

References

1. Sobinin V.A. Kartoffel – kultura severnaia / V.A. Sobinin, V.A. Nikulin. – Syktyvkar: Komi knizhnoe izdatelstvo, 1966. – 130 s.
2. Chebotarev N.T. Novye sorta i gibridy kartofelia, rekomendovannye dlia vzdelyvaniia v srednetaezhnoi zone Evropeiskogo severo-vostoka / N.T. Chebotarev, A.A. Iudin, P.I. Konkin, A.V. Oblizov // Agrarnaia nauka. – 2019. – No. 2. – S. 60-63.
3. Pszczółkowski, P., Sawicka, B. (2018). The effect of application of biopreparations and fungicides on the yield and selected parameters of seed value of seed potatoes. *Acta Agrophysica*. 25. DOI: 10.31545/aagr/93104.
4. Fetena S., Eshetu B. (2017). Evaluation of Potato (*Solanum tuberosum* L.) Varieties for Yield Attributes. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*. 7 (21).
5. Kolech, S., Halseth, D., De Jong, W., et al. (2015). Potato Variety Diversity, Determinants and Implications for Potato Breeding Strategy in Ethiopia. *American Journal of Potato Research*. 92. DOI: 10.1007/s12230-015-9467-3.
6. Amarananjundeswara, H., Prasad, P.S., Shetty, S., Sandhya, G.C. (2018). Evaluation of Promising Potato Varieties for Yield Potentiality and Late Blight Disease Tolerance in Southern Dry Zone of Karnataka, India. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 7. 341-350. DOI: 10.20546/ijcmas.2018.702.045.
7. Sort kak faktor povysheniia urozhainosti i kachestva kartofelia v usloviakh stepnoi zony iugavostoka Zapadnoi Sibiri / E. P. Kondratenko, O. B. Konstantinova, T. A. Miroshina, O. M. Soboleva // Dostizheniia nauki i tekhniki APK. – 2020. – T. 34. – No. 12. – S. 56-60. – DOI 10.24411/0235-2451-2020-11209.
8. Zhivotkov L.A. Metodika vyavleniia potentsialnoi produktivnosti i adaptivnosti sortov i selektsionnykh form ozimoi pshenitsy po pokazateliu «urozhainost» / L.A. Zhivotkov, Z.A. Morozova, L.I. Sekutaeva // Seleksiia i semenovodstvo. – 1994. – No. 2. – S. 3-6.
9. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezultatov issledovaniia): uchebnik dlia studentov selskokhoziaistvennykh vuzov po agronomicheskim spetsialnostiam / B.A. Dospekhov. – 6-e izdanie dopolneno i pererabotannoe. – Moskva. Alians, 2011. – 352 s.



УДК 632.4.01/08

DOI: 10.53083/1996-4277-2022-207-1-28-34

Л.М. Соколова, В.В. Михайлов, А.А. Егорова

L.M. Sokolova, V.V. Mikhaylov, A.A. Egorova

МЕТОДИКА ТРИАДА КОХА В СЕЛЕКЦИИ ГОРОХА ОВОЩНОГО НА УСТОЙЧИВОСТЬ К КОРНЕВЫМ ГНИЛЯМ

APPLICATION OF KOCH'S TRIAD METHOD IN EATING PEA BREEDING FOR ROOT ROT RESISTANCE

Ключевые слова: горох овощной, *Alternaria*, *Fusarium*, толерантность, Триада Коха.

Корневые гнили гороха относятся к наиболее опасным болезням. Они снижают основные показатели продуктивности гороха, количество бобов и семян у растений, массу 1000 зерен, массу корней, стеблей. Наиболее часто встречаются: *F.solani* (Mart) Sacc., *F.oxysporum* Schlecht Fr. var *oxysporum*, *F.oxysporum* var. *orthoceris* (Appel et Wr.) Bilai, *F.culmorum* (W.G. Smith) Sacc., *F. semi-tectum* Berk, et Rav., *F.avenacum* (Crda: Fr.) Sacc., *F. javanicum* Corda, *F. semitectum* Berk, et Rav., *F. heterosporium* Nees., *F.sporotrichiella*. Фузариозные грибы наиболее активно поражают семена, проростки, корни растений и проникают в сосудистую систему при оптимальной влажности

