

PYTHIUM SPP. НА ПЕТРУШКЕ КОРНЕВОЙ В УСЛОВИЯХ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ**PYTHIUM SPP. ON ROOT PARSLEY UNDER THE CONDITIONS OF THE MOSCOW REGION**

Ключевые слова: петрушка корневая, *Petroselinum crispum* (Mill.) Nyman ex A.W. Hill., корневые гнили, *Pythium* spp., биозащита.

Pythium вызывает 100%-ную гибель сенцев петрушки. *Pythium* spp. являются водными формами, присутствующими в большинстве культивируемых почв. Не все виды *Pythium* spp. являются растительными патогенами. *Pythium* spp. могут выжить в почве и растительных остатках много лет, могут атаковать не только все части растения, но в целом молодые ткани, такие как корневые чехлики. Они редко вызывают гибель более старых растений. Управление болезнью требует интегрированного подхода к защите растений от *Pythium* spp. *Pythium* spp. могут распространяться оросительной водой, загрязненной почвой, оборудованием и обувью. Распространение может происходить путем перемещения зараженных растений. Некоторые виды могут быть распространены воздушным потоком. Необходимы строгая санитарная гигиена и обучение персонала. Симптомы заболевания растений схожи со многими корневыми заболеваниями, включая *Phytophthora*, *Rhizoctonia*, *Chalara*, *Cylindrocladium*, *Fusarium* и *Aphanomyces* и др. Целесообразно улучшить дренаж почвы, нельзя переливать или вносить чрезмерное количество удобрений. Фунгициды наиболее эффективны при использовании в качестве

протравителей. Фунгициды, применяемые после заражения, редко эффективны.

Keywords: root parsley, *Petroselinum crispum* (Mill.) Nyman ex A.W. Hill., root rot, *Pythium* spp., biological protection.

Pythium causes total death of parsley seedlings. The key facts areas following: *Pythium* spp. are aqueous forms present in most cultivated soils. Not all species of *Pythium* spp. are plant pathogens. *Pythium* spp. can survive in the soil and plant residues for many years. *Pythium* spp. can affect all parts of a plant, but in general young tissues as root caps. They rarely cause the death of older plants. The disease control requires an integrated approach to plant protection against *Pythium* spp. *Pythium* spp. may be spread by irrigation water, contaminated soil, equipment and footwear. The distribution may occur by moving infected plants. Some species may be spread by airflow. Strict sanitary hygiene and staff training are necessary. The symptoms of plant disease are similar to many root diseases including *Phytophthora*, *Rhizoctonia*, *Chalara*, *Cylindrocladium*, *Fusarium*, *Aphanomyces*, etc. It is advisable to improve soil drainage; the soil should not be over-irrigated, and excessive amount of fertilizers should not be applied. Fungicides are most effective when used as disinfectants. Fungicides are rarely effective when used after the infection.

Соколова Любовь Михайловна, к.с.-х.н., с.н.с., лаб. селекции корнеплодных и луковых культур, Всероссийский НИИ овощеводства – филиал, ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства», Московская обл. E-mail: Isokolova74@mail.ru.

Иванова Мария Ивановна, д.с.-х.н., проф. РАН, зав. лаб. селекции и семеноводства зеленных культур, Всероссийский НИИ овощеводства – филиал, ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства», Московская обл. E-mail: ivanova_170@mail.ru.

Sokolova Lyubov Mikhaylovna, Cand. Agr. Sci., Senior Staff Scientist, Root and Onion Crop Lab., All-Russian Research Institute of Vegetable Crop Production – Branch, Federal Scientific Center of Vegetable Crop Production, Moscow Region. E-mail: Isokolova74@mail.ru.

Ivanova Mariya Ivanovna, Dr. Agr. Sci., RAS Professor, Head, Lab. of Leaf Vegetable Crop Breeding and Seed Growing, All-Russian Research Institute of Vegetable Crop Production – Branch, Federal Scientific Center of Vegetable Crop Production, Moscow Region. E-mail: ivanova_170@mail.ru.

Введение

На растениях петрушки (*Petroselinum crispum* (Mill.) Nyman ex A.W. Hill.) активно паразитирует ряд различных грибов, включая *Fusarium*, *Pythium* и *Phytophthora* [1, 3, 11], *Verticillium* [4] и *Sclerotinia* [13].

