

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

БОНДАР ТЕТЯНА ІВАНІВНА

УДК : 632.4 : 633.854.79”321”(477)

**КОРЕНЕВІ ГНИЛІ РІПАКУ ЯРОГО ТА БІОЛОГІЧНЕ
ОБГРУНТУВАННЯ ЗАХОДІВ ОБМЕЖЕННЯ ЇХ РОЗВИТКУ
В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ**

06.01.11 – фітопатологія

Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата біологічних наук

Київ-2016

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Національному університеті біоресурсів і природокористування України Міністерства освіти і науки України

Науковий керівник доктор біологічних наук, професор, академік НААН
Кирик Микола Миколайович,
Національний Університет біоресурсів
і природокористування України,
професор кафедри фітопатології ім. В. Ф. Пересипкіна

Офіційні опоненти: доктор біологічних наук, професор
Сігарьова Діна Дмитрівна,
Інститут захисту рослин НААН,
головний науковий співробітник
лабораторії нематології

кандидат біологічних наук,
старший науковий співробітник
Віннічук Тамара Сергіївна,
Національний науковий центр
«Інститут землеробства НААН»,
завідувач відділу захисту рослин
від шкідників і хвороб

Захист дисертації відбудеться «16» червня 2016 року о 10⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.004.02 у Національному університеті біоресурсів і природокористування України за адресою: 03041, м. Київ, вул. Генерала Родимцева, 19, навчальний корпус №1, кімната 97

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Національного університету біоресурсів і природокористування України за адресою: 03041, м. Київ, вул. Героїв Оборони, 13, навчальний корпус № 4, кімната 41а

Автореферат розісланий « » травня 2016 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради

М. С. Мороз

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Протягом останніх років в Україні все більше уваги приділяють вирощуванню хрестоцвітих культур, зокрема ріпаку. Особливо швидко розширюються площі ріпаку (*Brassica napus* L.) у зв'язку з розвитком альтернативних джерел енергії, а саме біодизелю, адже ріпакова олія вагома складова багатьох паливних рецептур (Личко Н. М., Поморцева Т. И., 1994).

Як відомо, ріпак сприйнятливий до багатьох хвороб: склеротініозу, сірої гнилі, борошнистої роси, циліндрспоріозу, білої плямистості, альтернاریозу, сухої гнилі (рак) стебла та шийки, чорної ніжки, в'янення рослин та кореневих гнилей (Huber D. et al., 1992; De Freitas J. et al., 1999). В той же час із захворювань кореневої системи грибної етіології на ріпаку ярого в умовах України описані прояви тільки чорної ніжки (Пересыпкин В. Ф., 1983; Марков И. Л., 1991). Деякі дослідники вважають, що ураженню рослин кореневими гнилями сприяють фітонематоди (Magnusson S., 1990; Sosnowska D., Banaszak H., 1998).

Водночас в Україні кореневі гнилі ріпаку ярого вивчені мало. Тому, актуальним є з'ясування етіології хвороби, визначення видового складу збудників та дослідження їх еколого-біологічних властивостей, вивчення їх взаємодії з іншими шкідливими мікроорганізмами, в т. ч. буряковою нематодою, та розроблення заходів обмеження розвитку хвороби.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота виконана у відповідності до наукових досліджень кафедри фітопатології ім. акад. В. Ф. Пересипкіна Національного університету біоресурсів і природокористування України за темою: «Роль факультативних і сапротрофних паразитів в етіології патологічного процесу рослин, біологічне обґрунтування заходів обмеження їх розвитку», (номер державної реєстрації 0103U003420, 2003–2004 рр.); та у відповідності з напрямом науково-дослідної роботи відділу мікології та фітопатології Української лабораторії якості та безпеки продукції АПК Національного університету біоресурсів і природокористування України в межах проведення досліджень за темою «Вивчення факторів порушення природних біогеохімічних циклів та розробка систем управління застосуванням екобезпечних агробіотехнологій» (номер державної реєстрації 0107U004378, 2007–2008 рр.).

Мета та задачі досліджень. Мета роботи – дослідити патогенез корневих гнилей, видовий склад, біологічні особливості та фітопатогенні властивості їх збудників у посівах ріпаку ярого. На основі цього розробити заходи обмеження розвитку корневих гнилей.

Для досягнення даної мети було поставлено наступні задачі:

- уточнити діагностичні ознаки та динаміку розвитку корневих гнилей ріпаку ярого;
- вивчити поширення, розвиток та шкідливість корневих гнилей;

- з'ясувати роль *Heterodera schachtii* Schmidt у розвитку корневих гнилей та дослідити її вплив на формування урожаю ріпаку ярого;
- встановити видовий склад збудників корневих гнилей впродовж вегетації культури;
- дослідити морфолого-біологічні та екологічні особливості збудників;
- вивчити фітопатогенні та фітотоксичні властивості патогенів, вилучених із кореневої системи ріпаку;
- встановити заходи та прийоми обмеження розвитку корневих гнилей у посівах ріпаку ярого.

Об'єкт дослідження – розвиток корневих гнилей ріпаку ярого в період онтогенезу рослин, еколого-біологічні властивості збудників, взаємодія грибних патогенів з *H. schachtii*, шкідливість корневих гнилей у посівах ріпаку ярого, уражуваність сортів та обґрунтування заходів з обмеження поширення хвороби.

Предмет дослідження – кореневі гнилі ріпаку ярого та їх збудники.

Методи досліджень: мікологічні – вилучення та ідентифікація збудників корневих гнилей, вивчення їх біологічних та морфологічних особливостей; екологічні – з'ясування впливу метеорологічних умов на розвиток корневих гнилей та склад мікроміцетів у ризоплані ріпаку ярого; фітопатологічні – дослідження етіології, поширеності та шкідливості захворювання, виявлення патогенних та фітотоксичних властивостей збудників, вивчення стійкості сортів та визначення технічної ефективності застосування засобів захисту; нематологічні – з'ясування ролі бурякової нематоди у розвитку корневих гнилей ріпаку ярого та її шкідливості; статистичні – оцінка вірогідності результатів досліджень.

Наукова новизна одержаних результатів. Уперше в Україні вивчено етіологію і патогенез корневих гнилей ріпаку ярого, описано їх діагностичні ознаки. Із врахуванням цих симптомів розроблено шестибальну шкалу оцінки інтенсивності ураженості рослин. Проведено моніторинг її поширення. Уточнено видовий склад збудників корневих гнилей. Встановлено, що домінуючими видами мікобіоти ризоплану ріпаку ярого є *Pythium ultimum* var. *ultimum* Trow., *Rhizoctonia solani* J.G. Kühn та види *Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc, *F. oxysporum* Schlecht., *F. solani* (Mart.) Sacc., *F. sambucinum* var. *minus* Wollenw.

Вперше встановлено, що поширеність хвороби у фазах другої пари справжніх листочків та стеблуння у значній мірі залежить від інтенсивності ураження рослин *H. schachtii* Schmidt.

Вивчено вплив корневих гнилей і бурякової нематоди на формування урожаю. Вперше встановлено, що ступінь ураження хворобою на ранніх фазах розвитку рослин і допосівна зараженість ґрунту нематодою знижує кількість стручків на рослині та їх урожайність.

З'ясовано біологічні, екологічні та фітопатогенні властивості *P. ultimum* var. *ultimum*, *R. solani*, видів роду *Fusarium* Link та особливості взаємодії домінуючих патогенів. Вивчено генетичну спорідненість серед ізолятів роду

Fusarium та ізоляту *P. ultimum* var. *ultimum*, вилученого із кореневої системи ріпаку в Україні відносно ізолятів з інших географічновіддалених країн.

Вперше розроблено спосіб створення інфекційного фону для грибів порядку Oomycetes (патент № 9762 від 30.03.2005 р.) та спосіб визначення кількості морфологічних структур грибів (оогоніїв та ооспор), що дозволяє визначати їх патогенність із відомим рівнем інфекційного навантаження (патент № 9763 від 30.03.2005 р.).

Вивчено вплив агротехнічних, хімічних і біологічних заходів в обмеженні розвитку корневих гнилей ріпаку ярого. Ефективним у зниженні корневих гнилей було використання менш уражуваних сортів Аїра, Болеро, Каліф та застосування біологічного препарату Мікосан-Н (8,0 л/т), що сприяло збереженню втрат урожайності на 0,15 т/га. Технічна ефективність хімічних засобів Вітавакс 200ФФ (3,0 л/т) та Тачигарен (6,0 л/т) становила 54,3–84,1 % проти корневих гнилей та 71,4–81,5 % проти нематоди, які в середньому стримували поширеність корневих гнилей на 10,9 %, їх розвиток – на 17,1 %, зараженість ґрунту нематодою – на 76,7 %. Позитивні результати було одержано також за обробки Максимом-025 FS (1,0 л/т).

Практичне значення одержаних результатів. Результати вивчення симптомів корневих гнилей на рослинах ріпаку дозволяють удосконалити проведення діагностики хвороби в період вегетації рослин. Дослідження видового складу та біологічних і екологічних особливостей збудників корневих гнилей мають важливе значення для прогнозування епідеміології хвороби та розроблення заходів щодо обмеження її поширення та розвитку.

