

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова

Біологічний факультет

Кафедра генетики і молекулярної біології

Дипломна робота
бакалавра

на тему: **Вплив генетично активних речовин *Pleurotus osteratus* на
генетичний апарат рослинних тест-об'єктів**

The influence of *Pleurotus osteratus* biologically active substances on the genetic apparatus of
plant test objects

Виконала:

студентка денної форми навчання
напряму підготовки 6.040102 Біологія
Доломанжи Марія Захарівна

Керівник:

кандидат біологічних наук, доцент
Мірось Світлана Леонидівна

Рецензент:

кандидат біологічних наук, доцент
Зінченко Оксана Юріївна

Рекомендовано до захисту:
протокол засідання кафедри
№ _____ від _____ 2017р.

Завідувач кафедри

(підпис) Чеботар С.В.
(прізвище та ініціали)

Захищено на засіданні ЕК № _____
протокол № _____ від _____ 2017р.
Оцінка _____ / _____ / _____
(за національною шкалою, шкалою ECTS, бал)

Голова ЕК

(підпис) Стойловський В.П.
(прізвище та ініціали)

Одеса – 2017

Анотація

Метою роботи була оцінка впливу екзо- та ендометаболітів гриба *Pleurotus osteratus*, на рослинні тест-об'єкти та їх генетичний апарат. У якості рослинних тест-об'єктів використовували пшеницю (*Triticum durum*L.), кукурудзу (*Zea mays* L.) та горох (*Pisum sativum* L.). За пророщування пшениці та кукурудзи з додаванням культурального середовища достовірно зменшувалися показники схожисті насіння та спостерігалася інгібування росту кореню. Пророщування насіння з додаванням соку плодових тіл набагато в меншій мірі впливало на схожість насіння та ріст коренів. Горох як тест-об'єкт виявився не чутливим до метаболітів гливи. Вплив екзо- та ендометаболітів *P. osteratus*, на генетичний апарат досліджували за допомогою ана-телофазного тесту. У досліді з використанням культури гриба спостерігалася достовірне збільшення клітин з аномальними поділами в порівнянні з контролем. У варіанті досліді з використанням соку плодових тіл достовірних відмінностей від контролю не спостерігалася. Отже, у культуральній рідині гриба містяться речовини, які мають генотоксичний ефект. Втім, у сформованих плодових тілах вони відсутні.

Роботу викладено на 48 сторінках, вона містить 9 таблиць та 2 рисунки. Наведено посилання на 57 джерела літератури (47 кирилицею та 10 латиницею).

Ключові слова: *Pleurotus osteratus*, екзо- та ендометаболіти, рослинні тест-об'єкти.

Summary

The aim of this theses is evaluation of influence of exo- and andometabolites of *Pleurotus osteratus* mushroom, to plant test facilities and their genetic apparatus. Wheat (*Triticum durum*), maize (*Zea mays* L) and peas (*Pisum sativum* L) were used as plant test objects. Seed germination and growth inhibition observed roots. During germination of wheat and maize adding culture medium significantly decreased performance seed germination and root growth inhibition was observed. Sprouting seeds with added fruit juice solids much less effect on seed germination and root growth. Peas as testobjects was not sensitive to oyster metabolites. Effect of exo- and andometabolites *P. osteratus* to genetic apparatus was studied by Ana-telophases test. A significant increase in cells with abnormal divisions compared with the control in experiments using cultures of the fungus was observed. In an experiment using fruit juice solids significant differences from control were observed. Thus, in the fungus culture fluid containing substances with genotoxic effects. However, the existing fruit bodies are missing.

This paper describes 48 pages it includes 9 tables and 2 figure. Shows links to literature sources to Cyrillic 35 publications and 5 Latin.

Keywords: *Pleurotus osteratus*, exogenous and endometabolity, plant test facilities.

