



ISSN: 2500-4212. Свидетельство о регистрации СМИ: ЭЛ № ФС 77 - 67083 от 15.09.2016

Научное обозрение. Раздел I. Научные исследования. 2017. №3. ID 65

**Учаева Инна Михайловна**

*кандидат химических наук, доцент, кафедра "Природная и техносферная безопасность", Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.*

*uchaevainna@mail.ru*

**Цивилева Ольга Михайловна**

*доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник, Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов Российской академии наук, г. Саратов*

*tsivileva@ibppm.ru*

**Спицына Марина Александровна**

*студентка, Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.*

**УДК 57.044, 57.017.64**

**ТЕСТИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ  
ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИХ ХАЛЬКОГЕНСОДЕРЖАЩИХ  
АМИНОСОЕДИНЕНИЙ НА БАЗИДИОМИЦЕТАХ  
*LENTINULA EDODES, GANODERMA LUCIDUM*  
*И GANODERMA APPLANATUM***

*Проведено культивирование базидиомицетов *Lentinula edodes*, *Ganoderma lucidum* и *Ganoderma applanatum* в присутствии добавок акридон, его производных и феноксазина на агазированной плотной среде. Определены скорости роста культур и биомассы базидиомицетов в присутствии гетероциклических халькогенсодержащих аминокислот и в контроле. Выявлены метаболиты, продуцируемые *L. edodes*, *G. lucidum* и *G. applanatum* в присутствии добавок, методом газо-жидкостной хроматографии с масс-селективным детектированием.*

*Ключевые слова: базидиомицеты, биотестирование, *Lentinula edodes*, *Ganoderma lucidum*, *Ganoderma applanatum*, гетероциклические халькогенсодержащие аминокислоты.*



ISSN: 2500-4212. Свидетельство о регистрации СМИ: ЭЛ № ФС 77 - 67083 от 15.09.2016

Научное обозрение. Раздел I. Научные исследования. 2017. №3. ID 65

В качестве тест-объектов для оценки состояния окружающей среды могут использоваться различные биологические тест-системы: бактерии, лишайники, водоросли, растения, грибы и другие, которые позволяют проводить экологические исследования по биоиндикации и биотестированию.

Биотестирование чаще всего проводится при использовании микроскопических грибов, в том числе почвенных. Подобные исследования, проводимые на базидиомицетах, немногочисленны. Акридон, его производные и феноксазин имеют применение в качестве лекарственных веществ, перспективных пестицидов [1–3]. Цель настоящей работы состояла в выявлении возможности использования культур базидиомицетов *Lentinula edodes*, *Ganoderma lucidum* и *Ganoderma applanatum* на агазированной среде в качестве тест-систем для оценки экологической безопасности гетероциклических халькогенсодержащих аминокислот на примере акридона, его производных и феноксазина.

В качестве инокулята (посевного материала) использовали 14-суточные культуры *Lentinula edodes* F-249, *Ganoderma lucidum* 1315, *Ganoderma applanatum* SIE1304, выращенные на чашках Петри с агазированной пивной суслон (4° по Баллингу) при 26°С в термостате. При культивировании мицелия *L. edodes*, *G. lucidum* и *G. applanatum* также использовали суслон-агаровую среду. Концентрация аминокислот в среде выращивания составляла 10<sup>-4</sup> моль/л.

Были изучены некоторые характеристики роста культур на чашках Петри: зональность колоний гриба, структура, степень выраженности плотности и воздушности мицелия, окраска (пигментация) мицелия (рис. 1.)



Рис.1. Внешний вид мицелия на плотной питательной среде (21 сутки).  
1- *G. lucidum*, 2- *L. edodes*, 3- *G. applanatum*



ISSN: 2500-4212. Свидетельство о регистрации СМИ: ЭЛ № ФС 77 - 67083 от 15.09.2016

Научное обозрение. Раздел I. Научные исследования. 2017. №3. ID 65

Изученным штаммам на первых этапах роста не свойственно проявление зональности. Позднее, к 7-м суткам, появляется выраженная зональность роста у *G. applanatum*. В процессе роста мицелий имеет равномерно-пушистую структуру. Редко, к 9-м суткам или позднее, формируются мицелиальные тяжи с узелками как показатель старения мицелия. Выявленная зональность роста наблюдается также у *L. edodes* на 12-е сутки и на 17-е сутки у *G. lucidum*. Окраска мицелия от белой у *L. edodes* до светло-желтой у *G. lucidum* и *G. applanatum*.

Контроль ростовых характеристик осуществлялся путем определения диаметров колоний (рис.2–4) и скорости их роста в течение 3–21 суток. По окончании выращивания (21 сутки) проведена оценка биомассы культур.

