



# **UNIVERSUM: ХИМИЯ И БИОЛОГИЯ**

Научный журнал  
Издается ежемесячно с ноября 2013 года  
Является печатной версией сетевого журнала  
Universum: химия и биология

**Выпуск: 1(103)**

Январь 2023

Часть 1

Москва  
2023

УДК 54+57  
ББК 24+28  
U55

**Главный редактор:**

*Ларионов Максим Викторович*, д-р биол. наук;

**Члены редакционной коллегии:**

*Аронбаев Сергей Дмитриевич*, д-р хим. наук;

*Безрядин Сергей Геннадьевич*, канд. хим. наук;

*Борисов Иван Михайлович*, д-р хим. наук;

*Винокурова Наталья Владимировна* – канд. биол. наук;

*Гусев Николай Федорович*, д-р биол. наук;

*Даминова Шахло Шариповна*, канд. хим. наук, проф;

*Ердаков Лев Николаевич*, д-р биол. наук;

*Кадырова Гульчехра Хакимовна*, д-р биол. наук;

*Козьминых Владислав Олегович*, д-р хим. наук;

*Козьминых Елена Николаевна*, канд. хим. наук, д-р фарм. наук;

*Кунавина Елена Александровна*, канд. хим. наук;

*Левенец Татьяна Васильевна*, канд. хим. наук;

*Муковоз Пётр Петрович*, канд. хим. наук;

*Рублева Людмила Ивановна*, канд. хим. наук;

*Саттаров Венер Нуруллович*, д-р биол. наук;

*Судеймен Ерлан Мэлсулы*, канд. хим. наук, PhD;

*Ткачева Татьяна Александровна*, канд. хим. наук;

*Харченко Виктория Евгеньевна*, канд. биол. наук;

**U55 Universum: химия и биология:** научный журнал. – № 1(103). Часть 1., М.,  
Изд. «МЦНО», 2023. – 76 с. – Электрон. версия печ. публ. –  
<http://7universum.com/ru/nature/archive/category/1103>

ISSN : 2311-5459

DOI: 10.32743/UniChem.2023.103.1

Учредитель и издатель: ООО «МЦНО»

ББК 24+28

© ООО «МЦНО», 2023 г.

<b>Содержание</b>	
<b>Статьи на русском языке</b>	<b>5</b>
<b>Биологические науки</b>	<b>5</b>
<b>Общая биология</b>	<b>5</b>
<b>Генетика</b>	<b>5</b>
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АНТИОКСИДАНТНЫХ СВОЙСТВ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЛЮКС-ШТАММОВ	5
Гурбанов Руслан Гурбанович	
Джамбетова Петимат Махмудовна	
<b>Микробиология</b>	<b>8</b>
ЭНДОФИТНЫЕ ГРИБЫ РАСТЕНИЙ РОДА <i>Vinca</i> – ПРОДУЦЕНТЫ L-АСПАРАГИНАЗЫ	8
Рахматуллаева Амина Анвар зода	
Насметова Саодат Мамажановна	
Гулямова Тошхон Гафуровна	
<b>Экология (по отраслям)</b>	<b>13</b>
ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЁННОСТИ ДОЖДЕВЫХ СТОЧНЫХ ВОД КОММУНАЛЬНО-БЫТОВЫМИ ОТХОДАМИ В Г. ТАШКЕНТЕ	13
Абдукадырова Малохат Норижановна	
Садыков Кахрамон Сабир угли	
АНАЛИЗ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ ДИНАМИКИ АРЕАЛА ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ КАРАКАЛПАКСТАНА	16
Шаниязов Шахимардан Олжабаевич	
<b>Энтомология</b>	<b>21</b>
ФЕНОЛОГИЯ РАЗВИТИЯ ЦИТРУСОВОЙ БЕЛОКРЫЛКИ ( <i>Dialeurodes citri</i> Ashm) И ЦИТРУСОВОЙ ВОСКОВОЙ ЛОЖНОЩИТОВКИ ( <i>Ceroplastes sinensis</i> Guer) НА ЦИТРУСОВЫХ КУЛЬТУРАХ	21
Узокова Шохсанам Жамол кизи	
<b>Физико-химическая биология</b>	<b>24</b>
<b>Биотехнология (в том числе бионанотехнологии)</b>	<b>24</b>
ВЛИЯНИЕ БИОГУМУСА НА СОДЕРЖАНИЕ НИТРАТОВ В РАСТЕНИЯХ И ПЛОДАХ ОГУРЦА	24
Хужамшукуров Нортожи	
Эшкobilов Шухрат	
Кучкарова Дилафруз	
Абдутолибов Мухриддин	
<b>Биохимия</b>	<b>30</b>
КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ БЕЛКОВ В РАСТЕНИИ ВИДА <i>Atriplex pratovii</i> , ПРОИЗРАСТАЮЩЕГО НА ВЫСОХШЕМ ДНЕ АРАЛЬСКОГО МОРЯ	30
Матчанова Дурдона Шапуровна	
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЛИПОСОМАЛЬНОЙ ФОРМЫ КВЕРЦЕТИНА НА ОТДЕЛЬНЫЕ БИОХИМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ТКАНИ МОЗГА ЖИВОТНЫХ С ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ МОДЕЛЬЮ НЕЙРОДЕГЕНЕРАТИВНОГО СОСТОЯНИЯ	33
Мустафакулов Мухаммаджон Абдувалиевич	
Ишанходжаев Тохир Мухитдинович	
Зайнутдинов Баходир Равилович	
Саатов Талат Саатович	
ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕРБИЦИДНОЙ АКТИВНОСТИ СМЕСОВОЙ КОМПОЗИЦИИ МЕФОСИН	40
Рахматов Элёр Оманкулович	
Йулдошев Шокир Уринович	
Абдуразаков Аскар Шералиевич	

<b>Физиология и биохимия растений</b>	<b>45</b>
ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ И БЕЛКОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ОБРАБОТАННЫХ ПОЛИПРЕНОЛАМИ	45
Тураева Саида Муратовна Рахимова Шахноза Хакимджановна Мамарозиков Умид Бахтиёрович Курбанова Эльвира Рашидовна Нурмахмадова Парвина Акмалжановна Шоймуродов Аббор Жураев Диер Турдикулович	
<b>Физиология</b>	<b>50</b>
АНТИОКСИДАНТНАЯ/АНТИРАДИКАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЛИФЕНОЛЬНОГО СОЕДИНЕНИЯ ПС-2	50
Каримжонов Хаётбек Муродилбек угли Зайнобиддинов Анвар Эркинжонович Рахимов Рахматилла Нуриллаевич Гайибов Улугбек Гаппаржанович	
<b>Химические науки</b>	<b>55</b>
<b>Аналитическая химия</b>	<b>55</b>
ИЗГОТОВЛЕНИЕ ПЛЕНОЧНОГО НИТРАТ-СЕЛЕКТИВНОГО ЭЛЕКТРОДА В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ И ИЗУЧЕНИЕ ЕГО ХАРАКТЕРИСТИК	55
Савуров Мехрож Тошпулатович Равшанов Максуд Исо Угли Абилкосимова Гулноза Мухиддиновна Аронбаев Дмитрий Маркиэлович Аронбаев Сергей Дмитриевич	
СТАНДАРТИЗАЦИЯ ЭКСТРАКТА НАДЗЕМНОЙ ЧАСТИ РАСТЕНИЯ <i>Physalis alkekengi</i> ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ В КАЧЕСТВЕ ТОВАРНОГО ПРОДУКТА	66
Азимов Нурмухаммад Шухратович Валиев Неъматжон Валижон ўгли Хужаев Вахобжон Умарович Аскарлов Иброхимжон Рахмонович	
<b>Биоорганическая химия</b>	<b>70</b>
ИССЛЕДОВАНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА РАСТЕНИЯ <i>Sisymbrium altissimum</i> L. МЕТОДОМ ISP-MS	70
Ёкубова Замира Хакимовна Иброхимов Азиз Алижонogli Ибрагимов Алиджан Аминович	

## СТАТЬИ НА РУССКОМ ЯЗЫКЕ

## БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

## ОБЩАЯ БИОЛОГИЯ

## ГЕНЕТИКА

DOI – 10.32743/UniChem.2023.103.1.14818

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АНТИОКСИДАНТНЫХ СВОЙСТВ  
ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЛЮКС-ШТАММОВ*Гурбанов Руслан Гурбанович**магистрант,  
Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова,  
РФ, г. Грозный**Джамбетова Петимат Махмудовна**д-р биол. наук, профессор,  
Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова,  
РФ, г. Грозный  
E-mail: [petimat-lg@rambler.ru](mailto:petimat-lg@rambler.ru)*COMPARATIVE ANALYSIS OF THE ANTIOXIDANT PROPERTIES  
OF MEDICINAL PLANTS USING LUX-STRAINS*Ruslan Gurbanov**Undergraduate,  
Chechen State University named after A.A. Kadyrov,  
Russia, Grozny**Petimat Dzhambetova**Doctor of Biol. Sciences, Professor,  
Chechen State University them A.A. Kadyrov,  
Russia, Grozny*

## АННОТАЦИЯ

В обзорной статье анализируются антиоксидантные и генотоксические свойства лекарственных растений с использованием люминесцентных штаммов *E.coli*, трех регионов: Чеченской Республики (ЧР), Ростовской области (РО) и Заилийского Алатау (Казахстан). Показано, что *S.majus*, произрастающий в РО и ЧР обладают различным действием: ростовский ингибирует SOS-ответ, а из ЧР такое действие не проявил, что требует дальнейших исследований. Лекарственное растение *O.vulgare*, произрастающее ЧР и Заилийского Алатау, несмотря на разную географию произрастания, разные генотоксиканты в эксперименте, различные концентрации, показало общую динамику развития и влияния в опытах.

## ABSTRACT

The review article compares the antioxidant and genotoxic properties of medicinal plants using luminescent strains of *E. coli* in three regions: the Chechen Republic (CR), Rostov region (RO) and Zailiysky Alatau (Kazakhstan). It is shown that *S.majus* growing in RO and CR have the opposite effect. Rostov *S. majus* inhibits the SOS response, but the plant from the Czech Republic did not show such an effect, which requires further research. The medicinal plant *O.vulgare*, growing in the Chechen Republic and Zailiysky Alatau, despite the different geography of growth, different genotoxicants in the experiment, different concentrations, showed the general dynamics of development and influence in the experiments.

**Ключевые слова:** Lux-биосенсоры, окислительный стресс, генотоксиканты, антигенотоксикант, лекарственные растения.

**Keywords:** Lux-biosensors, oxidative stress, genotoxicants, antigentoxicant, medicinal plants.

**Введение.** Впервые в 1761 году в Англии Джоном Хиллом была установлена связь между определёнными веществами и заболеванием – раком. Джон Хилл тогда отметил, что активное использование нюхательного табака может приводить к возникновению рака полости носа и околоносовых пазух. С тех пор, химики и биологи находят всё больше агентов различной природы, способные потенциально быть мутагенами и канцерогенами [1]. Среди них можно выделить такие соединения и вещества, как тяжёлые металлы, искусственные наночастицы, пестициды, лекарственные средства и др. [2-6]. Все они способны оказывать прямое негативное воздействие на ДНК (или РНК), либо же опосредовано, нарушая процессы репарации, репликации и рекомбинации [7].

Исходя из сказанного выше, одной из актуальных задач генотоксикологии, является поиск генотоксикантов и эффективных протекторов, так называемых антигенотоксикантов, способных своевременно и эффективно ингибировать действие мутагена. В роли протекторов, могут выступать различные по своей природе вещества, это, например, пищевые продукты, лекарства, БАДы, настои растений [8, 9].

В данной статье, в качестве потенциальных генотоксикантов и антигенотоксикантов, рассматриваются лекарственные растения разных регионов, отличающихся друг от друга географией произрастания и ареалом. Соответственно, относятся к различным популяциям и в перспективе обладают различной степенью активности. Фармакологическая активность настоев лекарственных растений, обусловлена наличием в них биологически активных веществ (БАВ), именно эти активные вещества, лежат в основе действующих соединений многих природных лекарственных средств. БАВ обладают различными свойствами: антигенотоксичность, антиоксидативность, противовоспалительный эффект, бактерицидность, антикоагулянтность, бактериостатичность и т.д. Все эти свойства, возникают благодаря активным соединениям: гликозиды, алкалоиды, смолы, полисахариды, эфирные масла, минеральные соли, органические кислоты (яблочная, лимонная, винная, щавелевая, муравьиная и др.), витамины (группы В и D, С, К1, например), кумарины, антраценпроизводные, хиноны, флавоноиды и дубильные вещества [10].

