

СИНТЕЗ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА ДРОЖЖЕВЫМИ ГРИБАМИ SACCHAROMYCES ELLIPSOIDEUS BDU—XR1 В СВЕТЛОЙ И ТЕМНОЙ СРЕДЕ

THE DEPENDANCE OF THE SYNTHESIS OF SILVER NANOPARTICLES BY SACCHAROMYCES ELLIPSOIDEUS BDU — XR1 YEAST FUNGUS ON LIGHT AND DARK ENVIRONMENT

M. Jafarov
S. Azadaliyeva
S. Huseynova
I. Babayeva

Summary. As a result of the research, the ability of *Saccharomyces ellipsoideus* BDU — XR1 yeast fungus to synthesise silver nanoparticles was observed both in change of color of reaction mixture in a light and dark environment, and during the spectrophotometric analysis. During the UV — Vis spectrophotometric analysis, incubation in the dark environment showed 414 nm length peak. Incubation in the light environment showed 409 nm length peak. While observed under the scanning electron microscope, there were distinguished 17,2 nm spheric silver nanoparticles in the sample incubated in dark environment. The dark environment is the most optimal one for this strain.

Keywords: light and dark, yeast fungus, *Saccharomyces ellipsoideus* BDU — XR1, silver nanoparticles, UV spectrum, scanning electron microscope, X-ray spectrum.

Джафаров Мирмуса Мириш
Д.б.н., профессор, Бакинский Государственный
Университет
safarov.67@mail.ru

Азадалиева Саадет Фазахим
Докторант, Бакинский Государственный
Университет
azadaliyevaseadet@gmail.com

Гусейнова Сенем Исмаил
Д.ф.н. по биологии, старший преподаватель,
Бакинский Государственный Университет
aliyeva.senem@mail.ru

Бабаева Ирада Тагу
Д.ф.н. по биологии, доцент, Бакинский
Государственный Университет
iradah828@gmail.com

Аннотация. На основе проведенных исследований было выявлено, что способность дрожжевого гриба *Saccharomyces ellipsoideus* BDU — XR1 синтезировать наночастицы серебра была выявлена как изменением цвета реакционной смеси при светлой и темной среде, так и в результате спектрофотометрического анализа. При спектрофотометрическом анализе UV — Vis, при инкубации в темной среде был обнаружен пик с длиной волны 414 нм. При инкубации же в светлой среде — пик с длиной волны 409 нм. В образце, инкубированном в темной среде, под сканирующим электронным микроскопом были обнаружены наночастицы серебра сферической формы диаметром в 17,2 нм. Таким образом, оптимальным вариантом для данного штамма является темная среда.

Ключевые слова: свет и тень, дрожжевой гриб, *Saccharomyces ellipsoideus* BDU — XR1, наночастицы серебра, спектр-УФ, сканирующий электронный микроскоп, рентгеновский спектр.

В поисках эффективных способов синтеза наночастиц, исследователи стараются использовать в этом процессе различные организмы. Вначале, для этой цели были использованы бактерии, которых далее сменили грибы, а позже — растения. В последнее время наблюдается тенденция повышения интереса к изучению различных наночастиц, в частности, наночастиц разнообразных металлов [9–11, 17, 21].

Одним из самых эффективных методов является получение наночастиц с помощью микроорганизмов. Для этой цели используются плесневелые грибы, бак-

терии и дрожжевые грибы. В результате исследований, проведенных учеными за последние годы было установлено, что из всех микроорганизмов именно вышеуказанные грибы способны синтезировать различные неорганические наночастицы, такие как Ag, Au, ZnS, CdS и AgS [6, 8, 13, 18, 22].

Использование биологических объектов при синтезе наночастиц позволяет увеличивать размеры и биомассу получаемых частиц. Широкие перспективы открываются при участии в этом процессе плесневелых и дрожжевых грибов, а также бактерий [14, 15, 20].