Колонии *L. edodes* являются самыми медленно растущими. Скорость роста *G. applanatum* в ходе контроля является наибольшей. Особенно на начальном этапе (7 суток) она превышала скорость роста *L. edodes* в среднем в 5 раз. *G. lucidum* растет быстрее *L. edodes* в 2 раза.

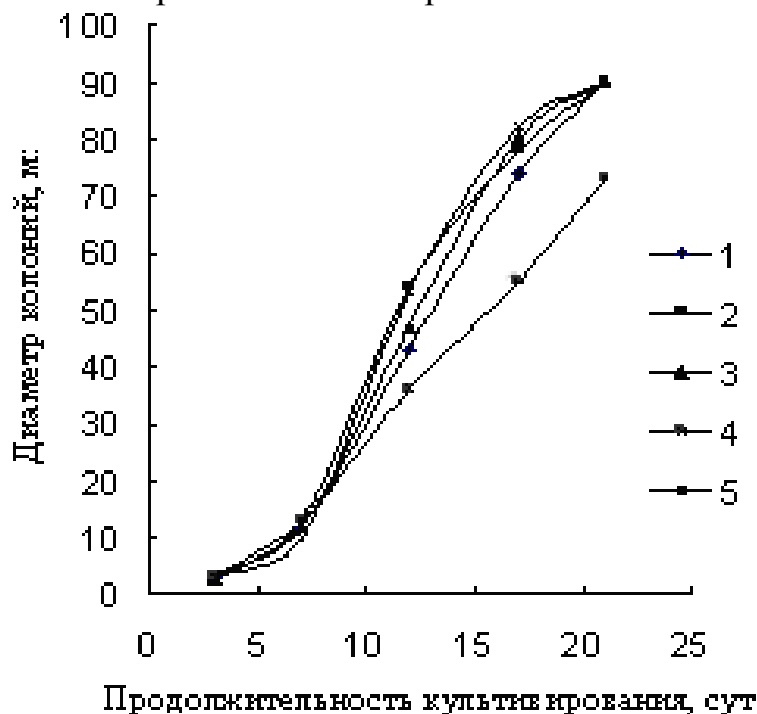


Рис.2. Динамика роста колоний *L. edodes* в течение 21 суток:  
1 – акридон, 2 - 1-карбоксиякридон, 3 - АУК, 4-феноксазин, 5 – контроль



ISSN: 2500-4212. Свидетельство о регистрации СМИ: ЭЛ № ФС 77 - 67083 от 15.09.2016

Научное обозрение. Раздел I. Научные исследования. 2017. №3. ID 65

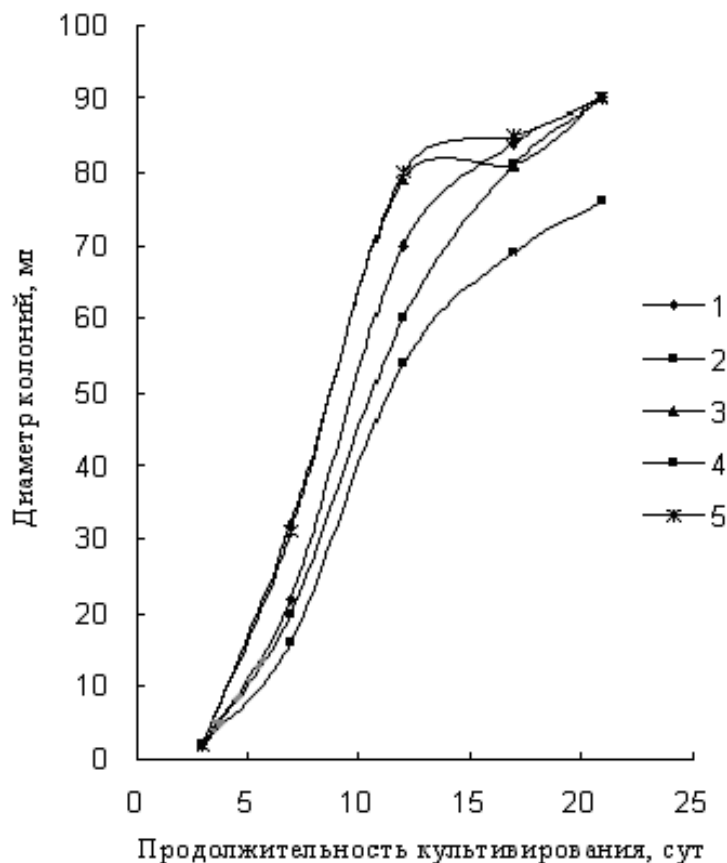


Рис.3. Динамика роста колоний *G. lucidum* в течение 21 суток:  
1 – акридон, 2 - 1-карбоксиякридон, 3 - АУК, 4-феноксазин, 5 – контроль

