

УДК 5.57.579(579.64)(579.66)

**Джуманазарова Асилкан Зулпукаровна**  
д.х.н., профессор, зав. лабораторией,  
Институт химии и фитотехнологии НАН КР  
**Джуманазарова Асилкан Зулпукаровна**  
х.и.д., профессор, лаборатория жетекчиси  
КР УИАнын химия жана фитотехнология институту  
**Dzhumanazarova Asilkan Zulpukarovna**  
doctor of chem.sciences, professor, head of laboratory  
Institute of Chemistry and phytotechnology NAS KR

**Токторбек кызы Дария**  
аспирант, Институт химии и фитотехнологии НАН КР  
ст. преподаватель КГМА им. И.К.Ахунбаева  
**Токторбек кызы Дария**  
аспирант, КР УИАнын Химия жана фитотехнология институту  
улукокутуучу, И.К.Ахунбаеватындагы КММА  
**Toktorbek kyzyDaria**  
Institute of Chemistry and phytotechnology NAS KR, postgraduate,  
Senior Lecturer I.K. Ahunbayev KSMU

**Матаипова Анаркан Кушубаковна,**  
к.х.н., ст. преподаватель Ошского государственного университета  
**Матаипова Анаркан Кушубаковна,**  
х.и.к., Ош улуттук университетинин улук окутуучусу  
**Mataipova Anarkan Kushubakovna,**  
PhD, Senior Lecturer Osh State University

### **“СИНТЕЗ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА В ЭКСТРАКТАХ ТОПИНАМБУРА *HELLANTHUS TUBEROSUS* СОРТА “ИНТЕРЕС” И “НАХОДКА”**

**Аннотация.** В работе изучены водные экстракты двух сортов топинамбура – «Интерес» и «Находка». С целью извлечения наибольшего количества экстрактивных веществ из растительного сырья и сокращения времени экстракции, было использовано ультразвуковое озвучивание в течение 10, 30, 50 минут при 40-50°C, сравнительно с мацерацией, которая длилась 2 суток. Установлено, что наибольшее количество экстрактивных веществ выделяется при обработке УЗ в течение 50 минут. Во всех экстрактах, полученных мацерацией и обработкой УЗ двух сортов топинамбура, проведен синтез наночастиц серебра с использованием нитрата серебра (НС) при соотношении экстракт:НС 2:98 путем инкубирования. Сделан вывод о том, что наиболее благоприятные условия для синтеза наночастиц серебра создаются в экстракте сорта «Находка» при обработке УЗ 30 минут.

**Ключевые слова:** зеленая химия, наночастицы серебра, топинамбур, сорт «Интерес», «Находка», растительные экстракты, инкубирование, УФ-спектры.

## **HELLANTHUS TUBEROSUS ТОПИНАМБУРДУН «ИНТЕРЕС» ЖАНА «НАХОДКА» СОРТТОРУНУН ЭКСТРАКТТАРЫНДА КҮМҮШТҮН НАНОБӨЛҮКЧҮЛӨРҮН СИНТЕЗДӨӨ**

**Аннотация.** Иште топинамбурдун эки сортунун – “Интерес” жана “Находка” суу экстракттары изилденген. Өсүмдүк материалдарынан экстракциялоочу заттардын эң көп көлөмүн алуу жана экстракциялоо убактысын кыскартуу максатында 2 күнгө созулган мацерацияга салыштырмалуу 40-50°C температурада 10, 30, 50 мүнөт ультраун колдонулган. Экстрактивдүү заттардын эң көп көлөмү 50 мүнөт ультраундун таасири менен бөлүнүп чыга тургандыгы аныкталган. Топинамбурдун эки түрүн мацерациялоо жана ультра үн менен тасирлөө аркылуу алынган бардык экстрактыларда күмүш нанобөлүкчөлөрүнүн синтези күмүш нитратынын (КН) жардамы менен, экстракт:КН катышы 2:98 инкубациялоо жолу менен жүргүзүлдү. «Находка» сортунун экстрактында 30 минута ультраун менен иштетилгенде кумуш нанобөлүкчөлөрүн синтездөө үчүн эн ыңгайлуу шарттар түзүлөт деген тыянак чыгарылды.

**Негизги сөздөр:** жашыл химия, күмүш нанобөлүкчөлөрү, Топинамбур, «Интерес», «Находка» сорттору, өсүмдүктөрдүн экстракттары, инкубация, УК-спектрлери.