**Основная часть.** В исследованиях, которые приводятся в данной статье, был использован методом. В качестве модельного объекта, была взята генно-модифицированная *Escherichia coli*, способная люминесцировать при воздействии генотоксикантов, либо оксидантов. То есть, достаточно чувствительный объект для этих веществ, кроме того, позволяет оценить степень генотоксичности в относительных световых единицах (RLU). Данный метод, является оптимальным для первичной оценки агентов различной природы [11].

Так, в работе Мазанко М. с соавторами (2020) [12], которая проводилась в Ростове-на-Дону, было взято 10 различных растительных экстрактов. Из них, 4 растения были идентифицированы как сильные ингибиторы мутагенеза: чистотел большой (*Chelidonium majus*), раkitник австрийский (*Cytisus austriacus*), сумах гладкий (*Rhus glabra*) и орех грецкий (*Juglans regia*). Фактор индукции высчитывается как люминесценция экспериментального образца, разделённая на люминесценцию контрольного (в относ. свет. ед.). У водного экстракта *C. majus* совместно с антибиотиком ципрофлоксацином, фактор индукции для концентраций в пределах 0,00001-0,01 был равен нулю, для концентраций 0,1, 1 и 10 был 19,09, 15,16 и 19,71. То есть концентрации этого растения в 0,00001-0,01, являются хорошими протекторами, которые способны полностью лимитировать действие генотоксиканта. Опыты проводилась на штамме *E. coli* MG1655 (pRecA-lux), который реагирует на ДНК-тропные агенты [12].

В другой работе, проведенной уже Ловинской А. с соавторами (2019) [13] в Казахстане, были собраны лекарственные растения с горного хребта Заилийского Алатау. Исследовали настои четырёх растений: шалфея лекарственного (*Salvia officinalis*), ромашки аптечной (*Matricaria chamomilla*), душицы обыкновенной (*Origanum vulgare*) и тысячелистника обыкновенного (*Achillea millefolium*). Приготавливались три концентрации: концентрированный, разбавленный и фито-чай. Использовались следующие штаммы *E. coli* MG1655: pColD-lux и pRecA-lux реагируют на ДНК-тропные агенты, pSoxS-lux и pKatG-lux реагируют на агенты способные вызвать оксидативный стресс. Фактор индукции отдельных концентраций не был статистически значимым и не превышал уровень отрицательного контроля. Авторы, также, смотрели и совместное действие лекарственных настоев с генотоксикантом 4-нитрохинолина 1-оксидом (4-НХО), оксидантами – перекисью водорода и паракватом. Статистически значимого снижения SOS-ответа не наблюдалось на всех четырёх штаммах с представленными настоями, кроме настоя шалфея. Концентрации *Salvia officinalis* – концентрированный и фито-чай статистически значимо снижали фактор индукции SOS-ответа. Разбавленный настой шалфея лекарственного дал умеренный антиоксидантный эффект (ингибирование - 29,2%). Концентрированный настой и чай шалфея проявили сильный антиоксидантный эффект против перекиси водорода (ингибирование составило 43,6% и 46,8%) [13].

Наше исследование проведено с лекарственными растениями: душица обыкновенная (*Origanum vulgare*) и чистотел большой (*Chelidonium majus*), собранными в горах Шатойского (1200 м.н.у.м.) и Ножай-Юртовского (1090 м.н.у.м.) районов Чеченской Республики. В эксперименте использовались те же штаммы, что и в предыдущей работе: *E. coli* MG1655: pColD-lux и pRecA-lux.

Результаты нашего исследования [14] показали, что эти лекарственные настои могут оказывать синергетический эффект в комплексе с генотоксикантом диоксидином (лекарственный препарат) и оксидантом – перекисью водорода. Антигенотоксичные и антиоксидантные их свойства сильно варьируют от концентрации использования. Концентрации *S.majus* – 6 г и 3 г (фактор индукции: 1,015 и 1,098) вызвали небольшой оксидативный стресс на штамме pSoxS. Самая низкая концентрация 1,5 г *O.vulgare* совместно с диоксидином, показала наилучший антигенотоксический эффект, фактор индукции – 9,344 и 1,764 (pColD и pResA). Максимальная концентрация 12 г *S.majus* отлично проявила себя в качестве антиоксиданта, фактор индукции – 8,579 и 7,583 (pKatG и pSoxS). Однако, эта же концентрации на штаммах реагирующих на ДНК-тропные агенты, повысила генотоксичность в 2,139 и 1,52 раза (pColD и pResA) [14].

**Выводы.** Резюмируя приведённые выше исследования, можно сделать ряд выводов:

- Ростовский *S.majus*, обладает значительным ингибирующим действием в отношении генотоксиканта ципрофлоксацина. Однако, это же растение с

территории Чеченской Республики, совместно с генотоксикантом диоксидином, напротив, индуцирует ещё больший SOS-ответ, увеличивая генотоксичность суспензии в 2,139 и 1,52 раза больше в сравнение с отдельными концентрациями генотоксиканта. Достоверно неизвестно, обусловлена ли данная реакция конкретной местной популяцией *S.majus*, либо же различие связано с использованием разных генотоксикантов. Данное предположение требует дальнейших исследований.

- *O.vulgare* Заилийского Алатау, фактор индукции отдельных концентраций не превышал уровень отрицательного контроля. При совместном действии лекарственных настоев с генотоксикантом 4-НХО, оксидантами – перекись водорода и паракват, статистически значимого снижения SOS-ответа не наблюдалось. В опытах на *O.vulgare*, произрастающего на территории ЧР, также, не было замечено значительного снижения SOS-ответа.

- Лекарственное растение *O.vulgare*, несмотря на разную географию произрастания, разные генотоксиканты в эксперименте, различные концентрации, имело общую динамику развития и влияния в опытах Чеченской республики и Заилийского Алатау Казахстана.

#### Список литературы.

1. Селезнева Е.С. Экогенетика человека: Проблемы и факты. //Самара: «Универс-групп». 2005 г. - С. 44-71.
2. Чопикашвили Л.В., Бобылева Л.А., Золотарева Г.Н. Генотоксические эффекты тяжелых металлов и их солей в эксперименте на дрозофиле и млекопитающих. //Цитология и генетика. – 1989. - Т. 23, № 3. - С. 35-38.
3. Фатхутдинова Л.М., Халиуллин Т.О., Залялов Р.Р. Токсичность искусственных наночастиц. // Казанский медицинский журнал, 2009. - Т.90, № 4. - С. 578-584.
4. Мачигов Э.А. Изучение генотоксичности параквата с помощью бактериальных lux-биосенсоров / Э.А. Мачигов, Д.А. Свиридова, С.К. Абилов // Медицинская генетика. – 2020. – № 19 (9). – С. 63–64.
5. Саратовских Е.А. Генотоксичность пестицидов в тесте Эймса и их способность к образованию комплексов с ДНК. / Саратовских Е.А., Глазер В.М., Костромина Н.Ю., Котелевцев С.В. // Экологическая генетика. – 2007. – Т. 5, № 3. – С. 46-54.
6. Durnev A.D. Relevant Aspects of Drug Genetic Toxicology. The Bulletin of the Scientific Centre for Expert Evaluation of Medicinal Products. / Durnev A.D., Zhanataev A.K. //Regulatory Research and Medicine Evaluation. 2022. - № 12(1). – P. 90-109.
7. Абилов С.К., Глазер В.М., Асланян М.М. Основы мутагенеза и генотоксикологии. Лекции: учебное пособие. – М.; СПб.: Нестор-История, 2012. – С. 16.
8. Mitscher L.A., Telikepalli H., McGhee E., Shankel D.M.. Natural antimutagenic agents. // Mutation Research, 1996. - № 350 – P. 143-152.
9. Słoczyńska K., Powroźnik B., Pękała E. et al. Antimutagenic compounds and their possible mechanisms of action. // J Appl Genetics 55 (2014) . – P.273–285.
10. Валиева Н.Г. Лекарственные растения источники биологически активных включений // Ученые записки КГАВМ им. Н.Э. Баумана. 2010. - №4(203). - С. 44-48
11. Игонина Е.В., Марсова М.В., Абилов С.К. Lux-биосенсоры: скрининг биологически активных соединений на генотоксичность // Экологическая генетика. - 2016. - Т. 14. - №4. - С. 52-62.
12. Mazanko M, Prazdnova E, Rudoy D, Ermakov A, Olshevskaya A, Maltseva T. Extracts of medical plants suppress the SOS response and reduce mutagenesis in E. coli. //E3S Web of Conferences. 2020. - №175. - № 01010.
13. Lovinskaya A.V., Bekmagambetova N.T., Adybayeva A.T, Mukhambetiyar K.T., Kolumbayeva S.Zh., Abilev S.K. Изучение антигенотоксической активности настоев лекарственных растений Заилийского Алатау. //Вестник КазНУ. Серия экологическая, [S.I.] 2019. - V. 58(1). - P. 26-38
14. Гурбанов Р.Г., Джамбетова П.М. Исследование генотоксичности и окислительного стресса лекарственных растений // Природные системы и ресурсы. – 2022. – Т. 12, № 2. – С. 43–50.

**МИКРОБИОЛОГИЯ****ЭНДОФИТНЫЕ ГРИБЫ РАСТЕНИЙ РОДА *Vinca* – ПРОДУЦЕНТЫ L-АСПАРАГИНАЗЫ*****Рахматуллаева Амина Анвар зода****стажёр-исследователь,  
Институт микробиологии АН РУз,  
Республика Узбекистан, г. Ташкент  
E-mail: [8125949@mail.ru](mailto:8125949@mail.ru)****Насметова Саодат Мамажановна****д-р биол. наук, вед. науч. сотр.,  
Институт микробиологии АН РУз,  
Республика Узбекистан, г. Ташкент  
E-mail: [saodatnasmetova@mail.ru](mailto:saodatnasmetova@mail.ru)****Гулямова Тоихон Гафуровна****д-р биол. наук, проф.,  
Институт микробиологии АН РУз,  
Республика Узбекистан, г. Ташкент  
E-mail: [Imb-anruz@mail.ru](mailto:Imb-anruz@mail.ru)***ENDOPHYTIC FUNGI OF THE PLANTS GENUS *Vinca* – PRODUCERS OF L-ASPARAGINASE*****Amina Rakhmatullayeva****Intern Researcher,  
Microbiology Institute of the Academy of Sciences of Uzbekistan,  
the Republic of Uzbekistan, Tashkent****Saodat Nasmetova****Doctor of Biological Sciences, Leading Research Scientist,  
Microbiology Institute of the Academy of Sciences of Uzbekistan,  
the Republic of Uzbekistan, Tashkent****Toshkhon Gulyamova****Doctor of Biological Sciences, Professor,  
Microbiology Institute of the Academy of Sciences of Uzbekistan,  
the Republic of Uzbekistan, Tashkent***АННОТАЦИЯ**

Эндофитные грибы рассматриваются как резервуар многочисленных активных метаболитов. Аспарагиназа используется в качестве противоракового препарата, особенно для лечения острого лимфобластного лейкоза. В статье представлены данные по отбору эндофитных грибов, выделенных ранее из растений рода *Vinca*, продуцирующих L-аспарагиназу. Установлено, что из 17-ти исследованных эндофитов 14 штаммов внеклеточно продуцируют L-аспарагиназу с активностью в пределах 0,017 - 0,074 ед/мл среды. Полученные данные позволяют заключить, что эндофитные грибы растений рода *Vinca* могут служить основой для разработки биотехнологии получения фермента L-аспарагиназы.

**ABSTRACT**

Endophytic fungi are considered as a reservoir of numerous active metabolites. Asparaginase is used as an anticancer drug, especially for the treatment of acute lymphoblastic leukemia. The article deals with data on the selection of endophytic fungi isolated earlier from plants of the genus *Vinca* producing L-asparaginase. It has been found that out of the 17 studied endophytes, 14 strains extracellularly produce L-asparaginase with activity in the range of 0.017 - 0.074 u/ml of medium. The obtained data allow us to conclude that the endophytic fungi of the *Vinca* plant can serve as a basis for the development of biotechnology for the production of the enzyme L-asparaginase.