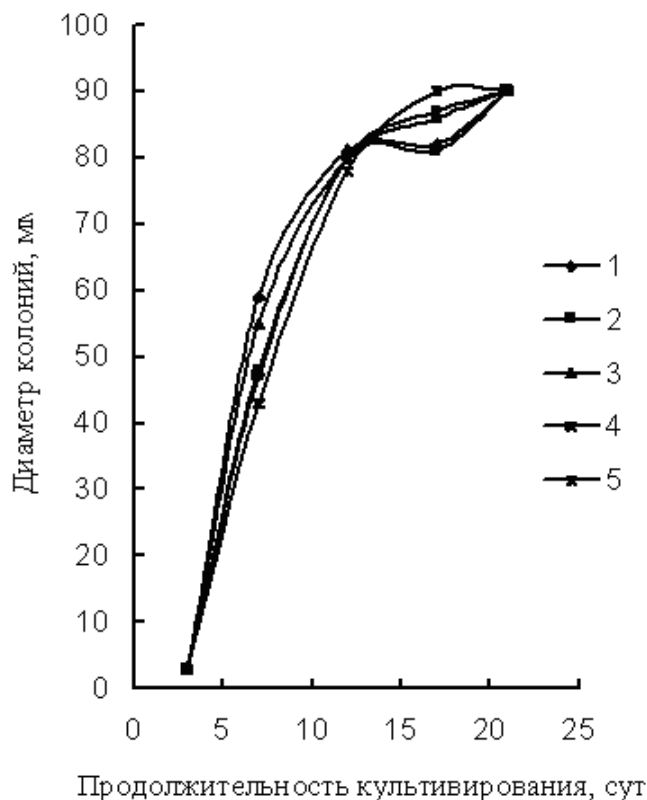


Рис.4. Динамика роста колоний *G. applanatum* в течение 21 суток: 1 – акридон, 2 - 1-карбоксиякридон, 3 - АУК, 4-феноксазин, 5 – контроль

В присутствии аминокислот культуры растут со скоростью, величина которой несколько ниже или близка к скорости роста колоний в контроле. Наибольшее ингибирующее воздействие оказывает феноксазин. Наблюдается снижение скорости роста колоний от 4,4 до 3,6 мм/сут при полном прекращении видимого мицелиального роста на 21-е сутки.

Акридон-N-уксусная кислота оказывает наибольший стимулирующий эффект на скорость роста, который сравним с контрольными результатами.

Наибольшая биомасса накапливается в присутствии акридон-N-уксусной кислоты, наименьшие показатели наблюдаются в присутствии акридона и 1-карбоксиякридона. Наиболее чувствительна к присутствию добавок аминокислот культура *L. edodes*.

Представляло интерес изучить состав пула низкомолекулярных метаболитов грибов, формирующегося под действием экзогенных соединений (акридона, 1-карбоксиякридона, акридонуксусной кислоты и феноксазина).



ISSN: 2500-4212. Свидетельство о регистрации СМИ: ЭЛ № ФС 77 - 67083 от 15.09.2016

Научное обозрение. Раздел I. Научные исследования. 2017. №3. ID 65

Выраженным биохимическим откликом на присутствие указанных соединений-добавок в агаризованной среде выращивания явились изменения внутриклеточного пула жирных кислот мицелия изученных базидиомицетов, о чем можно судить на основании данных, полученных с использованием метода газовой хроматографии с масс-селективным детектированием.

Хромато-масс-спектрометрическое исследование проводилось на газовом хромато-масс-спектрометре Finnigan, модель Trace GC-DSQ.

В пересчете на одинаковую массу сухого мицелия гриба шиитаке, выращенного в присутствии акридона, состав мицелиальных экстрактов *L. edodes* F-249 характеризовался величинами площадей хроматографических пиков, превышавших соответствующие величины для опытов в отсутствие акридона, в десятки и сотни раз для разных жирных кислот и их эфиров (преимущественно этиловых). Существует вероятность отнесения выявленных жирных кислот к числу компонентов фактора автолиза клеток при глубинном культивировании базидиомицета. Как известно, ауто стимуляторы автолиза (факторы  $d_2$ ) имеют жирнокислотную природу [4].

#### Список использованных источников

1. Пат. 2135474 Российская Федерация. МПК С 07 D 219/06, С 07 H 5/06, А 61 К 31/435. Соли 1-дезоксид-1-N-метиламиногексаспиртов с акридон-N-уксусной кислотой, обладающие иммуномодулирующей активностью, и лекарственное средство на их основе [Текст] / Травкин О. В. ; заявитель и патентообладатель Травкин О. В. – № 98115355/04 ; заявл. 19.08.1998 ; опубл. 27.08.1999. : ил.

