

ВИДОВОЙ СОСТАВ, КУЛЬТУРАЛЬНО- МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ БОЛЕЗНЕЙ КОРНЕПЛОДОВ МОРКОВИ СТОЛОВОЙ ПРИ ХРАНЕНИИ

Рецензент: канд. биол. наук Попов Ф.А.

Аннотация. В статье охарактеризован видовой состав возбудителей гнилей корнеплодов моркови столовой при хранении в условиях Беларуси. Установлено, что в структуре фитопатогенного комплекса доминирует возбудитель белой гнили – гриб *Sclerotinia sclerotiorum*. Описаны культурально-морфологические характеристики фитопатогенных микромицетов. Изучено влияние абиотических факторов (температуры, относительной влажности, pH) на рост возбудителей гнилей, и показан широкий адаптивный потенциал изученных фитопатогенов.

Ключевые слова: морковь столовая, хранение, возбудители болезней, культурально-морфологические характеристики, экологические особенности.

Введение. Болезни, поражающие морковь в период хранения, характеризуются высокой вредоносностью и могут значительно снижать выход товарной продукции. В результате наших исследований установлено, что потери в отдельных хозяйствах республики могут достигать 50 % [15].

Возбудителями гнилей являются микроорганизмы, хорошо приспособленные к развитию и распространению в условиях овощехранилищ и холодильных камер, где поддерживается оптимальная для хранения моркови температура. Патогены часто развиваются совместно, что усиливает патологический процесс гниения корнеплодов, вызывая смешанные гнили (мокрые и сухие) [1].

Высокая вредоносность болезней моркови столовой при хранении обуславливает детальное изучение их возбудителей как ключевых факторов патологического процесса. По данным зарубежных и отечественных авторов к числу наиболее распространенных и вредоносных микромицетов можно отнести возбудителей серой (*Botrytis cinerea* Pers.), белой (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary.), черной гнилей (*Alternaria radicina* Meier, Drechsler & E.D. Eddy, *Stemphylium botryosum* Wall.), ризоктониоза (*Rhizoctonia solani* Kunn, *Rh. violacea* Ful.) [5, 10,

19–21]. Отмечают, что И. А. Элланской идентифицировано 11 видов грибов р. *Fusarium*, ассоциированных с болезнями корнеплодов моркови при хранении (*F. avenaceum*, *F. solani*, *F. sporotrichiella*, *F. javanicum*, *F. oxysporum*, *F. sambucinum*, *F. culmorum*, *F. redolens*, *F. gibbosum*, *F. solani* var. *argillaceum*, *F. sambucinum* var. *minus*) [11]. Питиозную гниль корнеплодов вызывают оомицеты *Pythium debaryanum* Hess. (*Globisporangium debaryanum* (R. Hesse) Uzuhashi, Tojo & Kakish [22]) и *P. ultimum*, а также как возможных возбудителей указывают *P. coloratum* либо *P. sulcatum* [4, 18]. На корнеплодах моркови, выращенной в Смоленской области, указывали в качестве возбудителя гриб *Verticillium* sp. [14]. Также на моркови столовой при хранении встречаются мокрые гнили бактериальной этиологии, которые вызывают бактерии *Erwinia carotovora* (Jones) Holland и *Xanthomonas carotae* (Kendr.) Dows [5, 10].

Большинство грибов – возбудителей болезней корнеплодов моркови – по типу питания являются факультативными паразитами. Они не обладают узкой специализацией, как правило, хорошо сохраняются на мертвом питательном субстрате, заселяют ослабленные ткани или проникают через механические повреждения, адаптируются к субстрату и могут поражать уже живые ткани [4].

В связи с тем, что в Беларуси в последние годы не проводили детальных целенаправленных исследований по изучению видового состава возбудителей гнилей корнеплодов моркови столовой в период хранения, целью работы было уточнение видового состава и структуры комплекса фитопатогенных микроорганизмов – возбудителей болезней корнеплодов моркови столовой при хранении – с оценкой их культурально-морфологических характеристик и экологических особенностей.