К грибам, наиболее часто выделяемых из всходов петрушки с симптомами поражения, относятся *F. oxysporum*, *F. solani*, *P. irregulare*, *P. ultimum*, *P. diclinum* и *Rhizoctonia solani* (AG-4, AG-1 и AG-2, тип 2). В тестах на патогенность большинство изолятов *P. irregulare* и *P. ultimum*

высокопатогенные. Аналогичным образом, большинство изолятов *R. solani* AG-4 и AG-2 типа 2 были высокопатогенными. Однако изоляты AG-2 значительно варьировались в патогенности. Петрушка с рассеченным типом листа более восприимчива к вышеупомянутым патогенам, чем с обыкновенным типом [10].

Сообщается о поражении растений петрушки *P. mastophorum* в США (Калифорния) [18], на юго-восточной Австралии [17].

Существует много видов *Pythium*, не все они являются патогенами растений. Большинство видов сапрофиты, которые разлагают органическое вещество и перерабатывают питательные вещества, некоторые из них полезны в качестве биологических контрольных агентов, тогда как некоторые из них патогены растений. Некоторые из патогенных видов имеют широкий диапазон хозяев, в то время как другие имеют ограниченный диапазон хозяев.

P. intermedium, *P. ultimum* var. *ultimum*, *P. rostratifingens* и виды из комплекса *P. dissotocum* были общими для пастернака и петрушки. *P. irregulare*, *P. sylvaticum*, *P. camurandrum*, *P. vanterpoolii* и *P. tracheiphilum* были изолированы только из пастернака; *P. mastophorum* и *P. sulcatum* – только из петрушки. *P. sulcatum*, *P. mastophorum* и *P. tracheiphilum* вызывали поражение корней сеянцев петрушки на 35, 53 и 25% соответственно. *P. sulcatum* и *P. intermedium* вызывали поражение корнеплодов пастернака на 50 и 15% соответственно. *P. sulcatum* был патогенным для проростков петрушки при 10, 18 и 24°C [17].

Материалы и методы

Исследования проведены во Всероссийском научно-исследовательском институте овощеводства – филиале ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства» (Московская область, Раменский район).

В ходе весенней оценки корнеплодов петрушки корневой сорта Любаша на лежкость были выявлены очаговые поражения корнеплодов. Корнеплоды, пораженные корневой гнилью, культивировали на присутствие оомицетов. Для этого их

предварительно отмывали от почвенных частиц и проводили поверхностную стерилизацию дистиллированной водой в течение 30 с для освобождения от эпифитной микобиоты. На границе пораженной и здоровой ткани стерильным скальпелем отрезали небольшие кусочки и раскладывали в приготовленные чашки Петри со стерильной и увлажненной фильтровальной бумагой. Через 2 сут. пластины исследовали под световым микроскопом на присутствие оомицетов (спорангии, ооспоры, типичные гифы) при увеличении 16x40. При выделении грибных организмов в чистые культуры наблюдали рост контаминирующих бактерий и мукоровых грибов, для подавления роста которых использовали питательную среду с добавлением антибиотика Гентамицин в концентрации 1 г/л питательной среды [2]. Изоляты, необходимые для последующей работы, пересеивали на питательные среды для выделения в чистую культуру. Для культивирования грибов использовали агаризованную питательную среду Чапека.

Результаты исследований

Признаки и обнаружение. Необходим точный диагноз, поскольку гниль корнеплода, пораженного *Pythium* (рис.), можно легко путать с корневыми гнилями, вызванными грибами, такими как *Phytophthora*, *Rhizoctonia*, *Chalara*, *Cylindrocladium*, *Fusarium* и *Aphanomyces*. Мицелий, растущий на корнеплодах, бесцветный и не содержит частиц почвы, как в случае с *Rhizoctonia*. Диагностика требует микроскопического обследования и выделения из инфицированных тканей онтоселективных искусственных сред (такие среды, которые уменьшают рост истинных грибов и позволяют формировать водные формы и быть более изолированными). При обследовании под микроскопом видны тонкие вегетативные нити *Pythium*, они не имеют поперечных перегородок. Также толстостенные ооспоры хорошо видны в инфицированных корневых клетках.