2. Пат. 2118532 Российская Федерация. МПК А 61 К 31/73, А 61 К 31/435. Противовоспалительное, противовоспалительное и противоопухолевое лекарственное средство [Текст] /; заявители и патентообладатели Травкин О. В., Яковлева Е. В. – № 96106515/14 ; заявл. 10.04.1996 ; опубл. 10.09.1998. : ил.

3. Биологическая активность соединений ряда акридона: эксперимент и





ISSN: 2500-4212. Свидетельство о регистрации СМИ: ЭЛ № ФС 77 - 67083 от 15.09.2016

Научное обозрение. Раздел I. Научные исследования. 2017. №3. ID 65

квантовохимическое рассмотрение / Н. С. Горшенина, И. М. Учаева, А. М. Панкратов, Ю. Д. Маркович, Т. И. Губина // Техногенная и природная безопасность – ТПБ-2011: Сб. науч. трудов Первой Всероссийской науч.-практ. конф., Саратов, 1–3 февраля, 2011. – Саратов : ИЦ “Наука”, 2011. – С. 38–41.

4. Роль алкилоксибензолов в адаптации *Micrococcus luteus* к температурному шоку / И. Ю. Степаненко, А. Л. Мулюкин, А. Н. Козлова, Ю. А. Николаев, Г. Н. Эль-Регистан // Микробиология. – 2005. – Т. 74, № 1. – С. 26–33.

Uchaeva Inna

*Doctor of Chemistry, associate Professor, Department Natural and Technosphere Safety", Y. A. Gagarin Saratov state technical University*  
*uchaevainna@mail.ru*

Tsivileva Olga

*Doctor of Biology, leading researcher, Institute of Biochemistry and Physiology of Plants and Microorganisms, Russian Academy of Sciences, Saratov*  
*tsivileva@ibppm.ru*

Spitsyna Marina

*student, Y. A. Gagarin Saratov state technical University*

**ECOLOGICAL SAFETY TESTING OF HETEROCYCLIC CHALCOGEN-CONTAINING AMINO COMPOUNDS WITH BASIDIOMYCETES  
*LENTINULA EDODES*, *GANODERMA LUCIDUM*  
AND *GANODERMA APPLANATUM***

*The basidiomycetes Lentinula edodes, Ganoderma lucidum and Ganoderma applanatum were cultured in the presence of the additives of acridone, its derivatives and phenoxazine, on the agar solid medium. The basidiomycetes growth rate and dry biomass values in the presence of heterocyclic chalcogen-containing amino*



ISSN: 2500-4212. Свидетельство о регистрации СМИ: ЭЛ № ФС 77 - 67083 от 15.09.2016

Научное обозрение. Раздел I. Научные исследования. 2017. №3. ID 65

*compounds and in blank experiments were determined. The metabolites produced by L. edodes, G. lucidum and G. applanatum in the presence of the above additives were revealed by means of gas-liquid chromatography with mass-selective detection method.*

*Key words: basidiomycetes, biotesting, Lentinula edodes, Ganoderma lucidum, Ganoderma applanatum, heterocyclic chalcogen-containing amino compounds.*

© АНО СНОЛД «Партнёр», 2017

© Учаева И. М., 2017

© Цивилева О. М., 2017

© Спицына М. А., 2017

#### Учредитель и издатель журнала:

Автономная некоммерческая организация содействие научно-образовательной и литературной деятельности «Партнёр»

ОГРН 1161300050130 ИНН/КПП 1328012707/132801001

#### Адрес редакции:

430027, Республика Мордовия, г. Саранск, ул. Ульянова, д.22 Д, пом.1  
тел./факс: (8342) 32-47-56; тел. общ.: +79271931888;

E-mail: [redactor@anopartner.ru](mailto:redactor@anopartner.ru)



#### О журнале

- ✓ Журнал имеет государственную регистрацию СМИ и ему присвоен международный стандартный серийный номер ISSN.
- ✓ Материалы журнала включаются в библиографическую базу данных научных публикаций российских учёных Российский индекс научного цитирования (РИНЦ).
- ✓ Журнал является официальным изданием. Ссылки на него учитываются так же, как и на печатный труд.
- ✓ Редакция осуществляет рецензирование всех поступающих материалов, соответствующих тематике издания, с целью их экспертной оценки.
- ✓ Журнал выходит на компакт-дисках. Обязательный экземпляр каждого выпуска проходит регистрацию в Научно-техническом центре «Информрегистр».
- ✓ Журнал находится в свободном доступе в сети Интернет по адресу: [www.srjournal.ru](http://www.srjournal.ru). Пользователи могут бесплатно читать, загружать, копировать, распространять, использовать в образовательном процессе все статьи.

Прием заявок на публикацию статей и текстов статей, оплата статей осуществляется через функционал Личного кабинета сайта издательства "Партнёр" ([www.anopartner.ru](http://www.anopartner.ru)) и не требует посещения офиса.