Материалы и методы исследований. Исследования проведены в 2018–2019 гг. в лаборатории защиты овощных культур и картофеля РУП «Институт защиты растений». Фитопатологический материал отбирали в овощехранилищах республики.

Объектом исследований служили грибы – возбудители гнилей, выделенные из пораженных корнеплодов моркови столовой.

Выделение чистых культур возбудителей гнилей проводили согласно общепринятым в фитопатологии методикам [6, 8, 9]. Для изоляции фитопатогенов отбирали корнеплоды с признаками поражения. Поверхность пораженных корнеплодов промывали в чистой воде, затем дезинфицировали 70 %-ным этиловым спиртом и промывали дистиллированной водой. Продезинфицированные корнеплоды помещали во влажную камеру. При появлении мицелия на границе здоровой и пораженной ткани его переносили на агаризованную питательную среду.

Для изоляции микромицетов из фитопатологического материала и получения чистых культур *in vitro* использовали картофельно-глюкозный агар.

Видовой состав возбудителей, изучение морфологических и экологических особенностей выделенных изолятов патогенов определяли путем микроскопирования согласно указаниям Н. М. Пидопличко (1977), М. К. Хохрякова (1969, 1984), И. Беттхер и др. (1987), З. Кирай и др. (1974) [5–9, 12–14, 17].

Влияние температуры на рост возбудителей гнилей в чистой культуре определяли путем инкубирования грибов в камере хладотермостата в температурном диапазоне 0–35 °С. Исследования проводили в 4-кратной повторности. Диаметр колонии измеряли на 5-е сутки [6]. Влияние относительной влажности воздуха (в диапазоне 50–100 %) на рост мицелия грибов определяли в атмосфере, создающейся над насыщенным водным раствором солей при температуре 24 °С [6]. Влияние pH среды на развитие фитопатогенов выясняли путем добавления к ней расчетных количеств 10 %-ного раствора NaOH и 10 %-ного раствора HCl [6].

Статистический анализ полученных результатов осуществляли в соответствии с рекомендациями Б.А. Доспехова (1985). Обработка экспериментальных данных по изучению экологических особенностей возбудителей выполнена в пакете прикладных программ MS Excel [3].

Результаты и обсуждение. Исследования И.С. Бутова свидетельствуют о том, что по частоте встречаемости болезней корнеплодов моркови столовой при хранении доминирует мокрая гниль, или бактериоз (возбудитель *Erwinia carotovora* (Jon.) Hol). Второе часто встречающееся заболевание – черная гниль, или альтернариоз моркови (возбудитель *Alternaria radicina* M., D. et E.). Далее следуют сухая гниль, или фомоз (возбудитель *Phoma rostrupii* Sacc.), белая гниль, или склеротиниоз (возбудитель *Sclerotinia libertiana* F.). Реже встречались корнеплоды, пораженные серой гнилью (возбудитель *Botrytis cinerea* Pers.) [2].

В ходе проведения исследований нами из пораженных тканей корнеплодов моркови столовой выделены следующие возбудители: *Sclerotinia sclerotiorum*, *Alternaria radicina*, *Botrytis cinerea*, *Phoma rostrupii*, *Fusarium* spp., *Rhizoctonia violacea*, *Rhizoctonia carotae*. Анализ встречаемости микромицетов показал, что в структуре фитопатогенного комплекса доминирующее положение занимал возбудитель белой гнили – гриб *Sclerotinia sclerotiorum*, который был обнаружен во всех обследованных хранилищах республики – встречаемость гриба в структуре комплекса фитопатогенов за 2 года исследований варьировала незначительно и составила от 67,3 до 72,2 % (рисунок 1, 2).