Вирощування менш уражуваних сортів дозволить підвищити ефективність захисних заходів. Застосування вилучених штамів грибів і розробленого методу інфікування рослин дозволить проводити випробовування сортів на стійкість проти хвороб. Розроблений метод створення штучного інфекційного фону може бути використаний у селекційному процесі під час створення хворобостійких високопродуктивних сортів ріпаку ярого. Результати досліджень використано у Робочій методиці Української лабораторії якості продукції АПК (РМ.СМФ.5.4-12) «Проведення штучного зараження рослин збудниками корневих гнилей з родів *Pythium* та *Fusarium*», що дозволяє збільшити обсяг досліджуваних показників у виробничих лабораторіях на 10 %.

Використання хімічних засобів у захисті ріпаку ярого у виробничих умовах ВАТ «Кагарлицький бурякорадгосп» сприяло зниженню поширеності корневих гнилей на 18,5 %, розвитку – на 6,9 %, що дозволило запобігти втратам урожаю через хвороби на 0,35 т/га (у контролі – відповідно 24 %, 8 % і 1,5 т/га), а в умовах ТОВ «Дніпро» Хмельницької області Славутського району сприяло зниженню поширеності корневих гнилей на 14,5 %, розвитку – на 7,6 %, збереженню втрат урожаю – на 0,25 т/га (у контролі – відповідно 29,8 %, 18,6 % і 1,46 т/га).

Особистий внесок здобувача. Дисертація є продовженням досліджень, що виконуються на кафедрі фітопатології ім. акад. В. Ф. Пересипкіна

Національного університету біоресурсів і природокористування України (НУБіП України). Всі розділи дисертації виконано здобувачем самостійно. Проаналізовано наукову літературу, проведено комплекс лабораторних та польових досліджень, узагальнено одержані результати і сформульовано висновки. Отримані в роботі експериментальні дані опрацьовано статистично.

Висловлюємо щиро подяку за допомогу в розробленні наукової концепції та програми досліджень, цінні поради, надані під час проведення експериментів й оформлення рукопису дисертаційної роботи науковому керівникові доктору біологічних наук, професору, академіку НААН М. М. Кирику, співробітникам кафедри ім. акад. В. Ф. Пересипкіна НУБіП України, кандидату біологічних наук, старшому науковому співробітнику відділу фізіології та систематики мікроміцетів Інституту мікробіології і вірусології НАН України І. О. Елланській за консультації щодо ідентифікації мікроміцетів та старшому науковому співробітнику Національного наукового центру «Інститут землеробства НААН» П. С. Вишнівському за сприяння у вивченні впливу мінеральних добрив на розвиток кореневих гнилей.

Апробація результатів дисертації. Матеріали дисертації доповідались і обговорювались на: конференціях професорсько-викладацького складу і аспірантів НАУ (нині НУБіП України) (м. Київ, 2002–2007 рр.); Міжнародній науково-практичній конференції «Інтегрований захист рослин на початку 21 століття» (м. Київ, 2004 р.); конкурсі експериментальних робіт молодих дослідників ІМВ НАН України (м. Київ, 2005 р.); секції Мікології і фітопатології Українського інституту ботаніки ім. М. Г. Холодного (м. Київ, 2005 р.); 9-той Международной Пуцинской школе-конференции молодых ученых «Биология – наука 21 века» (м. Пуціно, Російська Федерація, 2005 р.); 3-м всероссийском конгрессе по медицинской микологии «Успехи медицинской микологии» (м. Москва, Російська Федерація, 2005 р.); науково-практичній конференції молодих вчених і спеціалістів «Новітні технології виробництва конкурентноспроможної продукції рослинництва» (сmt Чабани, 2005 р.); науковій конференції молодих вчених «Безпечність харчової продукції та чистота довкілля – запорука здоров'я та сталого розвитку суспільства», присвяченій 110-річчю НАУ та 5-річчю УЛЯБП АПК НАУ (сmt Чабани, 2008 р.); X, XII з'їздах товариства мікробіологів України ім. С. М. Виноградського (м. Одеса, 2004 р., м. Ужгород, 2009 р.); науковій конференції молодих вчених «Науково-методичні аспекти біоекології агросфери в контексті забезпечення продовольчої безпеки» (сmt Чабани, 2009 р.); Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы иммунитета и защиты сельскохозяйственных культур от болезней и вредителей» (м. Одеса, 2007 р.); междисциплинарном микологическом форуме (м. Москва, Російська Федерація, 2009 р.); III Всеукраїнській науково-практичній конференції з міжнародною участю «Роль науки у підвищенні технологічного рівня і ефективності АПК України» (м. Тернопіль, 2013 р.).

Публікації. За темою дисертації опубліковано 16 наукових праць, з яких 4 статі у фахових виданнях України, стаття у фаховому виданні України, включеному до міжнародної наукометричної бази даних, 3 статті в інших виданнях, 6 тез наукових доповідей, 2 деклараційні патенти на корисну модель.

Структура та обсяг дисертації. Загальний обсяг дисертації становить 216 сторінок і складається зі вступу, огляду літератури, експериментальної частини, висновків, додатків, списку літератури (302 найменування, з них 115 латиницею). Робота ілюстрована 35 таблицями та 42 рисунками.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

В першому розділі коротко викладено аналіз даних вітчизняної та зарубіжної літератури щодо поширення та шкідливості хвороб кореневої системи ріпаку ярого в різних країнах світу, історію вивчення кореневих гнилей ріпаку, наведено опис симптомів відомих хвороб кореневої системи рослин ріпаку, проаналізовано результати досліджень щодо вивчення ролі нематод у розвитку кореневих гнилей сільськогосподарських культур. Висвітлено актуальність дослідження кореневих гнилей в посівах ріпаку ярого.

УМОВИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Основні польові дослідження за темою дисертаційної роботи проводили з 2002 до 2008 року на фітопатологічній ділянці кафедри фітопатології ім. акад. В. Ф. Пересипкіна, ВП НУБіП України «Агрономічна дослідна станція» (с. Пшеничне Васильківського району Київської області); виробничих полях ВАТ «Кагарлицький бурякорадгосп» (м. Кагарлик Кагарлицького району); дослідних полях Національного наукового центру «Інститут землеробства НААН» (сmt Чабани Васильківського району); виробничих і дослідних полях «Великоснітинського навчально-дослідного господарства ім. О. В. Музиченка НУБіП України в с. Велика Снітинка, (Фастівського району Київської області); у 2013 році – в ТОВ «Дніпро» (Славутський район Хмельницької області). Райони проведення польових досліджень знаходяться в умовах правобережної частини Лісостепу України. Польові дослідження і технології вирощування ріпаку ярого проводили з дотриманням регіональних операційних прийомів агротехніки, використання сортів, добрив, гербіцидів та збору урожаю.

Лабораторні дослідження за темою дисертаційної роботи виконували в сертифікованій проблемній науково-дослідній лабораторії «Мікології та фітопатології» кафедри фітопатології ім. В. Ф. Пересипкіна НУБіП України і в секторі фітосанітарної експертизи та діагностики Української лабораторії якості і безпеки продукції АПК НУБіП України.

Відбір зразків для еколого-біологічних досліджень проводили за загальноприйнятою методикою (Методы определения болезней, 1987) в період 2002–2008 рр. та у 2013 році. Облік розвитку кореневих гнилей ріпаку

ярого проведено за розробленою шкалою (Бондар Т. І., Кирик М. М., 2016). Для вилучення мікроміцетів із рослинних зразків використовували методи накопичення культур грибів у вологих камерах та прямого висіву частин рослин на поживні середовища (Хохряков М. К., 1969; Семенов С. М., 1991). Для оптимального росту і розвитку окремих фізіологічних груп мікроорганізмів використовували агаризовані поживні середовища: картопляно-глюкозний агар для грибів роду *Fusarium*; середовище Чапека, Робертса і Говарда, голодний та кукурудзяний агари для росту грибів з родів *Pythium*, *Rhizoctonia* (Билай В. Й., 1980; Методы определения болезней, 1987; Семенов С. М., 1991). Для вилучення грибів роду *Pythium* поверхнево дезінфіковані корінці витримували також у стерильній дистильованій воді 2-3 доби, міцелій, що розвивався, пересівали на ГА (Пыстина К. А., 1998). Дослідження морфолого-культуральних та біологічних особливостей фітопатогенів проводили за методиками, наведеними в книзі «Методы экспериментальной микологии» (1982).

Ідентифікацію вилучених видів мікроміцетів проводили за морфологічними мікроструктурами грибів (ооспорами, конідіями та ін.) із використанням визначників вітчизняних та іноземних авторів (Ellis M., 1971; Booth C., 1971, 1977; Билай В. Й., 1977; Carmichael J. et al., 1980; Van der Plaats-Niterink A., 1981; Gerlach W., Nirenberg H., 1982; Sneh B., Burpee L., Ogoshi A., 1991; Пыстина К. А., 1998). Відношення до анастомозних груп грибів роду *Rhizoctonia* досліджували згідно з Herr and Roberts (1980). Латинські назви грибів роду *Fusarium* наведені за класифікацією В. Й. Білай (1977), інших мікроміцетів – згідно з Van der Plaats-Niterink A. (1981); Ellis M., (1971). Систематичну структуру мікроміцетів кореневої системи ріпаку наведено за сучасною класифікаційною системою згідно з міжнародною мікологічною глобальною базою даних – Index Fungorum (<http://www.indexfungorum.org/names/names.asp>).