ЗМІСТ

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ.....	4
ВСТУП	5
1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....	8
1.1. Систематичне положення та біологічні особливості гливи звичайної.....	8
1.2. Харчова цінність гливи.....	11
1.3. Біологічноактивні речовини гливи звичайної.....	17
1.4. Рослинні тест системи	19
2. МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	24
2.1. Визначення фітотоксичної дії метаболітів	24
2.2. Ана-телофазний тест.....	25
2.3. Дія фітотоксинів на рух протоплазми.....	27
2.4. Статистична обробка даних	27
3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ	28
3.1. Ступень фітотоксичної активності метаболітів <i>Pleurotus ostreatus</i>	28
3.2. Вплив метаболітів на генетичний апарат тест-об'єктів.....	32
3.3. Дія метаболітів <i>P. osteratus</i> на рух протоплазми <i>Elodea canadensis</i>	36
УЗАГАЛЬНЕННЯ	38
ВИСНОВКИ.....	41
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	42

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ

МІ – мітотичний індекс;

А-ТІ – ана-телофазний індекс;

ІІ – профазний індекс;

М – мітоз;

А – анафаза;

ІІ – профаза;

Т – телофаза;

ХА – хромосомні аберації.

ВСТУП

Вищі Базидіоміцети об'єднують понад 12 тис. видів, серед яких більшість становлять сапротрофи, чимало видів утворюють мікоризу з вищими рослинами та викликають хвороби деревних порід, що мають характер епіфітотій і завдають шкоди лісовому господарству [Гарибова, 2005].

В останні роки поширюється використання вищих базидіальних грибів у мікробіологічній, харчовій, фармакологічній промисловості у зв'язку з виявленням у грибів цієї групи біологічно активних речовин. Завдяки прогресивному розвитку промислового грибовництва в усьому світі збільшилися обсяги виробництва (до 20 млн тонн на рік) і споживання культивованих їстівних грибів *Pleurotus osteratus*. Поряд з економічною та екологічною доцільністю важливими аргументами на користь подальшого збільшення обсягів промислового виробництва культивованих грибів *Pleurotus osteratus* є їх цінність як фізіологічно функціонального харчового продукту, а також можливість використання в якості об'єктів сучасних технологій отримання дієтичних добавок, лікувально-профілактичних та лікарських препаратів [Билай, 1982].

Питанням вивчення хімічного складу і харчової цінності, визначення природи біологічно активних і лікарських речовин, ізольованих з вищих базидіоміцетів, присвячене велике число експериментальних робіт [Соломко, Дудка, 1985].

За останнє десятиліття наука збагатилася новими відомостями, які доповнюють і деталізують хімічний склад окремих компонентів, змінився погляд на значення і роль високомолекулярних полісахаридних компонентів і грибної клітковини, розширилися відомості про фармакологічно активні низькомолекулярні речовини грибів тощо.

Біологічне значення речовин, що входять до складу грибів, як втім, і до складу багатьох інших натуральних харчових продуктів, неоднозначно. З них

можна виділити групу головних речовин (білки, вуглеводи, жири, макроелементи), які є джерелом енергії і пластичних матеріалів. Другий клас харчових речовин грибів складають «мікронутрієнти», які присутні в дуже невеликих кількостях (від часток грама до мікрограмів), але в їх число входять такі функціонально важливі, незамінні для людини речовини, як вітаміни і мікроелементи, якими багаті культивовані їстівні гриби. Грибна клітковина, яка не є харчовим компонентом, проте завдяки своєму унікальному складу виконує важливу фізіологічну функцію, покращуючи перистальтику, адсорбуючи і виводячи з організму шлаки [Дьяков, 1997]. Частина неперетравлюваних високополімерних полісахаридів, пов'язаних з білком, володіє фармакологічною активністю, завдяки чому гриби здатні стимулювати імунну систему людини, підвищуючи опір до багатьох захворювань. Гриби містять велику кількість низькомолекулярних біологічно активних речовин різної хімічної природи, здатних надавати помітний вплив на організм людини. Хімічна природа цих речовин активно вивчається в зв'язку з відміченою антиоксидантною, протизапальною, антибіотичною дією [Колтунов, 1988].