**Ключевые слова:** растения рода *Vinca*, эндофитные грибы, L-аспарагиназа.

**Keywords:** plants of the *Vinca* genus; endophytic fungi; L-asparaginase.

Микроорганизмы, которые бессимптомно обитают внутри высших растений, известные как “эндофиты”, признаны богатыми источниками новых природных метаболитов, проявляющих разнообразную биологическую активность. Открытие эндофитов, как неиспользованного ресурса биологически активных молекул, означает, что все лекарственные средства, которые выделяют из растений, могут быть синтезированы из эндофитных грибов растений [7].

Особый интерес вызывают эндофиты растений с противораковой активностью, в связи с их способностью продуцировать широкий ряд веществ с антиканцерогенными свойствами. Около 19 различных типов химических классов обнаружены во вторичных метаболитах грибов, которые показали свои противораковые свойства против 45 различных клеточных линий рака. Некоторые из природных противораковых соединений - паклитаксел, подофиллотоксин, камптотецин, эргофлавин, свайнсонин, склеротионин, флавонохризин, торрейловая кислота, винкристин и винбластин выделены из эндофитных грибов [27].

К числу известных антиканцерогенных соединений относится L-аспарагиназа (КФ 3.5.1.1) из класса амидогидролаз, гидролизующая аспарагин с образованием аспарагиновой кислоты (аспартата) и аммония (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) [12]. Mashburn L.T. с соавт. выделили аспарагиназу из *E. coli*, и впервые сообщили о противолейкозных свойствах фермента [15]. Клинические данные, опубликованные за последние два десятилетия, свидетельствуют о том, что аспарагиназа является жизненно важным элементом в лечении острого лимфобластного лейкоза [11,17].

Как нормальным, так и лейкоэмическим клеткам для процесса пролиферации требуется аминокислота аспарагин. Нормальные клетки могут синтезировать аспарагин для своего роста с помощью аспарагинсинтетазы. В опухолевых клетках отсутствует аспарагинсинтетаза, поэтому их рост зависит от сывороточного аспарагина [7]. Введение аспарагиназы пациентам истощает аспарагин сывотки, что приводит к ингибированию процесса пролиферации опухолевых клеток и их отмиранию [9].

Очищенная L-аспарагиназа из *E. coli* и *Erwinia chrysanthemi* использовалась клинически для лечения острого лимфобластного лейкоза, но у нее проявились побочные аллергические реакции на нативную L-аспарагиназу, что приводило к летальному исходу [1, 18, 19]. Серьезные побочные эффекты, связанные с бактериальной аспарагиназой, были связаны с прокариотическим происхождением очищенного фермента [1]. Следовательно, для получения аспарагиназы необходимо ориентироваться на грибы, как на безопасный альтернативный эукариотический источник [20].

Аспарагиназа была зарегистрирована у нескольких видов грибов, таких как *Mucor hiemalis*, *Aspergillus niger*, *A. flavus*, *A. nidulans*, *A. terreus* [4, 8]. Valbool с соавт. провели скрининг 25 изолятов эндофитных

грибов по способности продуцировать L-аспарагиназу. При этом 7 изолятов показали положительные результаты [4].

Moubasher с соавт. показали высокую активность внеклеточной аспарагиназы в *Lasiodiplodia theobromae*, в то время как Narayana с соавт. сообщили, что большая часть аспарагиназы локализована внутриклеточно. Поскольку внеклеточная аспарагиназа минимально взаимодействует с клеточными структурами, то и легче извлекается [1,3].

Таким образом, целью исследований стало изучение способности продуцировать внеклеточную L-аспарагиназу у эндофитных грибов из растений рода *Vinca*, и отбор наиболее перспективных штаммов.

### Объект и методы исследований

Объектом исследования служили эндофитные грибы, выделенные ранее из различных частей растений рода *Vinca* - *V. minor* (барвинок малый), *V. erecta* (барвинок прямой) и *V. rosea* (барвинок розовый), произрастающих в Узбекистане [13].

Для предварительного скрининга эндофитов, продуцирующих L-аспарагиназу, использовали модифицированную агаризованную среду Чапека-Докса состава, г/л: агар (20,0), глюкоза (2,0), L-аспарагин (10,0), KН<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> (1,52) KCl (0,52), MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O (0,52), FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O (0,001), CuNO<sub>3</sub>·3H<sub>2</sub>O (0,001.), ZnSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O, содержащую 0,3 мл 2,5% фенолового красного индикатора, pH среды - 6,2. Контроль - без добавления аспарагина. Посев проводили методом укола в чашки. Все инокулированные чашки выращивали в термостате при 28 °С 5 суток. Результат оценивали визуально по размеру и интенсивности розового окрашивания вокруг роста грибных колоний [14].

Для количественной оценки уровня L-аспарагиназной активности отобранные штаммы культивировали 5 дней на 30 мл жидкой, модифицированной среде Чапека-Докса при 120 об/мин. После инкубации 200 мкл культуральной среды вносили в 2 мл микроцентрифужные пробирки, содержащие 200 мкл Tris HCl (pH 7,2), 400 мкл 0,04 м аспарагина и 200 мкл стерильной дистиллированной воды. Смесь инкубировали при 37 ± 2 °С в течение 1 ч. После инкубации добавляли 200 мкл 1,5 м трихлоруксусной кислоты для остановки ферментативной реакции. Затем пипеткой отбирали 200 мкл смеси в пробирки, содержащие 1,5 мл дистиллированной воды и 600 мкл реактива Несслера. Пробирки инкубировали при 28 ± 2 °С в течение 20 мин. Оптическую плотность образцов измеряли на спектрофотометре при 450 нм. Одна единица аспарагиназы выражалась как количество фермента, катализирующего образование 1 моль аммиака в минуту при 37 ± 2 °С по формуле:

$$\text{Единица/мл фермента} = ((\mu\text{моль NH}_3) \cdot (1,2)) / (0,2 \cdot 60 \cdot 0,4)$$

0,6 - начальный объем ферментной смеси, мл

0,2 - объем ферментной смеси, используемой в конечной реакции, мл

60 - время инкубации, минуты

0,4 - объём фермента, мл

Значения выражены как среднее арифметическое трёх вариантов опыта.

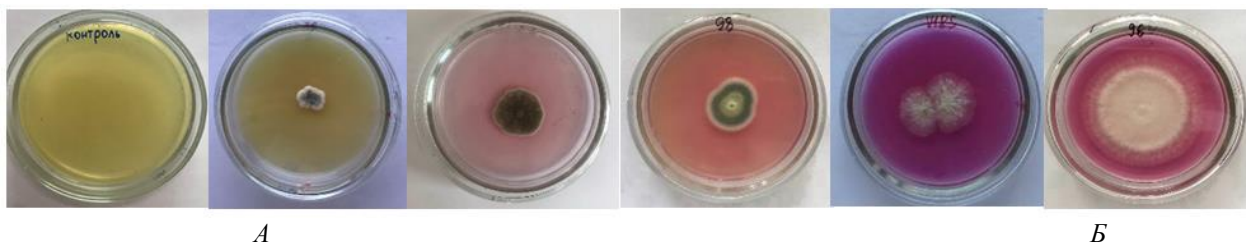
### Результаты и их обсуждение

О способности эндофитных грибов синтезировать L-аспарагиназу сообщалось ранее в ряде работ. Так, Chow and et al. выделили эндофитные грибные изоляты из четырех растений *C. citratus*, *M. koenigii*, *O. diffusa* и *P. bleo* с противораковой активностью. Полученные данные показали, что 25 из 89 выделенных грибных морфотипов продуцировали L-аспарагиназу в пределах от 0,0069 до 0,025 ед/мл [22]. Uzma с соавт. из шести дикорастущих лекарственных растений Западного Гата, Индия, выделили 112 эндофитных грибов, принадлежащих к 26 родам. Выделенные изоляты грибов были проверены на продукцию внеклеточных ферментов, из них 40% изолятов проявляли L-аспарагиназную активность [23]. Продукция L-аспарагиназы была показана в эндофитных грибах, выделенных из *Tinospora cordifolia*.

Из 25 изолятов один изолят ABR4 (*F. solani*) продемонстрировал максимальную выработку L-аспарагиназы, составившую 0,7 ед/мл на 6-ой день при глубокой ферментации [16].



Полученные нами изоляты эндофитных грибов предварительно подвергали скринингу на способность продуцировать L-аспарагиназу с помощью качественного экспресс-анализа на чашках. Из 17-ти грибковых эндофитов, протестированных на активность L-аспарагиназу, у 14 изолятов наблюдалось появление розового окрашивания агара, что свидетельствует о продукции внеклеточной L-аспарагиназы (рис. 1.)



А

Б

**Рисунок 1. Качественный анализ на L-аспарагиназу изолятов, выделенных из растений рода *Vinca***

(А) Изоляты, не проявляющие L-аспарагиназную активность; (Б) изоляты демонстрирующие высокую продукцию. Слева направо: контроль – агаризованная среда, штаммы - *Sclerotium minorum* – VM83R, *Penicillium aurantiogriseum* - VM22F, *Alternaria sp.* – VE98L, *Penicillium citreonigrum* - VM18S, *Acremonium sp.* – VM96L

При количественной оценке активности L-аспарагиназы данные качественного анализа получили подтверждение. Действительно, 14 изолятов проявляют внеклеточную аспарагиназную активность в пределах 0,017–0,074 ед/мл при глубокой ферментации на модифицированной среде Чапека-Докса (табл. 1).

Максимальная ферментативная активность, составившая 0,074 ед/мл, была отмечена у штамма *Aspergillus terreus* - VE90R, выделенного из *V. erecta* (0,074 ед/мл). Штамм *Alternaria sp.* – VM85L проявил наименьшую активность при концентрации фермента 0,017 ед/мл.

**Таблица 1.**

**Качественный и количественный анализ на L-аспарагиназу грибных изолятов, выделенных из растений рода *Vinca***

№	Изоляты эндофитов, выделенные из растений рода <i>Vinca</i>	Качественный анализ на L-аспарагиназу	Активность L-аспарагиназы, ед/мл
Барвинок малый ( <i>Vinca minor</i> )			
1.	<i>Penicillium sp.</i> - VM86S	++	0,024
2.	<i>Sclerotium minorum</i> – VM83R	-	-
3.	<i>Alternaria sp.</i> – VM85L	+	0,017
4.	<i>Acremonium sp.</i> – VM96L	+++	0,021
5.	<i>Penicillium salamii</i> -VM15S	+++	0,056
6.	<i>Penicillium citreonigrum</i> - VM18S	+++	0,054
7.	<i>Penicillium aurantiogriseum</i> -VM22F	+	0,030
8.	<i>Penicillium sp.</i> - VM23S	-	-
9.	<i>Penicillium ochrochloron</i> - VM24S	+++	0,060

№	Изоляты эндофитов, выделенные из растений рода <i>Vinca</i>	Качественный анализ на L-аспарагиназу	Активность L-аспарагиназы, ед/мл
Барвинок прямой ( <i>Vinca erecta</i> )			
10.	<i>Aspergillus terreus</i> - VE90R	+++	0,074
11.	<i>Penicillium</i> sp. - VE93R	++	0,029
12.	<i>Penicillium concavo-radulozum</i> -E89L	-	-
13.	<i>Cladosporium</i> sp. - VE92L	++	0,018
14.	<i>Alternaria</i> sp. – VE98L	++	0,030
Барвинок розовый ( <i>Vinca rosea</i> )			
15.	<i>Aspergillus terreus</i> - VR176L	+++	0,037
16.	<i>Aspergillus amstelodami</i> – VR177L	+++	0,043
17.	<i>Acremonium</i> sp. – VR179L	+++	0,052

«+» - слабая интенсивность окрашивания

«++» - средняя интенсивность окрашивания

«+++» - сильная интенсивность окрашивания

В сравнительном аспекте, полученные данные свидетельствуют о более высокой активности L-аспарагиназы эндофитных грибов из растений *Vinca*, чем из эндофитов ряда других растений с противораковой активностью, представленных в ряде сообщений [22,23,26].

Следует отметить, что ранее нами было установлено, что наиболее активный по L-аспарагиназе эндофит *A.terreus* - VE90R, также продуцирует противораковые винка-алкалоиды - винкрестин и винбластин [13]. Следовательно, продукция этим эндофитным грибом противораковых соединений

различной природы, в совокупности, может усиливать полезные свойства этих штаммов для создания на их основе противораковых терапевтических средств.

