

ISSN 1991-3494

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

Х А Б А Р Ш Ы С Ы

ВЕСТНИК

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

THE BULLETIN

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

1944 ЖЫЛДАН ШЫҒА БАСТАҒАН
ИЗДАЕТСЯ С 1944 ГОДА
PUBLISHED SINCE 1944

1

АЛМАТЫ
АЛМАТЫ
ALMATY

2016

ҚАҢТАР
ЯНВАРЬ
JANUARY

Б а с р е д а к т о р

ҚР ҰҒА академигі

М. Ж. Жұрынов

Р е д а к ц и я а л қ а с ы :

биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Айтхожина Н.А.**; тарих ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Байпақов К.М.**; биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Байтулин И.О.**; биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Берсімбаев Р.И.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Газалиев А.М.**; а.-ш. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Дүйсенбеков З.Д.**; а.-ш. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Елешев Р.Е.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Қалменов Т.Ш.**; фил. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Нысанбаев А.Н.**; экон. ғ. докторы, проф., ҰҒА академигі **Сатубалдин С.С.**; тарих ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Әбжанов Х.М.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Әбішев М.Е.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Әбішева З.С.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Абсадықов Б.Н.** (бас редактордың орынбасары); а.-ш. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Баймұқанов Д.А.**; тарих ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Байтанаев Б.А.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Давлетов А.Е.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Қалимолдаев М.Н.**; геогр. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Медеу А.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Мырхалықов Ж.У.**; биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Огарь Н.П.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Таткеева Г.Г.**; а.-ш. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Үмбетаев И.**

Р е д а к ц и я к е ñ е с і :

Ресей ҒА академигі **Велихов Е.П.** (Ресей); Әзірбайжан ҰҒА академигі **Гашимзаде Ф.** (Әзірбайжан); Украинаның ҰҒА академигі **Гончарук В.В.** (Украина); Армения Республикасының ҰҒА академигі **Джрбашян Р.Т.** (Армения); Ресей ҒА академигі **Лаверов Н.П.** (Ресей); Молдова Республикасының ҰҒА академигі **Москаленко С.** (Молдова); Молдова Республикасының ҰҒА академигі **Рудик В.** (Молдова); Армения Республикасының ҰҒА академигі **Сагян А.С.** (Армения); Молдова Республикасының ҰҒА академигі **Тодераш И.** (Молдова); Тәжікстан Республикасының ҰҒА академигі **Якубова М.М.** (Тәжікстан); Молдова Республикасының ҰҒА корр. мүшесі **Лупашку Ф.** (Молдова); техн. ғ. докторы, профессор **Абиев Р.Ш.** (Ресей); техн. ғ. докторы, профессор **Аврамов К.В.** (Украина); мед. ғ. докторы, профессор **Юрген Аппель** (Германия); мед. ғ. докторы, профессор **Иозеф Банас** (Польша); техн. ғ. докторы, профессор **Гарабаджиу** (Ресей); доктор PhD, профессор **Ивахненко О.П.** (Ұлыбритания); хим. ғ. докторы, профессор **Изабелла Новак** (Польша); хим. ғ. докторы, профессор **Полещук О.Х.** (Ресей); хим. ғ. докторы, профессор **Поняев А.И.** (Ресей); профессор **Мохд Хасан Селамат** (Малайзия); техн. ғ. докторы, профессор **Хрипунов Г.С.** (Украина)

Главный редактор

академик НАН РК

М. Ж. Журинов

Редакционная коллегия:

доктор биол. наук, проф., академик НАН РК **Н.А. Айтхожина**; доктор ист. наук, проф., академик НАН РК **К.М. Байпаков**; доктор биол. наук, проф., академик НАН РК **И.О. Байтулин**; доктор биол. наук, проф., академик НАН РК **Р.И. Берсимбаев**; доктор хим. наук, проф., академик НАН РК **А.М. Газалиев**; доктор с.-х. наук, проф., академик НАН РК **З.Д. Дюсенбеков**; доктор сельскохоз. наук, проф., академик НАН РК **Р.Е. Елешев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **Т.Ш. Кальменов**; доктор фил. наук, проф., академик НАН РК **А.Н. Нысанбаев**; доктор экон. наук, проф., академик НАН РК **С.С. Сатубалдин**; доктор ист. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Х.М. Абжанов**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.Е. Абишев**; доктор техн. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **З.С. Абишева**; доктор техн. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Б.Н. Абсадыков** (заместитель главного редактора); доктор с.-х. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Д.А. Баймуканов**; доктор ист. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Б.А. Байтанаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **А.Е. Давлетов**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.Н. Калимолдаев**; доктор геогр. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **А. Медеу**; доктор техн. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Ж.У. Мырхалыков**; доктор биол. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Н.П. Огарь**; доктор техн. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Г.Г. Таткеева**; доктор сельскохоз. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **И. Умбетаев**

Редакционный совет:

академик РАН **Е.П. Велихов** (Россия); академик НАН Азербайджанской Республики **Ф. Гашимзаде** (Азербайджан); академик НАН Украины **В.В. Гончарук** (Украина); академик НАН Республики Армения **Р.Т. Джрбашян** (Армения); академик РАН **Н.П. Лаверов** (Россия); академик НАН Республики Молдова **С. Москаленко** (Молдова); академик НАН Республики Молдова **В. Рудик** (Молдова); академик НАН Республики Армения **А.С. Сагиян** (Армения); академик НАН Республики Молдова **И. Тодераш** (Молдова); академик НАН Республики Таджикистан **М.М. Якубова** (Таджикистан); член-корреспондент НАН Республики Молдова **Ф. Лупашку** (Молдова); д.т.н., профессор **Р.Ш. Абиев** (Россия); д.т.н., профессор **К.В. Аврамов** (Украина); д.м.н., профессор **Юрген Аппель** (Германия); д.м.н., профессор **Иозеф Банас** (Польша); д.т.н., профессор **А.В. Гарабаджиу** (Россия); доктор PhD, профессор **О.П. Ивахненко** (Великобритания); д.х.н., профессор **Изабелла Новак** (Польша); д.х.н., профессор **О.Х. Полещук** (Россия); д.х.н., профессор **А.И. Поняев** (Россия); профессор **Мохд Хасан Селамат** (Малайзия); д.т.н., профессор **Г.С. Хрипунов** (Украина)

«Вестник Национальной академии наук Республики Казахстан». ISSN 1991-3494

Собственник: РОО «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы)

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов Министерства культуры и информации Республики Казахстан №5551-Ж, выданное 01.06.2006 г.

Периодичность: 6 раз в год

Тираж: 2000 экземпляров

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219, 220, тел. 272-13-19, 272-13-18.

www: nauka-nanrk.kz, bulletin-science.kz

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2016

Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75

Editor in chief

M. Zh. Zhurinov,
academician of NAS RK

Editorial board:

N.A. Aitkhozhina, dr. biol. sc., prof., academician of NAS RK; **K.M. Baipakov**, dr. hist. sc., prof., academician of NAS RK; **I.O. Baitulin**, dr. biol. sc., prof., academician of NAS RK; **R.I. Bersimbayev**, dr. biol. sc., prof., academician of NAS RK; **A.M. Gazaliyev**, dr. chem. sc., prof., academician of NAS RK; **Z.D. Dyusenbekov**, dr. agr. sc., prof., academician of NAS RK; **R.Ye. Yeleshev**, dr. agr. sc., prof., academician of NAS RK; **T.Sh. Kalmenov**, dr. phys. math. sc., prof., academician of NAS RK; **A.N. Nysanbayev**, dr. phil. sc., prof., academician of NAS RK; **S.S. Satubaldin**, dr. econ. sc., prof., academician of NAS RK; **Kh.M. Abzhanov**, dr. hist. sc., prof., corr. member of NAS RK; **M.Ye. Abishev**, dr. phys. math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **Z.S. Abisheva**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK; **B.N. Absadykov**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK (deputy editor); **D.A. Baimukanov**, dr. agr. sc., prof., corr. member of NAS RK; **B.A. Baytanayev**, dr. hist. sc., prof., corr. member of NAS RK; **A.Ye. Davletov**, dr. phys. math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **M.N. Kalimoldayev**, dr. phys. math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **A. Medeu**, dr. geogr. sc., prof., corr. member of NAS RK; **Zh.U. Myrkhalykov**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK; **N.P. Ogar**, dr. biol. sc., prof., corr. member of NAS RK; **G.G. Tatkeeva**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK; **I. Umbetayev**, dr. agr. sc., prof., corr. member of NAS RK

Editorial staff:

E.P. Velikhov, RAS academician (Russia); **F. Gashimzade**, NAS Azerbaijan academician (Azerbaijan); **V.V. Goncharuk**, NAS Ukraine academician (Ukraine); **R.T. Dzhrbashian**, NAS Armenia academician (Armenia); **N.P. Laverov**, RAS academician (Russia); **S.Moskalenko**, NAS Moldova academician (Moldova); **V. Rudic**, NAS Moldova academician (Moldova); **A.S. Sagiyan**, NAS Armenia academician (Armenia); **I. Toderas**, NAS Moldova academician (Moldova); **M. Yakubova**, NAS Tajikistan academician (Tajikistan); **F. Lupaşcu**, NAS Moldova corr. member (Moldova); **R.Sh. Abiyev**, dr.eng.sc., prof. (Russia); **K.V. Avramov**, dr.eng.sc., prof. (Ukraine); **Jürgen Appel**, dr.med.sc., prof. (Germany); **Joseph Banas**, dr.med.sc., prof. (Poland); **A.V. Garabadzhiu**, dr.eng.sc., prof. (Russia); **O.P. Ivakhnenko**, PhD, prof. (UK); **Isabella Nowak**, dr.chem.sc., prof. (Poland); **O.Kh. Poleshchuk**, chem.sc., prof. (Russia); **A.I. Ponyaev**, dr.chem.sc., prof. (Russia); **Mohd Hassan Selamat**, prof. (Malaysia); **G.S. Khripunov**, dr.eng.sc., prof. (Ukraine)

Bulletin of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

ISSN 1991-3494

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty)

