



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
Уфимский федеральный исследовательский центр Российской академии наук  
(УФИЦ РАН)

450054, г. Уфа, проспект Октября, 71. Тел./факс: (347) 235-60-22, 284-56-52, e-mail: presidium@ufaras.ru, presid@anrb.ru  
Код организации 81, ОГРН 1030204207582, ИНН 0274064870, КПП 027601001

«УТВЕРЖДАЮ»  
Руководитель УФИЦ РАН  
д.х.н., проф. Захаров В.П.  
  
28.01.2022 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ  
на диссертационную работу Югай Юлии Анатольевны  
«Использование клеточных культур растений для получения биологически  
активных наночастиц металлов», представленной на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук  
по специальности 1.5.6 – Биотехнология (биологические науки)

**Актуальность работы.** Исследование новых биотехнологических, экологически безопасных, рентабельных и эффективных способов получения наночастиц металлов является актуальной задачей. Благодаря своим уникальным физико-химическим свойствам наночастицы металлов находят применение в различных областях электроники, медицины, фармацевтики, биотехнологии, пищевой промышленности, сельском хозяйстве и других. В настоящее время наиболее часто для биологического получения металлических наночастиц используются растения и микроорганизмы, а также их экстракты. Микроорганизмы являются удобной системой для получения наночастиц металлов в плане культивирования, однако, их использование недостаточно продуктивно, что связано с токсичным действием наночастиц. Кроме того, микроорганизмы представляют потенциальную опасность для человека и окружающей среды, что значительно ограничивает их применение. Растения, как и микроорганизмы, активно используются для получения наночастиц металлов, тем не менее, эффективность восстановления варьирует в зависимости от

биохимического состава, что достаточно тяжело контролировать в целом растении. В связи с этим, экстракты клеточных культур являются новыми перспективными объектами для исследования процесса формирования биологически активных наночастиц металлов.

**Научная новизна.** Диссертационная работа Югай Ю.А. посвящена изучению восстановительного потенциала клеточных культур модельных и лекарственных растений, а также изучению вклада отдельных фракций экстракта воробейника в процесс формирования наночастиц. Было показано, что полисахариды и вторичные метаболиты обладали наибольшим восстановительным потенциалом нежели белки и нуклеиновые кислоты. Также диссертантом были впервые апробированы методы генной инженерии для улучшения восстановительных свойств клеточных культур. В ходе работы Юлия Анатолиевна использовала современные методы изучения физико-химических, элиситорных, антибактериальных, фунгицидных, цитотоксических свойств и других свойств полученных наночастиц. Кроме того, биологически активные наночастицы были успешно применены в качестве стерилизующих агентов зараженных фузариозом семян пшеницы.

**Характеристика содержания работы.** Диссертация написана по традиционному плану и состоит из классических разделов: «Список сокращений», «Введение», «Обзор литературы», «Материалы и методы», «Результаты и обсуждение», «Заключение», «Выводы», и «Список литературы». Работа изложена на 140 страницах, содержит 44 рисунка, 19 таблиц и 404 литературных источника.

В обзоре литературы изложена информация о типах наночастиц, существующих методах их получения и их недостатках, а также о свойствах различных наночастиц. Считаю нужным отметить, что в содержании достаточно подробно изучены и классифицированы в таблицах биологические объекты, используемые для получения наночастиц металлов. Автор отмечает отсутствие, на сегодняшний день, достаточной информации по использованию клеточных культур как перспективных восстановителей ионов металлов. В главе «Материалы и методы» описан большой спектр использованного экспериментального материала: растения и клеточные культуры растений, в том

числе и трансгенные, культуры клеток бактерий, различные изоляты грибов и культуры клеток млекопитающих, а также полисахариды морских водорослей. Более того, в работе представлен широкий набор традиционных и современных методов биотехнологии, нанотехнологии, молекулярной биологии, микробиологии и цитологии. Для реализации данной работы привлекалась приборная база для определения физико-химических свойств и биологической активности, полученных наночастиц, для определения нативности нуклеиновых кислот использовали амплификатор, для разделения белков и нуклеиновых кислот использовали электрофоретические методы, определение вторичных метаболитов выполнялось с использованием высокоэффективного жидкостного хроматографа с тандемной масс-спектрометрией. Методы, используемые для достижения поставленной цели, полностью соответствуют поставленным задачам. Результаты описаны подробно и представляют важные в научном и практическом отношении результаты. Выводы сформулированы четко и соответствуют поставленным задачам.

В целом, диссертационная работа Югай Ю.А. представляет собой трудоемкое, грамотно построенное и завершенное исследование.

