

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ В.Н. КАРАЗИНА
Кафедра мікології та фітоімунології

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор з науково-педагогічної
роботи

“ _____ ” _____ 20__ р.

Робоча програма навчальної дисципліни

ІМУНОЛОГІЯ
РОЗДІЛ ФІТОІМУНОЛОГІЯ
(назва навчальної дисципліни)

Спеціальність (напрямок) 6.040102 Біологія
(шифр, назва напрямку)

спеціалізація _____
(шифр, назва спеціалізації)

факультет біологічний

2017/2018 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження Вченою радою факультету (інституту, центру)

“31” серпня 2017 року, протокол № ___

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ: к.б.н., доцент Акулов О.Ю.

Програму схвалено на засіданні кафедри мікології та фітоімунології

Протокол від “28” серпня 2017 року № 1

В.о. завідувача кафедри мікології та фітоімунології

(підпис)

Ю.Г. Шкорбатов
(прізвище та ініціали)

Програму погоджено методичною комісією біологічного факультету

назва факультету, для здобувачів вищої освіти якого викладається навчальна дисципліна

Протокол від “30” серпня 2017 року № 1

Голова методичної комісії біологічного факультету

(підпис)

В.В.Мартиненко
(прізвище та ініціали)

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни складена відповідно до освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми підготовки рівня перший (бакалаврський)

Спеціальності 6.040102 Біологія

Спеціалізації _____

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Предметом вивчення навчальної дисципліни є імунітет: сукупність захисних механізмів, які допомагають організму боротися з чужорідними чинниками. Це загальнобіологічне явище, яке тою чи іншою мірою проявляється у різних груп живих істот на різних рівнях їх організації. Найбільш розвинутими на цей час є уявлення про імунітет у людини та тварин – анімальна імунологія, а також вищих рослин – фітоімунологія. Певною мірою обидві групи захисних реакцій мають спільне еволюційне та молекулярно-генетичне підґрунтя, але, враховуючи суттєві фізіологічні відмінності тварин і рослин, в деяких суттєвих аспектах є майже контрастними.

Програма навчальної дисципліни Імунологія складається з двох смислових блоків: анімальна імунологія та фітоімунологія.

1.1. Мета навчальної дисципліни

Загальною метою викладання навчальної дисципліни «Імунологія» є сформувати у студентів глибоку систему знань про різноманіття захисних механізмів, які допомагають тваринам та рослинам розпізнавати чужорідні чинники та боротися з ними. Метою розділу «Фітоімунологія» є ознайомлення студентів з сучасними відомостями про різноманіття конститутивних та активних захисних механізмів у рослин, а також особливостями фітопатогенних грибів, бактерій, вірусів, а також шкідників, які дозволяють їм долати захисні бар'єри у рослин.

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни

Основними завданнями вивчення розділу «Фітоімунологія» є: дати студентам узагальнені відомості про типи взаємодії рослин та їх паразитів, а також різноманіття механізмів реалізації їх стійкості; ознайомити студентів з використанням сучасних досягнень науки у галузі фітобіотехнології, зокрема методів конструювання стійких сортів та гібридів рослин.

1.3. Кількість кредитів

Кількість кредитів – 2

1.4. Загальна кількість годин

Загальна кількість годин – 72, з них на розділ Фітоімунологія – 20

1.5. Характеристика навчальної дисципліни

нормативна	
Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Рік підготовки	
3-й	3-й
Семестр	
5-й	5-й
Лекції	
8 год.	4 год.
Практичні, семінарські заняття	
2 год.	0 год.
Лабораторні заняття	
0 год.	0 год.
Самостійна робота	
10 год.	16 год.
Індивідуальні завдання – не передбачені	
Вид контролю: іспит	

1.6. Заплановані результати навчання

Студенти повинні досягти таких результатів навчання: при подальшому навчанні і професійній діяльності бути здатними знаходити та осмислювати нову інформацію з імунології в контексті набутих знань про різноманіття чинників, що обумовлюють їх імунореактивність.