Тому, спираючись на аналіз літературних даних і результати власних досліджень, нам видається важливим розглянути їх загальний вигляд і відобразити сучасні уявлення про харчову цінність та користь грибів *Pleurotus osteratus*, а також виявити чи насправді біологічно активні речовини гливи є корисними, чи не мають вони негативного впливу на організм та окремо на генетичний апарат.

Мета роботи – дослідити вплив генетично активних речовин *Pleurotus osteratus* на генетичний апарат рослинних тест-об'єктів: *Triticum durum* L, *Zea mays* L, *Pisum sativum* L.

Для досягнення цілі вирішувалися наступні завдання:

1. Дослідити вплив екзо- та ендометаболітів гриба *P. osteratus*, на схожість та ріст коренів рослинних тест-об'єктів.
2. Дослідити фітотоксичну дію метаболітів *P. osteratus*.

3. Дослідити вплив метаболітів *P. osteratus* на генетичний апарат рослинних тест-об'єктів.

Предмет дослідження – мутагена дія метаболітів базидіоміцетів

Об'єкт дослідження – вплив метаболітів *P. osteratus* на генетичний апарат рослинних тест-об'єктів.

УЗАГАЛЬНЕННЯ

Глива звичайна є одним з перспективних екологічно чистих харчових продуктів, що мають високу біологічну цінність і лікувально-профілактичні властивості. Білки плодових тіл і міцелію гливи звичайної, містять всі 18 амінокислот, що входять в формулу збалансованого харчування, з яких особливу цінність представляють незамінні амінокислоти: лізин, треонін, валін, триптофан, тирозин і ін. [Camarero,1999]. Також глива звичайна містить великий спектр мікроелементів і вітамінів: В1 (тіамін), В2 (рибофлавін), В5 (ніацин), В6 (піридоксин), В7 (біотин), а також D2 і Е (токоферол). Плодові тіла містять до 38-47,7% загального протеїну [Соломко,1985].

Плодові тіла грибів роду *P. ostreatus*, містять безліч біологічно активних речовин, завдяки яким цінність гливи не тільки харчова, а й лікувальна і лікувально-профілактична. Глива має здатність сорбувати і виводити з організму різні шлаки, іони важких металів і радіоактивні елементи, що досягається наявністю пов'язаних полісахаридів – манніту і хітину [Шнирева,2012]. Цінність гливи також в тому, що вона сприяє зниженню вмісту холестерину в крові через наявність ловастатину. Водорозчинні полісахариди (глюкан), наявні в плодах гливи мають імуностимулюючу дію [Бабицкая,1996].

В окремих літературних джерелах міститься інформація про генотоксичну активність певних метаболітів гливи звичайної. В проведеному дослідженні було визначено фітотоксичну та генетичну дію ендо- та екзометаболітів гливи звичайної на рослинні тест-об'єкти. Було встановлено, що такий тест-об'єкт з сімейства двудольних як горох не виявляє чутливості до метаболітів гливи звичайної. Пшениця та кукурудза навпаки виявилися чутливими до дії біологічно активних речовин гриба.

Культуральна рідина гливи звичайної містить екзометаболіти, які проявляли фітотоксичну активність по відношенню до рослин пшениці (26%) та кукурудзи (13%). Екзометаболіти гливи звичайної з культурального середовища достовірно пригнічували ріст коренів пшениці (у 1,36 разів) та кукурудзи (у 1,35 разів). Впливали на зниження показників схожості: у досліді з пшеницею у 1,2рази, з кукурудзою – у 1,3рази. Також екзометаболіти викликали зниження мітотичної активності та збільшення аномалій мітозу на стадії анафази спостерігалися клітини з нерівним (асиметричним) розподілом хромосом, клітини з мостами, та клітини з трьохполюсним розходженням хромосом.

Ендометаболіти з соку плодових тіл виявили меншу активність в порівнянні з екзометаболітами. Фітотоксична активність по відношенню до рослин пшениці составила – 8.0%, кукурудзи – 7.5%. Ендометаболіти гливи звичайної з культурального середовища достовірно пригнічували ріст коренів пшениці (у 1,26 разів) та кукурудзи (у 1,23 рази). Впливали на зниження показників схожості: у досліді з пшеницею у 1,1 рази, з кукурудзою – у 1, 2 рази.