Рис. 1. Потемнение реакционной смеси при инкубации штамма дрожжевого гриба *Saccharomyces ellipsoideus* BDU — XR1 в темной среде:
а — контроль и б — опыт

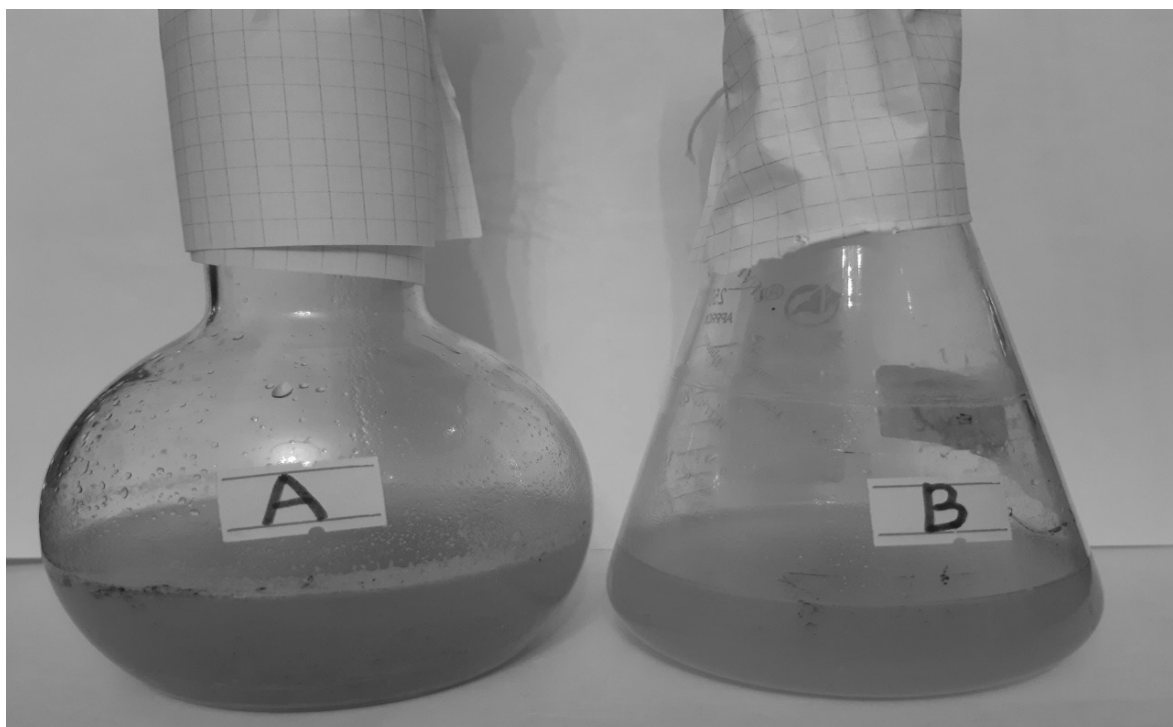


Рис. 2. Потемнение реакционной смеси при инкубации штамма дрожжевого гриба *Saccharomyces ellipsoideus* BDU — XR1 в светлой среде:
а — контроль и б — опыт