1.6.1. Знання:

- фактори патогенності і вірулентності фітопатогенних вірусів, бактерій і грибів;
- форми і механізми імунітету рослин.

1.6.2. Вміння:

- узагальнювати експериментальні дані у царині імунітету рослин;
- складати програми конструювання стійких до хвороб сортів і ліній рослин методами генетичної інженерії.
- розпізнавати різноманітні типи мікозів рослин та характеризувати біологічні особливості їх збудників;
- розпізнавати типи отруень людини макроскопічними грибами та визначати причину отруєння;
- володіти усталеними методиками виявлення мікотоксигенних грибів та мікотоксинів в продуктах харчування;
- виявляти осередки розвитку грибів-біодеструкторів на різноманітних матеріалах.

2. ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Імунітет рослин

Розділ 1. Основні поняття сучасної фітоімунології. Особливості імунітету рослин.

Тема 1. Головні поняття і визначення у фітоімунології (імунітет, стійкість, чутливість, толерантність). Історичні аспекти становлення вчення про імунітет рослин. «Трикутник хвороби» (патоген–хазяїн–оточуюче середовище). Пасивний імунітет рослин (анатомо-морфологічні особливості, регуляція онтогенезу та репарації пошкоджень, харчова цінність тканин рослин, хімічні антимікробні сполуки – фітоантіципіни тощо).

Тема 2. Активні захисні реакції у рослин. Постінфекційні токсини рослин та їх роль у реалізації стійкості до хвороб та шкідників. Специфічність розпізнавання шкочочинних організмів рослинами. Реакція надчутливості (запрограмована клітинна гибель, апоптоз) як важливий механізм реалізації стійкості рослин до хвороб. Механізми стійкості рослин до шкідників. Порівняльна характеристика захисних реакцій у рослин та тварин.

Розділ 2. Екологічне та трофічне різноманіття фітопатогенів та особливості їх патогенезу

Тема 3. Особливості патологічних процесів, викликаних фітопатогенними вірусами, бактеріями, грибами та грибоподібними протистами. Облігатні сапротрофи, факультативні паразити, факультативні сапротрофи та облігатні паразити. Основні стратегії паразитизму: некротрофна, біотрофна, гемібіотрофна та ендотрофна. Типи спеціалізації фітопатогенів: філогенетична, органотропна/гістотропна, онтогенетична.

Тема 4. Особливості вірусних хвороб (вірозів) рослин. Структура фітопатогенних вірусів. Особливості трансляції і реплікації вірусів з різним складом геному. Віроїди. Передача вірусів від рослини до рослини (артроподами-переносниками, нематодами, грибоподібними протистами або пилком). Пересування вірусів: близький та далекий транспорт. Особливості імунітету рослин до вірусних хвороб. Глушіння генів як реакція стійкості до вірусів.

Тема 5. Хвороби рослин, що викликаються бактеріями (бактеріози). Біоплівки і комунікація між бактеріями. Проникнення бактерій в рослину. Індукція експресії генів бактерій факторами хазяїна. Роль руйнуючих клітинні стінки ферментів. Роль токсинів. Роль фітогормонів. Система секреції типа III фітопатогенних бактерій. Nrp-пілі. Регуляція генів hrp. Патогенез *Rhizobium (=Agrobacterium) tumefaciens* та система секреції IV типу: сприйняття сигналів пошкодженої рослини, утворення переносної T-нитки ДНК, транспорт T-комплексу у клітину рослини, транспорт T-ДНК у ядро; функціонування пухлини. Імунологічні особливості взаємодії рослин з азотфіксуючими бактеріями.

Тема 6. Мікози рослин – хвороби, які викликаються грибами та грибоподібними протистами. Пошук хазяїна. Бар'єри хазяїна та способи їх подолання. Токсини фітопатогенних грибів,

їх різноманіття та роль у патосистемах. Детоксикація фітоантиципінів і фітоалексинів. АТФ-зв'язуючі касетні транспортери (ABC-транспортери) і виведення токсичних речовин з клітин грибів. Пригнічення утворення видів активного кисню. Індукція розвитку апресоріїв. Структура і функція апресоріїв та гаусторій. Продукування фітогормонів і поліамінів в житті фітопатогенних грибів.