почвы 60%. Минимальная влажность почвы, при которой возможно инфицирование корней возбудителями, лежит в пределах 20-30% от полной влагоемкости. Цель работы – выявить патогенный штамм р. *Fusarium* при искусственном инфицировании растений гороха овощного для создания инфекционного фона. Применить в исследовании постулат Триады Коха: выделить возбудителя, провести заражение растений гороха овощного и снова выделить возбудителя. В ходе исследований выделены патогены с поверхности семян и проростков, выделено в чистую культуру 2 штамма из р. *Alternaria*, 4 штамма из р. *Fusarium*, а также 3 штамма из р. *Alternaria*, 5 штаммов из р. *Fusarium* с растений гороха овощного. Все выделенные штаммы отличались по цветовой гамме мицелия и конидиям. При проведении опыта методом Триады Коха, который заключался

в раскладке растений от искусственного инфицирования исследуемых патогенов на питательную среду Чапек, выявлена закономерность по способности вызывать на растениях те же симптомы, какие были на растениях при естественном поражении. Агрессивный штамм № 3 взят в селекционную работу для создания искусственного инфекционного фона.

Keywords: *eating pea, Alternaria, Fusarium, tolerance, Koch's triad.*

Pea root rot is one of the most dangerous diseases. They reduce the main indices of pea productivity, the number of beans and seeds in plants, the weight of 1000 grains, the weight of roots and stems. The most common root rots are as following: *F. solani* (Mart) Sacc., *F. oxysporum* Schlecht Fr. var. *oxysporum*, *F. oxysporum* var. *orthoceras* (Appel et Wr.) Bilai, *F. culmorum* (W.G. Smith) Sacc., *F. semitectum* Berk, et Rav., *F. avenacium* (Crda: Fr.) Sacc., *F. javanicum* Corda, *F. semitectum* Berk, et Rav., *F. heterosporium* Nees., *F. sporotrichiella*. *Fusarium* fungi most actively affect seeds, seedlings, roots of plants and penetrate into the vascular system at

the optimal soil moisture of 60%. The minimum soil moisture when the roots may be infected with pathogens is within 20-30% of the total moisture capacity. The research goal is to identify the pathogenic strain of the genus *Fusarium* during artificial infection of eating pea plants in order to create an infectious background, and apply the Koch's triad postulate in the study: to isolate the pathogen, infect eating pea plants and isolate the pathogen again. During the research, the pathogens were isolated from the surface of seeds and seedlings; 2 strains from the genus *Alternaria* and 4 strains from the genus *Fusarium* were isolated into pure culture. We also isolated 3 strains from the genus *Alternaria* and 5 strains from the genus *Fusarium* from eating pea plants. All the isolated strains differed in the color scheme of the mycelium and conidia. When conducting the experiment according to Koch's triad method which consisted in laying out plants from artificial infection of the studied pathogens on Czapek's medium, a pattern was revealed in the ability to cause the same symptoms that were on the plants with natural infection. The aggressive strain No. 3 was taken into breeding work to create an artificial infectious background.

Соколова Любовь Михайловна, к.с.-х.н., вед. н.с., Всероссийский НИИ овощеводства – филиал, ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства», Московская область, Российская Федерация, e-mail: lsokolova74@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6223-4767>.

Михайлов Валерий Вячеславович, к.с.-х.н., с.н.с., Всероссийский НИИ овощеводства – филиал, ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства», Московская область, Российская Федерация, e-mail: lsokolova74@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2641-2527>.

Егорова Анна Анатольевна, к.с.-х.н., с.н.с., Всероссийский НИИ овощеводства – филиал, ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства», Московская область, Российская Федерация, e-mail: edvaaed@rambler.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4658-2619>.

Sokolova Lyubov Mikhaylovna, Cand. Agr. Sci., Leading Researcher, Federal Scientific Center of Vegetable Crop Production, Moscow Region, Russian Federation, e-mail: lsokolova74@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6223-4767>.