The certificate of registration of a periodic printed publication in the Committee of Information and Archives of the Ministry of Culture and Information of the Republic of Kazakhstan N 5551-Ж, issued 01.06.2006

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 2000 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,

<http://nauka-nanrk.kz/>, <http://bulletin-science.kz>

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2016

Address of printing house: ST "Aruna", 75, Muratbayev str, Almaty

BULLETIN OF NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

ISSN 1991-3494

Volume 1, Number 359 (2016), 84 – 90

**SELECTION OF NUTRIENT MEDIA FOR ENHANCED
PRODUCTION OF MYCELIAL BIOMASS BY SUBMERGED
CULTURE OF *Ganoderma lucidum* 1621**

**N. N. Akhmetsadykov¹, K. G. Mustafin¹, N. A. Bisko²,
Zh. B. Suleimenova¹, G. A. Al-Maali², Zh. K. Saduyeva¹**

¹LLP research and production enterprise «AntiGen», Almaty region, kazakhstan,

²Institute of Botany named after N. G. Holodnyi NAS of Ukraine, Kiev, Ukraine.

E-mail: biokhimii@mail.ru

Key words: *Ganoderma lucidum*, Basidiomycetes, biologically active compounds, biomass, submerged cultivation.

Abstract. *Ganoderma lucidum* (Lingzhi) is a fungus which has been known to have numerous pharmacological effects including immunomodulating, anti-inflammatory, anti-cancer, anti-diabetic, anti-oxidative, radical-scavenging, and anti-aging effects. It also contains a unique complex of biologically active metabolites with antibacterial, antifungal and antiviral activity. An important advantage of higher fungi biomass production using biotechnological methods is unlimited opportunity and non-waste production, a readily available of raw materials. This article is devoted to studying the ability of *Ganoderma lucidum* 1621 to accumulate biomass in liquid media with different carbon and nitrogen sources under submerged cultivation. It was found that the strain of *G. lucidum* 1621 is biotechnologically promising object for biomass and exopolysaccharides production when cultivated on glucose-peptone-yeast medium. During cultivation on this medium the fungus accumulated $29,6 \pm 0,4$ g / l of biomass on the 5th day while the biomass yield was 46.8 g / l.

ПОДБОР ОПТИМАЛЬНОЙ ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ ДЛЯ ПОВЫШЕННОГО СИНТЕЗА БИОМАССЫ ГРИБА *Ganoderma lucidum* 1621 В УСЛОВИЯХ ГЛУБИННОГО КУЛЬТИВИРОВАНИЯ

Н. Н. Ахметсадыков¹, К. Г. Мустафин¹, Н. А. Бисько²,
Ж. Б. Сулейменова¹, Г. А. Аль-Маали², Ж. К. Садуева¹

¹ТОО Научно-производственное предприятие «Антиген», Алматинская область, Казахстан,

²Институт ботаники им. Н. Г. Холодного НАН Украины, Киев, Украина

Ключевые слова: *Ganoderma lucidum*, базидиомицеты, биологически активные соединения, биомасса, глубинное культивирование.

Аннотация. *Ganoderma lucidum* (трутовик лакированный) - базидиальный гриб, который содержит уникальный комплекс биологически активных метаболитов, обладающих антибактериальной, противогрибковой и противовирусной активностью, а также оказывающих гиполипидемическое, гипогликемическое, иммуностимулирующее противоопухолевое и др. действие. Важным преимуществом получения биомассы высших грибов с помощью биотехнологических методов являются неограниченная возможность и безотходность производства препаратов, недефицитность сырьевых ресурсов. Настоящая статья посвящена изучению способности *Ganoderma lucidum* 1621 накапливать биомассу на питательных средах с различными источниками углерода и азота в условиях глубинного культивирования. Установлено, что штамм *G. lucidum* 1621 является биотехнологически перспективным объектом для получения биомассы и экзополисахаридов при культивировании на глюкозо-пептон-дрожжевой среде. На данной среде гриб уже на 5-е сутки культивирования накапливал 29,6±0,4 г/л биомассы, выход же биомассы по субстрату составил 46,8 г/л.

Введение. В настоящее время одним из приоритетных направлений биотехнологии и экспериментальной микологии является поиск и исследование новых конкурентноспособных и импортозамещающих перспективных источников получения лечебно-профилактических продуктов. Высшие базидиальные грибы *Ganoderma lucidum* (рейши), *Lentinus edodes* (шиитакэ), *Inonotus obliquus* (чага) и многие другие собирались и использовались в течение многих сотен лет в Корее, Китае, Японии, и восточной России [1-3]. Одним из наиболее перспективных видов ксилотрофных грибов является базидиальный гриб *Ganoderma lucidum* (трутовик лакированный), который содержит уникальный комплекс биологически активных веществ.