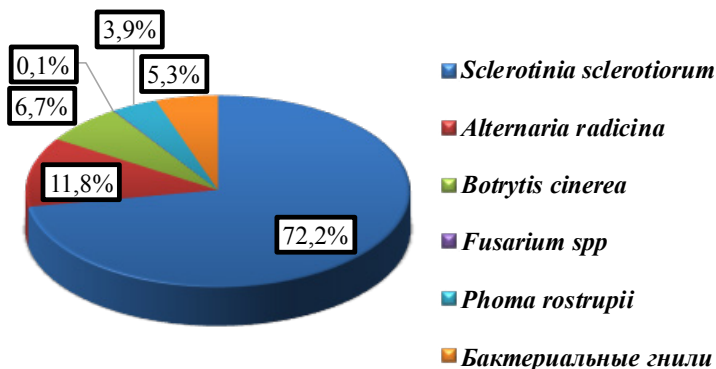


Рисунок 1 – Структура фитопатогенного комплекса возбудителей гнилей корнеплодов моркови столовой при хранении (2018 г.)

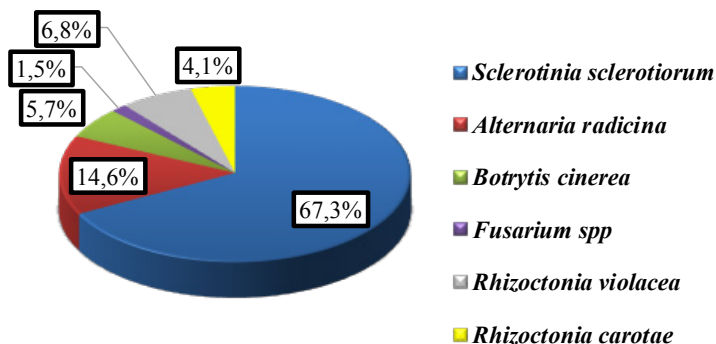


Рисунок 2 – Структура фитопатогенного комплекса возбудителей гнилей корнеплодов моркови столовой при хранении (2019 г.)

Установленное нами превалирование в патогенном комплексе гриба *S. sclerotiorum* согласуется с данными Т. Е. Вахрушевой и Э. А. Власовой, указывающими, что мицелий *S. sclerotiorum* обладает относительно высокой устойчивостью к неблагоприятным факторам внешней среды и может сохранять жизнеспособность в овощехранилищах в течение нескольких месяцев, а присутствующая в цикле развития гриба стадия склероциев является наиболее устойчивой и длительно сохраняющейся стадией жизненного цикла фитопатогена [5].

Несмотря на то, что, по данным Е. А. Осницкой [4], болезнь может быть вызвана тремя видами грибов – *S. sclerotiorum* (Lib.) de Bary, *S. minor* Jagger и *S. intermedia* Ramsey, а Л. Т. Тиминой и И. А. Енгальчевой [16] был отмечен ранее не описанный на территории России на овощных культурах гриб *Sclerotinia nevaes*, в наших исследованиях во всех образцах был выявлен только один вид – *S. sclerotiorum* (Lib.) de Bary. – один из наиболее вредоносных видов рода *Sclerotinia*, являющийся, к тому же, полифагом.

Изучение культурально-морфологических особенностей гриба *S. sclerotiorum* показало, что в условиях *in vitro* патоген изначально формирует рыхлый мицелий белого цвета, который на 3-и сутки покрывает всю питательную среду в чашке Петри. На 3-4-е сутки мицелий начинает уплотняться, поверхность становится войлочной, хлопьевидной. На мицелии образуется экссудат желтого цвета. На 5-е сутки культивирования на мицелии образуются уплотнения округлой формы белого цвета размером от 3-5 мм – склероции, которые позже темнеют и приобретают черную окраску (рисунок 3).



Рисунок 3 – Колония гриба *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary со сформировавшимися склероциями

Встречаемость гриба *Alternaria radicina* Meier, Drechsler & E.D. Eddy, вызывающего черную, или альтернариозную гниль, находилась на уровне 11,8-14,6 %. В условиях *in vitro* отмечено, что гриб формирует колонии черного цвета с темно-серым оттенком. Гифы мицелия вначале светлые, затем они приобретают оливково-желтоватый цвет, позже становятся темно-бурые. Поверхность колонии слегка пушистая (рисунок 4).



