and *Perionyx excavatus* // The Korean Journal of Systematic Zoology. 2001. Vol. 17, № 2. P. 185–190.
6. Edwards C.A., Bohlen P.J. Biology and Ecology of Earthworms. Chapman & Hall, London. 1996. 280 p.
7. Arancon N., Edwards C.A., Yardim F., Lee S. Management of plant parasitic nematodes by use of vermicomposts // Proceedings of Brighton Crop Protection Conference – Pests and Diseases. 2002. Vol. II. 8B-2. P. 705–710.
8. Chaoui H., Edwards C.A., Brickner A., Lee S., Arancon N.Q. Suppression of the plant diseases, *Pythium* (damping-off), *Rhizoctonia* (root rot) and *Verticillium* (wilt) by vermicompost // Proceedings of Brighton Crop Protection Conference – Pests and Diseases. 2002. Vol. II. 8B-3. P. 711–716.
9. Hoitink H.A.J., Krause M.S., Han O.Y. Suppression of plant diseases by composts // Hort. Science. 1997. Vol. 32. P. 184–187.
10. Bloin M., Zuily-Fodil Y. et al. Belowground organism activities affect plant aboveground phenotype, inducing plant to tolerance to parasites // Ecology Letters. 2005. Vol. 8, № 2. P. 202–208.
11. Foldes T., Banhegyi I., Herpai Z., Varga L., Szigeti J. Isolation of *Bacillus* strains from the rhizosphere of cereals and in vitro screening for antagonism against phytopathogenic, food-borne pathogenic and spoilage micro-organisms // J. Appl. Microbiol. 2000. Vol. 89. P. 840–846.
12. Knox O.G.G., Killham K., Leifert C. Effects of increased nitrate availability on the control of plant pathogenic fungi by the soil bacterium *Bacillus subtilis* // Appl. Soil Ecol. 2000. Vol. 15. P. 227–231.
13. Архипченко И.А., Салкиной-Салонен М., Карякина Ю.Н., Цитко И. Изучение трех микробных удобрений из отходов животноводства // Материалы II Международной конференции «Дождевые черви и плодородие почв». Владимир, 2004. С. 101–107.
14. Терещенко Н.Н., Бубина А.Б. К вопросу о природе ростостимулирующих и фунгистатических свойств вермикомпоста // Материалы II Международной конференции «Дождевые черви и плодородие почв». Владимир, 2004. С. 144–147.
15. Szczech M., Rondomanski W., Brzeski M.W., Smolinska U., Kotowski J.F. Suppressive effect of a commercial earthworm compost on some root infecting pathogens of cabbage and tomato // Biological Agriculture and Horticulture. 1993. Vol. 10, № 1. P. 47–52.
16. Szczech M., Smolinska U. Comparison of Suppressiveness of Vermicomposts Produced from Animal Manures and Sewage Sludge against *Phytophthora nicotianae* Breda de Haan var. *nicotianae* // J. Phytopathology. 2001. Vol. 149, № 2. P. 77–82.
17. Rivera M.C., E.R. Wright, M.V. Lopez, D. Garda, M.Y. Barrague. Promotion of growth and control of damping-off (*Rhizoctonia solani*) of greenhouse tomatoes amended with vermicompost // International Journal of Experimental Botany. 2004. P. 229–235.

18. Rivera M.C., Eduardo R., Lopez M.V., Fabrizio M.C. Temperature and dosage dependent suppression of damping-off caused by *Rhizoctonia solani* in vermicompost amended nurseries of white pumpkin // International Journal of Experimental Botany. 2004. P. 131–136.
19. Krause M.S., De Ceuster T.J.J., Tiquia S.M., Michel Jr. F.C., Madden L.V., Hoitink H.A.J. Isolation and Characterization of Rhizobacteria from Composts That Suppress the Severity of Bacterial Leaf Spot of Radish // Phytopathology. 2003. Vol. 93, № 10. P. 1292–1300.
20. Blouin M., Zuily-Fodil Y., Pham-Thi et al. Belowground organism activities affect plant aboveground phenotype, inducing plant tolerance to parasites // Ecology Letters. 2005. Vol. 8, № 2. P. 202–208.
21. Sharma S., Pradhan K., Satya S., Vasudevan P. Potentiality of Earthworms for Waste Management and in Other Uses – A Review // The Journal of American Science. 2005. Vol. 1(1). P. 4–16.
22. Дружневска Й. Пригодность биопрепаратов для ограничения *Rhizoctonia solani* // Biological method in Integrated Plant Protection and Production. Conference Proc. Poznan. Poland. 15–19 May. 2006.
23. Терещенко Н.Н. Эколого-биологические факторы и механизмы ремедиации антропогенно-нарушенных почв: Автореф. ... дис. д-ра биол. наук. Томск, 2006. 42 с.

Поступила в редакцию 13.01.2010 г.

Andrey S. Babenko¹, Wang Jianing²

¹Biological Institute of Tomsk State University, Tomsk, Russia;

²Biology Research Institute of Shan Dong Academy of Science, Shan Dong Province, China
E-mail: dzedzin17@hotmail.com

THE PROSPECTS OF VERMIN-COMPOST USING IN PLANT PROTECTION

Summary. The review of scientific research concerning vermin-compost using as a suppressor of pests, nematodes and diseases are presented. It is well-known that production of biological pesticides increased significantly last years, but in Russia there is a serious shortage of biological pesticides among others. There is a lot of information about using bio-organic fertilizer produced by some species of earthworms for agricultural purposes. Vermin-compost is very rich in soil micro-flora, which in the case of exhausted soil restores natural biological processes. Vermin-composts usually support a much greater variety and size of microbial communities than others composts, hence they probably have a much greater potential for general pathogen suppression based on microbial competition.

On vermin-compost application the agricultural crops productivity increases 30–70%. Also it has the capacity to speed up the germination and the development of different agricultural crops and ensures their protection against diseases and pests. There are some experimental evidence that vermin-compost suppressed attacks by some soil-borne plant diseases, such as *Pythium*, *Fusarium* and *Phytophthora*. There are also a few reports of suppression of soil-borne pathogens such as *Plasmodiophora brassicae*, *Phytophthora nicotianae*, *Fusarium lycopersici*, *F. oxysporium* and *Rhizoctonia solani* by vermin-composts. The possibilities of vermin-compost application in the integrate pest and plant diseases management are discussed.

Key words: plant diseases; vermin-compost; agricultural crops.

Received January 13, 2010