#### **Вопросы, замечания и комментарии к диссертационной работе**

В ходе чтения к диссертационной работе возникли следующие вопросы:

1. Стр. 45. С какой целью в среде МС уменьшали содержание  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ?
2. Стр. 52. Почему реакцию восстановления металлов в экстрактах растений проводили при освещении? Каковы возможные механизмы позитивного влияния освещения на восстановительные свойства экстрактов растений?
3. Стр. 52. Из текста диссертации остается непонятным, как при промывании экстрактов растений дистиллированной водой добивались отсутствия потерь НЧ металлов?
4. Стр. 60. Почему в случае воздействия микроволнового облучения использовали только один вариант приготовления экстракта?
5. Стр. 60. Рис. 6. Чем объясняется более высокая оптическая плотность экстрактов в случае использования прекурсоров серебра, по сравнению с золотом?

6. Стр. 69, рис. 15. Является ли достаточным размер ампликона фрагмента гена *ITS* около 750 п.н. для оценки высокомолекулярности выделенной ДНК?

7. Стр. 82, рис. 23. Из текста диссертации осталось непонятным, культура бородатых корней женьшеня содержит все *rol*-гены или только ген *rolC*?

8. Стр. 93. Чем вы объясняете позитивное влияние Ag-НЧ на биомассу культуры *A. thaliana*?

9. Стр. 111. Возникает вопрос к утверждению, что Ag-НЧ может быть дешевым средством от фузариоза.

К диссертационной работе имеется несколько замечаний.

В русскоязычных научных текстах в ссылках на двух авторов вместо «and» принято использовать запятую. Также в диссертации Югай Ю.А. в ссылках на литературу иногда приводится по три автора, хотя в таких случаях принято писать фамилию первого автора и добавлять «et al». Также можно отметить несколько замечаний редакторского характера: стр. 5. «фоормирование»; стр. 8. «с с»; стр. 14. «в с»; стр. 14. «аденокарценомы»; к рис. 4 нет ссылки в тексте; стр. 34. нет номера таблицы, к которому идет ссылка; стр. 35. «Au-НК»; стр. 52. «хлористоводородной кислоты»; стр. 76. «максимамумы»; стр. 93. «наночатиц».

Отмеченные выше вопросы и замечания носят рекомендательный характер и не умаляют результатов представленной работы.

**Теоретическая и практическая значимость работы.** Представленная диссертационная работа вносит существенный вклад в понимание процесса формирования наночастиц металлов. Полученные данные значительно расширяют и углубляют знания о биологических системах, используемых для получения наночастиц. полученные сведения о свойствах наночастиц могут служить основой для применения наночастиц в биотехнологии, сельском хозяйстве, а также в медицине и фармацевтике.

**Достоверность и апробация полученных результатов.** Все результаты получены с использованием современной приборной базы и методов исследования. Работа выполнена на высоком уровне и оставляет положительное впечатление. По данной диссертации опубликовано 8 работ, из которых 4 статьи в международных рецензируемых журналах из списка ВАК и 4 работы были

представлены в материалах региональных, всероссийской и международной конференциях.

**Заключение.** Диссертационная работа Югай Юлии Анатольевны «Использование клеточных культур растений для получения биологически активных наночастиц металлов», представленная на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.6 – Биотехнология (биологические науки), по всем критериям отвечает требованиям, установленным пунктами 9–14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842 в действующей редакции, а ее автор заслуживает присуждения искомой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.6 — Биотехнология (биологические науки).

Отзыв на диссертацию Ю.А. Югай обсужден и одобрен на заседании лаборатории геномики растений ФГБНУ Института биохимии и генетики – обособленного структурного подразделения Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук (Протокол №1 от 26.01.2022 г.).

Доктор биологических наук по специальности  
03.01.03 – молекулярная биология,  
ведущий научный сотрудник лаборатории  
геномики растений Института биохимии и генетики –  
обособленного структурного подразделения  
Федерального государственного бюджетного научного  
учреждения Уфимского федерального исследовательского  
центра Российской академии наук

Кулуев Булат Разяпович

Адрес: 450054, Россия, Республика Башкортостан,  
г. Уфа, проспект Октября, д. 71.  
e-mail: presidium@ufaras.ru  
тел.: +7(347)235-60-22, 284-56-52

Подпись Б.Р. Кулуева заверяю  
Главный ученый секретарь  
УФИЦ РАН, канд. ист. наук



Салимьянов Р.Ф.

ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН  
Входящий № 75  
« 6 » 02 2022 г.

## Сведения о ведущей организации

по диссертационной работе Югай Юлии Анатольевны  
на тему «Использование клеточных культур растений для получения  
биологически активных наночастиц металлов»  
представленной на соискание ученой степени кандидата биологических наук  
по специальности 1.5.6 – Биотехнология (биологические науки)