Интенсивные исследования последних десятилетий привели к выявлению биологически активных метаболитов *G. lucidum*, обладающих антибактериальной, противогрибковой и противовирусной активностью, а также оказывающих гиполипидемическое, гипогликемическое, иммуностимулирующее противоопухолевое и др. действие [4-7]. Мицелий *G. lucidum* состоит из 26-28% из углеводов, 3-5% липидов, 59% сырой клетчатки и 7-8% сырого протеина [8]. Более того, *G. lucidum* содержит большое количество биологически активных соединений, таких как терпеноиды, стероиды, фенолы, гликопротеины и полисахариды. Большинство авторов считают, что тритерпены и полисахариды являются основными физиологически активными компонентами гриба *G. lucidum* [9,10]. Так называемые полисахаридные иммуномодуляторы безусловно являются наиболее значительной группой современных лекарственных грибных препаратов, которые производятся и используются в Японии, Китае и других странах Юго-Восточной Азии как вспомогательные средства в терапии рака.

Однако промышленный выпуск таких препаратов имеет свои ограничения. Наиболее значимыми из них являются ограниченность природных источников исходного сырья и широкая вариабельность в содержании необходимых биологически активных соединений.

В настоящее время 70%-80% всех грибных препаратов получают из плодовых тел и 20%-30% - из экстракта мицелия грибов и культуральной жидкости [11-13]. Получение препаратов из плодовых тел обычно занимает несколько месяцев и, более того, в таких условиях очень трудно контролировать качество производимого продукта. Эти обстоятельства свидетельствуют о необхо-

димости разработки современных биотехнологических подходов на основе культивирования данных грибов в промышленных условиях. Важным преимуществом получения биомассы высших грибов с помощью биотехнологических методов являются неограниченная возможность и безотходность производства препаратов, недефицитность сырьевых ресурсов. Современные технологии культивирования лекарственных грибов базируются на фундаментальных знаниях об их биологических свойствах, что позволяет контролировать наиболее важные функции грибного организма и обеспечить получение биомассы мицелия и продукты метаболизма желаемого качества в необходимом количестве [14,15].

В этой связи, актуальным является проведение исследований, направленных на получение биомассы гриба *Ganoderma lucidum* в условиях глубинного культивирования.

Материалы и методы

Объектом исследований служил штамм *G. lucidum* 1621 из коллекции шляпочных грибов Института ботаники имени Н.Г.Холодного НАН Украины. Исходную культуру выращивали на сусло-агаре в течение 5-7 суток. Эксперименты ставили на лабораторных качалках (80 и 150 об/мин) в колбах Эрленмейера объемом 250 мл с 50 мл жидкой среды. Среды инокулировали гомогенизированной биомассой определенного штамма (10 % по объему) и инкубировали при температуре $28 \pm 2^\circ\text{C}$ [16]. Глубинное культивирование проводили на жидких средах следующего состава:

1) глюкозо-пептон-дрожжевая среда (ГПД), г/л: глюкоза – 25,0; пептон – 3,0; дрожжевой экстракт – 2,0; K_2HPO_4 – 1,0; K_2HPO_4 – 1,0; $\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ – 0,25; вода – 1 л.

2) нативная молочная сыворотка производства ОАО «Яготинского маслозавода», массовая часть (%): лактоза – 60; белок – 10; липиды – 2; молочная кислота – 7,85; витамины – 0,15; зола – 7.

3) нативная крахмальная крупка крупка (отход производства ОАО «Кремнянского крахмального завода») – 20,0 г; вода – 1 л. Состав, массовая часть (%): крахмал – 76,3; белок – 15,6; липиды – 1,3; эндополисахариды – 5,2; зола – 1,6.

До стерилизации кислотность всех сред доводили до определенных значений pH с помощью растворов 1N KOH и 1N HCl. Полученную биомассу отфильтровывали через капроновые фильтры и дважды промывали дистиллированной водой. Массу биомассы рассчитывали весовым методом по абсолютно сухому веществу после высушивания при температуре $105 \pm 1^\circ\text{C}$ до постоянного веса. В конце культивирования в культуральной жидкости измеряли значения pH.

Результаты и их обсуждение

Для исследования роста штамма *G. lucidum* 1621 были взяты жидкие питательные среды с различными источниками углерода и азота: глюкозо-пептон-дрожжевая среда (ГПД), нативная молочная сыворотка и крахмальная крупка.

Количество синтезированной биомассы определяли в динамике один раз в 2-е суток в течение 19 суток в процессе глубинного культивирования на ГПД, нативной молочной сыворотке и на крахмальной крупке. В результате эксперимента получены данные по динамике накопления биомассы *G. lucidum* 1621 на выбранных питательных средах, которые подчинялись общим закономерностям развития микроорганизмов в условиях периодической культуры. Выявлены также определенные различия, которые выражались в длительности фаз роста и синхронности динамики роста культур.

Кривые роста *G. lucidum* 1621 – на глюкозо-пептон-дрожжевой среде (ГПД) почти с момента посева начинали подниматься вверх, достигая максимума на 5-6 сутки (рисунок 1).

Количество биомассы продолжало увеличиваться еще несколько суток, что соответствует фазе активного роста культур и затем скорость накопления начинало медленно снижаться. При этом средняя скорость накопления биомассы *G. lucidum* 1621 в активной фазе роста составила 5,6 г/л/сут, что выше, чем опубликованные в литературе данные [17 - 20]. Однако при культивировании на питательной среде с крахмальной крупкой этот штамм имел наименьшую среднюю скорость накопления биомассы – 0,95 г/л/сутки, что совпадает с результатами, полученными другими исследователями в процессе роста *G. lucidum* на синтетической среде с лактозой (рисунок 2) [16].