Таким образом, в результате проведенных исследований показано, что продукция L-аспарагиназы эндофитными грибами, выделенными из противораковых растений рода *Vinca*, может служить альтернативным потенциальным источником этого фермента. Необходимы дальнейшие исследования, направленные на оптимизацию условий продукции L-аспарагиназы, выделение и характеристику кинетических свойств фермента.

#### Список литературы:

1. Archana J.; Raja P. Production, Purification and Characterization of L-Asparaginase from *Aspergillus nidulans* by Solid State Fermentation. Eur. J. Biotechnol. Biosci. 2014, 2, 51–58.
2. Arnold AE. 2007. Understanding the diversity of foliar endophytic fungi: progress, challenges, and frontiers. Fungal Biology Review 21:51–66.
3. Balbool B.A.; Abdel-Azeem, A.M. Diversity of the Culturable Endophytic Fungi Producing L-Asparaginase in Arid Sinai, Egypt. Ital. J. Mycol. 2020, 49, 8–24. [CrossRef]
4. Balbool B.A.; Abdel-Azeem A.M. Diversity of the Culturable Endophytic Fungi Producing L-Asparaginase in Arid Sinai, Egypt. Ital. J. Mycol. 2020, 49, 8–24. <https://doi.org/10.6092/issn.2531-7342/10063>
5. Batool T, Makky EA, Jalal M, Yusoff MM. 2015. A comprehensive review on L-asparaginase and its applications. Applied Biochemistry Biotechnology 178(5):900–923.
6. Chow YY., Ting A.S.Y. Endophytic l-asparaginase-producing fungi from plants associated with anticancer properties. Journal of advanced research. Vol 6, Issue 6, 2015, pp. 869-876
7. Faeth S.H., Fagan W.F., 2002. "Fungal Endophytes: common host plant symbionts but uncommon mutualists". In: Integr. Comp. Biol. 42, PP: 360-368.
8. Gaber A.; Alsanie W.F.; Kumar D.N.; Refat M.S.; Saied E.M. Novel Papaverine Metal Complexes with Potential Anticancer Activities. Molecules 2020, 25, 5447, doi:10.3390/molecules25225447.
9. Gary Strobel, Bryn Daisy. Bioprospecting for microbial endophytes and their natural products// Microbiol mol biol rev 2003; 67:4:491-502
10. Holker U, Hofer M, Lenz J. 2004. Biotechnological advantages of laboratory-scale solid-state fermentation with fungi. Applied Microbiology and Biotechnology 64:175–186
11. Huang L.; Liu Y.; Sun Y.; Yan Q.; Jiang Z. Biochemical Characterization of a Novel L-Asparaginase with Low Glutaminase Activity from *Rhizomucor miehei* and Its Application in Food Safety and Leukemia Treatment. Appl. Environ. Microbiol. 2013, 80, 1561–1569.
12. Kumar D.; Sobha K. L-Asparaginase from Microbes: A Comprehensive Review. Adv. Biores. 2012, 3, 137–157.

13. L.I. Abdulmyanova, N.N. Teomashko, E.O. Terentyeva, D.M. Ruzieva, R.S. Sattarova, Sh.S. Azimova and T.G. Gulyamova 2015. «Cytotoxic Activity of Fungal Endophytes from Vinca». *Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci* (2015) 4(7): 321-329.
14. Lubkowski J., Dauter M., Aghaiypour K., Wlodawer A., Dauter Z. Atomic resolution structure of *Erwinia chrysanthemi* L-asparaginase // *Acta Crystallogr D Biol Crystallogr* 2003; 59 (Pt 1): 84–92.
15. Mashburn LT, Wriston JC (1963) Tumor inhibitory effect of L-asparaginase. *Biochem Biophys Res Commun* 12(1):50–55
16. Moubasher H.A.; Balbool B.A.; Helmy Y.A.; Alsuhaibani A.M.; Atta A.A.; Sheir D.H.; Abdel-Azeem A.M. Insights into Asparaginase from Endophytic Fungus *Lasioidiplodia theobromae*: Purification, Characterization and Antileukemic Activity. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2022, 19, 680.
17. Nagarajan A.; Thirunavukkarasu N.; Suryanarayanan T.S.; Gummadi N.S. Screening and Isolation of Novel Glutaminase Free L-Asparaginase from Fungal Endophytes. *Res. J. Microbiol.* 2014, 9, 163–176
18. Nagarajan A.; Thirunavukkarasu N.; Suryanarayanan T.S.; Gummadi N.S. Screening and Isolation of Novel Glutaminase Free L-Asparaginase from Fungal Endophytes. *Res. J. Microbiol.* 2014, 9, 163–176.
19. Saied E.M.; El-Maradny Y.A.; Osman A.A.; Darwish A.M.G.; Abo Nahas H.H.; Niedbała G.; Piekutowska M.; Abdel-Rahman M.A.; Balbool B.A.; Abdel-Azeem A.M. A Comprehensive Review about the Molecular Structure of Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 (SARS-CoV-2): Insights into Natural Products against COVID-19. *Pharmaceutics* 2021, 13, 1759, doi:10.3390/pharmaceutics13111759.
20. Salini G.; Madhusoodhanan A.; Joseph A.; Mohan A.; Navya R.K.; Nair V.V. Glutaminase Free L-Asparaginase Producing Endophytes from Mangroves. *Asian J. Pharm. Clin. Res.* 2016, 9, 360–362.
21. Swain A.L., Jaskólski M., Housset D., Rao J.K., Wlodawer A. Crystal structure of *Escherichia coli* L-asparaginase, an enzyme used in cancer therapy // *Proc Natl Acad Sci USA* 1993; 90 (4): 1474–8.
22. Tan ML, Sulaiman SF, Najimuddin N, Samian MR, Tengku Muhammad TS. Methanolic extract of *Pereskia bleo* (Kunth) DC. (Cactaceae) induces apoptosis in breast carcinoma, T47-D cell line. *J Ethnopharmacol* 2005;96:287–94.
23. Theantana T, Hyde KD, Lumyong S. Asparaginase production by endophytic fungi from Thai medicinal plants: cytotoxicity properties // *Int J Integr Biol* 2009;7:1–8.
24. Uzma F., Konappa T.C, Chowdappa S. Diversity and extracellular enzyme activities of fungal endophytes isolated from medicinal plants of Western Ghats, Karnataka. *Egyptian journal of basic and applied sciences* 3 (2016) 335 – 342.
25. Uzma F., Murthy K.N and C. Srinivas. Optimization of physiological conditions for L-asparaginase production by endophytic fungi (*Fusarium solani*) isolated from *Tinospora cordifolia* (Willd.) Hook & Thomson/ *European Journal of Experimental Biology*, 2016, 6(3):37-45.
26. Verma N., Kumar K., Kaur G., Anand S. L-asparaginase: a promising chemotherapeutic agent // *Crit Rev Biotechnol* 2007; 27 (1): 45–62.
27. Zhang HW, Song YC, Tan RX. 2006. Biology and chemistry of endophytes. *Journal of Natural products* 23:753–771.

**ЭКОЛОГИЯ (ПО ОТРАСЛЯМ)****ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЁННОСТИ ДОЖДЕВЫХ СТОЧНЫХ ВОД  
КОММУНАЛЬНО-БЫТОВЫМИ ОТХОДАМИ В Г. ТАШКЕНТЕ****Абдукадырова Малохат Норизжановна**

доц.,

*Национальный исследовательский университет  
«Ташкентский институт инженеров ирригации  
и механизации сельского хозяйства»,  
Республика Узбекистан, г. Ташкент***Садыков Кахрамон Сабир угли**

магистрант,

*Национальный исследовательский университет  
«Ташкентский институт инженеров ирригации  
и механизации сельского хозяйства»,  
Республика Узбекистан, г. Ташкент  
E-mail: [sodiqovqahramon777@mail.ru](mailto:sodiqovqahramon777@mail.ru)***ASSESSMENT OF CONTAMINATION OF STORM DRAINAGE WATER  
BY MUNICIPAL WASTE IN TASHKENT****Malokhat Abdukodirova**

Assistant professor,

*“Tashkent institute of irrigation and agricultural  
mechanization engineers” National research university,  
Republic of Uzbekistan, Tashkent***Kakhramon Sodikov**

Master's degree student,

*“Tashkent institute of irrigation and agricultural  
mechanization engineers” National research university,  
Republic of Uzbekistan, Tashkent***АННОТАЦИЯ**

В данной статье рассматривается проблема загрязнения ливневых стоков в городе Ташкенте коммунально-бытовыми отходами. Исследование степени и состава загрязнений необходимо для разработки системы раздельного отвода и очистки ливневых сточных вод. Выявлено, что загрязненность ливневых стоков в г. Ташкенте коммунально-бытовыми отходами составляет в среднем 0,274 г/л. При этом наблюдаются значительные сезонные колебания как количества, так и состава загрязнений.

**ABSTRACT**

This article discusses the problem of pollution of storm drains in the city of Tashkent with municipal waste. The study of the degree and composition of pollution is necessary for the development of a system of separate drainage and treatment of stormwater. It was revealed that the pollution of storm drains in Tashkent with municipal waste is on average 0,274 g/l. At the same time, there are significant seasonal fluctuations in both the amount and composition of pollutants.

**Ключевые слова:** ливневая вода, талые воды, осадки, коммунальные отходы, загрязнение.**Keywords:** stormwater, melt water, precipitation, municipal waste, pollution.

**Введение.** Во многих современных городах мира стоит проблема очистки ливневых стоков. Ливневые сточные воды могут очищаться совместно с промышленными и бытовыми стоками или раздельно [5, 6]. В г. Ташкенте на сегодняшний день

отсутствует отдельная ливневая канализация. Часть образующихся в городе талых и дождевых сточных вод поступает в общесплавную канализацию и направляется на городские очистные сооружения для совместной очистки с хозяйственно-бытовыми

и некоторыми промышленными стоками, а остальная часть без очистки стекает в каналы. Системы каналов и лотков, предназначенные для отвода дождевых сточных вод с городских территориях, служат для предотвращения скопления дождевой и талых вод на улицах, предотвращения затопления городов, обеспечения безопасности населения. Различные крупные потери могут возникнуть, когда городские системы ливневой канализации находятся в аварийном или несоответствующем состоянии, либо переполнены [1]. В городе Ташкенте в настоящее время только около 75 % каналов и открытых лотков находятся в рабочем состоянии, остальные по различным причинам не могут выполнять свои функции. Это является причиной скопления ливневых стоков в понижениях рельефа, в проездах и на тротуарах, что создает проблемы для прохода пешеходов и проезда транспорта.

Кроме того, ливневые стоки несут большое количество загрязнений. При выпадении осадков после долгой засухи в первые минуты дождя концентрация загрязняющих веществ в ливневом стоке могут достигать 15000 мг/л, хотя при длительных осадках эта концентрация может снизиться почти в 10 раз [2]. По этой причине нельзя сбрасывать дождевые воды в водоемы без очистки.

По заявлениям представителей ООО «Тошкент сахар сув таъминоти» («Водоснабжение города Ташкента») планируется создать в городе систему ливневой канализации с отдельными очистными сооружениями. Однако для организации такой системы необходимо в первую очередь оценить степень загрязненности ливневого стока.

Как известно из ряда исследований [3, 7], загрязнителями ливневых стоков являются взвешенные вещества, нефтепродукты, хлориды а также различные отходы (коммунально-бытовые и др.) и т.д. На степень загрязненности ливневых стоков влияют такие факторы, как запыленность и загазованность атмосферного воздуха, тип осадков, виды дорожных покрытий, интенсивность движения людей и транспорта и т. д. [9].

В г. Ташкенте наблюдается сильная загрязненность твердых покрытий различным мусором, который во время осадков уносится дождевыми водами и может затруднять их очистку.

**Цель настоящего исследования** состояла в оценке степени загрязнения дождевых сточных вод г. Ташкента коммунально-бытовыми отходами.

#### Методы исследования

Климатические условия Ташкента были исследованы по статистическим данным за последние 20 лет. Климат Ташкента резко континентальный, с жарким летом и сухими и изменчивыми осенне-зимними периодами. Среднее количество осадков в теплый период года (апрель - октябрь) составляет 152 мм, а в холодный период года (ноябрь - март) - 290 мм. Снеговые осадки в среднем выпадают

41 день в году. В отдельные годы количество снеговых осадков составляет 30-40 мм. В последние годы в результате изменения климата в городе Ташкенте стало наблюдаться сокращение снеговых осадков. Также отмечается общее сокращение среднегодового количества осадков при возрастании интенсивности и длительности отдельно взятых выпадений. Такая изменчивость выпадения осадков сильно влияет на производительность и эффективность станций очистки сточных вод [8].