Розділ 3. Різноманіття захисних реакцій рослин

Тема 7. Генетичні аспекти імунітету рослин. Якісні та кількісні показники патогенності та їх наслідування. Взаємодія «ген-на-ген». Гени стійкості й білки, які ними кодуються. Ефектори патогенів і їх мішені в рослинах. Контрастні механізми стійкості до біотрофів і некротрофів.

Тема 8. Активна захисна реакція рослин. Продукування видів активного кисню й оксиду азоту (окислювальний спалах). Укріплення клітинних оболонок. Перепрограмування транскрипції й синтез PR-білків та інших пов'язаних із захистом білків. Синтез фітоалексинів. Синтез саліцилової та жасмонової кислот. Сигнальні шляхи, залежні від саліцилової кислоти, жасмонової кислоти і етилену. Взаємодії між сигнальними шляхами СК і ЖК / ЕТ. Сигнальна система NO. Реакція надчутливості як форма апоптозу. Системна набута стійкість (SAR).

Тема 9. Форми вродженого імунітету рослин. Імунітет, індукований асоційованими з мікроорганізмами молекулярними структурами й імунітет, індукований ефекторами патогенів. MAMPs та їх рецептори. Індукція шляхів трансдукції сигналів рецепторами MAMPs. Взаємодія «ген-на-ген». Гени стійкості й білки, які ними кодуються. Функціонування білків стійкості. Сигнальні шляхи, які запускаються білками стійкості. Координація надчутливої ​​гібелі клітин. Адаптери і регулятори апоптозу. Ефектори патогенів і їх мішені в рослинах. Контрастні механізми стійкості до біотрофів і некротрофів на прикладі *Arabidopsis thaliana*.

3. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назви розділів і тем	Кількість годин											
	Денна форма					Заочна форма						
	Усього	у тому числі					Усього	у тому числі				
		л	п	сем	інд	ср		л	п	лаб	інд	ср
Розділ 1. Основні поняття сучасної фітоімунології. Особливості імунітету рослин												
Теми 1-2	3	1		-		2	5	1			4	
Розділ 2. Екологічне та трофічне різноманіття фітопатогенів та особливості їх патогенезу												
Теми 3-6	8	3		1		4	7	1			6	
Розділ 3. Різноманіття захисних реакцій рослин												
Теми 7-9	9	4		1		4	8	2			6	
РАЗОМ	20	8		2		10	20	4			16	

4. ТЕМИ СЕМІНАРСЬКИХ ЗАНЯТЬ

На семінарські заняття виносяться п'ять тем, що запропоновані для самостійного опрацювання студентами (див. пункт 5 цієї програми).

5. САМОСТІЙНА РОБОТА

Інформаційними джерелами для самостійної роботи є базова і допоміжна рекомендована література, ресурси Інтернету, а також джерела:

1. Акулов А.Ю. Индуцированная неспецифическая устойчивость растений: история и современность]: материалы к лекции по курсу «Фитоиммунология» [Электронный ресурс: <http://dspace.univer.kharkov.ua/handle/123456789/3186>], 2006. – 37 с.
2. Генетика симбиотической азотфиксации с основами селекции / под ред. И.А. Тихоновича и Н.А. Проворова. – СПб: Наука, 1998, 194 с.
3. Agrios G.N. Plant pathology (5th ed.). – London : Elsevier Academic Press, 2005, 948 p.
4. Bernoux M., Ellis J.D., Dodds P.N. New insights in plant immunity signaling activation // Current Opinion in Plant Biology. – 2011. – Vol. 14. – P. 512-518.
5. Diepold A., Wagner S., Assembly of the bacterial type III secretion machinery // FEMS Microbiology Reviews. – 2014 [digital publication].
6. Glowacki S., Macioszek V.K., Kononowicz A.K. R proteins as fundamentals of plant innate immunity // Cellular and Molecular Biology Letters. – 2011. – Vol. 16. – P. 1-24.
7. Nürnberger T., Brunner F., Kemmerling B., Piater L. Innate immunity in plants and animals: striking similarities and obvious differences // Immunological Reviews. – 2004. – Vol. 198. – P. 249-266.