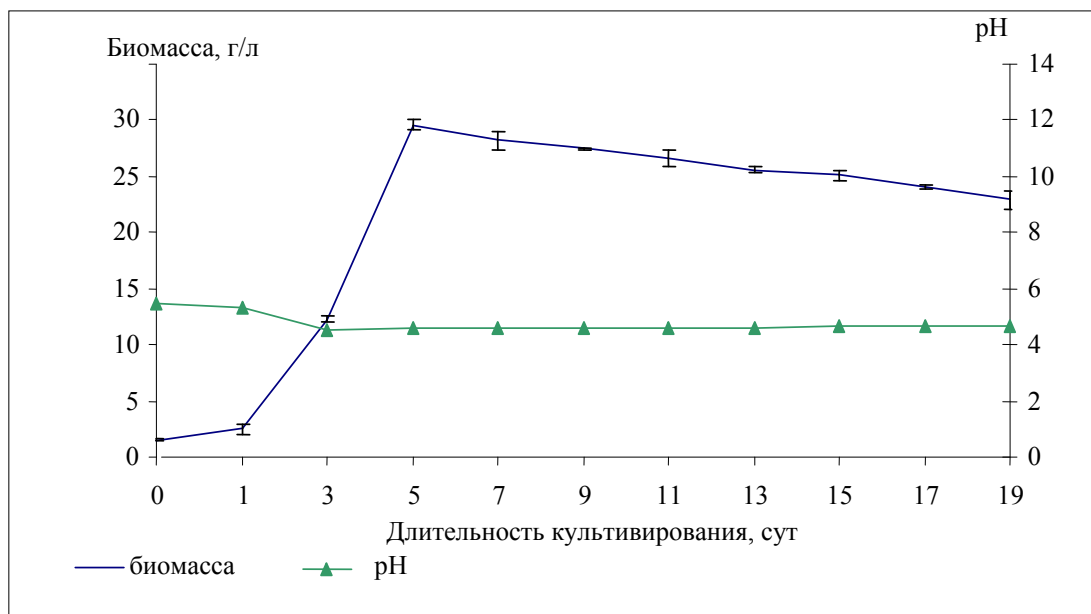


Рисунок 1 – Динамика роста и pH среды при культивировании *G. lucidum 1621* на глюкозо-пептон-дрожжевой среде

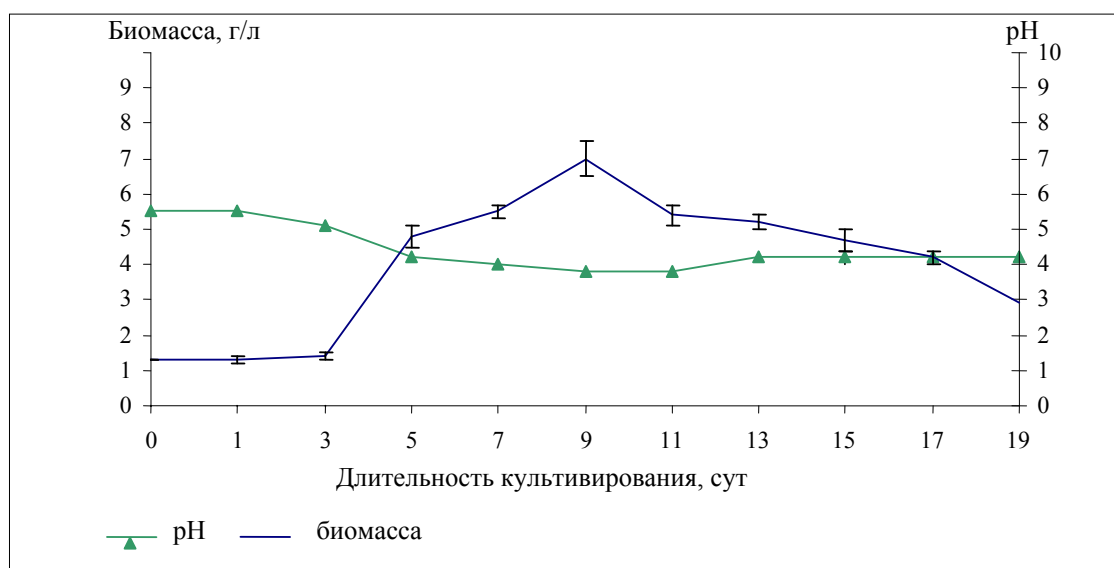


Рисунок 2 – Динамика роста и pH среды при культивировании *G. lucidum 1621* на среде с крахмальной крупкой

Средняя скорость образования биомассы на молочной сыворотке составила 2,05 г/л/сутки. Типичная стационарная фаза роста, когда рост отдельных клеток еще продолжается, но процесс размножения уравнивается процессом гибели клеток, длилась 2-е суток. Эта фаза была представлена у исследованной культуры при культивировании на ГПД уже на 5-е сутки эксперимента, тогда как при культивировании на молочной сыворотке она начиналась только на 11-е сутки культивирования (рисунок 3).