Mikhaylov Valeriy Vyacheslavovich, Cand. Agr. Sci., Senior Researcher, Federal Scientific Center of Vegetable Crop Production, Moscow Region, Russian Federation, e-mail: lsokolova74@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2641-2527>.

Egorova Anna Anatolevna, Cand. Agr. Sci., Senior Researcher, Federal Scientific Center of Vegetable Crop Production, Moscow Region, Russian Federation, e-mail: edvaaed@rambler.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4658-2619>.

Введение

Корневые гнили гороха относятся к наиболее опасным болезням. Их вредоносность проявляется в снижении урожая и ухудшении качества. По данным зарубежных авторов прогрессирование болезни является основной причиной недобора урожая гороха [1-3].

Исследования большинства авторов показали, что корневые гнили заметно снижают основные показатели продуктивности гороха, количество бобов и семян у растений, массу 1000 зерен, массу корней, стеблей [4].

Среди грибов, вызывающих корневые гнили гороха, наиболее распространенными и вредо-

носными являются представители рода *Fusarium* Link, составляющие подавляющее большинство (66-94%). Наиболее часто встречаются: *F. solani* (Mart) Sacc., *F. oxysporum* Schlecht Fr. var. *oxysporum*, *F. oxysporum* var. *orthoceras* (Appel et Wr.) Bilai, *F. culmorum* (W.G. Smith) Sacc., *F. semitectum* Berk, et Rav., *F. avenacium* (Crda: Fr.) Sacc., *F. javanicum* Corda, *F. semitectum* Berk, et Rav., *F. heterosporium* Nees., *F. sporotrichiella* и др. [3, 5-8].

Важнейшую роль в распространении фузариев играют метеорологические факторы (влажность и температура). Фузариозные грибы наиболее активно поражают семена, проростки,

корни растений и проникают в сосудистую систему при оптимальной влажности почвы 60%. Минимальная влажность почвы, при которой возможно инфицирование корней возбудителями, лежит в пределах 20-30% от полной влагоемкости [3, 5, 7, 8, 9].

Цель работы: выявить патогенный штамм р. *Fusarium* при искусственном инфицировании растений гороха овощного для создания инфекционного фона; применить в исследовании постулат Триады Коха: выделить возбудителя, провести заражение растений гороха овощного и снова выделить возбудителя.

Условия, материал и методы

Исследования выполнены в 2018-2020 гг. в отделе селекции и семеноводства лаборатории корнеплодных культур и луков Всероссийского научно-исследовательского института овощеводства – филиала ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства». Исходным материалом для исследований послужили семена и растения гороха овощного, а также сортообразцы гороха овощного Кайра, Виола, Воронежский зеленый, Спринтер, Селекционный № 10, смесь гороха овощного [3].

Постулаты Коха (авторы А.К. Ахатов, В.С. Джалилов, О.О. Белашапкина, Ю.М. Стройков, В.Н. Чижов (2002) трактуют следующим об-

разом для применения на растениях: заключаются в изолировании возбудителя из пораженных тканей на искусственные питательные среды. При этом необходимо установить патогенность изолятов, т.е. их способность вызывать на искусственно инфицированных растениях те же симптомы, какие были на исследуемом растении при естественном поражении. При этом действуют в соответствии с правилом Роберта Коха, названным Триадой Коха. Метод включает три основных этапа: выделение возбудителя, заражение растений и снова выделение возбудителя [10].

В работе были использованы следующие методы: оценка зараженности семян, проводимая согласно ГОСТ 12044-93 от 2000 г. и по методике определения зараженности болезнями (1995); выделение патогенов из растительного; оценка степени агрессивности возбудителей в песке (рис. 1).

Учет поражения растений осуществляли на 20-е сутки от момента заражения по следующим признакам: 0 баллов – поражение отсутствует; 1 – побурел или изъят главный корень; 2 – отмирает кончик главного корня; 3 – главный корень поражен полностью, но растение продолжает развиваться за счет новообразовавшихся корней; 4 – главный корень поражен полностью, растение погибает [3].