Для определения степени загрязнения ливневых сточных вод в г.Ташкенте применялись два различных метода:

1. Измерение объемов и идентификация морфологического состава коммунально-бытовых отходов в стоках определялась в полевых условиях весовым методом. Методика полевых исследований была выбрана в соответствии с двумя различными мнениями, изложенными в [4] – о необходимости проведения исследований: а) в начале выпадения осадков и б) в середине выпадения. Мы проводили измерения и в начале, и в середине выпадений, а затем определяли среднее значение загрязнения.

2. Оценка загрязненности ливневых стоков взвешенными веществами и химическими примесями определялась аналитическим методом в лабораториях ООО «Тошкент сахар сув таъминоти». В ходе лабораторных исследований определялось содержание сухого остатка, взвешенных веществ, соединений железа, нефтепродуктов и жиров, а также запах, жесткость и водородный показатель (рН) воды.

Исследования проводились с сентября 2021 года по октябрь 2022 года.

#### Результаты и обсуждение

В результате проведенных исследований выявлены основные загрязнители ливневых сточных вод и концентрации загрязнений.

Анализы сточных вод, проведенные в лабораториях ООО «Тошкент сахар сув таъминоти» показали, что ливневые сточные воды характеризуются содержанием: железа 0,06...1,55 мг/л, жиров 0,012...0,383 мг/л, нефтепродуктов 0,124...0,699 мг/л, взвешенных веществ 155...350 мг/л, сухого остатка 391,6...865,4 мг/л, солей жесткости 8,2...9,97 мг-экв/л, запах 1...2 балла, рН 6,1...7,7.

По результатам полевых исследований установлено, что ливневые стоки г. Ташкента загрязнены следующими видами твердых бытовых отходов (ТБО): уличный смет, упаковка, частицы стекла, пищевые отходы, полиэтилен и пластик, древесина, черные и цветные металлы (банки от различных напитков и т.д.), бумага, текстиль и др. Среднегодовое количество различных отходов в ливневых стоках составляет 25,16 г/л (осенью – 20,317 г/л, зимой – 1,353 г/л, весной – 3,156 г/л, летом – 0,334 г/л)

Исследование состава ТБО в ливневых стоках показало, что в разные сезоны года этот состав изменяется. В таблице представлены результаты анализа состава ТБО в ливневых стоках.

Таблица 1.

## Процентный состав ТБО в ливневых стоках г. Ташкента по сезонам года

Вид отходов	Время года			
	Весна	Лето	Осень	Зима
Пищевые отходы	4,62	5,84	0,5	15,32
Упаковка	21,2	23,59	1,08	15,84
Древесина	14,43	10,64	0,6	11,98
Полиэтилен и пластик	18,96	17,93	1,41	15,24
Бумага и картон	3,36	2,9	0,53	3,42
Смёт	19,67	23,1	92,39	22,31
Стекло	2,29	2,87	2,08	3,73
Черный и цветной металл	13,98	12,64	1,19	9,91
Текстиль	1,49	0,49	0,22	2,25

Можно видеть, что состав мусора в ливневых стоках значительно различается по сезонам года. Особенно заметны отличия состава мусора в осенний период по сравнению с другими сезонами года - наблюдается заметное преобладание доли уличного смёта. Это объясняется тем, что в Ташкенте озеленение улиц и междомовых территорий состоит из листопадных деревьев, листья которых осенью также попадают в ливневые стоки. В другие сезоны года основными загрязнителями ливневых стоков являются упаковка и пластик.

**Вывод.** В результате проведенных исследований выявлено, что в г. Ташкенте наблюдается очень сильная степень загрязненности ливневых стоков коммунально-бытовыми отходами. Количество и состав отходов в ливневых сточных водах заметно изменяется по сезонам года. Такие значительные колебания степени загрязненности и состава загрязнений требуют дальнейших исследований для разработки рекомендаций по наиболее эффективному способу отвода и очистки ливневых стоков.

## Список литературы:

1. Адельшин А.Б., Урминова Н.С., Селюгин А.С., Бусаев А.В., Хисамеева Л.Р. Водоотводящие сети поверхностных сточных вод учебное пособие. – Казань: Изд-во Казанск. гос. архитектур.-строит. ун-та, 2012. – 67 с.
2. Базальвук В.А. Инженерное обустройство территорий. Дождевые водостоки: учебное пособие. Томск: изд-во Том. Гос. архит. строит. Ун-та, 2012. –148 с.
3. Бабков В.Ф., Андреев О.В. Проектирование автомобильных дорог: В 2-х ч. Ч.2: Учебник для вузов. – Изд. 2-е, перераб. и доп. М.: Транспорт, 1987. – 415 с.
4. Волчек А.А., Бульская И.В. Ливневый сток как источник загрязнения поверхностных вод // Вестник Брестского государственного технического университета, 2012. С. 41-43.
5. Воробьева В.С. Анализ систем ливневой и бытовой канализации: технические, организационные и экономические аспекты // Отходы и ресурсы, 2018, №3, Том 5. С. 27.
6. Кольцов В.Б., Кольцова О.В. Очистные сооружения. Часть 1. М.: Юрайт, 2016. – 590 с.
7. Машина Л.Л. Эколого-экономические аспекты эксплуатации систем дождевой канализации. 2003. Вып. 251, 196–203 с.
8. McMahan E.K.: Impacts of rainfall events on wastewater treatment processes // Graduate Theses and Dissertations. 2006, 82 p.
9. Rimeika M. Stormwater treatment plant conception // Научно-технические проблемы водохозяйственного и энергетического комплекса в современных условиях Беларуси: материалы Междунар. науч.-практ. конф., 2011. Ч. 1. 89–92 с.

## АНАЛИЗ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ ДИНАМИКИ АРЕАЛА ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ КАРАКАЛПАКСТАНА

*Шаниязов Шахимардан Олжабаевич*

*соискатель,*

*Каракалпакский государственный университет,*

*Республика Узбекистан, г. Нукус*

*E-mail: [sayyor2020@mail.ru](mailto:sayyor2020@mail.ru)*

## ANALYSIS OF SPATIO-TIME DYNAMICS THE AREAL OF MEDICINAL PLANTS IN THE CONDITIONS OF KARAKALPAKSTAN

*Shakhimardan Shaniyazov*

*Competitor,*

*Karakalpak State University,*

*Republic of Uzbekistan, Nukus*

### АННОТАЦИЯ

В статье приведены результаты анализа пространственно-временной динамики ареала лекарственных растений в условиях Каракалпакстана. Полученные новые помогут рационально использовать разные группы лекарственных растений.

### ABSTRACT

The article presents the results of the analysis of the spatio-temporal dynamics of the range of medicinal plants in the conditions of Karakalpakstan. The obtained new ones will help to rationally use different groups of medicinal plants.

**Ключевые слова:** Республика Каракалпакстан, лекарственные растения, ценокомплексы, ресурсы, распространение.

**Keywords:** Republic of Karakalpakstan, medicinal plants, price complexes, resources, distribution.

Интерес к лекарственным растениям за последние годы особенно возрос в связи с новыми методами их использования для лечения и методами изучения их особенностей воздействия. Интерес представляет также изменение ареалов распределения в новых экологических условиях на территории Республики Каракалпакстан [3, 4]. В настоящее время возникла необходимость обследования современных ресурсов лекарственного растительного сырья и их ареала в Республике Каракалпакстан. Не для всех видов известны ресурсы в конкретном регионе, точно не установлены объемы возможного изъятия сырья, чтобы заготовка не вела к деструкции их популяций. В связи с этим определение современного состояния видов лекарственных растений, их продуктивности, региональных запасов и устойчивости является одним из перспективных и важных направлений исследований. При научно обоснованных контролируемых заготовках имеющегося в республике лекарственного сырья можно предотвратить наносимый ущерб биологическому разнообразию растительности и природной среде. Развитие и размножение новых видов растений в экстремальных климатических условиях и на песчаной почве представляют особую сложность и одну из главных проблем в регионе Центральной Азии и, в частности, в Республики Каракалпакстан.

В настоящее время совершенствуются методики оценки продуктивности лекарственных видов в растительных сообществах, методические подходы к контролю динамики важнейших ресурсных видов лекарственной флоры, обосновываются критерии выделения эколого-ценотических групп растений [16, 17].

Республика Каракалпакстан расположена в северо-западной части Узбекистана, занимает территорию 165,5 тыс.км<sup>2</sup>, на севере граничит с Аральским морем, на востоке и юге с Казахстаном, на юго-востоке Бухарской и Хорезмской областями Узбекистана, на юге с Туркменистаном. Климат в Каракалпакстане резко континентальный. Основными элементами климата, определяющими интенсивность физического испарения, транспирации, степень увлажненности, повторяемость засух, дефляцию супесчано-песчаных веществ являются температура воздуха и почвы, атмосферные осадки, влажность воздуха, засуха, ветер.

В условиях Республики Каракалпакстан в начале весны температура умеренная, почвенная и воздушная засуха отсутствует. Основными почвами Республики Каракалпакстан являются: серо-бурые малопродуктивные для орошаемого земледелия, с низким плодородием, лугового с высокой степенью засоления [5, 6].

В настоящее время сырьевая база лекарственных растений значительно сокращается. Несмотря на богатство флоры, ресурсы лекарственного растительного сырья не безграничны. Возникла необходимость выделить охраняемые территории или районы из сферы хозяйственного использования.

Экологические изменения в Республике Каракалпакстан, связанные с антропогенным воздействием на природу привели к резкому сокращению естественных ресурсов многих ценных дикорастущих лекарственных растений на значительной территории. Одновременно происходят быстрые и глубокие, зачастую необратимые изменения растительного покрова, сокращаются запасы и ареалы многих лекарственных растений. Поэтому в настоящее время состояние ресурсов лекарственных растений, в том числе перспективных для интродукции на территории Каракалпакстана требует дальнейшего изучения их флористического состава, эколого-ценотической приуроченности, определения научно-обоснованных эксплуатационных запасов сырья в разных природных зонах, строжайшего соблюдения правил сбора, охраны естественных мест обитания от разрушения и загрязнения.

По данным исследователей флора Каракалпакстана представлена различными экологическими формами растений: деревья, кустарники и кустарнички, полукустарники и полукустарнички, многолетние и однолетние травы, колючие кустарнички, растения с сочными стеблями и листьями, бесстебельные, безлистные растения. Здесь произрастают лекарственные, кормовые, плодовые, дубильные, красильные, эфиромасличные, технические, декоративные, медоносные и другие растения [1, 4].

Основной аспект растительности Каракалпакстана – малочисленность видов во флоре и их динамичность. В результате этого многочисленные экологические ниши остаются незаполненными, и представляют неустойчивость экосистемы в целом. В пределах Республики Каракалпакстан по совокупности природных условий, флористическому составу и современному хозяйственному использованию можно выделить три различных природных района: Нижне-Амударьинский (низовья Амударьи), Кызылкумский (каракалпакская часть Кызылкумов), Устюртский (плато Устюрт).

Особое место занимают лекарственные растения. Они обычно произрастают в уже сформированных типах растительности: степях, лугостепях, на лугах, среди кустарников, в тугайных пойменных лесах. Наблюдая за растительностью, оказывается возможным по ее состоянию, составу и внешнему облику создать представление об экологической обстановке. Особую роль при этом имеют знание о состоянии почвенного покрова. В Республике Каракалпакстан растительный покров отличается большим разнообразием.

Рельеф и современная структура ландшафтов Амударьинской дельты сформировалась под влиянием различных факторов, к главнейшим из которых

относятся геология, гидрологический режим, климатические условия и антропогенные факторы. Снижение уровня Аральского моря, усыхание дельты Амударьи, уменьшение стока реки и площади тугайных, а также тростниковых зарослей привело к развитию дефляции в местах, где раньше преобладали процессы заболачивания. Основным рельефообразующим процессом, господствующим по всему Приаралью и высохшей части дна моря, является эоловые процессы [8, 9].

По данным специалистов, на территории Республики Каракалпакстан известно около 360 видов лекарственных растений. В результате исследований было установлено, что в пойме и дельте Амударьи произрастает 160 видов лекарственных растений. Следующим природным районом по числу видов лекарственных растений занимает плато Устюрт. На плато Устюрт произрастает 85 видов лекарственных растений [3]. Можно также отметить, что многие лекарственные растения встречаются изредка, но образуют большие массивы, а некоторые распространены повсеместно, но запасы их сырья весьма ограничены.