Известно, что величина биомассы культур может значительно варьировать в зависимости от условий проведения экспериментов и биологических особенностей штаммов грибов. Так, согласно данным литературы разными штаммами *G. lucidum* синтезирована биомасса в количестве от 2,3 г/л до 22,1 г/л [17, 20]. Полученные нами результаты свидетельствуют о том, что глюкозо-пептон-дрожжевая среда (ГПД) была более благоприятной средой для накопления биомассы. На этой среде штамм *G. lucidum 1621* на 5-е сутки культивирования накапливал $29,6 \pm 0,4$ г/л биомассы. Выход биомассы гриба по субстрату составил 46,8 г/л. С практической точки зрения последнее является принципиально важным показателем.

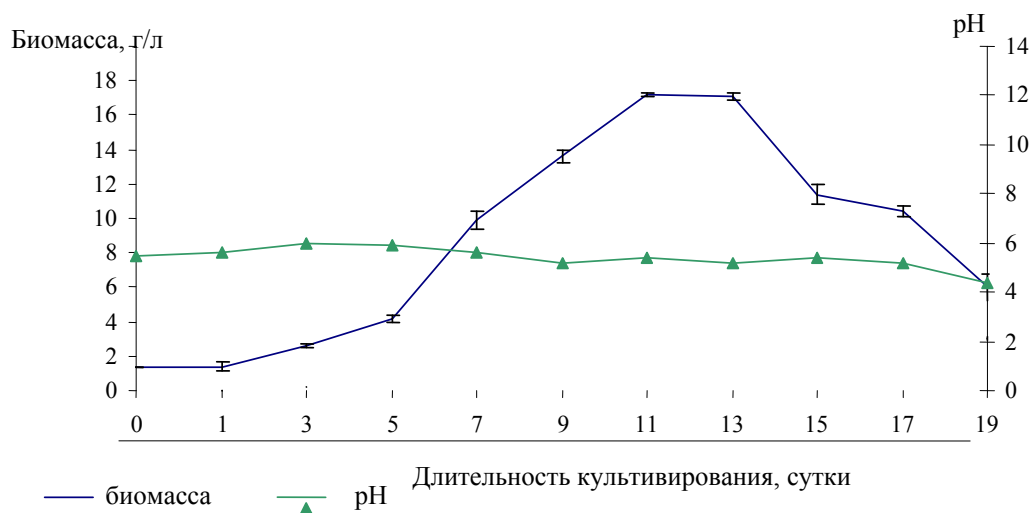


Рисунок 3 – Динамика роста и pH среды при культивировании на молочной сыворотке

Таким образом, по результатам работы установлено, что штамм *G. lucidum* 1621 является биотехнологически перспективным объектом для получения биомассы и экзополисахаридов при культивировании на глюкозо-пептон-дрожжевой среде.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Wasser S.P. Medicinal mushroom science: history, current status, future trends, and unsolved problems // Int. J. Med. Mushr. - 2010. – Vol. 12, №1. - P.1-16.
- [2] Chang S.-T., Miles P. G. Mushrooms. Cultivation, nutritional value, medicinal effect, and environmental impact. – London; New York; Washington: CRC Press. - 2004. – 450 p.
- [3] Wasser S.P. Medicinal properties of substances occurring in Higher Basidiomycetes mushrooms: current perspectives // Int. J. Med. Mushrooms. - 1999. - Vol. 1. - P.31–62.
- [4] Ikekawa T, Uehara N, Maeda Y, Nakanishi M, Fukuoka F. Antitumor activity of aqueous extracts of edible mushrooms // Cancer Res. - 1969. - Vol. 29. - P. 734–735.
- [5] Ikekawa T et al. Antitumor polysaccharides of *Flammulina velutipes* 2. The structure of EA-3 and further purification of EA-5 // J. Pharmacobiol. Dyn. - 1982. - Vol. 5. - P. 576–581.
- [6] Ikekawa T. Beneficial effects of edible and medicinal mushrooms in health care // Int. J. Med. Mushrooms. - 2001. - N 3. - P. 291–298.
- [7] Russel R., Paterson M. *Ganoderma* – a therapeutic fungal biofactory // Phytochemistry. – 2006. – Vol. 67. – P. 1985-2001.
- [8] Mau J.L., Lin H.C., Chen C.C. Non-volatile components of several medicinal mushrooms. Food Research International. 2001, 34(6), P.521-526.
- [9] Boh B, Berovic M, Zhang J, Zhi-Bin L *Ganoderma lucidum* and its pharmaceutically active compounds // Biotechnol Annu Rev. 2007, 13, P.265-301.
- [10] Zhou XW. et al. *Ganodermataceae*: Natural products and their related pharmacological functions // American Journal of Chinese Medicine. 2007, 35(4):559-574.
- [11] Chang S.T. Global impact of edible and medicinal mushrooms on human welfare in the 21st century: nongreen revolution // Int. J. Med. Mushr. 1999. -№ 1, -P. 1-7.
- [12] Shiao MS. Natural products of the medicinal fungus *Ganoderma lucidum*: occurrence, biological activities, and pharmacological functions // Chem. Rec. 2003. 3(3), P. 172-80.
- [13] Deng Pan et al. Structure characterization of a novel neutral polysaccharide isolated from *G. lucidum* fruiting bodies // Food Chemistry. 2012. –Vol. 135, -№ 3, -P. 1097–1103.
- [14] Ricardo Wagner, David Alexander Mitchell, Guilherme Lanzi Sasaki, Maria Angela Lopes de Almeida Amazonas Links between morphology and physiology of *Ganoderma lucidum* in submerged culture for the production of exopolysaccharide // J. of Biotechnol. 2004. – Vol. 114, № 1–2. - P. 153–164.
- [15] Peng Xu, Zhong-Yang Ding, Zhu Qian, Chang-Xin Zhao, Ke-Chang Zhang Improved production of mycelial biomass and ganoderic acid by submerged culture of *Ganoderma lucidum* SB97 using complex media // Enzyme and Microbial Technol. 2008. – Vol. 42, № 4. – P. 325–331.
- [16] Бухало А.С., Соломко Э.Ф., Пархоменко Л.П., и др. Опыт глубинного выращивания *Pleurotus ostreatus* (Fr.) Kuntt. на комплексных средах // Производство высших съедобных грибов СССР. - Киев: Наук. думка, 1978. - С. 29-32.
- [17] Tang Y.-J., Zhong J.-J. Fed-batch fermentation of *Ganoderma lucidum* for hyperproduction of polysaccharide and ganoderic acid // Enz. Microb. Technol. – 2002. – Vol. 31. – P. 20-28.