## **“SYNTHESIS OF SILVER NANOPARTICLES IN JERUSALEM *HELLANTHUS TUBEROSUS* EXTRACTS OF “INTERES” AND “NAKHODKA” VARIETIES**

**Abstract.** The work studied aqueous extracts of two varieties of Jerusalem artichoke – “Interes” and “Nakhodka”. In order to extract the largest amount of extractive substances from plant materials and reduce extraction time, ultrasonic sonication was used for 10, 30, 50 minutes at 40-50°C, compared with maceration, which lasted 2 days. It has been established that the largest amount of extractives is released during ultrasonic treatment for 50 minutes. In all extracts obtained by maceration and ultrasonic treatment of two varieties of Jerusalem artichoke, the synthesis of silver nanoparticles was carried out using silver nitrate (SN) at an extract:SN ratio of 2:98 by incubation. It was concluded, that the most favorable conditions for the synthesis of silver nanoparticles are created in the extract of the “Nakhodka” variety when treated with ultrasound for 30 minutes.

**Key words:** green chemistry, silver nanoparticles, Jerusalem artichoke, varieties “Interes”, “Nakhodka”, plant extracts, incubation, UV-spectra.

**Введение.** В последнее время наночастицы все больше привлекают внимание исследователей, так как обладают уникальными физическими и химическими особенностями, связанными с их небольшими размерами и большой площадью поверхности. Разработаны различные способы синтеза наночастиц: химический, термический, фоторазложение и др. однако, эти методы токсичны, не экологичны либо не экономичны. Следовательно, существует потребность

в развитии экологически безопасных методов синтеза наночастиц. В качестве альтернативных, так называемых «зеленых» методов синтеза рассматриваются методы с использованием ферментов, грибов, бактерий, растений [1].

Растения в течение многих столетий служат в качестве источника лекарственных биологически активных соединений, эффективных против многочисленных болезней. С помощью водных экстрактов растений можно синтезировать наноча-

стицы, так как они обладают способностью восстанавливать и стабилизировать наночастицы. Экстракты растений содержат такие вещества, как алкалоиды, флавоноиды, белки, полисахариды, целлюлоза, фенольные соединения и вторичные метаболиты, которые могут восстанавливать нитрат серебра [2].

Кроме того, частицы, полученные таким методом, имеют на своей поверхности органические молекулы, которые способны улучшать способность частиц адгезироваться на клетках, в частности, микробных. Зеленый метод синтеза, в зависимости от растения, позволяет получить наночастицы размером от 10 до 500 нм сферической трехгранной, пентагональной и гексагональной форм [3].

Развивается область исследований, направленных на получение антибактериальных наночастиц из серебра. Они успешно могут использоваться для борьбы с патогенными микроорганизмами, особенно со штаммами, устойчивыми к большинству видов антибиотиков [4].

Еще одной областью применения наночастиц является сельское хозяйство. Помимо подавления фитопатогенных микроорганизмов, наночастицы способны влиять на прорастание семян и ускорять рост растений. Нанотехнологии могут быть направлены на повышение урожайности, создание индукторов стрессоустойчивости сельскохозяйственных растений к неблагоприятным факторам окружающей среды [5].

Как отмечают авторы [6], благодаря разнообразию растений можно оптимизировать условия синтеза наночастиц. В частности, для этих целей могут применяться экстракты растений, принадлежащих к различным таксономическим группам.

Также отмечается, что в зависимости от места произрастания растения, его периода развития, вида и даже сорта, зависит состав его химических веществ.

Мы, для целей синтеза наночастиц серебра, изучили топинамбур *Hellanthus tuberosus* двух сортов - «Интерес» и «Находка», выращенные в Чуйской области сотрудником нашего Института.

## **Экспериментальная часть**

### **1. Экстракция топинамбура сорта «Интерес» мацерацией и воздействием ультразвука в течение 10, 30, 50 минут.**

#### **1.1. Экстракция путем мацерации**

5 г порошка топинамбура сорта «Интерес» поместили в коническую колбу вместимостью 200мл, прибавили 100мл дистиллированной воды. Смесь оставили на сутки в темном месте. Через сутки отфильтровали твердую часть, фильтрат центрифугировали (8000 об/мин) в течение 60 минут. Отделили от твердых примесей, объем полученного фильтрата довели до 100 мл дистиллированной водой, хранили в темной склянке для дальнейшего использования.