Ресурсы лекарственных растений, произрастающих на территории Республики Каракалпакстан определяются в двух направлениях: 1) определение ресурсов на конкретных зарослях, 2) на ключевых участках, с последующей экстраполяцией полученных данных на всю площадь аналогичных угодий в пределах района, области или ареала. На практике постоянно возникает необходимость оперативной и достоверной оценки обеспеченности сырьем разрабатываемых новых лечебных препаратов, начиная с первой стадии экологических поисковых работ. Определение ресурсов на конкретных зарослях обычно проводят при заготовке сырья, при установлении запасов редких растений и растений, у которых нет четкой фитоценотической приуроченности. Второй метод определения ресурсов лекарственных растений на ключевых участках используют для видов с четкой приуроченностью к определенным растительным подразделениям. Именно на ключевых участках устанавливают два показателя: 1) запас сырья на единицу площади, 2) соотношение площади, занятой сообществом, к которому приурочено данное растение, к общей площади «ключевого участка». Запасы сырья подсчитывают на учетных площадках, на модельных растениях и по проективному покрытию. Наиболее полную характеристику ресурсов лекарственных растений предлагают нам специально разработанные карты по сырьевым ресурсам лекарственных растений, составленные на основе универсальных геоботанических карт, на которых показано размещение растительных сообществ и их проективное покрытие (ППР) в зависимости от основных факторов географической среды и специфики хозяйственной деятельности человека. Ресурсные карты, составленные на основе карт растительности, делятся на две категории: карты распространения лекарственных растений (рис. 1).

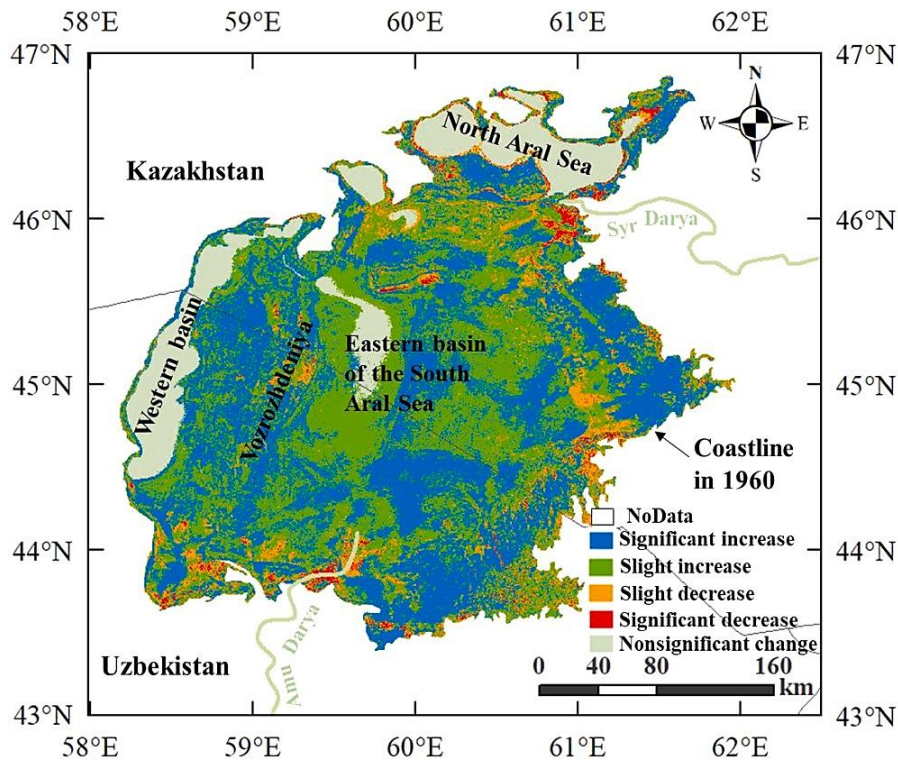


Рисунок 1. Пространственные тенденции изменения ППР с 1986 по 2020 год

Уровень подземных вод оказывают значительное влияние на уровень засоленности. Отметим, что уровень грунтовых вод и минерализация воды положительно коррелирует между собой составляют  $R=0,84$ , что выше, чем между показателями проективного покрытия растений (ППР) и осадками ( $R=0,62$ ).

Ценокомплекс солянки Рихтера. Солянка Рихтера (черкез) – *Salsola richteri* эндемичное растение песчаных пустынь Центральной Азии, из семейства маревых – *Chenopodiaceae*. Крупный кустарник высотой до 3-5 м с бело-серой корой и тонкими ветками (рис. 2). Молодые побеги не повислые, что является отличительной чертой солянки Рихтера.

Листья очередные, мясистые достигающие 4-8 см в длину и 2 мм в ширину. Цветки обоеполые, одиночные, очень мелкие, расположены в пазухах верхних листьев, правильные, с простым пятичленным бурым околоцветником [4].

Солянка Рихтера характеризуется обильным плодоношением. В Каракалпакистане солянка Рихтера распространена очень широко в Каракалпакской части Кызылкумов, от южных и северных районов республики. В основном солянка Рихтера произрастает на слобозакрепленных песках южных районов республики и на бугристых песках северных районов.



Рисунок 2. Солянка Рихтера (черкез) – *Salsola richteri*

Для медицинских целей заготавливаются плоды солянки после созревания, с примесью цветков и листьев. Заготавливают плоды солянки Рихтера с конца сентября до первой декады ноября. После сильных заморозков содержание алкалоидов в сырье снижается.

По данным специалистов ассоциации с участием солянки Рихтера типичные псаммофитные сообщества Кызылкумов, которые не отличаются богатством видового состава, что можно объяснить подвижностью верхних горизонтов почвенного субстрата [2]. В ходе исследований нами выявлено около 19 основных массивов зарослей солянки Рихтера с различной площадью, из которых 16 массивов, расположенных на территории Республики Каракалпакстан пригодны для промышленной заготовки.



Рисунок 3. Сферофиза солонцовая - *Sphaerophysa salsula*

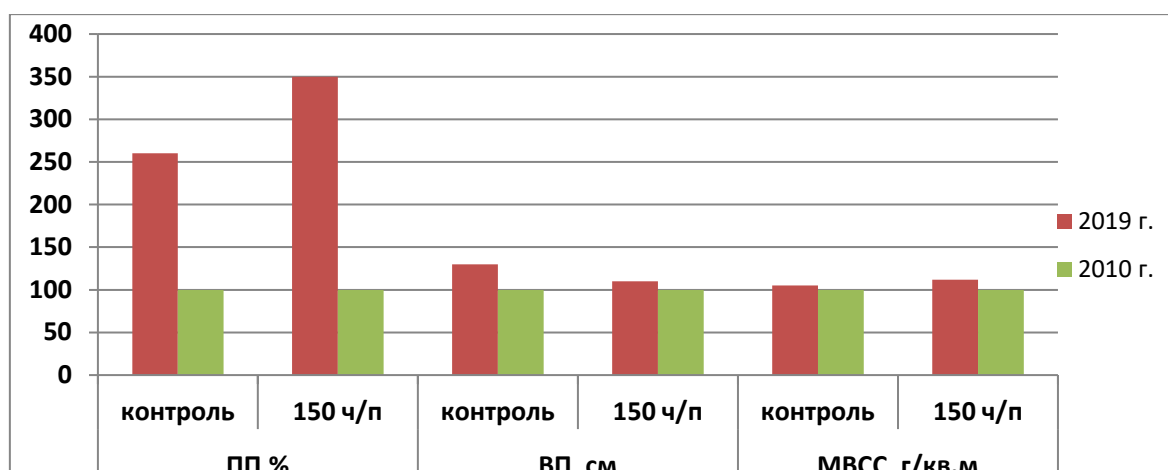
Сферофиза солонцовая размножается в основном вегетативно. Цветет в мае-июле, плодоносит с июля. Флористический состав ценокомплекса весьма разнообразный. По литературным данным ассоциации с участием сферофизы входят в состав 4 формации – джидовой, юлгуновой, солодковой, ложноянтачной [1]. Ценокомплекс сферофизы солонцовой охватывает 22 ассоциации, среди них наибольшее обилие сферофизы характерно для вейниково-сферфизовой, солодково-сферофизовой, софорово-сферофизовой, карагачево-сферофизовой ассоциаций [1, 4].

Обработка результатов влияния экспериментального фактора вытаптывания показала, что при воздействии рекреационной нагрузки значения наблюдаемых показателей (проективное покрытие вида, высота побегов, фитомасса) уменьшаются при увеличении степени нагрузки. Так, выявлено, что на ППП, моделирующих высокую степень рекреационной нагрузки (150 человек/проходов на 1 м<sup>2</sup>), величина сырьевой фитомассы видов сокращается

Ценокомплекс сферофизы солонцовой (круглоплодник солонцовый) – *Sphaerophysa salsula*. Сферофиза солонцовая многолетнее травянисто-корнеотпрысковое растение из семейства бобовые *Fabaceae*, достигающее до 45-75 см высоты, иногда более 100 см, с глубоко залегающей и разветвленной корневой системой (рис. 3). Листья непарно-перистые, листочки 5-9 парные, сверху гладкие, снизу серые отпущения. Цветоножки около 5 мм длины. Цветы кирпично-пурпурного цвета, собраны в негустые кисты. Плод голый, нераскрывающийся, одногнездный многосемянный боб, длиной 25-35 мм и шириной 18-20 мм [1, 3].

относительно контроля в большей степени. В результате эксперимента установлено, что рекреационный пресс оказывает негативное влияние на продуктивность модельных видов.

Проведена также оценка восстановления продуктивности *Salsola richteri* и *Sphaerophysa salsula* после одновременного воздействия изъятия сырья и рекреационной нагрузки. Установлено, что после 4-6 лет такого влияния сырьевая фитомасса данных видов на опытных площадках восстанавливается с меньшей скоростью, чем на УП без воздействия. После завершения эксперимента на ППП обеспечивали «период покоя» – 5-6 лет без изъятия сырья и рекреационного воздействия [9, 10]. Анализ полученных данных показал, что значения исследуемых количественных популяционных показателей за этот период полностью восстановились на всех площадках, включая высокую степень рекреационной нагрузки (150 ч/п на 1 м<sup>2</sup>) (рис. 4).



**Рисунок 4. Изменение проективного покрытия (ПП), высоты побегов (ВП) и массы воздушно-сухого сырья (МВСС) *Salsola richteri* на пробных площадках**

Таким образом, Экологический диапазон про-израстания лекарственных растений на территории Республики Каракалпакстан очень широкий – от водопогруженных растений озерных экосистем до типичных пустынных растений. Полученные новые

результаты по экологической оценке некоторых видов лекарственных растений в сложившихся новых экологических условиях Республики Каракалпакстан, помогут рационально использовать разные группы лекарственных растений.