Для обнаружения *Pythium* доступны быстрые серологические полевые наборы. Однако важно, что присутствие *Pythium* не обязательно указывает на то, что это основная причина заболевания

растения. *Pythium* часто заражает мертвую и разлагающуюся растительную ткань после заражения другими патогенами, например *Phytophthora* или *Chalara*. Поэтому растения следует все же отправлять в специализированную диагностическую лабораторию даже после положительного результата.

Жизненный цикл. При отсутствии подходящего хозяина *Pythium* выживает в почве в состоянии покоя. Он выживает, производя долгоживущие (ооспоры и хламидоспоры) или мицелиальные фрагменты. Эти покоящиеся конструкции активируются присутствием воды и питательных веществ (химический экссудат из прорастающего семени или корневой системы). Затем водная форма патогена вступает в устойчивый период развития. Это связано с образованием спорангий, которые выделяют зооспоры. Таким образом, растения заболевают при длительной высокой влажности почвы или в гидропонных системах выращивания, поскольку зооспоры перемещаются через воду, чтобы заразить здоровую растительную ткань. По мере истощения питательных веществ из зараженного растения или когда почва начинает сохнуть патоген возвращается в стадию покоя. Жизненный цикл продолжается, когда наступают благоприятные условия для инфекции.

Симптомы. *Pythium* обычно поражает молодые ткани растения, богатые углеводами, что является причиной пред- и послевсходовой гибели проростков. Растения, которые выживают при ранней инфекции, могут стать чахлыми с пожелтением листьев. Это возникает потому, что сеянец не может поглотить достаточное количество воды и питательных веществ через поврежденную корневую систему.

На сеянцах патоген ограничивается инвазией корешка, приводящей к потере тонких корней и корневых волосков (называемый корневым чехликом). Рассмотрение корней пораженного растения показывает, что корковая ткань отстывает, оставляя белую нить сосудистой ткани (стела).

Распространение. Зооспоры *Pythium* рассеиваются поверхностными водами, стоком воды из зараженных областей, брызгами воды и оросительной водой. Эти подвижные споры могут обра-

зоваться в стоячей воде в плотинах и водохранилищах. Хламидоспоры и ооспоры высвобождаются из разлагающегося растительного материала и могут загрязнять оборудование и обувь. Когда растения установлены густо и влажность высокая, мицелий образует удушающий налет. Грибные комары и береговые мухи питаются корнями, тем самым распространяя *Pythium*. Кроме того, некоторые виды *Pythium* могут быть распространены при аэрозольной дисперсии с пылью.

Управление болезнями. *Pythium* вызывает 100%-ную гибель сенцев петрушки. Необходимо регулярно следить за сеянцами, отметив увядшие или хлоротические. Необходима строгая система гигиены для исключения патогена. Избыточная вода создает идеальные условия для грибных комаров и береговых мух, которые являются эффективными векторами патогена. Нежелательно чрезмерное применение азотных удобрений. Высокие уровни азота подавляют естественную защитную систему в растениях. Накопление солей в почве или гидропонике повреждает коревую систему, что приводит к быстрому заражению растений *Pythium*. Необходимо контролировать, чтобы оросительная вода не содержала *Pythium*. Для повторного использования инвентаря и оборудования необходимо тщательно их дезинфицировать. Фунгициды лучше всего использовать в качестве профилактических мероприятий. Если фунгициды применять после заражения *Pythium*, то они редко функционируют как лечебное средство, и болезнь снова появляется. Точный диагноз заболевания имеет важное значение при использовании фунгицидов. Химические вещества, которые контролируют почвенно-сосудистые заболевания, вызванные грибами, не могут быть эффективными против водных форм *Pythium* spp.

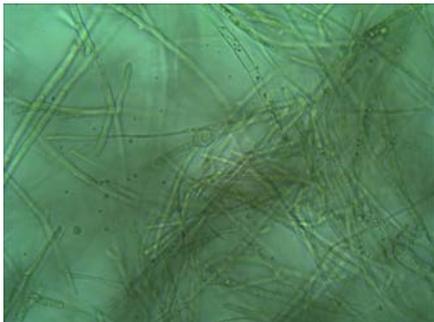
Биозащита. *Pythium oligandrum* обнаружен в почвах во всем мире, является одним из четырех микопаразитических оомицетов с острой оогонией [8, 12]. Обитает в ризосфере корней, успешно конкурирует за питательные вещества против потенциальных возбудителей и является активным микопаразитом [5]. Микопаразит проникает в растительную ткань и вызывает иммунный ответ внутри самого растения [7, 9, 16].