#### **1.2. Экстракция ультразвуковой обработкой в течение 10 минут.**

5 г порошка топинамбура сорта «Интерес» поместили в ультразвуковую ванну, прибавили 100мл дистиллированной воды, замочили на 30 минут. Затем проводили ультразвуковую обработку в течение 10 минут при температуре 30-50°C. Полученную смесь отфильтровали (остатки после фильтрации оставили для высушивания), и центрифугировали при 8000 об/мин в течение 60 минут. Объем полученного экстракта довели дистиллированной водой до 100 мл и хранили в темной склянке в прохладном месте для дальнейшего использования.

#### **1.3. Экстракция ультразвуковой обработкой в течение 30 минут.**

5 г порошка топинамбура «Интерес» поместили в ультразвуковую ванну, прибавляли 100 мл дистиллированной воды, замочили на 30 минут. Затем проводили ультразвуковую обработку в течение 30

минут при температуре 30-50°C. Полученную смесь отфильтровали (остатки после фильтрации оставили для высушивания), и центрифугировали при 8000 об/мин в течении 60 минут. Полученный экстракт хранили в темной склянке в прохладном месте для дальнейшего использования.

#### **1.4. Экстракция ультразвуковой обработкой в течение 50 минут.**

5 г порошка топинамбура «Интерес» поместили в ультразвуковую ванну, прибавляли 100 мл дистиллированной воды, замочили на 30 минут. Затем проводили ультразвуковую обработку в течении 50 минут при температуре 30-50°C. Полученную смесь отфильтровали (остатки после фильтрации оставили для высушивания), и центрифугировали при 8000 об/мин в течении 60 минут. Полученный экстракт хранили в темной склянке в прохладном месте для дальнейшего применения.

### **2. Экстракция топинамбура сорта «Находка» мацерацией и воздействием ультразвука в течение 10, 30, 50 минут.**

#### **2.1. Экстракция путем мацерации**

5 г порошка топинамбура сорта «Находка» поместили в коническую колбу вместимостью 200 мл, прибавили 100 мл дистиллированной воды. Смесь оставили на сутки в темном месте. Через сутки отфильтровали твердую часть, фильтрат центрифугировали (8000 об/мин) в течение 60 минут. Отделили от твердых примесей, объем полученного фильтрата довели до 100 мл дистиллированной водой, хранили в темной склянке для дальнейшего использования.

#### **2.2. Экстракция ультразвуковой обработкой в течение 10 минут.**

5 г порошка топинамбура сорта «Находка» поместили в ультразвуковую ванну, прибавили 100 мл дистиллированной воды, замочили на 30 минут. Затем проводили ультразвуковую обработку в

течении 10 минут при температуре 30-50°C. Полученную смесь отфильтровали (остатки после фильтрации оставили для высушивания), и центрифугировали при 8000 об/мин в течении 60 минут. Объем полученного экстракта довели дистиллированной водой до 100 мл и хранили в темной склянке в прохладном месте для дальнейшего использования.

#### **2.3. Экстракция ультразвуковой обработкой в течение 30 минут.**

5 г порошка топинамбура «Находка» поместили в ультразвуковую ванну, прибавляли 100 мл дистиллированной воды, замочили на 30 минут. Затем проводили ультразвуковую обработку в течении 30 минут при температуре 30-50°C. Полученную смесь отфильтровали (остатки после фильтрации оставили для высушивания), и центрифугировали при 8000 об/мин в течении 60 минут. Полученный экстракт хранили в темной склянке в прохладном месте для дальнейшего использования.

#### **2.4. Экстракция ультразвуковой обработкой в течение 50 минут.**

5 г порошка топинамбура «Находка» поместили в ультразвуковую ванну, прибавляли 100 мл дистиллированной воды, замочили на 30 минут. Затем проводили ультразвуковую обработку в течении 50 минут при температуре 30-50°C. Полученную смесь отфильтровали (остатки после фильтрации оставили для высушивания), и центрифугировали при 8000 об/мин в течении 60 минут. Полученный экстракт хранили в темной склянке в прохладном месте для дальнейшего применения.

Для определения выхода экстрактивных веществ топинамбура сорта «Интерес» и «Находка» налили равные объемы (10 мл) экстрактов в чашки Петри и высушивали до постоянного веса, полученные порошки взвесили. Полученные выходы экстрактивных веществ, пересчитанные на 5 г навески, приведены в таблице 1.