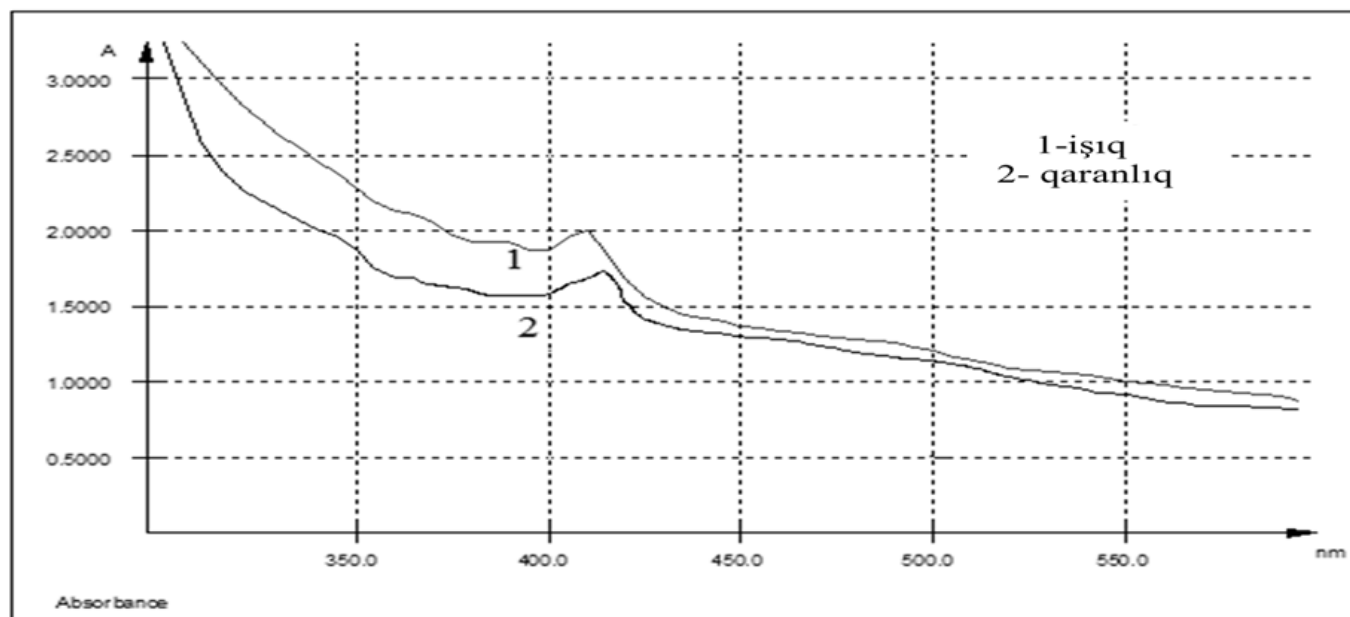


Рис. 3. УФ-спектры наночастиц серебра, образованных штаммом дрожжевого гриба *Saccharomyces ellipsoideus* BDU — XR1 в зависимости от темной (2) и светлой (1) среды

Конечным итогом проведения широкомасштабных научных изысканий стала возможность получения наночастиц различных металлов с помощью дрожжевых грибов рода *Saccharomyces*. Как известно, на возникновение наночастиц серебра оказывают влияние разные факторы, в том числе период инкубации, количество биомассы, температура, первичная кислотность среды (pH), плотность соли AgNO_3 , среда инкубации (светлая или темная) [1, 12, 16, 19]. В наших предыдущих научных работах было рассмотрено влияние периода инкубации, количества биомассы, температуры, первичной кислотности среды (pH) и плотности соли AgNO_3 на образование наночастиц серебра штаммом *Saccharomyces ellipsoideus* BDU — XR1 [2, 4, 5, 7].

Основной целью данной научной работы является исследование влияния светлой и темной среды на образование наночастиц серебра штаммом *Saccharomyces ellipsoideus* BDU XR — 1.

Материалы и методы

Объектом исследования был выбран штамм дрожжевого гриба *Saccharomyces ellipsoideus* BDU — XR1.

Культура дрожжевого гриба *Saccharomyces ellipsoideus* BDU — XR1 вначале была засеяна в следующей среде жидкого состава: экстракт дрожжей — 10 г, сахара — 20 г, пептон — 20 г, дистиллированная вода — 1 литр. Культура высевалась в термостате в течение 48 часов при температуре 30 °C. Полученная

биомасса дрожжевого гриба была отделена от культуральной жидкости путем фильтрации и 3 раза промыта в 100 мл стерильной дистиллированной воды. Влажная биомасса в количестве 10 грамм была введена в 90 мл стерильной дистиллированной воды. В полученную смесь добавили 1 мл 10^{-3} молярного раствора AgNO_3 и инкубировали ее в течение 7 дней при температуре 25° C в темной и светлой среде. Образование наночастиц серебра в первую очередь было определено визуально, по изменению цвета реакционной смеси от светло-желтого до темно-коричневого.

Присутствие наночастиц серебра в процеженной коллоидной жидкости было определено по характерному для них спектру поглощения с длиной волны в 400–450 нм, который был обнаружен под спектрофотометром "UV — VIS specord 250 plus".

Далее, из коллоидной жидкости был создан препарат. Он был просушен и проанализирован под сканирующим электронным микроскопом (JEOL 7600F, Japan). Были установлены форма и размер (в нм) наночастиц серебра.

С помощью спектрального рентгеновского анализа была установлена карта элементов реакционной смеси.

Результаты и их обсуждение

Образование наночастиц серебра в первую очередь было определено визуально, по изменению цвета ре-