Для визначення ITS послідовностей геному грибів з роду *Pythium* та *Fusarium* їх ДНК було виділено з чистих культур мікроміцетів за методом СТАВ і передано до Мікробіологічного інституту Іннсбрукського університету (Австрійська Республіка) для проведення ПЛР, а секвенування отриманих фрагментів ДНК проведено в HVD Life Science (Відень, Австрійська Республіка). Аналіз визначених послідовностей здійснювали з використанням генетичної бази даних GenBank sequences з використанням пошукової програми Blast 2.2.16. Побудову філогенетичних дерев виконано за допомогою програми MEGA 6.06.

Інфекційний фон створювали внесенням міцеліальної маси грибів роду *Fusarium*, вирощеній на стерильному зерні вівса (Авров О. Е., 1970, Хотянович А. В., Муромцев Г. С., 1975) із додаванням ґрунту зараженого цистами бурякової нематоди. *P. ultimum* var. *ultimum*, *R. solani* вносили в ґрунт шляхом поливу подрібненою масою 5–8-добової культури (*патент № 9762 від 30.03.2005 р.*). Вплив ступеня інфекційного навантаження *P. ultimum* var. *ultimum* визначали згідно патент № 9763 (*від 30.03.2005 р.*).

Вплив *H. schachtii* на ураженість кореневої системи ріпаку ярого збудниками корневих гнилей вивчали на природному інвазійному фоні у ВАТ «Кагарлицький бурякорадгосп» на ділянках із різним ступенем зараження нематодами (Сигарєва Д. Д., 1988). Відбір проб для визначення щільності популяції бурякової нематоли в ґрунті проводили до посіву та після збирання культури і підраховували за кількістю цист та личинок, а також яєць, які вони містять, виділених із 100 см³ ґрунту (л+я/100 см³ ґрунту) згідно з Методичними вказівками Д. Д. Сігарьової, (1984). Ступінь ураженості рослин фітонематодами визначали у фазі другої пари справжніх листочків та стеблуння за наявністю цист на поверхні кореня (Петруха О. И., Линник Л. И., Кицно Л. В., 1982).

Шкідливість корневих гнилей, нематоли та вплив останньої на поширення і розвиток хвороби розраховували методом кореляційно-регресійного аналізу (Доспехов Б. А., 1985; Методы определения болезней, 1987). Досліди з пестицидами проводили у відповідності до «Методики випробування та застосування пестицидів» (2001) у польових умовах на природному інфекційному фоні.

РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

ДІАГНОСТИЧНІ ОЗНАКИ УРАЖЕННЯ КОРЕНЕВОЇ СИСТЕМИ РІПАКУ ЯРОГО ҐРУНТОВИМИ ФІТОПАТОГЕННИМИ МІКРОМІЦЕТАМИ

В умовах Лісостепу України в посівах ріпаку ярого протягом вегетаційного сезону, починаючи з моменту проростання насіння, окрім відомих симптомів формування перетяжок та засихання рослин диференційовано наступні ознаки ураження кореневої системи за їх характером прояву та розвитку: потоншення стебла, злущення уражених тканин, відмирання головного кореня і посилений ріст бічних корінців (рис. 1А), утворення виразок та їх загнивання, кільцева гниль (рис. 1Б), почорніння судин (рис. 1В).



Рис. 1. Діагностичні ознаки ураження кореневої системи ріпаку: А – відмирання головного кореня і ріст бічних корінців; Б – утворення конусів за ураження кільцевою кореневою гниллю; В – почорніння судин із кільцевою кореневою гниллю; Г – виразки; Д – цисти бурякової нематоли (Сорт Марія, ВП НУБіП України «Агрономічна дослідна станція», оригінал).

Пошкодження у вигляді дрібних виразок із здоровими краями викликаються нематодами, зокрема буряковою нематодою (рис. 1Г), яка пізніше на поверхні коренів утворює цисти (рис. 1Д). Вони сприяють проникненню грибів, внаслідок чого в місцях ураження спочатку виникають дуже дрібні плями, які в подальшому зливаються між собою, займаючи значну площу кореневої системи.

Встановлено, що симптоми корневих гнилей ріпаку не є стабільними протягом всього онтогенезу рослин, вони можуть змінюватись в різні фази вегетації рослин. На одній рослині може проявлятися два і більше симптоми і навпаки. Така їх різноманітність може свідчити про наявність комплексу збудників корневих гнилей, які причетні до прояву хвороби.

ПОШИРЕНІСТЬ КОРЕНЕВИХ ГНИЛЕЙ РІПАКУ ЯРОГО ТА ВПЛИВ *H. schachtii* НА РОЗВИТОК ХВОРОБИ

Поширеність корневих гнилей ріпаку ярого в районах проведення досліджень. Кореневі гнилі ріпаку ярого мають високий рівень поширення та розвитку, особливо на початкових етапах вегетації культури. Так, в умовах ВП НУБіП України «Агрономічна дослідна станція» Васильківського району Київської області протягом 2002–2005 рр. на сортах Калинівський та Марія максимальна поширеність хвороби досягала 62,0 %, мінімальна – 13,8 %, максимальний розвиток – 31,0 %, мінімальний – 9,4 %. Характерною особливістю корневих гнилей ріпаку є те, що деякі сильно уражені хворобою рослини (до фази другої пари справжніх листочків) засихали і руйнувалися. Тому під час наступних обліків вони не враховуються, внаслідок чого показник поширеності корневих гнилей буває заниженим. Аналогічна ситуація відмічена й в інших районах досліджень.

Вплив *H. schachtii* на розвиток хвороби кореневої системи ріпаку ярого. Поширенню корневих гнилей сприяє ураження рослин ріпаку ярого нематодою *H. schachtii*. Чисельність цист на коренях у ранні фази розвитку рослин (друга пара справжніх листочків) впливає на поширеність хвороби у наступні за обліковою фази вегетації (стеблування) із середнім рівнем кореляції: $r = 0,7$ (табл. 1).

Таблиця 1

Залежність поширеності корневих гнилей ріпаку ярого від інтенсивності заселеності рослин буряковою нематодою (сорт Калинівський, ВАТ «Кагарлицький бурякорадгосп», 2002–2004 рр.)

Кількість цист на коренях під час вегетації культури	Коефіцієнт кореляції поширеності хвороби у різні фази	
	друга пара справжніх листочків	стеблування
Друга пара справжніх листочків	0,5	0,7
Стеблування	–	0,5

Наявність цист бурякової нематоди на коренях ріпаку впливає на поширеність хвороби у відповідні фази обліку із значно меншим коефіцієнтом кореляції ($r = 0,5$).

Шкідливість кореневих гнилей та *H. schachtii* для ріпаку. Показниками, що в однаковій мірі відображають шкідливість кореневих гнилей і бурякової нематоди для рослин ріпаку, виявилися маса насіння та кількість стручків на рослині. Так, зниження цих показників за ураження рослин кореневими гнилями або *H. schachtii* мало середній рівень кореляції від $r = -0,56$ до $r = -0,63$ (табл. 2). На зменшення урожайності впливає допосівна зараженість ґрунту *H. schachtii* дещо в більшій мірі ($r = -0,74$). На масу 1000 насінин ураженість рослин гнилями та зараженість ґрунту нематодою мала незначний вплив.

Таблиця 2

Вплив розвитку кореневих гнилей у фазу другої пари справжніх листків і допосівної чисельності *H. schachtii* в ґрунті на показники структури урожаю (Сорт Калинівський, 2002–2004 рр.)

Показник структури урожаю	Коефіцієнт кореляції	
	розвиток хвороби у фазу другої пари справжніх листків (ділянки вільні від <i>H. schachtii</i> , ВП НУБіП «Агрономічна дослідна станція»)	допосівна зараженість ґрунту <i>H. schachtii</i> (природний інфекційний фон, ВАТ «Кагарлицький бурякорадгосп»)
Урожайність, т/га	-0,44	-0,74
Маса насіння, г/рослину	-0,63	-0,65
Маса 1000 насінин, г	-0,44	-0,17
Кількість стручків, шт./рослину	-0,56	-0,60

ДИНАМІКА РОЗВИТКУ КОРЕНЕВИХ ГНИЛЕЙ РІПАКУ ЯРОГО ТА ЇХ ЗБУДНИКІВ ПРОТЯГОМ ВЕГЕТАЦІЙНОГО ПЕРІОДУ

Мікобіота кореневої системи ріпаку ярого. Мікобіота кореневої системи ріпаку ярого представлена видами грибів, що належать до 22 родів, 3 відділів (*Oomycota*, *Ascomycota*, *Basidiomycota*), двох царств (Chromista і Fungi). Основну частку з них становлять гриби роду *Fusarium* (частота трапляння за роками коливалась від 56,9 до 64,2 %), *Pythium* (26,6–47,1 %) і *Rhizoctonia* (15,4–22,9 %). Найбільшим видовим різномаяттям (19 видів) характеризувалися гриби роду *Fusarium*. Домінуючими серед них були: *F. avenaceum*, *F. sambucinum* var. *minus*, *F. solani*, *F. oxysporum* (табл. 3). Рід *Pythium* був представлений трьома видами: *P. ultimum* var. *ultimum*, *P. hydnosporum*, і неідентифікованим нами *Pythium* sp., а рід *Rhizoctonia* – видами *R. solani* та *Rhizoctonia* sp.