У досліді з горохом не відбувалося достовірних змін показників схожості та інгібування росту коріння, тому можна припустити, що рослини бобових проявляють більшу стійкість до екзо- та ендометаболітів гливи ніж злаки.

Отримані дані можна пояснити тим, що міцелій та плодові тіла *Pleurotus osteratus* містять ферменти глікозил-гідролази, зокрема β -глюкозидази. Як свідчать літературні дані β -глюкозидази можуть бути позаклітинні, пов'язані з клітинною стінкою, і внутрішньоклітинні. [Cohen, 2001].

Фермент β -глюкозидаза конкурентно інгібується глюкозою, глюконолактоном, а також целлобіонолактоном, який є продуктом окислення целлобіози [Bobek, 1995]. Тож цілком вірогідно що, β -глюкозидаза, яка бере участь в деградації біомаси, позаклітинно (культуральна рідина) у більшій

мірі пригнічувала ріст та розвиток насіння ніж внутрішньоклітинна. Так як фермент β -глюкозидаза конкурентно інгібується глюкозою, яка міститься в клітинах.

Слід також відмітити, що на 5-ту добу культивування гливи відзначається максимум загальної активності лаккази [Бабицкая, 1996]. Даний фермент бере участь у розкладі лігніну грибами, у процесах детоксикації, та в патогенезі рослин. Активність цих ферментів могла привести до зниження показників схожості рослин та інгібування росту їх коренів.

ВИСНОВКИ

1. Екзометаболіти *P. ostreatus* оказують інгібуючу дію на ріст коренів пшениці та кукурудзи в більшому ступені ніж ендометаболіти з плодових тіл. Горох виявився нечутливим тест-об'єктом.

2. Метаболіти гливи звичайної оказують токсичну дію та тест-об'єкти: екзометаболіти проявляли на пшениці фітотоксичну дію на рівні 26 %, на кукурудзі – 13%. Ендометаболіти виявили меншу фітотоксичну активність – 8,1% - на пшениці та 7,5% - на кукурудзі.

3. Метаболіти гливи впливали на показники схожості: екзометаболіти знизили показники схожості пшениці у 1,2 рази, кукурудзи – у 1,3 рази. Ендометаболіти виявили меншу активність: схожість пшениці знизилась у 1,1 рази, кукурудзи – у 1,2 рази.

4. У культуральній рідині гриба містяться речовини, які мають генотоксичний ефект: зниження мітотичної активності та збільшення аномалій мітозу. На стадії анафази спостерігалися клітини з нерівним (асиметричним) розподілом хромосом, клітини з мостами, та клітини з трьохполюсним розходженням хромосом. Втім, у сформованих плодових тілах вони відсутні.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Айзенштадт М.А.* Пероксидазное окисление лигнина и его модельных соединений /Боголицын К.Г. // Химия растительного сырья.– 2009.– №2. – С. 5-18.
2. *Айала, Ф.* Современная генетика / Ф. Айала. – М. : Мир, 1988. – 2 с.
3. *Алексеева К.Л.* Культивируемые грибы // Научно производственный справочник / К.Л.Алексеева // Изд-во Рос. Сельхоз. Академии. - М.: РАСХН, 2000. – С.203.
4. *Бабицкая, В.Г.* *Pleurotus ostreatus* продуцент комплекса биологически активных веществ / В.Г.Бабицкая, В.В.Щерба //Прикладная биохимия и микробиология. М.: - 1996. Т.32. - №2. - С. 203.
5. *Белицкий, И.В.* Посевной мицелий съедобных и лекарственных ксилотрофных грибов: технологии выращивания и критерии качества / И.В.Белицкий, Л.М.Краснопольская // Гавриш. 2000. - №3. - С. 11.
6. *Билай В.И.* Методы экспериментальной микологии / В.И.Билай // Киев.: Наукова думка. 1982.-С.17
7. *Бисько Н.А.* Микрофлора субстрата *Pleurotus ostreatus* / Н.А. Бисько // Микология и фитопатология. 1996. Е. 30. - вып. — 5/6. С. 7 - 12.
8. *Бухало А. С.* Сучасні тенденції культивування грибів із роду *Pleurotus* // Укр. ботан.журн. – 1990. – Т. 47, № 2. – С. 118.
9. *Бухало А.С.:* Высшие съедобные базидиомицеты в чистой культуре // научное издание.-Киев: Наук. думка, 1988. – С. 8.
- 10.*Вишневский М.В.* Лекарственные грибы. Большая энциклопедия. – Москва: ЭКСМО,2014. – 400 с.
- 11.*Володина, Е.П.* Питательная ценность плодовых тел и субстратов при интенсивном культивировании вешенки обыкновенной *Pleurotus ostreatus* / Е.П. Володина // Киев. 1991 .-С.17.