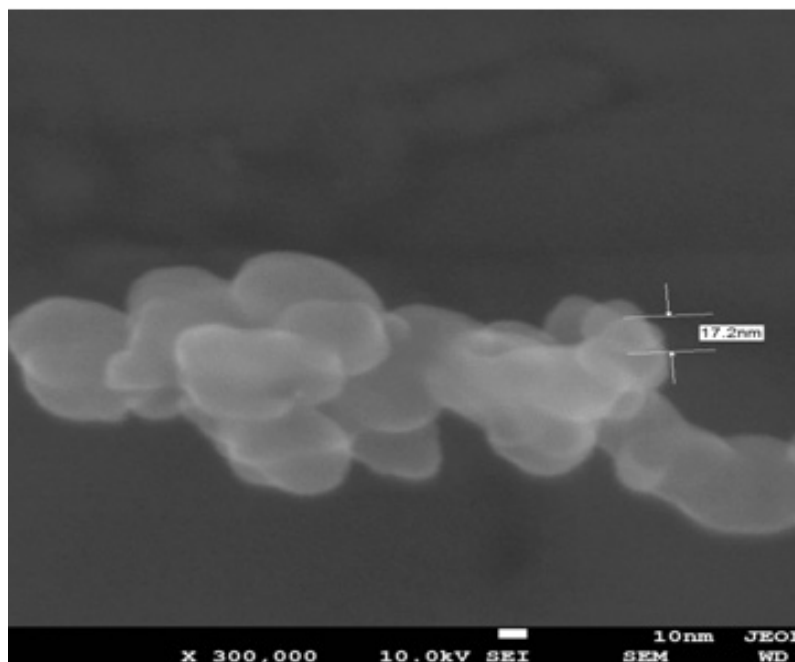


Рис. 4. Обзор под микроскопом внешнего вида и размеров наночастиц серебра, образованных штаммом дрожжевого гриба *Saccharomyces ellipsoideus* BDU XR — 1 в темной среде

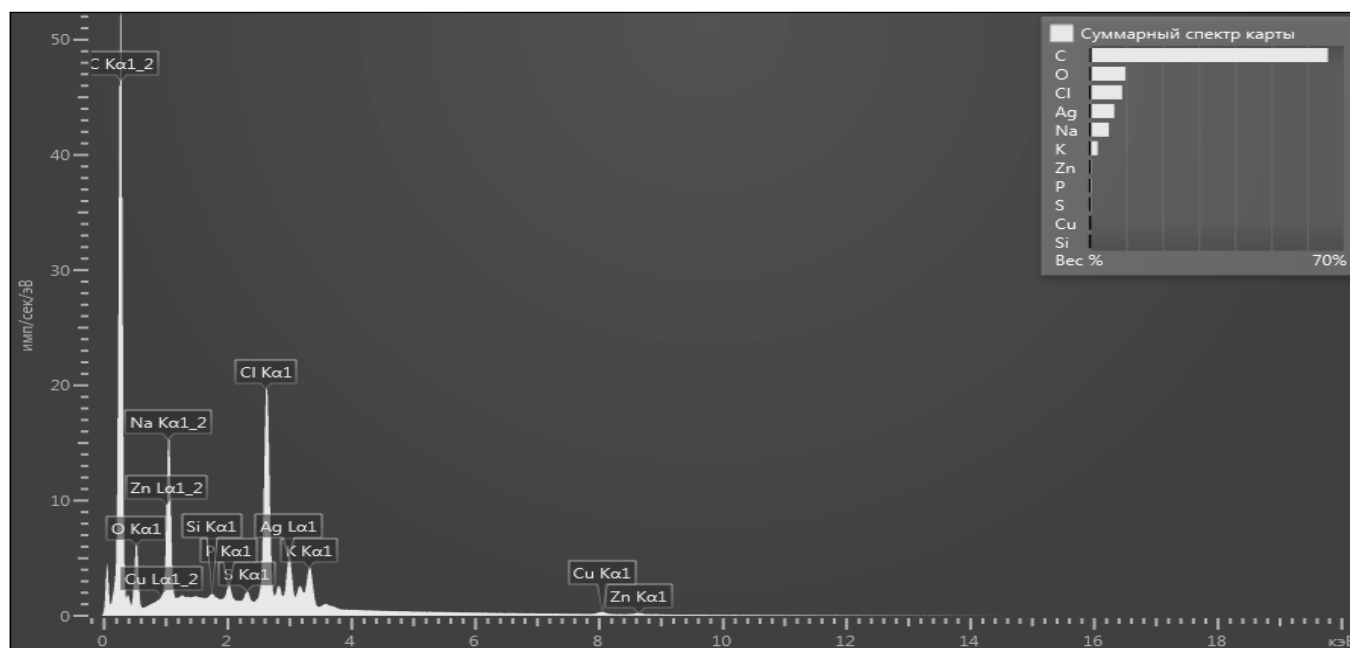


Рис. 5. Рентгеновские спектры, характерные для наночастиц серебра, образованных штаммом дрожжевого гриба *Saccharomyces ellipsoideus* BDU XR — 1 в темной среде

акционной смеси от светло-желтого до темно-коричневого.