**Видовий склад мікроміцетів, ізолюваних з ураженої кореневої системи
ріпаку ярого (Сорт Калинівський)**

Вид мікроміцетів	Частота трапляння, %			
	ВП НУБІП України «Агрономічна дослідна станція»		«Великоснітинське навчально-дослідне господарство ім. О. В. Музиченка	
	2002 р.	2003 р.	2007 р.	2008 р.
<i>Pythium ultimum</i> var. <i>ultimum</i>	32,2	15,6	27,4	22,4
<i>P. hydnosporum</i>	12,3	7,6	6,5	4,1
<i>Pythium</i> sp.	2,6	3,4	1,2	1,7
<i>Fusarium avenaceum</i>	11,9	10,1	11,9	6,4
<i>F. oxysporum</i>	2,3	6,8	8,4	7,1
<i>F. sambucinum</i> var. <i>minus</i>	9,1	12,4	10,3	6,4
<i>F. solani</i>	6,5	4,7	7,9	3,7
Інші види <i>Fusarium</i>	34,4	25,9	24,9	33,3
<i>Rhizoctonia solani</i>	12,2	16,4	20,3	14,8
<i>Rhizoctonia</i> sp.	3,2	6,4	2,6	4,1
Інші роди	5,9	17,8	11,0	19,6

Вплив метеорологічних факторів на розвиток корневих гнилей ріпаку ярого та їх збудників. Низька середньодобова температура (+10 °С) та надмірна кількість опадів у місяць (114 мм), особливо на початкових етапах вегетації культури у дослідженнях в 2002 році сприяли підвищенню поширеності корневих гнилей ріпаку ярого до 62 %, а розвитку до 31 %. За більш помірних рівнів опадів (не більше 20 мм за декаду) та дещо вищою середньодобовою температурою (+18,6 °С) поширеність хвороби протягом вегетації 2003 року трималась на одному рівні (33,9–39,3 %). Розвиток окремих збудників хвороби був більш залежним від температури. Так, у досліджувані роки із підвищенням середньодобової температури протягом вегетації ріпаку ярого відмічено тенденцію до поступового зменшення чисельності грибів роду *Pythium* (з 64,8 до 2,6 %) та збільшення представників роду *Rhizoctonia* (з 6,9 до 20,4 %). У 2003 році за рівномірної температури повітря (+18,6 °С) в період весни та літа частота вилучення грибів роду *Pythium* під час другого обліку відповідала рівню попереднього (42,3–43,7 %). В той же час за зростання середньодобової температури до +21,5 °С у 2002 році спостерігався інтенсивний розвиток грибів роду *Fusarium* та *Rhizoctonia*. Наявність опадів тим часом не була вирішальним фактором. Так, не дивлячись на те що у першій декаді липня 2002 року була посуха, чисельність *Fusarium* Link, та *Rhizoctonia* DC. була на рівні 2004 року, коли кількість середньодобових опадів становила 40 мм). Отже збудники корневих гнилей ріпаку із роду *Pythium*, на початкових фазах

розвитку рослин здатні розвиватися за низьких температур та у вологому середовищі, в той час як для розвитку видів *Fusarium* та *Rhizoctonia* більш сприятливою є підвищення середньодобової температури.

МОРФОЛОГІЧНІ ТА ЕКОЛОГО-БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ЗБУДНИКІВ КОРЕНЕВИХ ГНИЛЕЙ РІПАКУ ЯРОГО

Морфолого-біологічні та екологічні властивості грибів роду *Pythium* Pringsh. Визначено, що *in vitro* оптимальний ріст і розвиток повітряного міцелію *P. ultimum* var. *ultimum* відбувається на картопляно-глюкозному та гороховому агарах (табл. 4).

Таблиця 4

Вплив температури на лінійний коефіцієнт росту міцелія і розмір та чисельність ооспор за вирощування *P. ultimum* var. *ultimum* на різних поживних середовищах

Поживне середовище	Коефіцієнт росту, мм/год		Кількість ооспор на 5 добу, шт.		Діаметр ооспор, +/- мкм	
	+10 °C	+25 °C	+10 °C	+25 °C	+10 °C	+25 °C
Картопляно-глюкозний агар	0,68	1,1	0	140	відсутні	23,7±0,1
Вівсяний агар	0,53	1,03	16	255	відсутні	21,0±0,1
Морквяний агар	0,67	0,92	14	135	19,7±0,3	27,6±0,1
Кукурудзяний агар	0,54	1,01	55	150	25,0±0,5	25,0±0,3
Голодний агар	0,56	1,03	16	20	25,0±0,6	23,7±0,6
Гороховий агар	0,47	1,11	0	15	відсутні	26,3±0,1
Ріпаковий агар	0,43	0,85	1	30	21,0±0,1	27,6±0,3
Середовище Чапека	0,67	1,01	0	0	відсутні	відсутні
НІР ₀₅	0,09	0,1	9,4	47,3	-	-

Стабільний ріст і розвиток гриба за зміни температури відмічено на голодному та кукурудзяному середовищах. Лінійний ріст міцелію гриба за температури +10 °C на переважній більшості середовищ коливався від 0,53 до 0,68 мм/год. За температури +25 °C майже на всіх варіантах коефіцієнт росту сягав 1,03–1,11 мм/год. Появу перших ооспор відмічено через 48 годин, а через 120 годин їх найбільша кількість досягала 255 шт. у полі зору мікроскопу (×100) на вівсяному агарі. За +10 °C на картопляно-глюкозному, гороховому агарах та середовищі Чапека ооспори не утворювались.

Морфолого-біологічні особливості грибів роду *Rhizoctonia* DC. та *Fusarium* Link. Патогенні ізоляти *Rhizoctonia* spp., ізольовані з кореневої системи ріпаку ярого, ідентифіковано як *Rhizoctonia solani*, який за морфологічними характеристиками та характером анастомозної реакції віднесено до групи АГ 2-1 та один неідентифікований вид *Rhizoctonia* sp. Встановлено, що оптимальною температурою для росту *R. solani* (АГ 2-1) є +20–25 °C, коефіцієнт лінійного росту був у межах 0,92–0,95 мм/год,

спостерігалось інтенсивне утворення склероціїв. Для *Rhizoctonia* sp. оптимальною є більш вузький діапазон температури – +25 °С; водночас коефіцієнт лінійного росту був у межах 0,87 мм/год, а за більш високої температури спостерігався повільний ріст міцелію, менш яскраве забарвлення та пригнічення утворення склероціїв.

Морфологічні ознаки ідентифікованих 19 видів *Fusarium* не відрізнялись від описаних у літературі. Відомо, що в циклі розвитку гриби роду *Fusarium* формують макро- та мікроконідії, утворюючи при цьому спородохії (Nelson P. E., et. al., 1976). Останні відмічено в чистій культурі *F. avenaceum*, *F. solani*, *F. gibbosum* var. *acuminatum*. Крім того, в культурі гриба *F. solani* утворювались піонноти на досліджуваних частинах рослин ріпаку. В чистій культурі *F. oxysporum* зафіксовано рідке явище: проростання конідії в хламідоспору та утворення анастомозу між двома конідіями.

Філогенетичний аналіз ізолятів, вилучених із кореневої системи ріпаку ярого. Проведений філогенетичний аналіз нуклеотидних послідовностей 11 ізолятів роду *Fusarium* (рис. 2) дозволив показати їх генетичну спорідненість, зокрема виділялись три клади: *F. gibbosum* і віддалені від них клади *F. solani* та *F. avenaceum*. Проміжне положення за генетичною спорідненістю між досліджуваними ізолятами займають ізоляти F20 *F. sporotrichioides* та F18 *F. oxysporum*.

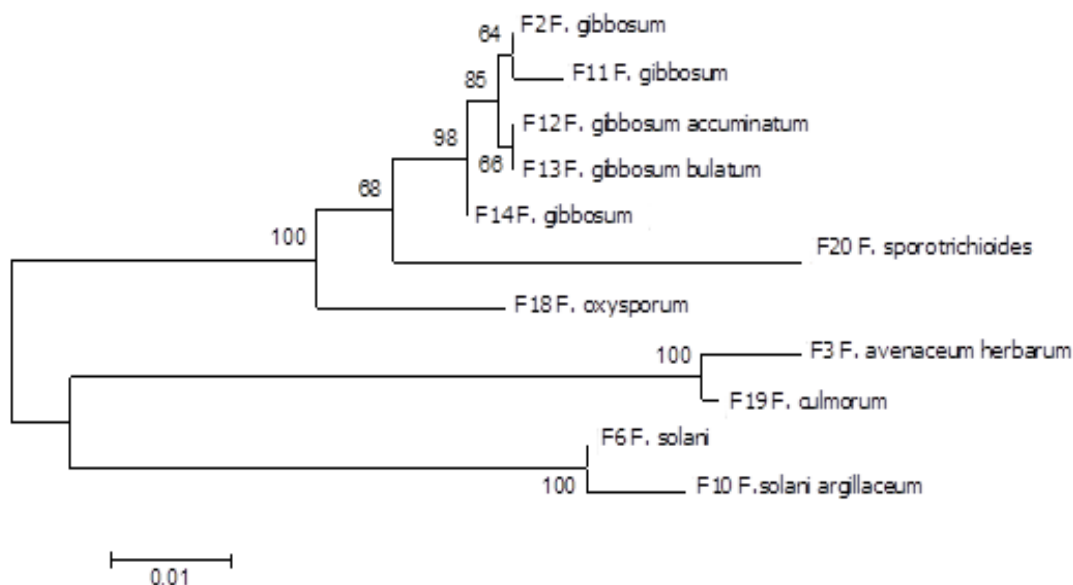


Рис. 2. Філогенетичний аналіз нуклеотидних послідовностей ізолятів роду *Fusarium* Link (метод найближчих сусідів, модель Кімура)

Вивчення генетичної спорідненості *P. ultimum* var. *ultimum* вилученого із кореневої системи ріпаку ярого в Україні, з ізолятами *P. ultimum* інших країн походження показало, що найвищий відсоток подібності за нуклеотидними послідовностями (приблизно 100 %) наш ізолят має з ізолятом, вилученим з моркви в Сполучених Штатах Америки (JQ734328, покриття досліджуваної ділянки 68 %). Ізоляти із Швейцарської Конфедерації (EF187915.1) та Сполучених Штатів Америки, Іллінойс

(JQ898478.1) мали подібність в 99 %, покриття при цьому становило 80–81 %. Однак побудова філогенетичного дерева за методом найближчих сусідів, за моделлю Кімура (рис. 3) виявила, що *P. ultimum* var. *ultimum*, який ізольовано з кореневої системи ріпаку в Україні, має віддалені генетичні зв'язки з ізолятами вилученими в інших країнах, що свідчить про високу генетичну мінливість ізоляту.