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	Поняття «хвороба» в фітоімунології. Інфекційні та неінфекційні хвороби рослин й симптоми їх прояву. Явища паразитизму, коменсалізму, мутуалізму та хижацтва при взаємодії рослин з інвайдерами.	1	2
2	Порівняльна характеристика механізмів специфічного розпізнавання та подальших імунологічних реакцій у рослин і тварин.	1	2
3	Патогенез грам-негативних некротрофних фітопатогенних	1	2

	бактерій. Нар-гени та апарат секреції III типу на прикладі бактерій роду <i>Pseudomonas</i> .		
4	Системна набута стійкість рослин (SAR): історія відкриття та загальна характеристика. Експерименти Дж. Куча. Поняття «елісітор» та «стресор».	1	2
5	Поняття «бактероїд» та «симбіосома». Молекулярні механізми функціонування симбіосоми. Сучасні методи інокуляції рослин бульбашковими бактеріями та їх практичне використання в рослинництві.	1	2
6	Підготовка до поточного, модульного та підсумкового контролю	5	6
РАЗОМ		10	16

6. МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Самоконтроль здійснюється під час розв'язання завдань з використанням рекомендованих підручників та ресурсів мережі Інтернет. Перелік завдань для самопідготовки і самоконтролю студенти отримують під час вступного заняття.

Поточний контроль проводиться

- теоретичної **контрольної роботи**
- на **семінарських заняттях** шляхом оцінювання підготовлених студентами виступів, активності в дискусії, вміння формулювати та відстоювати свою позицію та ін.

Підсумковий контроль проводиться у вигляді **іспиту**

7. СХЕМА НАРАХУВАННЯ БАЛІВ

Поточний контроль, самостійна робота, контрольна робота		Сума (за розділ Фітоімунологія)
Оцінювання роботи студентів під час семінару	Контрольна робота, передбачена навчальним планом	
10	10	20

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПІДГОТОВКИ І САМОКОНТРОЛЮ

1. Імунітет як загальнобіологічне явище. Поняття «імунітет» в фітоімунології та імунології тварин. Порівняльна характеристика захисних реакцій у рослин та тварин.
2. Ранні етапи розвитку уявлень про стійкість рослин. Структурно-механічна, хемотропічна, кислотна, осмотична та фагоцитарна концепції стійкості рослин. Теорія токсинів та антитоксинів. Вклад Н.І. Вавилова у становлення фітоімунології.
3. Поняття «хвороба» в фітоімунології. Інфекційні та неінфекційні хвороби рослин й симптоми їх прояву. Явища паразитизму, коменсалізму, мутуалізму та хижацтва при взаємодії рослин з інвайдерами.
4. Поняття «патоген» (паразит). Класифікація патогенів. Некротрофна, біотрона, гемібіотрофна та ендотрофна стратегії взаємодії різних груп патогенів з рослинами.
5. Особливості паразитизму грибів, бактерій та вірусів на рослинах та роль клітинної стінки рослин у їх захисті проти мікозів, бактеріозів та вірозів.