12. *Газарян И.Г.* Особенности структуры и механизма действия пероксидаз растений / Хушпультян Д.М., Тишков В.И. // Успехи биологической химии. – 2006. – Т.46. – С.303-322.
13. *Гарибова Л. В.* Основы микологии. Морфология и систематика грибов и грибоподобных организмов / Л. В. Гарибова, С. Н. Лекомцева. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2005. – С.18.
14. *Гэлстон А.* Жизнь зеленого растения / А. Гэлстон, П. Девис, Р. Сэттер. – М.: Мир, 1983. – 552 с.
15. *Гостимский С. А.* Практикум по цитогенетике / С. А. Гостимский, М. И. Дьякова, Е. В. Ивановская. – М.: Изд-во МГУ, 1974. – 172 с.
16. *Даниляк Н.И.* Ферментные системы высших базидиомицетов. / Семичаевский В.Д., Дудченко Л.Г., Трутнева И.А // Киев.: Наукова думка. – 1989. – 280 с.
17. *Делоне Н.Л.:* Записки генетика – 1960 – С.21.
18. *Дудка, И.А.* Высшие съедобные базидиомицеты в поверхностной и глубинной культуре. / И.А. Дудка // Киев, Наукова думка, 1983, С.109.
19. *Дудка И.А.* Грибы. Справочник миколога и грибника./., Вассер С.П. // Киев: Наукова думка. – 1987. – 536 с.
20. *Дьяков Ю.Т.* Грибы и их значение в жизни природы и человека / Ю.Т. Дьяков // Соровский образовательный журнал. 1997. №3. С. 38.
21. *Дятлов В.В., Попова Н.А.* Хімічний склад гливи різного морфологічного стану: збірник ХДУХТ- Харків, 2008-С.18.
22. *Зубарева И. М.* Глубинное культивирование высших базидиомицетов / И. М. Зубарева, О. В. Кузнецова // Вопросы химии и химической технологии, 2002. – №1. – С. 67-71.
23. *Зубарева І. М.* Порівняльна характеристика гібридного штаму *Pleurotus ostreatus* / Зубарева І. М., Федорова І. С., Лебедева О. М. // Вопросы химии и химической технологии, 2005. – №3. – С. 74-78.