Рисунок 4 – Колония гриба *Alternaria radicina* Meier, Drechsler & E.D. Eddy

Конидиеносцы обычно одиночные, простые, прямые с перегородками. Конидии одиночные, эллиптические либо обратнобулавовидные, темноокрашенные, оливково-бурого цвета размером $30-60 \times 15-25$ мкм с 4-6 поперечными и 1-3 продольными перегородками.

Возбудитель серой гнили – гриб *Botrytis cinerea*, вызывающий серую гниль, встречался в фитопатологическом материале с частотой 5,7-6,7 %. Изоляция фитопатогена в чистую культуру позволила выявить, что гриб *B. cinerea* на питательной среде картофельно-глюкозный агар образует пушисто-паутинистый мицелий дымчатого цвета с серым оттенком. На 3-4-е сутки мицелий покрывал всю питательную среду в чашке Петри (рисунок 5).

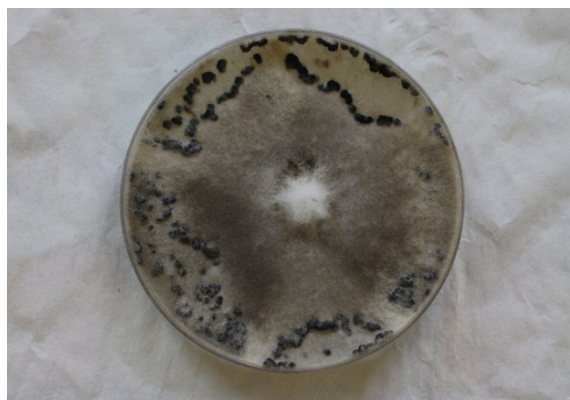


Рисунок 5 – Колония гриба *Botrytis cinerea* Pers. со сформировавшимися склероциями

На мицелии формировались склеротии – вначале в виде ватообразных светлых уплотнений, которые позже приобретают темно-бурый цвет и плоскую форму. Размер склеротиев – от 2 до 5 мм. Конидиеносцы длинные, в верхней части древовидно разветвленные. Споры овальные, яйцевидные $10\text{--}18 \times 7,5\text{--}10$ мкм, бесцветные, в массе – светло-серые.

Доля фитопатогена *Phoma rostrupii* Sacc. в изученных образцах в 2018 г. составила 3,9 %, в то время как в 2019 году возбудитель не был обнаружен.

Грибы рода *Fusarium* характеризовались низкой частотой встречаемости, которая варьировала от 0,1 до 1,5 %.

В 2019 году нами обнаружено 2 новых вида грибов, ранее не регистрируемых в условиях Беларуси на корнеплодах моркови в период хранения, – *Rhizoctonia violacea* Tul. & C. Tul. и *Rh. carotae* Rader. с частотой встречаемости 6,8 и 4,1 % соответственно.

Для оценки фитопатологического потенциала возбудителей болезней моркови столовой при хранении нами были изучены их экологические особенности – определены лимитирующие показатели абиотических факторов окружающей среды – температуры, относительной влажности, кислотности среды.

Температура является важным фактором, влияющим как на рост и развитие патогена, так и на сохранение его жизнеспособности в течение зимнего периода. В ходе экспериментальных исследований установлено, что развитие изучаемых патогенов возможно в широких температурных диапазонах. Так, оптимальная температура для роста и развития грибов находилась в пределах 23–25 °С; как повышение, так и понижение температуры замедляли рост мицелия (рисунок 6).