**Таблица 1. - Выход экстрактивных веществ топинамбура сорта «Интерес» и «Находка»**

№	Процесс	Навеска, г	Выход экстрактивных веществ сорта	
			«Интерес», г	«Находка», г
1	Мацерация	5	0,9055	0,9365
2	УЗ-10	5	0,8825	0,8678
3	УЗ-30	5	0,9071	1,0495
4	УЗ-50	5	1,1707	1,0723

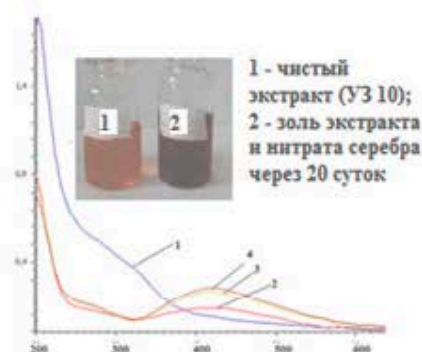
Из анализа данных, приведенных в таблице 1 можно сделать заключение, что наибольшее количество экстрактивных веществ выделено при обработке ультразвуком в течение 50 минут, как из сорта «Интерес», так и из сорта «Находка», по сравнению количеством, выделенным после мацерации и 10 минут обработки ультразвуком. По сравнению с мацерацией и обработкой УЗ в течение 10 минут, большее количество экстрактивных веществ выделено при обработке в течение 30 минут. Таким образом, можно сделать заключение, что обработка ультразвуком в течение 30 и 50 минут способствует выделению большего количества экстрактивных веществ, по сравнению с мацерацией; при этом существенно сокращается время экстрагирования.



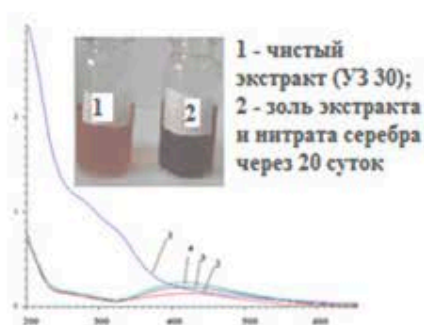
**Рис. 1.** УФ-спектры наночастиц серебра, полученных в экстрактах топинамбура «Интерес» после мацерации: 1 – чистый экстракт топинамбура (ЭТ); 2 – соотношение ЭТ:НС (2:98) через сутки; 3 – через 10 суток; 4 – через 20 суток

### 3. Синтез наночастиц серебра в экстрактах топинамбура (ЭТ) сорта «Интерес», полученных мацерацией, обработкой ультразвуком (УЗ) в течение 10, 30 и 50 минут с использованием нитрата серебра (НС)

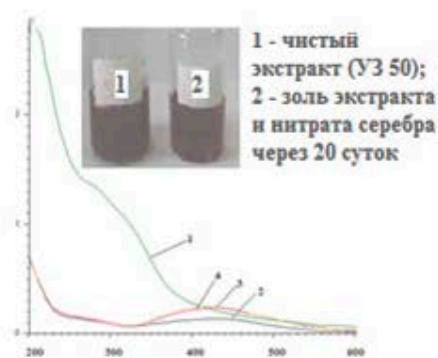
По 2 мл экстракта топинамбура сорта «Интерес», полученных мацерацией, обработкой УЗ 10, 30, 50 минут, поместили в конические колбы вместимостью 200 мл, смешали 98 мл нитратом серебра  $\text{AgNO}_3$  (0,001М). pH реакционных смесей довели до pH=8 10% раствором  $\text{NH}_4\text{OH}$ . Наблюдали изменение цвета реакционных смесей от бледно-желтого до темно-коричневого через сутки, что соответствует образованию наночастиц серебра. УФ-спектры снимали через сутки, 10 и 20 суток. Соответствующие УФ-спектры приведены на рис. 1-4.



**Рис.2.** УФ-спектры наночастиц серебра, полученных в экстрактах топинамбура «Интерес» после 10 мин УЗ; 1 – чистый экстракт топинамбура (ЭТ); 2 – соотношение ЭТ:НС (2:98) через сутки; 3 – через 10 суток; 4 – через 20 суток



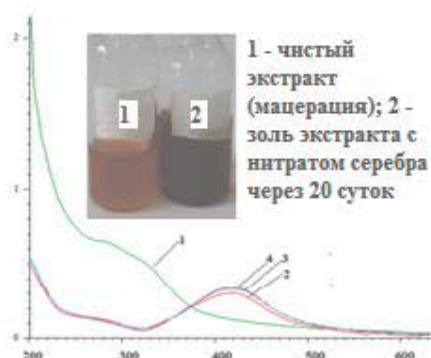
**Рис. 3.** УФ-спектры наночастиц серебра, полученных в экстрактах топинамбура «Интерес» после 30 мин УЗ: 1 – чистый экстракт топинамбура (ЭТ); 2 – соотношение ЭТ:НС (2:98) через сутки; 3 – через 10 суток; 4 – через 20 суток.