Смыв мицелия



Замачивание семян гороха в суспензии



Высадка семян гороха во влажный песок



Кювета с высаженным горохом

Рис. 1. Ход закладки опыта

Результаты исследований и обсуждение

В 2018 г. во ВНИИО – филиал ФГБНУ ФНЦО начата работа с горохом овощным. Первоочередная проблема, с чем мы столкнулись, – материал очень сильно инфицирован грибными и бактериальными патогенами. После микроскопирования было выявлено, что в большей степени проявились патогены из р. *Fusarium*.

С поверхности семян и проростков (рис. 2) были выделены в чистую культуру 2 штамма из р. *Alternaria*, 4 штамма из р. *Fusarium*.



Рис. 2. Выделение грибных патогенов с поверхности семян и проростков

С растений гороха овощного были выделены в чистую культуру 3 штамма из р. *Alternaria*, 5 штаммов из р. *Fusarium*. Данные штаммы от-

личались по цветовой гамме мицелия (цвет мицелия варьировал по альтернариозу от черного до серого, по фузариозу – от белого до белосерого, также наблюдалась разная структура мицелия – от пушистого до войлочного) и конидиям (от прямых до серповидных) [3].

В опыте по определению агрессивности выделенных штаммов за стандарты устойчивости-восприимчивости был приняты следующие сортообразцы гороха овощного, (упоминание образцов в порядке расстановки этикеток (рис. 3): Виола – стандарт восприимчивый, Воронежский зеленый – слабовосприимчивый, Спринтер – средневосприимчивый, Селекционный № 10 – стандарт устойчивый.

После проведения опыта был выявлен наиболее агрессивный штамм № 3, который был использован в работе 2019 г. по созданию искусственного инфекционного фона [3].

В фитопатологической работе нужны точные подтверждения проводимой работы. В нашем случае мы применили метод Триады Коха. Во время заключительного учета опыта по определению агрессивности выделенных штаммов с каждого образца были взяты растения, отмыты под проточной водой и разложены на фильтровальную бумагу для просушки. По истечении времени образцы разложены на питательную среду Чапек для роста мицелия.

Работа селекционера по признаку болезнеустойчивости в большей мере зависит от методов оценки и отбора исходного материала. В результате проделанного опыта получили следующее: какими штаммами заражали, те патогены и проявились (рис. 4).



1-й штамм *Fusarium*



2-й штамм *Fusarium*



3-й штамм *Fusarium*



4-й штамм *Fusarium*



5-й штамм *Alternaria*



Контроль вода

Рис. 3. Определение агрессивности штаммов *Alternaria* и *Fusarium* на песке

Фото больных горошин



Фото раскладки и роста мицелия



Рис. 4. Признаки поражения горошин из песка, раскладка и микропирование выросшего мицелия, опыт Триада Коха

Был определен агрессивный штамм № 3 для создания искусственного инфекционного фона. Также в ходе исследований определена дальнейшая селекционная работа по созданию толерантных сортов и гибридов гороха овощного. Реакцию сортообразцов на поражение местными возбудителями необходимо проводить в неконтролируемых условиях открытого грунта на естественном фоне, напряженность которого зависит от агроклиматических показателей года, и на искусственном провокационном инфекционном фоне с контролируемой инфекционной нагрузкой. Рекомендуем проводить предварительную оценку болезнеустойчивости в лабораторных условиях, тем самым отбирать толерантные сортообразцы гороха овощного на этапе исходного материала. Все вышеперечисленные исследования позволяют ежегодно проводить объективную оценку и ранжирование образцов по группам устойчивости.

Заключение

В ходе исследований выделены патогены с поверхности семян и проростков в чистую культуру – 2 штамма из р. *Alternaria*, 4 штамма из р. *Fusarium*, а также 3 штамма из р. *Alternaria*, 5 штаммов из р. *Fusarium* с растений гороха овощного. Все выделенные штаммы отличались по цветовой гамме мицелия и конидиям.

При проведении опыта методом Триады Коха, который заключался в раскладке растений от искусственного инфицирования исследуемых патогенов на питательную среду Чапек, выявлена закономерность по способности вызывать на растениях те же симптомы, какие были на растениях при естественном поражении. Агрессивный штамм № 3 взят в селекционную работу для создания искусственного инфекционного фона.