6. Основні групи шкідників та їх вплив на рослини. Фактори стійкості рослин до ушкодження шкідниками.
7. Якісні та кількісні показники патогенності та їх наслідування.
8. Класифікація способів проникнення фітопатогенних грибів у рослини. Проростання пропагул фітопатогенних грибів на поверхні рослин та їх прикріплення. Білки гідрофобіни.
9. Інфекційна гіфа, аппресорій, гаусторія та роль цих структур у проникненні та живленні біотрофних фітопатогенних грибів. Переваги та недоліки «сухоспорового» способу проростання порівняно з «крапельним» з позицій фітоімунології.
10. Механізм проникнення плазмодіофорових слизовиків в тканини рослини. Еволюційне походження структури пробивання клітинної стінки рослин у цих організмів.
11. Особливості проникнення фітопатогенних бактерій у міжклітинний простір рослини-хазяїна. Стратегії біо- та некротрофії при взаємодії фітопатогенних бактерій з рослинами. Ендотрофна стадія розвитку фітопатогенних бактерій.
12. Патогенез грам-негативних некротрофних фітопатогенних бактерій. Нар-гени та апарат секреції III типу на прикладі бактерій роду *Pseudomonas*.
13. Шляхи проникнення фітопатогенних вірусів в рослини та фактори подальшої системної колонізації рослин. Вірози як головний фактор «виродження» цінних сортів рослин. Загальне уявлення про методи безвірусного насінництва і рослинництва.
14. Роль клітинної стінки рослин у формуванні їх стійкості. Структурні компоненти клітинної стінки рослин та їх роль у захисті рослин. Поняття «депо ферментів».
15. Загальні уявлення про конституційну стійкість рослин.
16. Предінфекційні токсини (фітоантиципіни або фітонциди) рослин та їх особливості; роль цих токсинів у забезпеченні стійкості рослин. Механізми толерантності рослин до власних токсинів.
17. Непротеїногенні амінокислоти як один з факторів стійкості рослин до дії патогенів та шкідників.
18. Цианогенні глікозиди, тиоглікозиди (горчичні масла), стероїдні та лактонні глікозиди та їх роль у стійкості рослин. Детоксикація глікозидів фітопатогенами та шкідниками у сумісних комбінаціях рослина-інвайдер.
19. Роль пірролізидинових алкалоїдів та піретроїдів у взаємовідносинах рослин з шкідниками. Механізми детоксикації рослинних токсинів тваринами.
20. Постінфекційні токсини рослин. Основні положення концепції фітоалексинів К. Мюллера та Х. Бергера. Розвиток уявлень про фітоалексини. Метод крапельних дифузатів при дослідженні накопичення та хімічної структури молекул фітоалексинів.
21. Системна набута стійкість рослин (SAR): історія відкриття та загальна характеристика. Експерименти Дж. Куча. Поняття «елісатор» та «стресор».
22. Молекулярні основи запуску SAR у відповідь на дію травматичних та нетравматичних стресорів. Саліцилат-залежна, жасмонат-залежна, системін-залежна та оксиліпідна сигнальні системи при індукції стійкості рослин. Перспективи використання SAR у захисті рослин.
23. Індукція новоутворень рослин після інфікування *Agrobacterium tumefaciens* та *Agrobacterium rhizogenes*. Структура Ti- та Ri-плазмід та апарат секреції IV типу.
24. Роль гормонів та інших речовин з гормональною активністю у формуванні патосистеми з *Agrobacterium tumefaciens*. Опіни та їх роль у живленні *A. tumefaciens* в тканинах рослини. Загальні уявлення про методи генетичної трансформації рослин з використанням апарату секреції IV типу .

25. Особливості проникнення нітроген-фіксуючих бактерій у рослини (на прикладі *Rhizobium*). Білки-лектини та флавоноїди рослин та їх роль у формуванні патосистеми з нітроген-фіксуючими бактеріями. Nod-гени та їх продукти.
26. Поняття «бактероїд» та «симбіосома». Молекулярні механізми функціонування симбіосоми. Сучасні методи інокуляції рослин бульбашковими бактеріями та їх використання в рослинництві.
27. Загальні уявлення про генетику взаємин фітопатогенних організмів з рослинами. Концепція взаємодії «ген-на-ген» за Г. Флором. Концепції полі- та моногенної стійкості рослин. Теорія полігенної та олігогенної стійкості М. Галлеглі та Д. Нідерхаузера. Вклад полі- та олігогенної стійкості у загальну стійкість рослин та особливості їх подолання патогенами.
28. Теорія расоспецифічної (специфічної) стійкості Я. ван дер Планка та Р. Робінсона та її подальший розвиток. Поняття про спеціалізовані форми, фізіологічні раси та біотиби патогену та методи їх ідентифікації.
29. Гени специфічної стійкості рослин (R-гени) та класи білків, що ними кодується. *Arabidopsis thaliana* як головний модельний об'єкт при дослідженні расоспецифічних рецепторів рослин.
30. Імунологічна реакція надчутливості (апоптозу) та її специфічність до інвайдера. Роль апоптозу при некротрофній та біотрофній інфекції. Молекулярні механізми індукції надчутливості у рослин.
31. Поняття «ген вірулентності» (Vir-ген) та «ген авірулентності» (Avr-ген). Структура та новоутворення специфічних рецепторів розпізнавання інвайдерів рослин.
32. Імунітет, індукований асоційованими з мікроорганізмами молекулярними структурами й імунітет, індукований ефекторами патогенів. MAMPs та їх рецептори. Індукція шляхів трансдукції сигналів рецепторами MAMPs.
33. Сигнальні шляхи, залежні від саліцилової кислоти, жасмонової кислоти і етилену. Взаємодії між сигнальними шляхами СК і ЖК / ЕТ. Сигнальна система NO.
34. Порівняльна характеристика рослинних рецепторів специфічної стійкості та антитіл тварин.
35. Вплив факторів навколишнього середовища на розвиток хвороб. Поняття «трикутник хвороби» (патоген - хазяїн – навколишнє середовище). Теорія коєволюції патогену та рослини-живителя. Застосування «Принципу Чорної королеви» в фітоімунології.