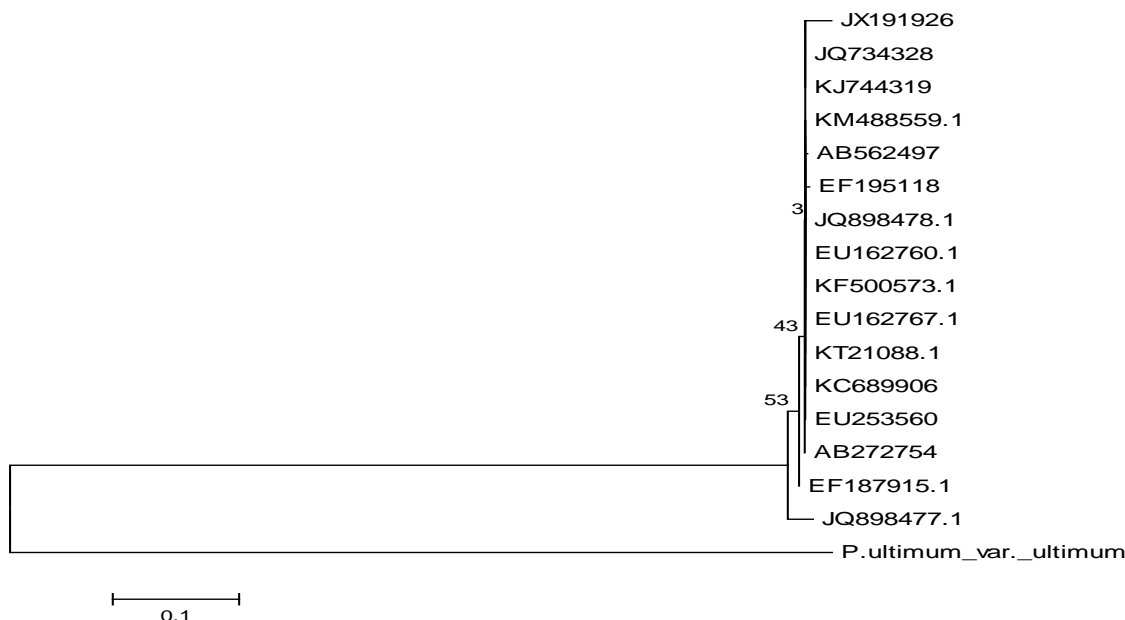


Рис. 3. Філогенетичне дерево порівняння нуклеотидних послідовностей ізоляту *P. ultimum* var. *ultimum* вилученого із кореневої системи ріпаку ярого в Україні, з ізолятами *P. ultimum* інших країн походження (метод найближчих сусідів, модель Кімура)

Таким чином, біологічні особливості *P. ultimum* var. *ultimum* та *Rhizoctonia solani* АГ 2-1, такі як швидкий ріст повітряного міцелію, здатність розвиватися за низьких температур, генетична мінливість, а також високий інфекційний потенціал у вигляді стрімкого та чисельного утворення ооспор *P. ultimum* var. *ultimum*, формують передумови для паразитування цих грибів на коренях ріпаку ярого, цим самим створюючи загрозу його посівам.

ФІТОПАТОГЕННІ ВЛАСТИВОСТІ ЗБУДНИКІВ КОРЕНЕВИХ ГНИЛЕЙ РІПАКУ ЯРОГО

Патогенні властивості збудників кореневих гнилей ріпаку ярого. Встановлено високу патогенність *P. ultimum* var. *ultimum* для *Brassica napus* L., яка проявляється в утворенні перетяжки на прикореневій та кореневій частині стебла у 100 % та загибелі 95 % рослин. Такі ж симптоми викликало інфікування ґрунту ізолятами *Rhizoctonia solani* (рис. 4).



Рис. 4. Утворення перетяжок та всихання рослин під дією *P. ultimum* var. *ultimum* (ліворуч) та *R. solani* (праворуч, оригінал)

Ізоляти роду *Fusarium* Link були менш патогенними. З 52 досліджених штамів, вилучених із кореневої системи ріпаку ярого, підтверджено патогенність для 13 штамів таких видів: *F. avenaceum*, *F. avenaceum* var. *herbarum*, *F. moniliforme*, *F. moniliforme* var. *lactis*, *F. oxysporum* var. *orthoceras*, *F. sambucinum* var. *trichoteciodes* (по одному штаму) та *F. oxysporum*, *F. sambucinum* var. *minus* (відповідно по 4 і 3 штами). Вони викликали утворення більш світлих і менших за розмірами перетяжок. Ураженість рослин коливалась у межах 5,5–71,5 %, а розвиток хвороби – 2,8–53,6 %. Усі досліджувані штами (патогенні та непатогенні) мали приховану інфекцію (латентна фаза).

Під час мікроскопічного обстеження тканин ураженої кореневої системи виявлено характерні для окремих патогенів мікроскопічні структури: для *P. ultimum* – значну кількість ооспор, для *Fusarium spp.* – тонкий міцелій із хаотичним відгалуженням, а для *R. solani* – широкий, із прямим відгалуженням гіф (рис. 5).



Рис. 5. Розвиток грибних структур в уражених тканинах кореневої системи ріпаку ярого (×200, оригінал)

За комплексного інфікування відмічено підвищення рівня патогенності у варіанті *P. ultimum* var. *ultimum* і *R. solani* та зменшення рівня патогенності за умови їх взаємодії із *F. avenaceum* (табл. 5).

Патогенність грибів відносно ріпаку ярого за сумісного зараження ними ґрунту *in vitro*

Зараження ґрунту грибами	Схожість на 10 добу, %	Кількість рослин з ознаками хвороби, % на день обліку		
		15	20	
			всього	у т. ч. загинули, %
Контроль – без зараження	70,6	0,0	0,0	0,0
<i>Pythium ultimum</i> var. <i>ultimum</i>	0,0	не взійшли		
<i>Rhizoctonia solani</i>	23,5	25,0	25,0	25,0
<i>F. avenaceum</i>	97,8	11,8	41,2	0,0
<i>P. ultimum</i> var. <i>ultimum</i> + <i>R. solani</i>	5,9	100,0	100,0	0,0
<i>P. ultimum</i> var. <i>ultimum</i> + <i>F. avenaceum</i>	64,7	0,0	18,2	18,2
<i>R. solani</i> + <i>F. avenaceum</i>	52,9	0,0	55,5	11,1
<i>P. ultimum</i> var. <i>ultimum</i> + <i>R. solani</i> + <i>F. avenaceum</i>	5,9	0,0	100,0	100,0
НІР ₀₅	18,2	22,2	16,3	21,5

Взаємодія між основними збудниками корневих гнилей ріпаку ярого. Встановлено, що більшість ізолятів знаходяться у синергетичній дії між собою. Виявлено стримування росту *R. solani* і видів *Fusarium*, коли колонії досягли меж одна одної, що узгоджується із проявами патогенності за штучного інфікування ґрунту. Однак на утворення спороношення це не вплинуло, а у випадку із штамом *F. avenaceum* спонукало його зростання. Одержані результати досліджень свідчать про відсутність чітко вираженого антагонізму між збудниками корневих гнилей ріпаку ярого, що є причиною комплексного ураження рослин цієї культури одночасно різними патогенами.

Вплив *H. schachtii* на розвиток корневих гнилей ріпаку ярого, спричинених грибами роду *Fusarium*. Наявність у ґрунті фітогельмінта підсилювала агресивність грибів, внаслідок чого поширення та розвиток корневих гнилей у фазу пара справжніх листочків зростали в 1,2–1,3 раза на варіанті *H. schachtii* із *F. avenaceum* і *F. sambucinum* та в 3,7–4,3 раза на варіанті *H. schachtii* + *F. gibbosum* порівняно з контролем (табл. 6). Слід зауважити, що підсилення природного інфекційного фону *H. schachtii* викликало підвищення розвитку хвороби у більшій мірі, ніж за умови зараження ґрунту нематодою окремими грибними патогенами.

Back M., Haydock P., Jenkinson P., (2002) пояснюють це явище тим, що рівень природного інфекційного фону, який може містити в собі десятки видів збудників хвороб і є лабільним та толерантним до ґрунтово-кліматичних умов протягом вегетації, значно вищий, ніж штучно створені та збагачені лише одним збудником-мікроміцетом.

Вплив грибів та нематод на поширеність та розвиток корневих гнилей ріпаку ярого (сорт «Калинівський», ВП НУБіП України «Агрономічна дослідна станція», 2002–2003 рр.)