- [18] Смирнов Д. А. Углеводы глубинной культуры *Ganoderma lucidum*: образование, характеристика. Автореферат дис. ... канд. биол. наук. – Минск, 2007. – 23 с.
- [19] Wagner R., Mitchell D. F., Sasaki G. L. Et al. Links between morphology and physiology of *Ganoderma lucidum* in submerged culture for the production of exopolysaccharide // *J. Biotechnol.* – 2004. – Vol. 114. – P. 153-164.
- [20] Щерба В. В., Бабицкая В. Г. Полисахариды ксилотрофных базидиомицетов // *Прикл. биохим. и микробиол.* – 2008. – Vol. 44, № 1. – С. 90-95.

REFERENCES

- [1] Wasser S.P. Medicinal mushroom science: history, current status, future trends, and unsolved problems // *Int. J. Med. Mushr.* - 2010. – Vol. 12, №1. - P.1-16 (in Eng.).
- [2] Chang S.-T., Miles P. G. Mushrooms. Cultivation, nutritional value, medicinal effect, and environmental impact. – London; New York; Washington: CRC Press. - 2004. – 450 p. (in Eng.).
- [3] Wasser S.P. Medicinal properties of substances occurring in Higher Basidiomycetes mushrooms: current perspectives // *Int. J. Med. Mushrooms.* - 1999. - Vol. 1. - P.31–62 (in Eng.).
- [4] Ikekawa T, Uehara N, Maeda Y, Nakanishi M, Fukuoka F. Antitumor activity of aqueous extracts of edible mushrooms // *Cancer Res.* - 1969. - Vol. 29. - P. 734–735 (in Eng.).
- [5] Ikekawa T et al. Antitumor polysaccharides of *Flammulina velutipes* 2. The structure of EA-3 and further purification of EA-5 // *J. Pharmacobiodyn.* - 1982. - Vol. 5. - P. 576–581 (in Eng.).
- [6] Ikekawa T. Beneficial effects of edible and medicinal mushrooms in health care // *Int. J. Med. Mushrooms.* - 2001. - N 3. - P. 291–298 (in Eng.).
- [7] Russel R., Paterson M. *Ganoderma* – a therapeutic fungal biofactory // *Phytochemistry.* – 2006. – Vol. 67. – P. 1985-2001 (in Eng.).
- [8] Mau J.L., Lin H.C., Chen C.C. Non-volatile components of several medicinal mushrooms. *Food Research International.* 2001, 34(6), P.521-526 (in Eng.).
- [9] Boh B, Berovic M, Zhang J, Zhi-Bin L *Ganoderma lucidum* and its pharmaceutically active compounds // *Biotechnol Annu Rev.* 2007, 13, P.265-301 (in Eng.).
- [10] Zhou XW. et al. *Ganodermataceae*: Natural products and their related pharmacological functions // *American Journal of Chinese Medicine.* 2007, 35(4):559-574 (in Eng.).
- [11] Chang S.T. Global impact of edible and medicinal mushrooms on human welfare in the 21st century: nongreen revolution // *Int. J. Med. Mushr.* 1999. -№ 1, -P. 1 7 (in Eng.).
- [12] Shiao MS. Natural products of the medicinal fungus *Ganoderma lucidum*: occurrence, biological activities, and pharmacological functions // *Chem. Rec.* 2003. 3(3), P. 172-80 (in Eng.).
- [13] Deng Pan et al. Structure characterization of a novel neutral polysaccharide isolated from *G. lucidum* fruiting bodies // *Food Chemistry.* 2012. –Vol. 135, -№ 3, -P. 1097–1103 (in Eng.).
- [14] Ricardo Wagner, David Alexander Mitchell, Guilherme Lanzi Sasaki, Maria Angela Lopes de Almeida Amazonas Links between morphology and physiology of *Ganoderma lucidum* in submerged culture for the production of exopolysaccharide // *J. of Biotechnol.* 2004. – Vol. 114, № 1–2. - P. 153–164 (in Eng.).
- [15] Peng Xu, Zhong-Yang Ding, Zhu Qian, Chang-Xin Zhao, Ke-Chang Zhang Improved production of mycelial biomass and ganoderic acid by submerged culture of *Ganoderma lucidum* SB97 using complex media // *Enzyme and Microbial Technol.* 2008. – Vol. 42, № 4. – P. 325–331 (in Eng.).
- [16] Buhalo A.S., Solomko Je.F., Parhomenko L.P., i dr. Opyt glubinnogo vyrashhivaniya *Pleurotus ostreatus* (Fr.) Kumm. na kompleksnyh sredah // *Proizvodstvo vysshih s#edobnyh gribov SSSR.* - Kiev: Nauk. dumka, 1978. - S. 29-32 (in Russ.).
- [17] Tang Y-J., Zhong J.-J. Fed-batch fermentation of *Ganoderma lucidum* for hyperproduction of polysaccharide and ganoderic acid // *Enz. Microb. Technol.* – 2002. – Vol. 31. – P. 20-28 (in Eng.).
- [18] Smirnov D. A. Uglevody glubinnoj kul'tury *Ganoderma lucidum*: obrazovanie, harakteristika. Avtoreferat dis. ... kand. biol. nauk. – Minsk, 2007. – 23 с. (in Russ.).
- [19] Wagner R., Mitchell D. F., Sasaki G. L. Et al. Links between morphology and physiology of *Ganoderma lucidum* in submerged culture for the production of exopolysaccharide // *J. Biotechnol.* – 2004. – Vol. 114. – P. 153-164 (in Eng.).
- [20] Shherba V. V., Babickaja V. G. Polisaharidy ksilotrofnyh bazidiomicetov // *Prikl. biokhim. i mikrobiol.* – 2008. – Vol. 44, № 1. – S. 90-95 (in Russ.).