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка за національною шкалою для заліку
90 – 100	відмінно
80-79	добре
60-59	задовільно
1-49	незадовільно

8. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Базова

1. Акулов А.Ю. Индуцированная неспецифическая устойчивость растений: история и современность]: материалы к лекции по курсу «Фитоиммунология» [Электронный ресурс: <http://dspace.univer.kharkov.ua/handle/123456789/3186>], 2006. – 37 с.
2. Дьяков Ю.Т., Озерецковская О.Л., Джавахия В.Г., Багирова С.Ф. Общая и молекулярная фитопатология: Уч. пособие.– М.: Изд. Общ-ва фитопатологов, 2001, 302 с.
3. Фундаментальная фитопатология / под ред. Ю.Т. Дьякова. – М. : КРАСАНД, 2012, 512 с.
4. Agrios G.N. Plant pathology (5th ed.). – London : Elsevier Academic Press, 2005, 948 p.
5. Desk encyclopedia of plant and fungal virology / Eds. B.W. Mahy, M.H. van Regenmortel. – Academic Press, 2010, 633 p.
6. Dickinson M. Molecular plant pathology.– London, New York: BIOS Scientific Publishers, 2003, 273 p.
7. Sessa G. Molecular plant immunity. – Tel-Aviv: John Wiley & Sons, 2012, 304 p.