Варіант збагачення природного інфекційного фону	Пара справжніх листочків		Цвітіння	
	P,%	R,%	P,%	R,%
Контроль (природний і. ф.)	27,6	18,9	64,7	22,8
<i>H. schachtii</i>	45,5	40,9	80,9	38,1
<i>F. avenaceum</i>	28,9	13,5	31,2	14,3
<i>H. schachtii</i> + <i>F. avenaceum</i>	34,2	16,1	28,5	12,6
<i>F. gibbosum</i>	12,5	5,6	26,5	21,1
<i>H. schachtii</i> + <i>F. gibbosum</i>	46,8	24,3	61,2	24,5
<i>F. sambucinum</i>	14,6	8,9	29,8	24,5
<i>H. schachtii</i> + <i>F. sambucinum</i>	19,3	11,3	34,6	29,8
НІР ₀₅	8,7	7,4	11,3	2,0

Отже, в розвитку корневих гнилей ріпаку ярого бере участь комплекс збудників хвороби, а інтенсивність ураження рослин залежить від взаємодії патогенів між собою.

СТІЙКІСТЬ СОРТІВ І РОЛЬ АГРОТЕХНІЧНИХ ЗАХОДІВ В ОБМЕЖЕННІ РОЗВИТКУ КОРЕНЕВИХ ГНИЛЕЙ РІПАКУ ЯРОГО

Найбільш стійкими до корневих гнилей виявились сорти ріпаку ярого Аїра, Болеро, Каліф та гібридна лінія 1-93, 5-93, ДГ-72, Лінія-10, ВЕ 405/906-1, МПЦ. Поширеність хвороби протягом вегетації на них коливалось в межах від 1,9 до 16,7 %, розвиток – від 0,5 до 14 %.

Встановлено, що найменший розвиток хвороби досягається за умов дотримання ранніх строків сівби з глибиною загортання насіння до 2 см та нормою висіву до 1,5 млн шт./га. Висівання насіння із шириною міжряддя в 45 см та внесення азотних добрив із нормою 120 кг/га (або одноразово, або роздільним внесенням) дозволяє стримувати поширення та розвиток корневих гнилей на початкових фазах розвитку. Пізніше така дія не спостерігається.

ЕФЕКТИВНІСТЬ ПЕРЕДПОСІВНОГО ОБРОБЛЕННЯ НАСІННЯ РІПАКУ ЯРОГО ХІМІЧНИМИ І БІОЛОГІЧНИМИ ПРЕПАРАТАМИ ПРОТИ КОРЕНЕВИХ ГНИЛЕЙ

Протягом вегетації рослин ріпаку ярого розвиток корневих гнилей помітно стримували препарати Максим 025 FS (1,0 л/т), Вітавакс 200 ФФ (3,0 л/т), Віта-класик (3,0 л/т) на 7,2–14,1 %. Їх технічна ефективність була в межах 31,1–53,5 %.

Технічна ефективність препарату фунгіцидної дії Тачигарена (в кількості 4,0 л/т; 6,0 і 8,0 л/т) була високою як проти корневих гнилей, так

і проти нематод (рис. 6). Цей показник відносно корневих гнилей становив: на початку вегетації 73,7–84,1 %, у фазу стеблуння – 62,0–68,8 %, відносно зараженості ґрунту *H. schachtii* після збору врожаю – 71,9–81,5 %. Відмічено захисний ефект застосування препарату Вітавакс 200 ФФ (3,0 л/т): ефективність зниження чисельності нематод досягала 71,4 %. Фунгіциди Вітавакс 200 ФФ (3,0 л/т) та Тачигарен (4,0 л/т) позитивно вплинули на біометричні показники рослин і урожайність ріпаку. Препарати інсектицидної дії Круїзер та Семафор були мало ефективними.

Біологічний препарат Мікосан-Н був ефективним (74,0–75,4 %) у всіх досліджуваних нормах витрати (4,0–8,0 л/т) проти зараженості ґрунту нематодами та проти корневих гнилей (58,1–72,6 %) у найбільш критичну ранню фазу вегетації рослин (друга пара справжніх листків).

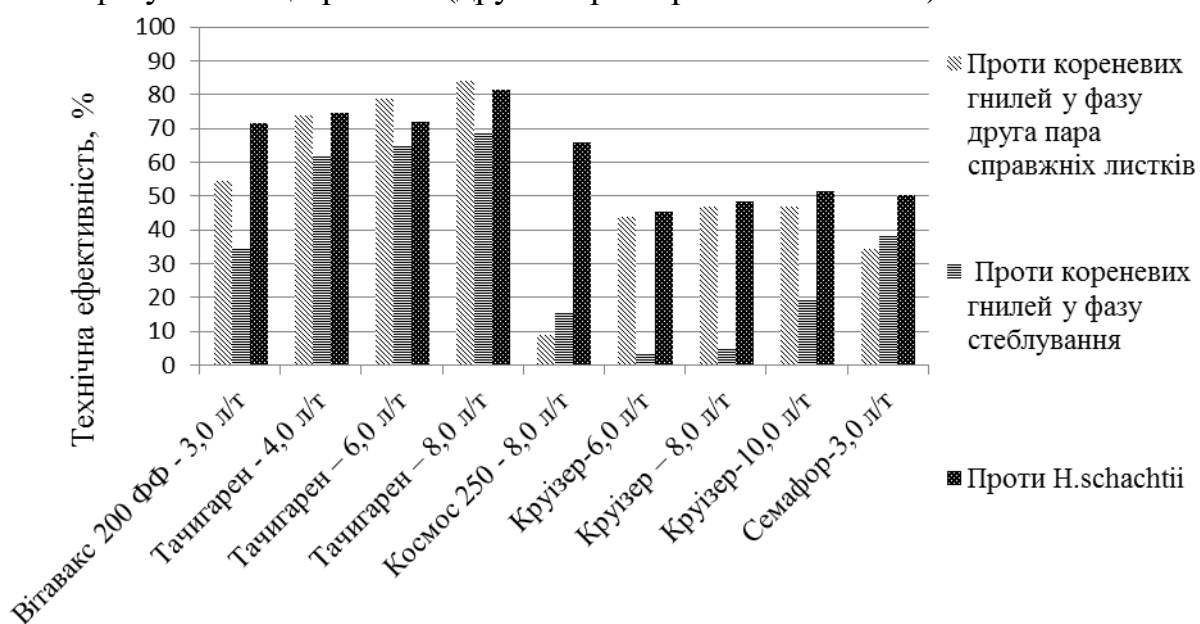


Рис. 6. Технічна ефективність застосування протруйників насіння фунгіцидної та інсектицидної дії проти корневих гнилей ріпаку ярого та *H. schachtii*, % (сорт Калинівський, ВАТ «Кагарлицький бурякорадгосп», 2002–2004 рр.)

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі наведено узагальнення і нове вирішення наукової задачі щодо визначення поширеності, розвитку та шкідливості корневих гнилей ріпаку ярого, що відображено в дослідженні діагностичних ознак корневих гнилей, ідентифікації їх збудників та біологічного обґрунтування захисних заходів. Встановлено вплив цистоутворюючої бурякової нематоди *Heterodera schachtii* Schmidt на інфікування рослин фітопатогенними мікроміцетами.

1. Кореневі гнилі ріпаку ярого характеризуються значним поширенням і великою шкідливістю в умовах Правобережного Лісостепу України. За сприятливих для збудників умов вони охоплюють до 77 % рослин, а їх розвиток сягає 64,1 %. Висока шкідливість хвороби проявляється за

ураження рослин на ранніх фазах розвитку (друга пара справжніх листків). Щільність кореляційного зв'язку зниження маси насіння з однієї рослини відносно розвитку кореневих гнилей становить $r = -0,63$.

2. Поширеності кореневих гнилей сприяє ураження рослин ріпаку ярого нематодами *H. schachtii*. Щільність зв'язку між чисельністю цист на коренях у період утворення другої пари справжніх листків і поширеністю хвороби у цю фазу вегетації середня ($r = 0,5$), а поширеністю у наступну фазу стеблуння – вища ($r = 0,7$). Ураження рослин *H. schachtii*, окрім підвищення розвитку кореневих гнилей, проявляється у зниженні врожайності (щільність кореляційного зв'язку $r = -0,74$).

3. Мікобіота ураженої кореневої системи ріпаку ярого представлена видами грибів, що належать до 22 родів, 3 відділів (*Oomycota*, *Ascomycota*, *Basidiomycota*), двох царств (Chromista і Fungi). Основну частку з них становлять гриби роду *Fusarium* Link (частота трапляння за роками коливалась від 56,9 до 64,2 %), *Pythium* Pringsh (26,6–47,1 %) і *Rhizoctonia* DC (15,4–22,9%). Найбільш поширеними були *F. avenaceum* (Fr.) Sacc., *F. oxysporum* Schldl., *F. sambucinum* var. *minus* Wollenw., *F. solani* (Mart.) Sacc., *P. ultimum* var. *ultimum* Trow., *Rhizoctonia solani* J.G.Kuhn. На різних етапах онтогенезу ріпаку ярого ґрунтові мікроміцети викликають різноманітні симптоми хвороби: потоншення стебла, формування перетяжок, всихання рослин, злущення уражених тканин кореня, утворення виразок та їх загнивання, пізніше з'являються загнивання та відмирання головного кореня, посилений ріст бічних корінців, кільцева гниль, почорніння судин.