а



б



в

Рис. Патогенный гриб рода *Pythium* sp. на петрушке корневой сорта Любаша: а – больные корнеплоды; б – диски с признаками заражения *Pythium* sp.; в – конидии *Pythium* sp.

Интерес к микопаразиту *P. oligandrum* как потенциальному агенту биоконтроля продолжается со стороны ученых, идет активное исследование его микопаразитовой активности и способности защищать растения от патогенных организмов [7, 16, 19].

Первоначальные испытания показали, что австралийский изолят *P. oligandrum* способен защищать растения петрушки от *P. sulcatum*, одного из наиболее агрессивных патогенов для этой культуры [6, 15]. Частота корневой гнили снижа-

лась на 80% при инокуляции микопаразитом *P. oligandrum* [5, 9].

По-видимому, у *P. oligandrum* есть два режима действия для биоконтрольной активности. Во-первых, он занимает ризосферу нескольких культур, конкурируя с другими организмами за питательные вещества [5]. Во-вторых, он также может формировать тесные ассоциации с клетками корня и активно паразитировать патогенные микроорганизмы [7].

Биопрепарат Polyversum™, состоящий из ооспор *P. oligandrum*, зарегистрирован для использования в качестве биопестицида в ЕС и США в качестве биофунгицида для использования на различных культурах. Однако Polyversum™ не эффективен при недостаточных осадках и неблагоприятных температурных условиях, не позволяющих ооспорам прорасти [14].

Фунгицид Превикур не эффективен против *Phitium*, он зарегистрирован только для использования в тепличных условиях против оомицетов. Для подавления заболевания эффективны бактерии *Bacillus* & *Pseudomonas* spp., грибы *Trichoderma* spp.

Библиографический список

1. Алексеева К.Л., Иванова М.И. Болезни овощных культур (диагностика, профилактика, защита). – М.: Росинформагротех, 2015. – 188 с.
2. Соколова Л.М., Егорова А.А., Терешонкова Т.А. Алексеева К.Л. Ускоренный метод выделения в чистую культуру и характеристика грибов р. *Fusarium*, поражающих морковь столовую // Селекция и семеноводство овощных культур. – 2014. – № 45. – С. 496-501.
3. Abdelzaher, H.M.A., Elnaghy, M.A., Fadi-Allah, E.M. Isolation of *Pythium oligandrum* from Egyptian soil and its mycoparasitic effect on *Pythium ultimum* var. *ultimum* the damping-off organism of wheat // Mycopathologia. – 1997. – Vol. 139. – P. 97-106.
4. Al-Rawhali A.K., Hancock J.G. Parasitism and biological control of *Verticillium dahliae* by *Pythium oligandrum* // Plant Disease. – 1998. – Vol. 82 (10). – P. 1100-1106.