#### Список литературы:

- Бахиев А., Бутов К.Н., Даулетмуратов С. Лекарственные растения Каракалпакии.- Ташкент.: ФАН.- 1983.- С. 11-56.
- Гаммерман А.Ф., Кадаев Г.Н., Яценко-Хмелевский А.А. Лекарственные растения (Растения-целители).- М.: Высшая школа.- 1990.- 542 с.
- Даулетмуратов С.Д. Ресурсы лекарственных растений Каракалпакии и их охрана.- Нукус.- Каракалпакстан.- 1991.- 135 с.
- Ережепов С. Флора Каракалпакии, ее хозяйственная характеристика, использование и охрана.- Ташкент.- ФАН.- 1978.- 294 с.
- Жоллыбеков Б. Изменение почвенного покрова приморской дельты Амударьи при аридизации.- Нукус.- Би-лим.- 1991.- С. 23-67.
- Кабулов С.К. Изменение экосистем Южного Приаралья в связи с понижением Аральского моря.// Проблемы освоения пустынь.- 1990.- №2.- С. 77-84.
- Логвиненко И.Е., Логвиненко Л.А. Лекарственные растения, перспективные для введения в культуру на юге Украины. //Труды Никитского ботанического сада. 2011. Том 133.- С. 104-114.
- Разаков Р.М., Косназаров К.А. Эоловый вынос и природоохранные мероприятия. – Ташкент, 1992.- С. 56-72.
- Толкачева Г.А. Научно-методические основы мониторинга атмосферных выпадений в Среднеазиатском регионе. Ташкент, 2000.- с. 131.
- Мастибротская И.П. Ресурсная оценка и мониторинг состояния ценопопуляций *Comarum palustre* L. в Республике Беларусь // Нац. акад. наук Беларуси. – Минск, 2013. – С. 196–199.
- Сысой И.П. Оценка массы сырья дикорастущих лекарственных растений по некоторым биометрическим и продукционным показателям // Нац. акад. наук Беларуси. – Минск, 2016. – Вып. 45. – С. 145–159.
- Плохинский Н.А. Биометрия.- М.: Изд-во МГУ, 1970. - 367 с.
- Буданцев А.Л. Оценка современного состояния ресурсов важнейших лекарственных и пищевых растений флоры России// Фундаментальные основы управления биологическими ресурсами. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2005. – С. 87-92.
- Зайцев Г.Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. – М.: Наука, 1984. – 424 с.
- Методика определения запасов лекарственных растений. – М.- 1986. – 52 с.
- Федоров Н.И., Жигунова С.Н., Михайленко О.И., Самойлова Л.Ю. Методика оценки продуктивности лекарственных видов в растительных сообществах, описанных в системе единиц эколого-флористической классификации Браун-Бланке//Известия Самарского научного центра Российской академии наук.- Т. 12.- № 1(3).- 2010. – С. 846-849.
- Федоров Н.И., Жигунова С.Н., Михайленко О.И. О методических подходах к контролю динамики важнейших ресурсных видов лекарственной флоры республики Башкортостан// Известия Самарского научного центра Российской академии наук.- 2011.- Т. 13.- № 5(3). – С. 113-115.

## ЭНТОМОЛОГИЯ

**ФЕНОЛОГИЯ РАЗВИТИЯ ЦИТРУСОВОЙ БЕЛОКРЫЛКИ (*Dialeurodes citri* Ashm)  
И ЦИТРУСОВОЙ ВОСКОВОЙ ЛОЖНОЩИТОВКИ (*Ceroplastes sinensis* Guer)  
НА ЦИТРУСОВЫХ КУЛЬТУРАХ***Узокова Шохсанам Жамол кизи**магистрант,**Ташкентского Государственного аграрного университета,**Республика Узбекистан, г. Ташкент**E-mail: [a.raxmonov@tdau.uz](mailto:a.raxmonov@tdau.uz)***DEVELOPMENT PHENOLOGY OF CITRUS WHITEFLY (*Dialeurodes citri* Ashm)  
AND CITRUS WAX SHIELD (*Ceroplastes sinensis* Guer) ON CITRUS CROPS***Shohsanam Uzokova**Master,**Tashkent State Agrarian University,**Republic of Uzbekistan, Tashkent***АННОТАЦИЯ**

В статье приведены материалы по фенологии развития и меры борьбы с опасными вредителями цитрусовых культур - Цитрусовая белокрылка и Цитрусовая восковая ложнощитовка. Составлен фенологический календарь этих вредителей цитрусовых. Изучены методы и средства борьбы с ними на цитрусовых культурах.

**ABSTRACT**

The article presents materials on the phenology of development and measures to combat dangerous pests of citrus crops - Citrus whitefly and Citrus wax false scale. A phenological calendar of these citrus pests has been compiled. Methods and means of dealing with them on citrus crops have been studied.

**Ключевые слова:** Цитрусовая белокрылка, Цитрусовая восковая ложнощитовка – биология, вредность, меры борьбы, химический фенологический календарь.

**Keywords:** Citrus whitefly, Citrus wax scale - biology, harmfulness, control measures, chemical phenological calendar.

Для получения качественного и высокого урожая от цитрусовых насаждений необходимо будет их защитить от различных вредителей и болезней.

**Введение.** Одним из опаснейших вредителей цитрусовых культур является цитрусовая белокрылка и цитрусовая восковая ложнощитовка. Цитрусовая белокрылка *Dialeurodes citri* Ashm. Относится к семейству алейродиды (**Aleurodidae**), Подотряд равнокрылых хоботных насекомых (**Homoptera, класса насекомых - Insecta**). Взрослые насекомые длиной до 2 мм, напоминает крошечную моль, две пары белопыленных крыльев молочно-белого цвета, складывается в состояние покоя в виде плоской крыши; усики 37-члениковые; лапки 2-члениковые с двумя коготками. Самки откладывают яйца по одному или группами на нижнюю сторону молодых листьев растения. Яйца в начале бледно-желтого, а по мере развития эмбриона принимает более темную окраску. Вышедшая из яйца личинка бродяжка плоско-овальной формы, после первой линьки у неё исчезают ноги и она становится малоподвижной [1].

Личинка IV возраста (неправильно называемая пупариями) почти круглая, светло-коричневого или желтого цвета, плотно прикреплена к субьекту. Объект внутреннего карантина. Повреждает лимон, апельсин, хурму и другие цитрусовые культуры.

Зимуют у белокрылки личинки III-IV возраста – на листьях вечнозеленых растений. В мае вылетает взрослое насекомое.

Самки откладывают яйца в разброс на нижнюю сторону листьев. Плодовитость самки колеблется от 60 до 170 яиц. Через неделю из оплодотворенных яиц выходят личинки, которые развиваются в самцов и самок. Из неоплодотворенных яиц развиваются только самцы. Личинка за время развития линяет 3-раза и чере 3-4 недели достигает IV возраста. Ещё через 1,5-2 недели вылетает имаго.

В нашей стране белокрылка даёт три поколения.

Распространения белокрылка как пассивно (посадочным материалом, с помощью ветра и др.) Так и активно (перелет с дерева на дерево).

Вредят личинки, высасывая соки из листьев. Кроме того на сахаристых выделениях белокрылки развивается сажистый грибок, затрудняющий ассимиляцию листьев заселенных растений.

Профилактические меры борьбы соблюдения карантинных мероприятий, препятствующих распространению белокрылки с посадочным материалом.

*Цитрусовая восковая ложнощитовка* *Ceroplastes sinensis* **Guér** (Семейства ложнощитовки и падушечницы - *Coccoidea* отряд равнокрылые - **Homoptera**). Сильно вредит цитрусовым культурам, гранату, поселяется на мушмале, орехе, груше, персике и некоторых других плодовых, субтропических и декоративных культурах.

Зимует взрослая самка, реже личинка старших возрастов. Перезимовавшие самки в середине июня –

начале июля приступают к откладке яиц. Плодовитость самки колеблется от 400 до 2000 яиц. Наиболее плодовиты особи развивающаяся на мандарине и гранате. Личинки бродяжки выходят из яиц со второй половины июня до середины сентября. Они расползаются и присасываются на побегах и ветвях с тонкой корой, а также на листьях, располагаясь преимущественно вдоль жилок цитрусовая ложнощитовка даёт одну генерацию в год.

Заселенные ложнощитовкой растения ослабляются, при сильном поражении осыпаются листья, изменяется урожай плодов и снижается их качество, на выделениях ложнощитовки поселяется сапрофитный сажистый грибок, ещё более усиливающий отрицательное действие вредителя на растение.

Таблица 1.

**Фенологический календарь развития цитрусовой белокрылки и цитрусовой восковой ложнощитовки в Ташкентской области, 2021 г.**

	март			апрель			май			июнь			июль			август			сентябрь						
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III				
Цитрусовая восковая ложнощитовка	(+)	(+)	(+)	+	+	+		+	+	+	+														
								*	*	*	*														
										-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
																			+	+	(+)	(+)			
Цитрусовая белокрылка	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
	(-)	(-)	(-)	-	-																				
					+	+	+	+																	
						*	*	*	*	*															
							-	-	-	-															
									+	+	+	+													
										*	*	*	*												
												-	-	-	-										
													+	+	+	+									
															*	*	*	*							
																	-	-	-	-	(-)	-			

*Примечание:* + - имаго (взрослая фаза), \* - яйца; - - личинка.

1. Цитрусовая восковая ложнощитовка развивает 1 поколение в год.

2. Цитрусовая белокрылка в год даёт 3 поколения.

Против зимующих вредителей цитрусовых культур весной до распускания почек целесообразно использовать раствор из нефтяных минеральных масел – Препарат № 30. С расходом 20-50 л/га при температуре не ниже +5 градуса. При борьбе с цитрусовой белокрылкой: Энтолуcho 20% эм.к – 10 мл; Далатэ 10% эм.к. – 5 мл, Энтоспилян, 20% с.п. 15 г; Агрофос 55% эм.к. 4 мл на 10 л воды, дала 85,0-91,0% эффективность. При борьбе цитрусовой восковой ложнощитовкой: Энтолуcho 20% эм.к. 15 мл, Энтоспилян 20% с.п. 10гр и Далатэ плюс 10% эм.т. 10 мл. на 10 л. воды. Дала 67,0-80,0 % эффективность.

### Выводы

1. Цитрусовая белокрылка (под карантинный вредитель) и цитрусовая восковая ложнощитовка является опасным вредителем цитрусовых культур (лимон и др.) в теплицах.

2. Профилактические меры борьбы соблюдения карантинных мероприятий препятствующих распространению вредителей с посадочными материалами.

3. Меры борьбы необходимо проводить с учетом их биологии развития фенологического календаря.

4. При необходимости химический метод проводить строго согласно санитарным требованиям. Так как пестициды опасны для здоровья людей и полезных насекомых.

**Список литературы:**

1. Поспелов С.М., Шестиперова З.Н., Долженко Н.К., Основы карантина сельскохозяйственных растений, Москва «Агропромиздат», 1985 г. стр. 114-115.
2. Справочник по карантинным и другим опасным вредителям, болезням и сорным растениям. 2-переработ. и доп. изд., Москва, «Колос».
3. Список химических и биологических средств борьбы с вредителями, болезнями растений и сорняками, дефолиантов и регуляторов роста растений, разрешенных для применения в сельском хозяйстве Республики Узбекистан.

**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ БИОЛОГИЯ****БИОТЕХНОЛОГИЯ (В ТОМ ЧИСЛЕ БИОНАНОТЕХНОЛОГИИ)**

DOI – 10.32743/UniChem.2023.103.1.14832

**ВЛИЯНИЕ БИОГУМУСА НА СОДЕРЖАНИЕ НИТРАТОВ  
В РАСТЕНИЯХ И ПЛОДАХ ОГУРЦА****Хужамишукуров Нортोजи**

д-р биол. наук, проф.,  
Ташкентский химико-технологический институт,  
Научно-исследовательский институт генетических ресурсов растений,  
Республика Узбекистан, г. Ташкент  
E-mail: [nkhujamshukurov@mail.ru](mailto:nkhujamshukurov@mail.ru)

**Эшкобилов Шухрат**

старший преподаватель,  
Самаркандский архитектурно-строительный университет,  
Республика Узбекистан, г. Самарканд  
E-mail: [sh1982eshqobilov@mail.ru](mailto:sh1982eshqobilov@mail.ru)

**Кучкарова Дилафруз**

канд. техн. наук, доц.,  
Ташкентский архитектурно-строительный университет,  
Республика Узбекистан, г. Ташкент  
E-mail.: [dkuchkarova1975@mail.ru](mailto:dkuchkarova1975@mail.ru)

**Абдутолибов Мухриддин**

докторант,  
Андижанский государственный университет,  
Республика Узбекистан, г. Андижан  
E-mail: [m.z.abdutilibov@gmail.com](mailto:m.z.abdutilibov@gmail.com)

**THE EFFECT OF BIOHUMUS ON THE CONTENT OF NITRATES  
IN CUCUMBER PLANTS AND FRUITS****Nortoji Khujamshukurov**

DSc, professor,  
Tashkent Institute of Chemical Technology,  
Research Institute of Plant Genetic Resources,  
Republic of Uzbekistan, Tashkent

**Shukhrat Eshkobilov**

Senior Lecturer,  
Samarkand University of Architecture and Civil Engineering,  
Republic of Uzbekistan, Samarkand

**Dilafruz Kuchkarova**

DSc, associate professor,  
Tashkent University of Architecture and Civil Engineering,  
Republic of Uzbekistan, Tashkent

*Muhriddin Abdulolibov**Doctoral student,  
Andijan State University,  
Republic of Uzbekistan, Andijan*

### АННОТАЦИЯ

В данной статье проанализировано накопление нитратов во влажных плодах при выращивании огурцов с использованием биогумуса. В ходе исследований установлено, что количество нитратов в урожае огурцов зависит от количества внесенного в почву биогумуса и сроков уборки. В частности, было отмечено, что количество нитратов в урожае, собранном в мае-июне, относительно невелико. Это основано на увеличении солнечной энергии к этому времени. В результате исследований при выращивании огурцов в тепличных условиях путем подкормки 5 кг биогумуса 5 раз по 1 кг минерального удобрения на 1 м<sup>2</sup> площади в течение всего периода развития растения (вариант 7 опыта) достигается. Установлено, что возможно самое низкое и стабильное содержание нитратов в плодах огурца.