Библиографический список

1. Papavizas G.G. (1974). Proliferation of *Trichoderma* and *Gliocladium* from alginate pellets in natural soil and reduction of *Rhizoctonia solani* inocubum. *Phytopathology*. 74: 836.
2. Harman G.E., Chet I., Baker R. (1980). *Trichoderma hamatum* effects on seed and seedling disease induced in radish and pea by *Pythium* spp. or *Rhizoctonia solani*. *Phytopathology*. 70: 1167–1172.
3. О методике создания инфекционного фона фузариоза гороха овощного / Л. М. Соколова, В. В. Михайлов, О. О. Белошаркина, А. А. Егорова.

ва. – Текст: непосредственный // *Аграрная наука*. – 2020. – № 7-8. – С. 92-98.

4. Котова, В. В. Корневые гнили зернобобовых культур / В. В. Котова. – Ленинград: Агропромиздат, 1986. – 92 с. – Текст: непосредственный.

5. Кирик, Н. Н. Морфологические и биологические особенности возбудителя фузариозной корневой гнили и увядания гороха / Н. Н. Кирик, Н. И. Стеблюк, И. А. Элланская. – Текст: непосредственный // *Сельскохозяйственная биология*. – 1976. – Т. XI, № 5. – С. 689-695.

6. Соколова, Л. М. Анализ видового разнообразия грибов из рода *Fusarium* / Л. М. Соколова. – Текст: непосредственный // *Аграрная наука*. – 2019. – № S1. – С. 118-122.

7. Nazarov, P., Baleev, D., Ivanova, M., Sokolova, L., Karakozova, M. (2020). Infectious Plant Diseases: Etiology, Current Status, Problems and Prospects in Plant Protection. *Acta Naturae*. 12: 46-59. DOI: 10.32607/actanaturae.11026.

8. Leunov, V., Sokolova, L., Beloshapkina, O., Khovrin, A. (2021). Resistance of carrots to *Alternaria* sp., *Fusarium* sp. and factors influencing it. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 624. 012010. DOI: 10.1088/1755-1315/624/1/012010.

9. Причины увядания гороха овощного в Воронежской области / Л. М. Соколова, Т. А. Терешонкова, Н. С. Горшкова, В.И. Леунов. – Текст: непосредственный // *Защита и карантин растений*. – 2013. – № 2. – С. 41-43.

10. Защита растений от болезней в теплицах: справочник / А. К. Ахатов, В. С. Джалилов, О. О. Белошаркина; под редакцией А. К. Ахатова. – Москва: Товарищество научных изданий КМК, 2002. – 464 с. – Текст: непосредственный.

References

1. Papavizas G.G. (1974). Proliferation of *Trichoderma* and *Gliocladium* from alginate pellets in natural soil and reduction of *Rhizoctonia solani* inocubum. *Phytopathology*. 74: 836.
2. Harman G.E., Chet I., Baker R. (1980). *Trichoderma hamatum* effects on seed and seedling disease induced in radish and pea by *Pythium* spp. or *Rhizoctonia solani*. *Phytopathology*. 70: 1167–1172.
3. Sokolova L.M., Mikhailov V.V., Beloshapkina O.O., Egorova A.A. O metodike sozdaniia infektsionnogo fona fuzarioza gorokha ovoshchnogo // *Agrarnaia nauka*. – 2020. – No. 7-8. – S. 92-98.

4. Kotova V.V. Kornevye gnili zernobobovykh kultur. – Leningrad: Agropromizdat, 1986. – 92 s.

5. Kirik H.H., Stebliuk N.I., Ellanskaia I.A. Morfologicheskie i biologicheskie osobennosti vozbuditelia fuzarioznoi kornevoi gnili i uviadaniia gorokha // Selskokhoziaistvennaia biologii. – 1976. – T. XI. – No. 5. – S. 689-695.

6. Sokolova, L.M. Analiz vidovogo raznoobraziia gribov iz roda Fusarium // Agrarnaia nauka. – 2019. – No. S1. – S. 118-122.