**ТЕРЕҢ ДАҚЫЛДАУ ЖАҒДАЙЫНДА *Ganoderma lucidum* 1621 САҢЫРАУҚҰЛАҒЫ
БИОМАССАСЫНЫҢ ЖОҒАРЫ СИНТЕЗІ ҮШІН ОҢТАЙЛЫ ҚОРЕКТІК ОРТА ТАҢДАУ**

**Н.Н. Ахметсадықов¹, К.Г. Мустафин¹, Н.А. Бисько²,
Ж.Б. Сулейменова¹, Г.А. Аль-Маали², Ж.К. Садуева¹**

¹ЖШС «Антиген» ғылыми-өндірістік кәсіпорны, Алматы облысы, Қазақстан,

²Н. Г. Холодный атындағы ботаника институты Украина ҰҒА, Киев, Украина

Тірек сөздер: *Ganoderma lucidum*, базидиомицеттер, биологиялық белсенді қосылыстар, биомасса, терең дақылдау.

Аннотация. *Ganoderma lucidum* (рейша саңырауқұлағы) – антибактериалды, саңырауқұлаққа қарсы және вирусқа қарсы белсенділікке ие, сонымен қатар гиполипидемиялық, гипокликемиялық, иммуностимулдеуші, ісікке қарсы және т.б. әсері бар биологиялық бірегей белсенді метаболиттердің жиынтығын құрайтын базидиалды саңырауқұлақ. Биотехнологиялық әдістер көмегімен жоғары саңырауқұлақтардың биомассасын алудың маңызды тиімділігі үздіксіз мүмкіндік және қалдықсыз препарат өндірісі, жеткілікті шикізат көздері болып табылады. Негізгі мақала терең дақылдау жағдайында әр түрлі көміртегі және азот көздері бар қоректік орталарда *Ganoderma lucidum* 1621 биомасса жинақтау қабілеттілігін зерттеуге арналған. Глюкоза-пептон-ашытқы қоректік ортасында дақылдаған кезде *G. lucidum* 1621 штаммы биомасса және экзополисахарид алу үшін биотехнологиялық перспективті объектісі екені анықталды. Бұл қоректік ортада саңырауқұлақ 5 тәулік дақылдау кезінде $29,6 \pm 0,4$ г/л биомасса жинақтады, ал субстрат бойынша биомассаның шығуы 46,8 г/л құрады.

Поступила 10.02.2016 г.

Publication Ethics and Publication Malpractice in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct (http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

[www:nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz)

<http://www.bulletin-science.kz/index.php/ru/>

Редакторы *М. С. Ахметова, Д. С. Аленов*
Верстка на компьютере *Д. Н. Калкабековой*

Подписано в печать 16.02.2016.
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
12,0 п.л. Тираж 2000. Заказ 1.