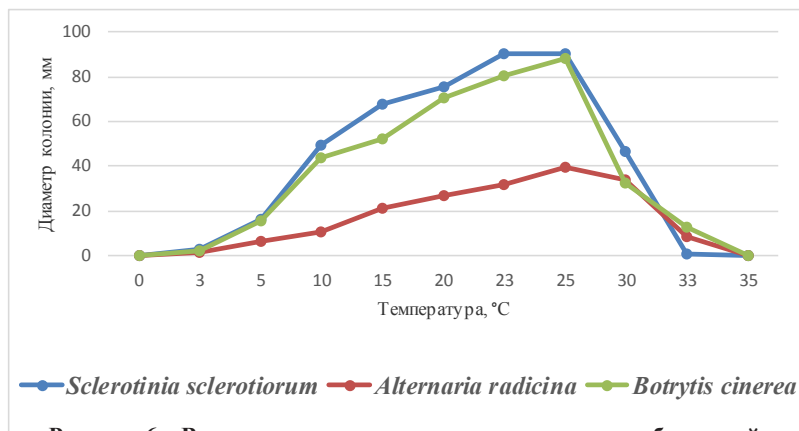


Рисунок 6 – Влияние температуры на рост мицелия возбудителей гнилей моркови столовой (*in vitro*, 2018 г.)

При температуре 35 °С рост грибов отсутствовал. Минимальная температура, при которой наблюдали рост колоний, составила 3 °С.

Относительная влажность воздуха также является важным фактором развития микроорганизмов. Анализ роста микромицетов в диапазоне относительной влажности воздуха от 50 до 100 % показал, что оптимальная влажность воздуха для роста мицелия грибов была в пределах 85-93 % (рисунок 7).

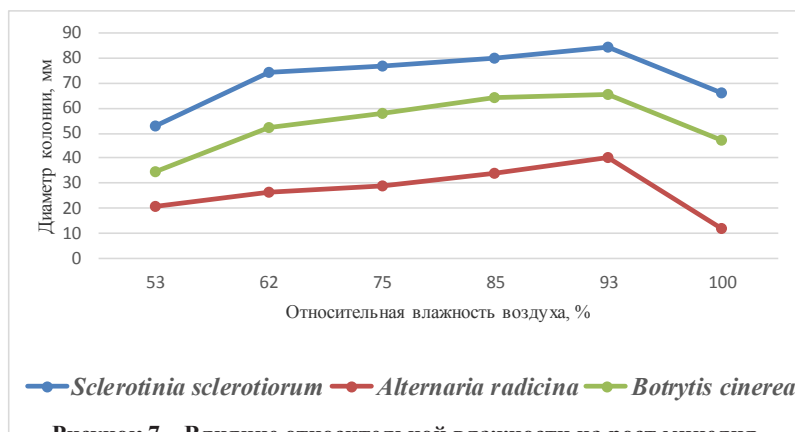


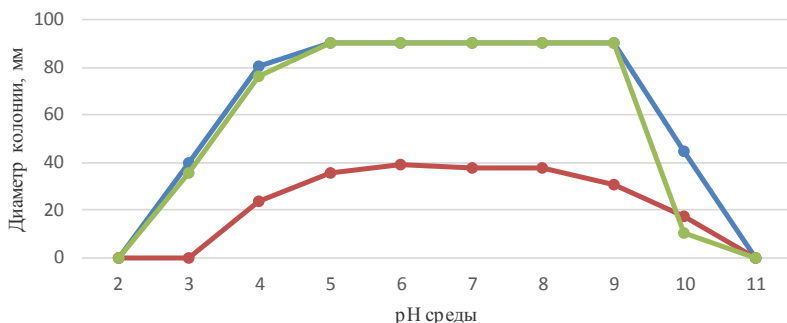
Рисунок 7 – Влияние относительной влажности на рост мицелия возбудителей гнилей моркови столовой (in vitro, 2018 г.)

Отмечено, что с повышением относительной влажности воздуха до 93 % диаметр колонии фитопатогенов увеличивался. При влажности воздуха близкой к 100 % рост мицелия у всех изученных грибов резко снижался.