Допоміжна

1. Ванюшин Б. Ф. Апоптоз у растений // Успехи биологической химии, 2001, т. 41, 338 с.
2. Каратыгин И.В. Коэволюция грибов и растений / под ред. Н. С. Голубковой. – СПб.: Гидрометеиздат, 1993. – 115 с.
3. Харборн Дж. Введение в экологическую биохимию. – М.: Мир, 1985, 312 с.
4. Altenbach D., Robatzek S. Pattern recognition receptors: from the cell surface to intracellular dynamics // Molecular plant-microbe interactions. – 2007. – Vol. 20, N 9. – P. 1031–1039.
5. Balbi V., Devoto A. Jasmonate signalling network in *Arabidopsis thaliana*: crucial regulatory nodes and new physiological scenarios // New Phytologist. – 2008. – Vol. 177. P. 301–318.
6. Bent A.F. Mackey D. Elicitors, effectors, and R genes: the new paradigm and a lifetime supply of questions // Annual Review of Phytopathology. – 2007. – Vol. 45. – P. 399-436.
7. Citovsky V., Kozlovsky S.V., Lacroix B., Zaltsman A., Dafny-Yelin M., Vyas S., Tovkach A., Tzfira T. Biological systems of the host cell involved in *Agrobacterium* infection // Cellular Microbiology. – 2007. – Vol. 9, N 1. – P. 9–20.
8. Da Cunha L., Sreerekha M.-V., Mackey D. Defense suppression by virulence effectors of bacterial phytopathogens // Current Opinion in Plant Biology. – 2007. – Vol. 10. – P. 349–357.
9. Diepold A., Wagner S., Assembly of the bacterial type III secretion machinery // FEMS Microbiology Reviews. – 2014 [digital publication].
10. Dodds P.N., Rathjen J.P. Plant immunity: towards an integrated view of plant–pathogen interactions // Nature Reviews Genetics. – 2010. – Vol. 11, N 8. – P. 539–546.
11. Jonatan D.G., J.L. Dangl, The plant immune system // Nature. – 2006, Vol. 444, N16. – P. 323–329.
12. Garcia-Brugger A., Lamotte O., Vandelle E., Bourque S., Lecourieux D., Poinssot B., Wendehenne D., Pugin A. Early signaling events induced by elicitors of plant defenses // Molecular plant-microbe interactions. – 2006. – Vol. 19, N 7. – P. 711–724.
13. Glowacki S., Macioszek V.K., Kononowicz A.K. R proteins as fundamentals of plant innate immunity // Cellular and Molecular Biology Letters. – 2011. – Vol. 16. – P. 1-24.
14. He P., Shan L., Sheen J. Elicitation and suppression of microbe-associated molecular pattern-triggered immunity in plant–microbe interactions // Cellular Microbiology. – 2007. – Vol. 9, N6. – P. 1385–1396.
15. Howe G.A., Jander G., Plant Immunity to Insect Herbivores // Annual Review of Plant Biology. –

2008. – Vol. 59. – P. 41–56.
16. Mengiste T. Plant immunity to necrotrophs // *Annual Review of Plant Pathology*. – 2012. – Vol. 50, N 13. – P. 13–25.
 17. Pieterse C.M., van der Does D., Zamioudis C., Leon-Reyes A., van Wees S., Hormonal modulation of plant immunity // *Annual Review of Cell and Development*. – 2012. – Vol. 28. – P. 1–33.
 18. *Plant immunity: methods and protocols* / Ed. J. M. McDowell. – New-York : Humana Press, 2011, 295 p.
 19. *Plant pathology: Concepts and laboratory exercises* / Eds. R.N. Trigiano, M.T. Windham, A.S. Windham. – London, New-York, Washington: CRC Press, 2004, 722 p.
 20. Sigeo D.C. *Bacterial plant pathology: Cell and molecular aspects*. – Cambridge: Cambridge University Press, 2005, 340 p.
 21. Strange R.N. *Introduction to plant pathology*. – New York: John Wiley & Sons, 2003, 497 p.
 22. Tena G., Boudsocq M., Sheen J., Protein kinase signaling networks in plant innate immunity // *Current Opinion in Plant Biology*. – 2011. – Vol. 15. – P. 514-529.
 23. Tzfira T., Citovsky V. Agrobacterium-mediated genetic transformation of plants: biology and biotechnology // *Current Opinion in Biotechnology*. – 2006. – Vol. 17. – P. 147–154.
 24. Yoshioka H., Mase K., Yoshioka M., Kobayashi M., Asai S., Regulatory mechanisms of nitric oxide and reactive oxygen species generation and their role in plant immunity // *Nitric Oxide*. – 2011. – N 25. – P. 216-221.

8. ПОСИЛАННЯ НА ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ В ІНТЕРНЕТІ, ВІДЕО-ЛЕКЦІЇ, ІНШЕ МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Комплекс навчально-методичного забезпечення дисципліни (комплект мультимедійних презентацій до лекцій, підручники, навчальні посібники, завдання для проміжного та підсумкового контролю, навчальні фільми) представлені у вигляді інтерактивної папки з документами на ресурсі **Гугл клас** (доступний через офіційний сайт ХНУ).

Пароль доступу **28xrz1t**

Інші Інтернет-ресурси:

- сайт кафедри мікології та фітоімунології: <http://www-mycology.univer.kharkov.ua/>
- електронний репозитарій ХНУ: <http://dspace.univer.kharkov.ua/>
- сайт Американського фітопатологічного товариства: <http://www.apsnet.org/>