24. *Иванов А.И.* О роли базидиальных макромицетов трансформации ультрамикроэлементов в экосистемах / А.И.Иванов, А.Ф. Блинохватов// Микология и фитопатология. 2003. В.1 - №37. - С.73.
25. *Каталог сортів та гібридів Селекційно-генетичного інституту.* – Одеса, 2011. – 128 с.
26. *Колтунов, Б.П.* Формирование урожая вешенки обыкновенной и ее пищевая ценность / Б.П. Колтунов, В.И.Фомина, А.Б.Лысенкова // Пути интенсификации овощеводства в зап. районах Украины. Львов, 1988. С. 121 - 132.
27. *Краснопольская Л.М.* Система оценки качества посевного мицелия съедобных и лекарственных культивируемых грибов / Л.М. Краснопольская // Гавриш. 2002. №4. - С.17.
28. *Ли Ю.* Лекарственные грибы в традиционной китайской медицине и современных биотехнологиях/ Ю. Ли, Тулигуэл, Х. Бао и др.; (под общ. ред. В. А. Сысуева); НИИ с.-х. Северо-Востока. – Киров: О-Краткое, 2009. – 319 с.
29. *Михайлова О.Б.* Ферментативная активность новых интродуцированных штаммов базидиомицетов / Поединок Н.Л., Дьяков М.Ю., Камзолкина О.В. // Иммунопатология, аллергология, инфектология. – 2001. – №1. – С. 259-260.
30. *Морозов А.И.* Культивирование съедобных грибов как способ использования отходов перерабатывающей промышленности растениеводства /А.И. Морозов// Мат-лы междунар. конф. «Проблемы современной экологии». Запорожье, 2000. -С. 52.
31. *Мудрик Е.* Поиск новых видов грибов для культивирования. /Новикова В., Сухомлин М.Н. // Тез. Міжн. конф. “Проблеми сучасної екології”. – Запоріжжя. –2000. – С. 107.
32. *Негрукський С.Ф.* Комплекс морфологічних ознак при схрещуванні сумісних та несумісних монокаріонів гриба *Pleurotus ostreatus* // Укр. бот. журн. – 1998. – Т. 55, № 1. – С. 75–82.

33. Паушева З. П. Практикум по цитологии растений – Агропромиздат – 1988. – С 281
34. Поединок Н.Л. Повышение эффективности промышленного культивирования съедобного гриба вешенки обыкновенной / Бисько Н.А., Михайлова О.Б., Потемкина Ж.В., Негрийко А.М. // Биотехнология. – 2004. – №5. – С. 64-66.
35. Поляков В.Ю. Синергизм действия экстракта мицелия гриба *Pleurotus ostreatus* и медицинских цитостатиков на пролиферацию и апоптоз трансформированных клеток / Кирьянов Г.И, Герасименя В.П., Орлов А.Е., Лазарева Е.М., Мурашева М.И., Ченцов Ю.С // Биологические мембраны. – 2007. – Т. 24, № 5. – С. 379-388.
36. Рокицкий П. Ф. Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий. – Минск: Высшая школа, 1973. – 319 с.
37. Соломко, Э.Ф. Пищевая ценность и лечебно профилактические свойства культивируемых видов съедобных грибов / Э.Ф. Соломко // Промышленное культивирование съедобных грибов Сб. тезисов IV Сессии. - Донецк, 1993. С.-8-9.
38. Соломко, Э.Ф. Состав плодовых тел и мицелия высшего съедобного гриба вешенки обыкновенной / Э.Ф. Соломко // Прикладная биохимия и микология. - М., - 1985. Т. 23. вып 2. - С. 238.
39. Сухомлин. М.Н. Перспективы генетических исследований в селекции высших базидиальных грибов // Матер. I Межд. конф. "Методологические основы познания биологических особенностей грибов - продуцентов физиологически активных соединений и пищевых продуктов". – Донецк. – 1997. – С. 85–87.
40. Сухомлин М.М. Вивчення ДНК вищих базидіальних грибів / Сліпецький Р.В., Заворотна С.А., Кириченко Н.В., Федоренко В.О. // Матеріали X з'їзду Укр. бот. товариства „Проблеми ботаніки і мікології на порозі третього тисячоліття”. – Київ–Полтава. – 1997. – С. 108.