В результате проведенных исследований было выявлено, что при инкубации влажной биомассы штамма дрожжевого гриба *Saccharomyces ellipsoideus* BDU — XR1 в реакционной смеси в темной и светлой среде, только в темной среде наблюдалось потемнение (изменение цвета) как первичный признак возникновения наночастиц серебра (рис. 1).

В результате анализа реакционной смеси изучаемого штамма дрожжевого гриба и нитрата серебра на УФ-спектрофотометре было выявлено, что в образце, инкубированном в темной среде, выделяется пик поглощения с длиной волны в 414 нм. А в образце, инкубированном в светлой среде, выделяется пик поглощения с длиной волны в 409 нм. Эти данные соответствуют длине волны в 370–450 нм, характерной для наночастиц серебра (рис. 3).

Был проведен анализ морфологии образцов, выявленных под сканирующим электронным микроскопом. В итоге было установлено, что частицы, образован-

ные дрожжевым грибом, имеют сферическую форму и их размер соответствует 17,2 нм (рис. 4). Как и видно из рисунка, наночастицы собираются вместе в форме агломерата и образуют кластеры большего размера.

Химический состав полученных наночастиц был изучен с помощью рентгенофазовского анализа (рис. 5), который показал, что сформированы именно наночастицы серебра.

Таким образом, в итоге проведенных опытов было установлено, что способность штамма дрожжевого гриба *Saccharomyces ellipsoideus* BDU — XR1 образовывать наночастицы серебра наблюдается как при потемнении цвета реакционной смеси в темной и светлой среде, так и при спектрофотометрическом анализе. UV — Vis спектрофотометрический анализ показал, что при инкубации в темной среде наблюдается пик с длиной волны в 414 нм, тогда как в светлой среде — с длиной волны в 409 нм. В образце, инкубированном в темной среде, под сканирующим электронным микроскопом были обнаружены наночастицы серебра сферической формы диаметром в 17,2 нм. Таким образом, оптимальным вариантом для данного штамма является темная среда.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алджанова Ф.А., Джафаров М.М., Гусейнова С.И., Ганбаров Х.Г. Образование наночастиц серебра штаммом дрожжевого гриба *Candida guilliermondii* BDU — 217 в зависимости от светлой и темной среды / III Международная научная конференция на тему «Экология: проблемы природы и общества», посвященная 110-летию юбилею академика Г. Алиева; Баку, с. 192–193
2. Азадалиева С.Ф., Джафаров М.М., Агамалиев З.А., Эйвазова Г.И., Ганбаров Х.Г. Влияние периода инкубации на образование наночастиц серебра штаммом дрожжевого гриба *Saccharomyces ellipsoideus* BDU — XR1 // Научные произведения института Микробиологии при НАНА, 2018, с. 16, № 1, с. 42–47
3. Бозкурт Х.Д., Джафаров М.М., Ганбаров Х.Г. Получение наночастиц металла с помощью дрожжевых грибов и их исследование // Новости Бакинского Университета, Серия Естественные Науки, 2017, № 2, с. 34–42
4. Азадалиева С.Ф., Джафаров М.М., Меджидова С.Э., Гусейнова С.И., Эйвазова Г.М., Ганбаров Х.Г. Возможность образования серебряных наночастиц из дрожжевого гриба *Saccharomyces ellipsoideus* BDU XR –1 в зависимости от температуры/ Перспективы развития науки и образования. Вестник научных конференций, Тамбов, 2017, Часть 4., № 5–4 (21), с. 39
5. Азадалиева С.Ф., Джафаров М.М., Гусейнова С.И., Ганбаров Х.Г. Влияние биомассы на образование наночастиц серебра штаммом дрожжевого гриба *Saccharomyces ellipsoideus* BDU XR –1 / Научные исследования и разработки. XXX Международная научная конференция. Москва, 2017, с. 89
6. Ana Mourato., Mario Gadanho., Ana R. Lino and Rogerio Tenreiro. Biosynthesis of crystalline silver and gold nanoparticles by extremophilic yeasts // *Bioinorganic Chemistry and Applications*. 2011, v.55, p.1–8
7. Azadaliyeva S.F. The influence of initial acidity (pH) on the production of silver nanoparticles by *Saccharomyces ellipsoideus* BSU — XR1 // *Deutscher Wissenschaftsberod, German Science Herald*, 2019, № 3, p.55–57
8. Fengjiao He., Zhaohui Li., Feng Gao and Zhi Yang. Extracellular biosynthesis of Ag nanoparticles by commercial baker's yeast // *Advanced materials research*. 2013, v. 785–786, p. 370–373
9. Ganbarov Kh.G., Ahmadov I.S., Ramazanov M.A., Musayev E.M., Eyvazova G.S., Aghamaliyev Z.A. Silver nanoparticles synthesized by the Azerbaijanian environmental isolated *Aspergillus niger*. // *Jour. Microbiol. Biotechnol. Food Sciences*. 2014, v.4 (2), p. 137–141
10. Ganbarov Kh.G., Ahmadov I.S., Ramazanov M.A., Musayev E.M., Eyvazova G.S., Aghamaliyev Z.A. The concentration effect of the formation of silver nanoparticles by the mold fungus *Aspergillus niger* BDU A4 // *Jour. Biotechnol.* 2014, v. 28, p. 185
11. Ganbarov Kh., Jafarov M.M., Bozkurt Kh.J. et al. Comparative study the production of silver nanoparticles with the cultural supernatant and biomass of yeast *Candida guilliermondii* BDU — 217 // *International Euroasian conference on Biological and chemical sciences, Euroasian Bio Chem, Ankara/ Turkey*, 2018, s.94–99
12. Hassan Korbekandi., Soudabeh Mohseni., Rasoul Mardani Jouneghani., Meraj Pourhossein and Siavash Irvani. Biosynthesis of silver nanoparticles using *Saccharomyces cerevisiae* // *An International Journal Artificial Cells, Nanomedicine and Biotechnology*. 2016, v.44, p. 235–239