4. *P. ultimum* var. *ultimum* та *Rhizoctonia solani* (АГ 2-1) характеризуються високою інтенсивністю росту. Коефіцієнт їх лінійного росту за оптимальної температури становить відповідно 1,03–1,11 мм/год і 0,92–0,95 мм/год. Інтенсивний ріст повітряного міцелію *P. ultimum* var. *ultimum* *in vitro* відбувається за +25 °С на картопляно-глюкозному та гороховому агарі, а його ооспори краще формуються на вівсяному агарі (255 шт. в полі зору мікроскопу, $\times 100$). Появу перших ооспор відмічено через 48 годин інкубації. Оптимальною температурою розвитку *Rhizoctonia solani* (АГ 2-1) є +20–25 °С.

5. Інфікування ґрунту *Rhizoctonia solani* (АГ 2-1) і *P. ultimum* var. *ultimum* призводить до загибелі відповідно 25 і 100 % рослин. Гриби *F. avenaceum*, *F. avenaceum* var. *herbarum*, *F. moniliforme*, *F. moniliforme* var. *lactis*, *F. oxysporum* var. *orthoceras*, *F. sambucinum* var. *trichoteciodes*, *F. oxysporum* та *F. sambucinum* var. *minus* спричиняють появу на кореневій системі перетяжки і не викликають її висихання. За комплексного інфікування рослин *P. ultimum* var. *ultimum* і *R. solani* їх патогенність зростає.

6. Поширеність і розвиток кореневих гнилей ріпаку ярого підвищуються за ураження рослин буряковою нематодою (*Heterodera schachtii*). За одночасної дії *H. schachtii* та *F. gibbosum* і *F. sambucinum*, поширеність кореневих гнилей зростала відповідно на 14–54,4 % і 1–5 %, а розвиток – на 3,1–19 % та 3–4 %.

7. Розвиток корневих гнилей ріпаку ярого можливо стримувати в 1,5–2,0 рази за умов дотримання ранніх строків сівби з нормою висіву насіння до 1,5 млн шт./га. Менше уражуються корневими гнилями сорти Аксіон, Ораторія, Аїра, Болеро, Каліф.

8. Ефективним заходом контролю корневих гнилей є оброблення насіння препаратами Максим-025 FS (1,0 л/т) та Вітавакс 200 ФФ (3,0 л/т). Їх технічна ефективність на початкових етапах розвитку рослин становить 31,1–53,5 %.

9. Зменшення розвитку корневих гнилей ріпаку можливе за рахунок контролю чисельності нематод. Ефективним проти них (71,9–81,5 %) є оброблення насіння Тачигареном (4,0 л/т; 6,0; 8,0 л/т). Поширеність та розвиток корневих гнилей при цьому знизились відповідно на 13,4 і 14,4 %. Захисний ефект від нематод також відмічено за умови застосування фунгіциду Вітавакс 200 ФФ (3,0 л/т): технічна ефективність становила 71,4 %, розвиток корневих гнилей знизився на 5,4–12,8 %.

10. Перспективним заходом обмеження поширеності корневих гнилей ріпаку ярого на початкових етапах онтогенезу рослин є застосування біологічного препарату Мікосан-Н з нормою витрати 8,0 л/т (технічна ефективність 72,6 %). Його використання позитивно впливає як на стримування розвитку корневих гнилей, так і на стан рослин, а підвищення урожайності досягає 0,15 т/га.

РЕКОМЕНДАЦІ ВИРОБНИЦТВУ

1. Моніторинг появи, поширеності та шкідливості корневих гнилей ріпаку проводити за розробленою шестибальною шкалою, що дозволить встановити рівень загрози посівам і оптимізувати системи захисту культури.

2. Для формування здорових посівів обирати менш уражені сорти Аксіон, Ораторія, Аїра, Болеро, Каліф та гібридні лінії 5-93, ДГ-72, Лінія-10, ВЕ 405/906-1, МПЦ.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті в наукових фахових виданнях України:

1. Бондар Т. І. Поширення і накопичення чисельності *Heterodera schachtii* Schmidt в Кагарлицькому бурякорадгоспі Київської області / Т. І. Бондар // Науковий вісник. – 2003. – № 64. – С. 54–59.

2. Зубова Т. І. Розвиток *Rhizoctonia solani* var. *ultimum* на різних середовищах залежно від температури / Т. І. Зубова (Т. І. Бондар) // Мікробіологічний журнал. – 2005. – № 5. – С. 50–57.

3. Зубова Т. І. Фітопатогенні та фітотоксичні властивості видів Link:Fr., вилучених / Т. І. Зубова (Т. І. Бондар), М. М. Кирик // Науковий вісник. – 2005. – № 91. – С. 105–113. (Здобувачем ізольовано види роду *Fusarium* із кореневої системи ріпаку ярого та проведено лабораторні дослідження їх

фітопатогенних та фітотоксичних властивостей, проаналізовано матеріал).

4. Зубова Т. І. Морфолого-біологічні особливості *Pythium ultimum* var. *ultimum* Trow – збудника кореневої гнилі *Brassica napus* L. / **Т. І. Зубова (Т. І. Бондар)**, М. М. Кирик // Український Ботанічний Журнал. – 2007. – Т. 64. – №4. – С. 592–598. (Здобувачем встановлено патогенність *P. ultimum* var. *ultimum* за різних температурних умов та рівнів інфекційного навантаження, досліджено утворення морфологічних структур та характеристики росту на різних поживних середовищах за різних температурних умов, проаналізовано матеріал).

**Стаття в науковому фаховому виданні України,
включеному до міжнародної наукометричної бази даних**

5. Bondar T. I. The influence of the beet cyst nematodes on the development of a root rot at spring rape: [електронний ресурс] / T. I. Bondar // Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. – 2015. – Режим доступу до ресурсу: http://nd.nubip.edu.ua/2015_5/15.pdf

Статті в інших виданнях:

6. Бондарь Т. И. Корневые гнили рапса / **Т. И. Бондарь**, Н. Н. Кирик // Настоящий хозяин. – 2004. – № 10. – С. 26-28. (Здобувачем описані прояви та поширення корневих гнилей ріпаку яркого протягом вегетації)

7. Защищаем ярий рапак препаратом Микосан / [**Бондар Т. І.**, Кирик М. М., Кошевський І. І., Теслюк В. В.] // Зерно і хліб. – 2005. – № 2. – С. 47. (Здобувачем проведено дослід з ефективності препарату проти корневих гнилей, опрацьовано матеріал).

8. Зубова Т. І. *Pythium ultimum* var. *ultimum* Trow. – збудник пітіозної кореневої гнилі *Brassica napus* L.: [електронний ресурс] / **Т. І. Зубова (Т. І. Бондар)**, М. М. Кирик // Наукові доповіді Національного аграрного університету. – 2006. – № 1. – Режим доступу: <http://www.nbu.gov.ua/e-Journals/nd/2006-1/06kmmbn1.pdf> (Здобувачем ізольовано *P. ultimum* var. *ultimum* із кореневої системи ріпаку яркого та встановлено його патогенність).

Патенти:

9. Деклараційний патент U200502922 Україна, UA 9762 U, 7 C12N3/00 Спосіб створення інфекційного фону для вивчення корневих гнилей хрестоцвітих / **Зубова Т. І. (Бондар Т. І.)**, Кирик М. М.; заявник та патентоутримувач Національний аграрний університет. – № 9762; заявл. 30.03.2005; опубл. 17.10.2005; Бюл. № 10. (Здобувачем ізольовано *P. ultimum* var. *ultimum* із ураженої кореневої системи ріпаку яркого, розроблено оптимальні умови

та підбрано інфекційне навантаження для створення інфекційного фону при перевірці патогенності культури).

10. Деклараційний патент U20502923 Україна, UA 9763 U, 7 C12Q1/00, C12N1/34 Спосіб визначення кількості плодових структур грибів (оогоніїв та ооспор) при створенні інфекційного фону / **Зубова Т. І. (Бондар Т. І.)**, Кирик М. М.; заявник та патентоутримувач Національний аграрний університет. – № 9763; заявл. 30.03.2005; опубл. 17.10.2005; Бюл. №10. (Здобувачем ізольовано *R. ultimum* var. *ultimum* із ураженої кореневої системи ріпаку ярого, та розроблено оригінальний спосіб підрахунку кількості його оогоніїв та ооспор).

Тези наукових доповідей:

11. Бондар Т. І. Токсична дія культуральних фільтратів ґрунтових грибів на проростання насіння ярого ріпаку / Т. І. Бондар // III (X) з'їзд Товариства мікробіологів України. – м. Одеса, 15–17 вересня 2004 р.: тези доповіді. – Одеса, 2004. – С. 264.

12. Бондарь Т. И. *Rythium ultimum* var. *ultimum* – возбудитель корневой гнили ярового рапса / Т. И. Бондарь // «Биология – наука 21 века»: 9-тая Международная Пуштинская школа-конференция молодых ученых. – г. Пушино, 18–22 апреля 2005 г.: тезисы доклада. – Пушино, 2005. – С. 184.

13. Бондарь Т. И. Токсичность грибов, изолированных из корневой системы ярового рапса / **Т. И. Бондарь**, Н. Н. Кирик // Успехи медицинской микологии: 3-ий всероссийский конгресс по медицинской микологии. – г. Москва, 24–25 марта 2005 г.: тезисы доклада. – Москва, 2005. – № 5. – С. 125–128. (Здобувачем встановлено токсичну дію культуральних фільтратів грибів, проаналізовано матеріал).