41. Сухомлин М.Н. Оптимизация условий для отримання моноспоровых культур высших базидиальных грибов // Матеріали вузівськ. конф. ДонДУ. Біологія – Донецьк. – 1997. – С. 91.
42. Сухомлин М.Н. Комплекс морфологических признаков мицелиальных культур при скрещивании совместимых и несовместимых монокарионов базидиомицетов // Збірн. наук. праць Луганського с.-г. ін-ту. Біол. науки. – 1998. – № 2 (6). – С. 7–13.
43. Тищенко А. Д. Субстраты для культивирования вешенки / А.Д.Тищенко // Школа грибоводства. Москва. - 1999. – С.56.
44. Тоцький В. М. Генетика : підручник для студентів біологічних спеціальностей університетів. – Одеса : Астропринт, 2008. – 710 с.
45. Хохлова Н.С., Монокарионы гриба *Pleurotus ostreatus* в селекционной работе // Аспекты изучения биоразнообразия Донбасса. – Донецк: – 1998, вып. 1. – С. 98.
46. Шнирєва А.В. Репродуктивні бар'єри в природних популяціях базидіального гриба *Pleurotusostreatus* // Мікологія та альгологія - 2012-Т. 22. №4-С.5.
47. Щерба В. В. Соединения индольной природы в культуральной жидкости и глубинном мицелии съедобных и лекарственных грибов / В. В. Щерба, Т. А. Пучкова, О. В. Осадчая // Микробные биотехнологии: фундаментальные и прикладные аспекты. Сб. научн. тр. Том 3. – Минск: Бераруская навука, 2011. – С. 111–118.
48. Bisen P. S. *Lentinus edodes*: A Macrofungus with Pharmacological Activities / P. S. Bisen, R. K. Baghel, B. S. Sanodiya, G. S. Thakur // Current Medicinal Chemistry. – 2010. – 17. – P. 2419-2430.
49. Bobek P. oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) accelerates plasma cholesterol turnover in hypercholesterolaemic rat /Ozdin O., Mikus M. // Physiol. Res. – 1995. – V.44, №5. – P. 287-291.

50. *Cai Y.J.* β - glucosidase components of the cellulolytic system of the edible straw mushroom *Volvariella volvacea* /Buswell J.A., Chang S.T. / Enzyme Microb.Technol.– 1998.– V.22.– P.122-129.
51. *Camarero L.* A search for ligninolytic peroxidases in the fungus *Pleurotus eryngii* involving alpha-keto-gamma-thiomethybutyric acid and lignin model dimers /Martinez M.J., Martinez A.T.// Appl. Environ. Microbiol. – 1999. – V. 65. – P. 916-922.
52. *Cohen R.* Transcript and activity levels of different *Pleurotus ostreatus* peroxidases are differentially affected by Mn^{2+} /Hadar Y, Yarden O. // Environmental Microbiology, 2001.– V. 3, №5. – P. 312-322.
53. *Mason D. J.* Determination of naturally-occurring formaldehyde in raw and cooked mushrooms by spectrophotometry and liquid chromatography-mass spectrometry / D. J. Mason, M. D. Sykes, S. W. Panton, E. H. Rippon // Food additives and contaminants. – 2004. – Vol. 21, № 11. – P. 1071–1082.
54. *Suzuki H.* Structural characterization of the immunoactive and antiviral water-solubilized lignin in an extract of the culture medium of *Lentinus edodes* mycelia (LEM) / H. Suzuki, K. Iryama, O. Yoshida // Agric. Biol.Chemistry. – 1990. – Vol. 54, № 2. – P. 479–487.
55. *Von Wright A.* Mutagenicity of some edible mushrooms in the Ames test / A. Wright von, J. Knuutinen, S. Lindroth// Food chem. Toxicol. – 1982. – Vol. 20, № 3. – P. 265–268.
56. *Weng K. L.* Exome sequencing identifies highly recurrent MED12 somatic mutations in breast fibroadenoma / Weng Khong Lim, Choon Kiat Ong, Jing Tan // Nature Genetics. – 2014. – Vol. 46, № 8. – P. 877–880.
57. *Yamamoto Y.* Immunopotentiative activity of the water-soluble lignin rich fraction prepared from LEM – extract of the solid culture medium of *Lentinus edodes* mycelia / Y. Yamamoto, H. Shirono, K. Kono, Y. Ohahi // Bioscience, Biotechnology and Biochemistry. – 1997. – Vol. 61, № 11. – P. 1909–1912.