Полное наименование организации в соответствии с уставом	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Уфимский федеральный исследовательский центр Российской академии наук
Сокращенное наименование организации в соответствии с уставом	УФИЦ РАН
Почтовый индекс, адрес организации	450054, Россия, Республика Башкортостан, г. Уфа, проспект Октября, д. 71.
Веб-сайт	<a href="http://ufaras.ru/">http://ufaras.ru/</a>
Телефон	+7(347) 235-60-22, 284-56-52
Адрес электронной почты	presidium@ufaras.ru
Ф.И.О. составителя отзыва	Кулуев Булат Разяпович
Ученая степень, ученое звание, должность и структурное подразделение составителя отзыва	Доктор биологических наук (03.01.03 – молекулярная биология), ведущий научный сотрудник лаборатории геномики растений Института биохимии и генетики – обособленного структурного подразделения Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук
Список основных публикаций структурного подразделения в котором будет готовиться отзыв ведущей организации в рецензируемых научных изданиях за последние 5 лет (не более 15 публикаций)	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kuluev B.R., Mikhaylova E.V., Berezhneva Z.A., Nikonorov Y.M., Postrigan B.N., Kudoyarova G.R., Chemeris A.V. Expression profiles and hormonal regulation of tobacco <i>NtEXGT</i> gene and its involvement in abiotic stress response // <i>Plant Physiology and Biochemistry</i>. 2017. V. 111. P. 203–215.</li> <li>2. Yasybaeva G.R., Vershinina Z.R., Kuluev B.R., Mikhaylova E.V., Baymiev A.H., Chemeris A.V. Biolistic-mediated plasmid-free transformation for induction of hairy roots in tobacco plants // <i>Plant Root</i>. 2017. V. 11. P. 33-39.</li> <li>3. Knyazev A.V., Kuluev B.R., Mikhaylova E.V., Yasybaeva G.R., Chemeris A.V. Aseptic germination and <i>Agrobacterium rhizogenes</i>-mediated transformation of <i>Taraxacum kok-saghyz</i> Rodin // <i>Plant Root</i>. 2017. V. 11. P. 64–69</li> <li>4. Kuluev B.R., Berezhneva Z.A., Knyazev A.V., Nikonorov Yu.M., Chemeris A.V. Role of <i>PtrXTH1</i> and <i>PnXTH1</i> genes encoding xyloglucan endo-</li> </ol>	

transglycosylases in regulation of growth and adaptation of plants to stress factors // Russian Journal of Plant Physiology, 2018, Vol. 65, No. 1, pp. 38–48.

5. Kuluev B.R., Berezhneva Z.A., Mikhaylova E.V., Chemeris A.V. Growth of transgenic tobacco plants with changed expression of genes encoding expansins under the action of stress factors // Russian Journal of Plant Physiology. 2018. Vol. 65. No. 2. P. 211–221.

6. Kuluev B.R., Avalbaev A.M., Nikonorov Y.M., Ermoshin A.A., Yuldashev R.A., Akhiarova G.R., Shakirova F.M., Chemeris A.V. Effect of constitutive expression of Arabidopsis *CLAVATA3* on cell growth and possible role of cytokinins in leaf size control in transgenic tobacco plants // Journal of Plant Physiology. 2018. V. 231. P. 244-250.

7. Gumerova G.R., Chemeris A.V., Nikonorov Yu.M., Kuluev B.R. Morphological and molecular analysis of isolated cultures of tobacco adventitious roots obtained by the methods of biolistic bombardment and *Agrobacterium*-mediated transformation // Russian Journal of Plant Physiology. 2018. V. 65. No. 5. P. 740–749.

8. Kuluev B., Mikhaylova E., Ermoshin A., Veselova S., Tugbaeva A., Gumerova G., Gainullina K., Zaikina E. The ARGOS-LIKE genes of Arabidopsis and tobacco as targets for improving plant productivity and stress tolerance. Journal of Plant Physiology. 2019. 242:153033.

9. Kuluev B.R., Gumerova G.R., Mikhaylova E.V., Gerashchenkov G.A., Rozhnova N.A., Vershinina Z.R., Khyazev A.V., Matniyazov R.T., Baymiev An.Kh., Baymiev Al.Kh., Chemeris A.V. Delivery of CRISPR/Cas components into higher plant cells for genome editing // Russian Journal of Plant Physiology. 2019. Vol. 66. No. 5, pp. 694–706.

10. Gerashchenkov G.A., Rozhnova N.A. Kuluev B.R. Design of Guide RNA for CRISPR/Cas Plant Genome Editing. Molecular Biology. 2020. V. 54. P. 24–42.

11. Mikhaylova E., Artyukhin A., Musin Kh., Panfilova M., Gumerova G., Kuluev B. The first report on the induction of hairy roots in *Trapa natans*, a unique aquatic plant with photosynthesizing roots // Plant Cell, Tissue and Organ Culture. 2020. V. 144. P. 485-490.

12. Vysotskaya L., Akhiyarova G., Feoktistova A., Akhtyamova A., Korobova A., Ivanov I., Dodd I., Kuluev B, Kudoyarova G. Effects of phosphate shortage on root growth and hormone content of barley depend on capacity of the roots to accumulate ABA. Plants. 2020. V. 9. 1722

Главный ученый секретарь

Салимьянов Р.Ф.

Руководитель



Захаров В.П.

19.11.2021 г.