13. He S., Guo Z., Zhang Y., Zhang S., Wang J., Gu N. Biosynthesis of gold nanoparticles using the bacteria *Rhodospseudomonas capsulate* // *Materials Letters*, 2017, V. 61, p. 3984–3987
14. Jafarov M.M., Bozkurt Kh. J., Seyidova K.Q., Huseynova S.I., Agamaliyev Z.A., Eyvazova G.M., Ramazanov M.A., Ganbarov Kh.G. Formation of silver nanoparticles in the cultural fluid by *Candida guilliermondii* BSU — 217 yeast fungi stamp // *Transaction of the Institute of Microbiology of Azerbaijan National Academy of sciences*. 2017, v.15, № 1, p. 214–219
15. Kato Y, Suzuki M. Synthesis of metal nanoparticles by microorganisms / *Crystals*. 2020, V.10(7), p.589
16. M. Sheik Muhideen Badhusha and M.M. Abdul Kader Mohideen. Biosynthesis of silver nanoparticles using *Saccharomyces cerevisiae* with different pH and study of antimicrobial activity against bacterial pathogens // *Chemical Science Transactions*. 2016, v.5(4), p. 906–911
17. Marathe K, Naik J, Maheshwari V. Biogenic synthesis of silver nanoparticles using *Streptomyces* spp. and their antifungal activity against *Fusarium verticillioides* // *Journal of Cluster Science* 2021, V. 32, p.1299–1309
18. Narayanan K.B. and Sakthivel N. Biological synthesis of metal nanoparticles by microbes // *Advances in Colloid and Interface Science*. 2010, v. 156, № 1–2, p. 1–13
19. Niknejad F., Nabili M., Daie Ghazvini R., Moazeni M. Green synthesis of silver nanoparticles: Advantage of the yeast *Saccharomyces cerevisiae* model // *Curr. Med. Mycol*. 2015, v.1(3), p. 17–24
20. Rai M, Bonde S, Golinska P, Trzcińska — Wencel J, Gade A, Abd — Elsalam K, et al. *Fusarium* as a novel fungus for the synthesis of nanoparticles: mechanism and applications / *Journal of Fungi*. 2021, V.7(2), p.139
21. Roychoudhury A. Yeast — mediated green synthesis of nanoparticles for biological applications // *Indian Journal of Pharmaceutical and Biological Research*. 2020, V.8(03), p.26–31
22. Sadowski Z. Synthesis of silver nanoparticles using microorganisms // *Materials Science — Poland*. 2008, v.26 (2), p.420–424

© Джафаров Мирмуса Мириш (safarov.67@mail.ru), Азадалиева Саадет Фазахим (azadeliyevaseadet@gmail.com),
Гусейнова Сенем Исмаил (aliyeva.senem@mail.ru), Бабаева Ирада Таги (iradah828@gmail.com).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Бакинский государственный университет