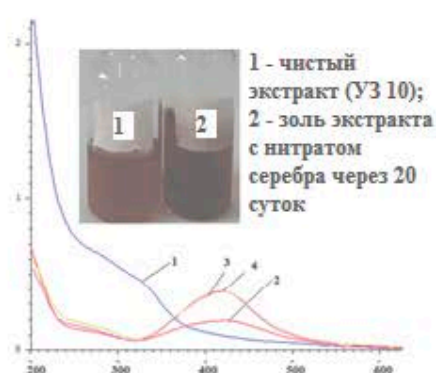
**Рис. 4.** УФ-спектры наночастиц серебра, полученных в экстрактах топинамбура «Интерес» после 50 мин УЗ: 1 – чистый экстракт топинамбура (ЭТ); 2 – соотношение ЭТ:НС (2:98) через сутки; 3 – через 10 суток; 4 – через 20 суток.

#### 4. Синтез наночастиц серебра в экстрактах топинамбура (ЭТ) сорта «Находка», полученных мацерацией, обработкой ультразвуком (УЗ) в течение 10 мин, 30 мин и 50 мин с использованием нитрата серебра (НС)

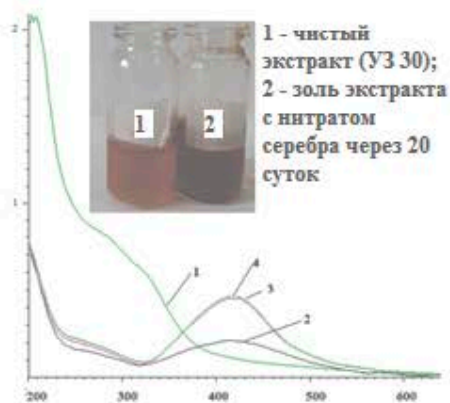
По 2 мл экстракта топинамбура сорта «Находка», полученных мацерацией, обработкой УЗ 10, 30, 50 минут, поместили в конические колбы вместимостью 200 мл, смешали 98 мл нитратом серебра  $\text{AgNO}_3$  (0,001M). pH реакционных смесей довели до pH=8 10% раствором  $\text{NH}_4\text{OH}$ . Наблюдали изменение цвета реакционных смесей от бледно-желтого до темно-коричневого через сутки, что соответствует образованию наночастиц серебра. УФ-спектры снимали через сутки, 10 и 20 суток. Соответствующие УФ-спектры приведены на рис. 5-8.



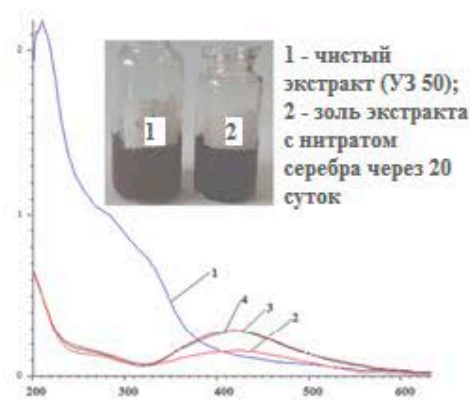
**Рис. 5.** УФ-спектры наночастиц серебра, полученных в экстрактах топинамбура «Находка» после мацерации: 1 – чистый экстракт топинамбура (ЭТ); 2 – соотношение ЭТ:НС (2:98) через сутки; 3 – через 10 суток; 4 – через 20 суток.



**Рис. 6.** УФ-спектры наночастиц серебра, полученных в экстрактах топинамбура «Интерес» после 10 мин УЗ: 1 – чистый экстракт топинамбура (ЭТ); 2 – соотношение ЭТ:НС (2:98) через сутки; 3 – через 10 суток; 4 – через 20 суток.