Большое влияние на развитие микроорганизмов оказывает также кислотность среды. Грибы *S. sclerotiorum*, *A. radicina*, *B. cinerea* развивались при довольно большей амплитуде данного показателя (рисунок 8).

Так, грибы *S. sclerotiorum* и *B. cinerea* одинаково хорошо развивались при pH от 5 до 9, данный диапазон реакции среды не оказывал существенного влияния на рост мицелия. Оптимум для гриба *A. radicina* был в пределах pH 6-7.

Выводы. В условиях Республики Беларусь возбудителями гнилей корнеплодов моркови столовой при хранении являются грибы *Sclerotinia sclerotiorum*, *Alternaria radicina*, *Botrytis cinerea*, *Phoma rostrupii*, *Fusarium* spp., *Rhizoctonia violacea*, *Rhizoctonia carotae*.



— *Sclerotinia sclerotiorum* — *Alternaria radicina* — *Botrytis cinerea*

Рисунок 8 – Влияние pH на рост мицелия возбудителей гнилей моркови столовой (*in vitro*, 2018 г.)

В структуре фитопатогенного комплекса возбудителей гнилей корнеплодов моркови столовой при хранении доминирующее положение занимает возбудитель белой гнили – гриб *Sclerotinia sclerotiorum*. Патоген был обнаружен во всех обследуемых хранилищах республики, его встречаемость варьировала от 67,3 до 72,2 % от общего числа пораженных корнеплодов. Черной гнилью было поражено 11,8-14,6 %, серой гнилью – 5,7-6,7 %, фузариозной гнилью – 0,1-1,5 % корнеплодов.

Возбудители гнилей моркови столовой характеризуются достаточно широкой экологической пластичностью. Рост и развитие фитопатогенов в установленных диапазонах значений абиотических факторов, совпадающих с оптимальным условиям хранения корнеплодов моркови столовой, свидетельствует о высоком потенциале вредоносности изученных фитопатогенов и необходимости разработки подходов к контролю их развития.

Список литературы

1. Алексеева, К. Л. Болезни моркови при хранении / К. Л. Алексеева // Защита и карантин растений. – 2014. – № 10. – С. 18–20.
2. Бутон, И. С. Оценка и создание исходного материала для селекции моркови столовой (*Daucus carota* L.) в условиях Беларуси: автореф. дис. ... канд. с-х. наук: 06.01.05 / И. С. Бутон; РУП «Институт овощеводства», Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К. А. Тимирязева. – Москва, 2013. – 24 с.
3. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., перераб. и доп. – Агропромиздат, 1985. – 351 с.
4. Дьяченко, В. С. Болезни и вредители овощей и картофеля при хранении / В. С. Дьяченко. – М.: Агропромиздат, 1985. – 286 с.