5. Al-Rawhali A.K., Hancock, J.G. Rhizosphere competence of *Pythium oligandrum* // *Phytopathology*. – 1997. – Vol. 87 (9). – P. 951-959.
6. Benhamou N., Rey P., Cherif M., Hockenhull J., Tirilly Y. Treatment with the mycoparasite *Pythium oligandrum* triggers induction of defense-related reactions in tomato roots when challenged with *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* // *Phytopathology*. – 1997. – Vol. 87 (1). – P. 108-122.
7. Benhamou N., Belanger R.R., Rey P., Tirilly Y. Oligandrin, the elicitor-like protein produced by the mycoparasite *Pythium oligandrum*, induces systemic resistance to *Fusarium crown and root rot* in tomato plants // *Plant Physiology and Biochemistry*. – 2001. – Vol. 39. – P. 681-698.
8. Brozova J. Exploitation of the mycoparasitic fungus *Pythium oligandrum* in plant protection // *Plant Protection Science*. – 2002. – Vol. 38 (1). – Vol. 29-35.
9. Davanlou M., Madsen A.M., Madsen C.H., Hockenhull, J. Parasitism of macroconidia, chlamydospores and hyphae of *Fusarium culmorum* by mycoparasitic *Pythium* species // *Plant Pathology*. – 1999. – Vol. 48. – Vol. 352-359.
10. Hase S., Shimizu A., Nakaho K., Takenaka S., Takahashi H. Induction of transient ethylene and reduction in severity of tomato bacterial wilt by *Pythium oligandrum* // *Plant Pathology*. – 2006. – Vol. 55. – P. 537-543.
11. Hershman D.E., Varney E.H., Johnston S.A. Etiology of Parsley Damping-off and Influence of Temperature on Disease Development // *Plant Disease*. – 1986. – Vol. 70 (10). – P. 927-930. DOI: 10.1094/PD-70-927.
12. Holmes K.A., Nayagam S.D., Craig, G.D. Factors affecting the control of *Pythium ultimum* damping-off of sugar beet by *Pythium oligandrum* // *Plant Pathology*. – 1998. – Vol. 47. – P. 516-522.
13. Jones E.E., Deacon J.W. Comparative physiology and behaviour of the mycoparasites *Pythium acanthophoron*, *P. oligandrum* and *P. mycoparasiticum* // *Biocontrol Science and Technology*. – 1995. – Vol. 5 (1). – P. 27-39.
14. Madsen M.A., de Neergaard E. Interactions between the mycoparasite *Pythium oligandrum* and the sclerotia of the plant pathogen *Sclerotinia sclerotiorum* // *European Journal of Plant Pathology*. – 1999. – Vol. 105 (8). – P. 761-768.
15. Milofsky T. Biopesticide registration action document for *Pythium oligandrum* DV 74. A submission to the U.S. Environmental Protection Agency Biopesticides and Pollution Prevention Division. https://www3.epa.gov/pesticides/chem_search/reg_actions/registration/decision_PC-028816_7-May-07.pdf.
16. Minchinton E.J., et al. Identification of IPM strategies for *Pythium* induced root rots in Apiaceae vegetable crops. Final Report for VG08026 Project. July 2012. 182 pp.
17. Mohamed N., Lherminier M.-J., Farmer M.J., et al. Defense responses in grapevine leaves against *Botrytis cinerea* induced by application of a *Pythium oligandrum* strain or its elicitor, oligandrin, to roots // *Phytopathology*. – 2007. – Vol. 97 (5). – P. 611-620.
18. Petkowski J.E., de Boer R.F., Norng S., et al. *Pythium* species associated with root rot complex in winter-grown parsnip and parsley crops in south eastern Australia // *Australasian Plant Pathol.* – 2013. – Vol. 42 (4). – P. 403-411.
19. Tsuchida C., Mauzey S., Ross H., et al. First report of *Pythium* root rot caused by *Pythium mastophorum* on parsley in the United States // *Plant Disease*. – 2017. <https://doi.org/10.1094/PDIS-12-17-1903-PDN>.
20. Whipps J.M., McQuillken M.P., Budge S.P. Use of fungal antagonists for biocontrol of damping-off and *Sclerotinia* diseases // *Pest Management Science*. – 1993. – Vol. 37 (4). – P. 309-313.

References

1. Alekseeva K.L., Ivanova M.I. Bolezni ovoshchnykh kultur (diagnostika, profilaktika, zashchita). – M.: Rosinformagrotekh, 2015. – 188 s.
2. Sokolova L.M., Egorova A.A., Tereshonkova T.A., Alekseeva K.L. Uskorennyy metod vydeleniya v chistuyu kulturu i kharakteristika gribov r. *Fusarium*, porazhayushchikh morkov stolovuyu // *Selektsiya i semenovodstvo ovoshchnykh kultur*. – 2014. – № 45. – S. 496-501.
3. Abdelzaher, H.M.A., Elnaghy, M.A., Fadel-Allah, E.M. Isolation of *Pythium oligandrum* from Egyptian soil and its mycoparasitic effect on *Pythium*