14. Зубова Т. І. Збудники корневих гнилей на посівах ріпаку ярого в Лісостепу / Т. І. Зубова (Т. І. Бондар) // Новітні технології виробництва конкурентноспроможної продукції рослинництва: Науково-практична конференція молодих вчених і спеціалістів. – м. Чабани, 29–30 листопада 2005 р.: тези доповіді. – Чабани, 2005. – С. 88–89.

15. Бондарь Т. И. Особенности культивирования грибов рода *Rythium* / Т. И. Бондарь // Иммунопатология, аллергология, инфектология, Междисциплинарный микологический форум. – г. Москва, 23–24 апреля 2009 г.: тезисы доклада. – Москва, 2009. – № 1. – С. 17–18.

16. Бондар Т. І. Ефективність застосування біопрепаратів проти корневих гнилей ярого ріпаку // Т. І. Бондар // Роль науки у підвищенні технологічного рівня і ефективності АПК України: III всеукраїнська науково-практична конференція з міжнародною участю. – м. Тернопіль, 16–17 травня 2013 р.: тези доповідей. – Тернопіль, 2013. – С. 28–30.

АНОТАЦІЯ

Бондар Т. І. Кореневі гнилі ріпаку ярого та біологічне обґрунтування заходів обмеження їх розвитку в умовах Правобережного Лісостепу України. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата біологічних наук за спеціальністю 06.01.11 – фітопатологія. – Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ, 2016.

В дисертаційній роботі описано діагностичні ознаки як добре відомої чорної ніжки так і мало відомих хвороб ріпаку ярого, зокрема кільцевої й фузаріозної кореневих гнилей та почорніння судин: перетяжка, потоншення стебла, всихання рослини, злушення уражених тканин кореня, виразки, загнивання та відмирання головного кореня, посилений ріст бічних корінців, поздовжні коричневі штрихи, почорніння провідної судини. Результати їх вивчення покладено в шкалу оцінки інтенсивності ураженості рослини. Наведено результати моніторингу кореневих гнилей протягом вегетації у 2002–2005, 2007–2008 рр. та 2013 році у Правобережній частині Лісостепу України. Встановлено вплив цистоутворюючої бурякової нематоди на поширення та розвиток хвороби. Методом кореляційно-регресійного аналізу оцінено шкідливість кореневих гнилей та *Heterodera schachtii* Schmidt в посівах ріпаку ярого. Уточнено видовий склад збудників кореневих гнилей (*Pythium ultimum* var. *ultimum* Trow, *Rhizoctonia solani* J. G. Kuhn, *Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc., *F. avenaceum* var. *herbarum* (Corda) Bilaï, *F. moniliforme* J. Sheld, *F. moniliforme* var. *lactis* (Pir.:Rib.), *F. oxysporum* var. *orthoceras* (Appel & Wollenw.) Bilaï, *F. sambucinum* var. *trichoteciodes* (Wr.) Bilaï, *F. oxysporum* Schltdl., та *F. sambucinum* var. *minus* Wollenw.), наведено результати вивчення їх патогенності та основних морфологічних і біологічних характеристик. Показано спорідненість між ізолятами грибів роду *Fusarium* Link, вилучених із кореневої системи ріпаку та віддалений генетичний зв'язок ізоляту *Pythium ultimum* var. *ultimum* із подібними, вилученими із кореневої системи сільськогосподарських культур інших країн. Вивчено агротехнічні та хімічні заходи обмеження розвитку кореневих гнилей.

Ключові слова: ріпак ярий, кореневі гнилі, видовий склад, патогенність збудників, шкідливість кореневих гнилей ріпаку ярого, цистоутворююча бурякова нематода, роль нематоди, хвороби кореневої системи ріпаку, *Rhizoctonia solani*, *Pythium ultimum* var. *ultimum*, *Fusarium*, *Heterodera schachtii*

АННОТАЦИЯ

Бондарь Т. И. Корневые гнили рапса ярового и биологическое обоснование мероприятий по ограничению их развития в условиях Правобережной Лесостепи Украины. – На правах рукописи.

Диссертация на соискание учёной степени кандидата биологических наук по специальности 06.01.11 – фитопатология. – Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, Киев, 2016.

В диссертационной работе описаны диагностические признаки чёрной ножки и мало изученных болезней рапса ярового, а именно кольцевой и фузариозной корневой гнили и почернения проводящих пучков: перетяжки, истончение стебля, усыхание растений, отделение поражённых тканей корня, образование язв, загнивание и отмирание главного корня, усиленный рост боковых корешков, продолговатые коричневые штрихи, почернение проводящих пучков. На основании результатов их изучения разработана шкала учёта интенсивности поражения растений корневыми гнилями. Приведены результаты мониторинга корневых гнилей на протяжении вегетации 2002–2005, 2007–2008 гг. и 2013 году в Правобережной части Лесостепи Украины. Показано, что распространённость болезни может достигать 77 %, а развитие – 31 %. Установлено влияние цистообразующей свекловичной нематоды на распространённость и развитие болезни. Поражение растений *Heterodera schachtii* Schmidt в фазе вторая пара настоящих листочков повышает распространённость корневых гнилей в фазе стеблевания. Методом корреляционно-регрессионного анализа оценена вредоносность корневых гнилей и нематоды в посевах рапса ярового, которая выражается в снижении количества стручков с растения и урожайности (коэффициент корреляции $r = -0,74$). Уточнён видовой состав возбудителей корневых гнилей (*Pythium ultimum* var. *ultimum* Trow, *Rhizoctonia solani* J. G. Kuhn, *Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc., *F. avenaceum* var. *herbarum* (Corda) Bilaï, *F. moniliforme* J. Sheld, *F. moniliforme* var. *lactis* (Pir.:Rib.), *F. oxysporum* var. *orthoceras* (Appel & Wollenw.) Bilaï, *F. sambucinum* var. *trichoteciodes* (Wr.) Bilaï, *F. oxysporum* Schltdl., и *F. sambucinum* var. *minus* Wollenw.), предоставлены результаты изучения их патогенности, а также основных морфологических и биологических свойств. Проведён филогенетический анализ нуклеотидных последовательностей патогенов и показано сходство между изолятами грибов рода *Fusarium* Link, выделенных из корневой системы рапса и отдалённую генетическую связь изолята *Pythium ultimum* var. *ultimum* с подобными, выделенными с корневой системы сельскохозяйственных культур других, географически отдалённых стран. Изучено агротехнические и химические приёмы ограничения развития корневых гнилей. Установлены менее поражаемые сорта рапса корневыми гнилями (Аксион, Оратория, Аира, Болеро, Калиф). Высокая техническая эффективность против корневых гнилей рапса ярового наблюдалась при использовании препаратов Максим – 025 FS (1,0 л/т) и Микосан-Н (3,0 л/т). Комплексное противодействие против корневых гнилей и нематод показали

протравители фунгицидного действия Витавакс 200 ФФ (3,0 л/т) и Тачигарен в нормах использования 4,0 л/т; 6,0; 8,0 л/т.

Ключевые слова: рапс яровой, корневые гнили, видовой состав, патогенность возбудителей, вредоносность корневых гнилей рапса ярового, цистообразующая свекловичная нематода, роль нематоды, болезни корневой системы рапса, *Rhizoctonia solani*, *Pythium ultimum* var. *ultimum*, *Fusarium*, *Heterodera schachtii*

ANNOTATION

Bondar T. I. Root rot at spring rape and biological justification for measures restricting its development in the Right-Bank forest-steppe zone of Ukraine. – The manuscript.

Dissertation for the scientific degree of Candidate of Biological Sciences, specialty 06.01.11. – Phytopathology. – The National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, 2016.

Blackleg features and almost unknown and at spring rape very rarely met decease features such as ring root rot and blackening vessels namely hauling, thinning stems, drying plants, exfoliate of affected tissues of the root, sores, rotting and withering of main root increased growth of lateral side roots, longitudinal brown touches blackening top of the vessels are described in dissertation. Investigation and study results are the basis for scale evaluation of plants infestation. Root rot monitoring results relating vegetation period of 2002–2005, 2007–2008 and 2013 years of Right-Bank forest-steppe zone of Ukraine are among the materials of dissertation. Influence of beet cyst nematode on development of disease was determined. Harmfulness of root rot and *Heterodera schachtii* Schmidt was evaluated with correlation and regression analysis in root rot. Types of root rot pathogens was specified (*Pythium ultimum* var. *ultimum* Trow, *Rhizoctonia solani* J. G. Kuhn, *Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc., *F. avenaceum* var. *herbarum* (Corda) Bilaï, *F. moniliforme* J. Sheld, *F. moniliforme* var. *lactis* (Pir.:Rib.), *F. oxysporum* var. *orthoceras* (Appel & Wollenw.) Bilaï, *F. sambucinum* var. *trichoteciodes* (Wr.) Bilaï, *F. oxysporum* Schltdl., *F. sambucinum* var. *minus* Wollenw.), pathogenic characteristics study results are attached as well as main morphological and biological characteristic studies are attached. Relation between *Fusarium* Link mushroom isolates got from root rot was shown as well as far genetic relation between *Pythium ultimum* var. *ultimum* isolate and similar isolates got from rot systems of agriculture plants in other countries was shown. Agrotechnical, agronomic and chemical measures of restriction of root rot was studied.

Key words: spring rape, root rot, types, pathogenic characteristics, harmfulness of root rot at spring rape, beet cyst nematode, nematode role, rape root diseases, *Rhizoctonia solani*, *Pythium ultimum* var. *ultimum*, *Fusarium*, *Heterodera schachtii*