7. Nazarov, P., Baleev, D., Ivanova, M., Sokolova, L., Karakozova, M. (2020). Infectious Plant Diseases: Etiology, Current Status, Problems and Prospects in Plant Protection. *Acta Naturae*. 12: 46-59. DOI: 10.32607/actanaturae.11026.

8. Leunov, V., Sokolova, L., Beloshapkina, O.,

Khovrin, A. (2021). Resistance of carrots to *Alternaria* sp., *Fusarium* sp. and factors influencing it. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 624. 012010. DOI: 10.1088/1755-1315/624/1/012010.

9. Sokolova L.M., Tereshonkova T.A., Gorshkova N.S., Leunov V.I. Prichiny uviadaniia gorokha ovoshchnogo v Voronezhskoi oblasti // Zashchita i karantin rastenii. – 2013. – No. 2. – S. 41-43.

10. Akhatov A.K., Dzhililov V.S., Beloshapkina O.O., Stroikov Iu.M., Chizhov V.N. Zashchita rastenii ot boleznei v teplitsakh (Sprasosnik). Pod redaktsiei A.K. Akhatova. – Moskva: Tovari-shchestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2002. – 464 s.



УДК 631.445.4:546.42

DOI: 10.53083/1996-4277-2022-207-1-34-39

В.А. Погорелова, М.А. Мазиров, А.И. Мельченко

V.A. Pogorelova, M.A. Mazirov, A.I. Melchenko

ВЛИЯНИЕ НЕКОТОРЫХ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ НА ДИНАМИКУ НАКОПЛЕНИЯ РАДИОНУКЛИДА В КРЫЖОВНИКЕ

INFLUENCE OF SOME AGRONOMIC PRACTICES ON RADIONUCLIDE ACCUMULATION DYNAMICS IN GOOSEBERRIES

Ключевые слова: почва, глубина расположения, радионуклид, трофическая цепь, динамика накопления, крыжовник, лист, плоды.

В Краснодарском крае на территории ВНИИБЗР г. Краснодара выполнены уникальные для данного региона исследования о накоплении в плодах и листовом аппарате крыжовника ^{90}Sr при различной глубине его расположения в почве. Первый вариант представлял размещение ^{90}Sr на поверхности почвы, второй – на глубине 50 см. Почва – чернозем выщелоченный. В результате многолетних (10 лет) исследований в трофической цепи почва-растение было установлено, что глубина расположения радионуклида в почве оказывает влияние на его накопление в плодах и листовом аппарате. В листьях и плодах крыжовника больше накапливается ^{90}Sr при расположении его на поверхности почвы. Различие по вариантам исследований в накоплении нуклида в листьях крыжовника в 2010 г. составило 2,8 раз, в 2020 г. – в 1,8 раз. Содержание ^{90}Sr в плодах в зависимости от глубины расположения радионуклида в почве также различается: в 2010 г. – в 1,6 раз, в 2020 г. – в 1,2 раз. Наблюдения и выполненные измерения показали, что на урожай изучаемые

варианты расположения нуклида в почве не оказали влияния.

Keywords: soil, location depth, radionuclide, trophic chain, accumulation dynamics, gooseberry, leaf, fruits.

On the territory of the All-Russian Research Institute of Biological Plant Protection in Krasnodar, unique studies for this region were carried out on the accumulation of ^{90}Sr in the fruits and leaf apparatus of gooseberries at different depths of its location in the soil. The soil is leached chernozem. As a result of long-term (10 years) studies, in the trophic chain soil-plant, it was found that the depth of the radionuclide location in the soil affects its accumulation in fruits and leaf apparatus. In the leaves and fruits of gooseberries, ^{90}Sr accumulates more when it is located on the soil surface. The difference in the study variants in the accumulation of nuclide in gooseberry leaves in 2010 was 2.8 times, in 2020 – 1.8 times. The content of ^{90}Sr in fruits also differs depending on the depth of the radionuclide in the soil: in 2010 – 1.6 times, in 2020 – 1.2 times. The observations and measurements performed showed that the studied variants of the nuclide location in the soil had no effect on the yields.