**Рис.7.** УФ-спектры наночастиц серебра, полученных в экстрактах топинамбура «Находка» после 30 мин УЗ: 1 - чистый экстракт топинамбура (ЭТ); 2 - соотношение ЭТ:НС (2:98) через сутки; 3 - через 10 суток; 4 - через 20 суток



**Рис.8.** УФ-спектры наночастиц серебра, полученных в экстрактах топинамбура «Находка» после 50 мин УЗ: 1 - чистый экстракт топинамбура (ЭТ); 2 - соотношение ЭТ:НС (2:98) через сутки; 3 - через 10 суток; 4 - через 20 суток.

Области поглощения и интенсивности поглощения чистых экстрактов и наночастиц серебра в экстрактах из их УФ-спектров на рис.1-4, относящихся к топинамбуру сорта «Интерес» и на рис.5-8, относящихся к сорту «Находка», приведены в таблице 2.

**Таблица 2. - Область поглощения и экстремумы  
УФ-спектров экстрактов  
топинамбура «Интерес» (рис.1-4) и «Находка»(рис.5-8),  
содержащих наночастицы серебра**

<i>«Интерес», материя</i>	Длина волны, нм	Экстре- мумы	<i>«Находка», материя</i>	Длина волны, нм	Экстремумы
1	-	-	1	-	-
2	417,8	0,1974	2	415,8	0,2992
3	419,8	0,2720	3	415,8	0,3376
4	419,8	0,2692	4	421,8	0,3279

<i>УЗ 10 мин.</i>			<i>УЗ 10 мин.</i>		
1	202,0	1,7929	1	202,0	2,2080
2	429,8	0,1319	2	421,8	0,1918
3	413,8	0,2260	3	419,8	0,3838
4	419,8	0,2497	4	419,8	0,3861
<i>УЗ 30 мин.</i>			<i>УЗ 30 мин.</i>		
1	-		1	204,0	2,0816
2	429,8	0,1393	2	415,8	0,2095
3	409,9	0,2047	3	417,8	0,4644
4	411,9	0,2520	4	419,8	0,4524
<i>УЗ 50 мин</i>			<i>УЗ 50 мин.</i>		
1	204,8	2,8890	1	210,0	2,1780
2	429,8	0,1336	2	425,8	0,1530
3	425,8	0,2269	3	419,8	0,2751
4	419,8	0,2454	4	419,8	0,2889

Выводы по статье:

1. Результаты синтеза наночастиц в экстрактах, полученных после мацерации и обработкой УЗ как для «Интереса», так и для «Находки» отличаются по интенсивностям полос поглощения; полоса же поглощения для обоих сортов достигает стабильного значения 419,8 на 20 день;

2. По изменению интенсивностей полос поглощения, которая связана с концентрацией вещества, можно сделать заключение, что в сорте «Находка» при обработке УЗ в течение 30 минут создаются наиболее благоприятные условия для синтеза наночастиц серебра.



## Литература

1. Rashmi V. Bordiwala / Green synthesis and Applications of Metal Nanoparticles.- A Review Article // Results in Chemistry. – 2023. – V.5. 100832 – P. 1-4. Journal homepage: [www.sciencedirect.com/journal/results-in-chemistry](http://www.sciencedirect.com/journal/results-in-chemistry).
2. Gopika M. Nair, T. Sajini, Beena Mathew / Advanced green approaches for metal and metal oxide nanoparticles synthesis and their environmental applications // Talanta Open. – 2022. – V.- P. 1-11. 5100080. journal homepage: [www.sciencedirect.com/journal/talanta-open](http://www.sciencedirect.com/journal/talanta-open).
3. Elaheh Hosseinzadeh, Alireza Foroumadi, Loghman Firoozpour / What is the role of phytochemical compounds as capping agents for the inhibition of aggregation in the green synthesis of metal oxide nanoparticles? A DFT molecular level response // Inorganic Chemistry Communications 147 (2023) 110243 – P. 1-8.
4. Malini S. B., Hema S., Sudheesh K. Sh., Prabal Pratap S. et ctr. / Evaluating green silver nanoparticles as prospective biopesticides: An environmental standpoint // Chemosphere. – 2022. – V.286. Part 2. January, 131761.
5. Baker, S. Synthesis of silver nanoparticles by endosymbiont *Pseudomonas fluorescens* CA 417 and their bactericidal activity / S. Baker, M.N. Nagendra Prasad, B.L. Dhananjaya, K. Mohan Kumar, S. Yallappa, S. Satish // Enzyme and MicrobialTechnology. – 2016 – Vol. 95. – P. 128–136.
6. Синтез наночастиц с использованием растений / П.Горелкин и др. // Нонаиндустрия. - 2012. - вып.7. - С.16–22.