5. Методические указания по инвентаризации болезней и микрофлоры корнеплодов моркови в условиях хранения / Т. Е. Вахрушева, Э. А. Власова; ВИР. – Л., 1980. – 68 с.
6. Методические указания по экспериментальному изучению фитопатогенных грибов / сост. М. К. Хохряков; ВНИИЗР. – Л., 1969. – 67 с.
7. Методы определения болезней и вредителей сельскохозяйственных растений: монография / И. Беттхер [и др.]; пер с нем. К. В. Попковой, В. А. Шмыгли. – М.: Агропромиздат, 1987. – 224 с.
8. Методы фитопатологии: монография / пер. с англ С. В. Васильевой [и др.]; под общ. ред. М. В. Горленко. – М.: Колос, 1974. – 343 с.
9. Методы экспериментальной микологии: справочник / И. А. Дудка [и др.]; отв. ред. Бидай. – Киев: Наук. думка, 1982. – 552 с.
10. Налобова, Ю. М. Пораженность корнеплодов моркови столовой болезнями при хранении / Ю. М. Налобова, А. И. Бокан, Л. А. Карпилович // Овощеводство: сб. науч. тр. / Ин-т овощеводства. – Минск, 2009. – Т. 16. – С. 65–71.
11. Першина, Г. Ф. Фузариозные гнили моркови / Г. Ф. Першина // Агриматко. – 2002. – №2. – С 28–29.
12. Пидопличко, Н. М. Грибы паразиты культурных растений: определитель: в 3 т. Т. 1: Грибы совершенные / Н. М. Пидопличко; Ин-т микробиологии и вирусологии им. Д. К. Заболотного. – Киев: Наук. думка, 1977. – 296 с.
13. Пидопличко, Н. М. Грибы паразиты культурных растений: определитель: в 3 т. Т. 2: Грибы несовершенные / Н. М. Пидопличко; Ин-т микробиологии и вирусологии им. Д. К. Заболотного. – Киев: Наук. думка, 1977. – 300 с.
14. Пидопличко, Н. М. Грибы паразиты культурных растений: определитель: в 3 т. Т. 3: Пикнидиальные грибы / Н. М. Пидопличко; Ин-т микробиологии и вирусологии им. Д. К. Заболотного. – Киев: Наук. думка, 1978. – 231 с.
15. Станчук, А. Э. Распространенность и вредоносность гнилей корнеплодов моркови столовой в условиях Беларуси / А. Э. Станчук // Овощеводство: сб. науч. тр. / РУП «Ин-т овощеводства»; редкол.: А. И. Чайковский (гл. ред.) [и др.]. – Самохваловичи, 2019. – Т. 27. – С 232–239.
16. Тимина, Л. Т. Комплекс патогенов на овощных культурах в условиях центрального региона РФ / Л. Т. Тимина, И. А. Енгальцева // Овощи России. – 2015. – №. 3 (28). – С. 123–129.
17. Хохряков, М. К. Определитель болезней растений / М. К. Хохряков [и др.]. – СПб.: «Лань», 2003. – 592 с.
18. El-Tarabily, K. A., Association of *Pythium coloratum* and *Pythium sulcatum* with cavity spot disease of carrots in Western Australia / K. A. El-Tarabily, ST. J. G. E. Hardy, K. Sivasithamparam // Plant Pathology. – 1996. – Vol. 45, №. 4. – P. 727–735.
19. Kora, C. Sclerotinia rot of carrot: an example of phenological adaptation and bicyclic development by *Sclerotinia sclerotiorum* / C. Kora, M. R. McDonald, G. J. Boland // Plant Disease. – 2003. – Vol. 87, №. 5. – P. 456–470.
20. Survilienė, E. Carrot (*Daucus sativus* Röhl.) colonization by *Alternaria* spp. and effect of fungicide spray on their population / E. Survilienė, A. Valiuskaitė // Ekologija. – 2006. – Vol. 3. – P. 54–59.
21. Tahvonen, R. The prevention of *Botrytis cinerea* and *Sclerotinia sclerotiorum* on carrots during storage by spraying the tops with fungicide before harvesting / R. Tahvonen // Ann. Agric. Fenn. – 1985. – Vol. 24, P. 89–95.
22. Uzuhashi, S. Phylogeny of the genus *Pythium* and description of new genera / S. Uzuhashi, M. Tojo, M. Kakishima // Mycoscience. – 2010. – Vol. 51, №5. – P. 337–365.

A.E. Stanchuk, D.V. Voitka

RUE «Institute of Plant Protection», a/c Priluki, Minsk region

THE SPECIFIC COMPOSITION, CULTURAL AND MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS AND ECOLOGICAL FEATURES OF GARDEN CARROT ROOT CROPS DURING STORAGE

Annotation. The article describes the species composition of rot pathogens of garden carrot root crops during storage in Belarus. It is determined that in the phytopathogenic complex structure white rot causative agent - the fungus *Sclerotinia sclerotiorum* is dominant. The cultural and morphological characteristics of phytopathogenic micromycetes are described. The influence of abiotic factors on rot pathogens growth has been studied and a wide adaptive potential of the studied phytopathogens is shown.

Key words: garden carrot, storage, pathogens, cultural and morphological characteristics, ecological features.