- ultimum var. ultimum the damping-off organism of wheat // *Mycopathologia*. – 1997. – Vol. 139. – P. 97-106.
4. Al-Rawhali A.K., Hancock J.G. Parasitism and biological control of *Verticillium dahliae* by *Pythium oligandrum* // *Plant Disease*. – 1998. – Vol. 82 (10). – P. 1100-1106.
5. Al-Rawhali A.K., Hancock, J.G. Rhizosphere competence of *Pythium oligandrum* // *Phytopathology*. – 1997. – Vol. 87 (9). – P. 951-959.
6. Benhamou N., Rey P., Cherif M., Hockenhull J., Tirilly Y. Treatment with the mycoparasite *Pythium oligandrum* triggers induction of defense-related reactions in tomato roots when challenged with *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* // *Phytopathology*. – 1997. – Vol. 87 (1). – P. 108-122.
7. Benhamou N., Belanger R.R., Rey P., Tirilly Y. Oligandrin, the elicitor-like protein produced by the mycoparasite *Pythium oligandrum*, induces systemic resistance to *Fusarium crown and root rot* in tomato plants // *Plant Physiology and Biochemistry*. – 2001. – Vol. 39. – P. 681-698.
8. Brozova J. Exploitation of the mycoparasitic fungus *Pythium oligandrum* in plant protection // *Plant Protection Science*. – 2002. – Vol. 38 (1). – P. 29-35.
9. Davanlou M., Madsen A.M., Madsen C.H., Hockenhull, J. Parasitism of macroconidia, chlamydospores and hyphae of *Fusarium culmorum* by mycoparasitic *Pythium* species // *Plant Pathology*. – 1999. – Vol. 48. – P. 352-359.
10. Hase S., Shimizu A., Nakaho K., Takenaka S., Takahashi H. Induction of transient ethylene and reduction in severity of tomato bacterial wilt by *Pythium oligandrum* // *Plant Pathology*. – 2006. – Vol. 55. – P. 537-543.
11. Hershman D.E., Varney E.H., Johnston S.A. Etiology of Parsley Damping-off and Influence of Temperature on Disease Development // *Plant Disease*. – 1986. – Vol. 70 (10). – P. 927-930. DOI: 10.1094/PD-70-927.
12. Holmes K.A., Nayagam S.D., Craig, G.D. Factors affecting the control of *Pythium ultimum* damping-off of sugar beet by *Pythium oligandrum* // *Plant Pathology*. – 1998. – Vol. 47. – P. 516-522.
13. Jones E.E., Deacon J.W. Comparative physiology and behaviour of the mycoparasites *Pythium acanthophoron*, *P. oligandrum* and *P. mycoparasiticum* // *Biocontrol Science and Technology*. – 1995. – Vol. 5 (1). – P. 27-39.
14. Madsen M.A., de Neergaard E. Interactions between the mycoparasite *Pythium oligandrum* and the sclerotia of the plant pathogen *Sclerotinia sclerotiorum* // *European Journal of Plant Pathology*. – 1999. – Vol. 105 (8). – P. 761-768.
15. Milofsky T. Biopesticide registration action document for *Pythium oligandrum* DV 74. A submission to the U.S. Environmental Protection Agency Biopesticides and Pollution Prevention Division. https://www3.epa.gov/pesticides/chem_search/reg_actions/registration/decision_PC-028816_7-May-07.pdf.
16. Minchinton E.J., et al. Identification of IPM strategies for *Pythium* induced root rots in Apiaceae vegetable crops. Final Report for VG08026 Project. July 2012. 182 pp.
17. Mohamed N., Lherminier M.-J., Farmer M.J., et al. Defense responses in grapevine leaves against *Botrytis cinerea* induced by application of a *Pythium oligandrum* strain or its elicitor, oligandrin, to roots // *Phytopathology*. – 2007. – Vol. 97 (5). – P. 611-620.
18. Petkowski J.E., de Boer R.F., Norng S., et al. *Pythium* species associated with root rot complex in winter-grown parsnip and parsley crops in south eastern Australia // *Australasian Plant Pathol.* – 2013. – Vol. 42 (4). – P. 403-411.
19. Tsuchida C., Mauzey S., Ross H., et al. First report of *Pythium* root rot caused by *Pythium mastophorum* on parsley in the United States // *Plant Disease*. – 2017. <https://doi.org/10.1094/PDIS-12-17-1903-PDN>.
20. Whipps J.M., McQuillken M.P., Budge S.P. Use of fungal antagonists for biocontrol of damping-off and *Sclerotinia* diseases // *Pest Management Science*. – 1993. – Vol. 37 (4). – P. 309-313.