### ABSTRACT

This article analyzes the accumulation of nitrates in wet fruits when growing cucumbers using vermicompost. In the course of research, it was found that the amount of nitrates in the crop of cucumbers depends on the amount of vermicompost introduced into the soil and the timing of harvesting. In particular, it was noted that the amount of nitrates in the crop harvested in May-June is relatively small. This is based on the increase in solar energy by this time. As a result of research in the cultivation of cucumbers in greenhouse conditions by feeding 5 kg of biohumus 5 times 1 kg of mineral fertilizer per 1 m<sup>2</sup> of area during the entire period of plant development (option 7 of the experiment) is achieved. It has been established that the lowest and most stable content of nitrates in cucumber fruits is possible.

**Ключевые слова:** органическое земледелие, огурец, биогумус, тяжелые металлы, нитраты.

**Keywords:** organic agriculture, cucumber, biohumus, heavy metals, nitrates.

### Введение

Сельскохозяйственную продукцию выращивают в составе органических и минеральных удобрений, с помощью различных химических или биологических пестицидов. По мере увеличения потребности человека в продуктах питания расширялось бесконтрольное и неограниченное использование различных источников сельскохозяйственного производства. В частности, с 1960-х годов мы видим, что производство продуктов питания резко возросло, а интенсивное использование агрохимикатов наносит серьезный ущерб окружающей среде и природе [Ganeshnauth et al., 2018]. В результате был сильно поврежден естественный биоценоз почвы. В частности, в результате резкого изменения состава микрофлоры в почве была создана почва для резкого увеличения численности вредных насекомых и болезней в почве. Это, в свою очередь, повлияло на иммунную систему растений и повысило их сопротивляемость [Khujamshukurov et al., 2022 (c)].

В результате производительность сельскохозяйственной продукции снижается день ото дня. Кроме того, начнется широкое изучение негативного воздействия на организм человека и природную среду в результате снижения продуктивности растений, сильного поражения химическими веществами [Khujamshukurov et al., 2022 (c)]. Это, в свою очередь, послужило основным толчком для развития органического земледелия [Khujamshukurov et al., 2022]. Кроме того, в связи с увеличением знаний об очень сильном негативном экономическом и экологическом влиянии химикатов на растениеводство желательнее использовать органическое земледелие в качестве основного метода земледелия [Vennila et al., 2012; Kovshov and Iconnicov, 2017; Kapila et al., 2021; McKenzie et al., 2022].

Одним из основных требований органического земледелия или сельского хозяйства является использование органических продуктов без химикатов при выращивании сельскохозяйственных культур [Arancon et al., 2003]. Компостирование - это естественный метод переработки разлагающихся органических материалов в богатую питательными веществами почву, известную как компост [Arancon and Edwards, 2005]. Одной из таких стратегий компостирования является вермикомпостирование, и в этой статье также исследуются возможности использования этого ресурса. Огурец является наиболее культивируемым в теплицах растением мира [Singh, 2005, Egel, 2015, Fernandes et al., 2002]. Развитие, его физиология, биохимия и факторы, влияющие на продуктивность, характеризуются тем, что проведено много научно-исследовательских работ [Savvas et al., 2013]. Однако в научных источниках недостаточно научных исследований о влиянии биогумуса на миграцию тяжелых металлов при выращивании огурцов в защищенном грунте и подвижность нитратов в плодах огурцов [Khujamshukurov et al., 2022 a, b]. По этой причине в опытах изучали влияние количества применяемого биогумуса и схемы его применения на количество нитратов в растении и плодах огурца.

### Материалы и методы

На данном этапе работы определяли влияние органического удобрения, биогумуса на агрохимические показатели субстрата в условиях закрытого грунта, рост и развитие рассады огурца при выращивании рассады огурца «Авицена» F1 в тепличных условиях. В исследованиях использовалась существующая технология, широко используемая на практике, отличающаяся экспериментальной схемой.

В опытах, проведенных по этой технологии, внесение минеральных удобрений в субстрат проводили за две недели до высадки его в горшки. Добавление соответствующего количества биогумуса было сделано перед помещением его в горшок. Семена огурца промывали в 1%-ном растворе  $KMnO_4$  в течение 1 ч в холодной проточной воде, а затем выдерживали в разбавленном (соотношение 1:50) растворе  $Na_3PO_4$  в течение 1 сут.

К моменту посева большая часть проросших семян была высажена в горшки объемом 500 мл. Рассадку высаживали с плотностью 45 саженцев на квадратный метр и накрывали светопроницающей полиэтиленовой пленкой до появления всходов. При прорастании рассады температуру поддерживали в пределах 25-28°C. В начале прорастания сеянцев пленку снимали и снижали температуру до 22-24°C. В течение первых трех дней место, где стоял саженец, дополнительно освещали (этот этап технологии необходим в условиях низкой солнечной радиации зимой). В остальные дни его освещали 12-16 часов, а уровень освещенности опытного участка составлял 4-5 тыс. лк. В темное время суток температура воздуха держалась на уровне 19-20°C. На постоянное место в теплицу саженец переносили через 30 дней. Качество рассады огурцов сильно влияет на ее последующую продуктивность. Как показано в работах Гейслера [Гейслер, 1979], длина члеников достигает 3-5 сантиметров, а общая масса до 20-30 граммов. Вены должны быть белыми и свободными от различных заболеваний.

В качестве контрольного варианта использовалась смесь почвы и щепы в пропорции 1:1, которая сегодня широко используется в большинстве крупных теплиц. Минеральные удобрения (аммиачная селитра, двойной суперфосфат и сульфат калия) применялись с целью обеспечения оптимальных значений количества элементов питания в исходной смеси

контрольного варианта. В опытах на 1 м<sup>3</sup> исходной смеси добавляли 600 г аммиачной селитры, 125 г гранулированного двойного суперфосфата, 455 г хлористого калия и 115 г солей сульфата магния. Влияние количества биогумуса на развитие сеянцев определяли с помощью фенологических наблюдений и биометрических исследований, проводимых совместно с агрохимическими анализами [Доспехов Б.А., 1985].

### Результаты исследования и их обсуждение

В течение трех лет опытов для проверки влияния количества внесенного в почву биогумуса на качество плодов огурцов определяли количество нитратов в составе плодов на разных стадиях развития растения. Результаты этого эксперимента представлены в таблицах 1-2.

Результаты, представленные в таблицах 1-2, показывают, что применение биогумуса вместе с минеральными удобрениями при выращивании огурцов в тепличных условиях изменяет режим азотного питания растения. Поскольку огурец – нитрофильное растение, он активно поглощает азот из почвенного раствора. При использовании биогумуса количество нитратов в урожае на всех стадиях развития выше, чем в контроле, где применялось только минеральное удобрение, но этот показатель нитратов в плодах огурца ниже значения ПДК.

Количество нитратов в огурцах изменяется с увеличением количества биогумуса, вносимого в почву теплицы. Наибольшее количество нитратов в плодах (357 мг/кг) определялось в марте, что соответствует варианту внесения биогумуса из расчета 4 кг на 1 кв. м в начале опыта вместе с минеральными удобрениями (табл. 2).

Таблица 1.

### Количество азота в нитратной форме определяли из состава плодов огурца Авицена в течение трех лет опытов (2019-2021 гг.)

Варианты опыта	Количество N-NO <sub>3</sub> во влажных плодах, мг/кг				
	Март	Апрель	Май	Июнь	в среднем
2019 год					
N <sub>350</sub> P <sub>250</sub> K <sub>170</sub> контроль	238	128	90	81	134
N <sub>350</sub> P <sub>250</sub> K <sub>170</sub> +B10 (1)	247	197	125	102	168
N <sub>350</sub> P <sub>250</sub> K <sub>170</sub> +B20 (1+1)	265	208	141	130	189
N <sub>350</sub> P <sub>250</sub> K <sub>170</sub> +B30 (1+1+1)	274	215	143	133	199
N <sub>350</sub> P <sub>250</sub> K <sub>170</sub> +B40 (1+1+1+1)	280	216	148	139	203
N <sub>350</sub> P <sub>250</sub> K <sub>170</sub> +B50 (1+1+1+1+1)	274	222	168	150	214
N <sub>350</sub> P <sub>250</sub> K <sub>170</sub> +B40(40)	347	251	193	165	239
B50 (2+1+1+1)	304	256	154	140	214
B80 (3+2+1+1+1)	328	265	176	163	233
N <sub>350</sub> P <sub>250</sub> K <sub>170</sub> +N <sub>90</sub> (3+2+2+2)	342	275	188	168	241
2020 год					
N <sub>350</sub> P <sub>250</sub> K <sub>170</sub> контроль	248	139	103	87	144
N <sub>350</sub> P <sub>250</sub> K <sub>170</sub> +B10 (1)	251	191	122	108	168

Варианты опыта	Количество N-NO <sub>3</sub> во влажных плодах, мг/кг				
	Март	Апрель	Май	Июнь	в среднем
N <sub>350</sub> P <sub>250</sub> K <sub>170</sub> +B20 (1+1)	255	212	148	139	206
N <sub>350</sub> P <sub>250</sub> K <sub>170</sub> +B30 (1+1+1)	266	219	157	149	224
N <sub>350</sub> P <sub>250</sub> K <sub>170</sub> +B40 (1+1+1+1)	261	210	154	146	217
N <sub>350</sub> P <sub>250</sub> K <sub>170</sub> +B50 (1+1+1+1+1)	266	215	160	148	220
N <sub>350</sub> P <sub>250</sub> K <sub>170</sub> +B40(40)	381	285	200	185	263
B50 (2+1+1+1)	354	253	167	153	232
B80 (3+2+1+1+1)	357	268	170	159	239
N <sub>350</sub> P <sub>250</sub> K <sub>170</sub> +N90 (3+2+2+2)	358	244	174	158	231
2021 год					
N <sub>350</sub> P <sub>250</sub> K <sub>170</sub> контроль	245	117	92	83	137
N <sub>350</sub> P <sub>250</sub> K <sub>170</sub> +B10 (1)	254	197	107	112	160
N <sub>350</sub> P <sub>250</sub> K <sub>170</sub> +B20 (1+1)	269	212	133	129	182
N <sub>350</sub> P <sub>250</sub> K <sub>170</sub> +B30 (1+1+1)	267	218	147	131	188
N <sub>350</sub> P <sub>250</sub> K <sub>170</sub> +B40 (1+1+1+1)	270	211	148	137	193
N <sub>350</sub> P <sub>250</sub> K <sub>170</sub> +B50 (1+1+1+1+1)	266	220	153	141	196
N <sub>350</sub> P <sub>250</sub> K <sub>170</sub> +B40(40)	342	248	163	152	205
B50 (2+1+1+1)	314	235	154	139	196
B80 (3+2+1+1+1)	331	238	159	149	200
N <sub>350</sub> P <sub>250</sub> K <sub>170</sub> +N90 (3+2+2+2)	348	241	160	148	201

Таблица 2.

**Среднее значение количества азота в нитратной форме, определяемое по составу плодов огурцов в 2019-2021 гг.**

Варианты опыта	Количество N-NO <sub>3</sub> во влажных плодах, мг/кг				
	Март	Апрель	Май	Июнь	в среднем
N <sub>350</sub> P <sub>250</sub> K <sub>170</sub> контроль	244	128	95	84	138
N <sub>350</sub> P <sub>250</sub> K <sub>170</sub> +B10 (1)	251	195	118	107	165
N <sub>350</sub> P <sub>250</sub> K <sub>170</sub> +B20 (1+1)	263	211	141	133	192
N <sub>350</sub> P <sub>250</sub> K <sub>170</sub> +B30 (1+1+1)	269	217	149	138	204
N <sub>350</sub> P <sub>250</sub> K <sub>170</sub> +B40 (1+1+1+1)	270	212	150	141	204
N <sub>350</sub> P <sub>250</sub> K <sub>170</sub> +B50 (1+1+1+1+1)	269	219	160	146	210
N <sub>350</sub> P <sub>250</sub> K <sub>170</sub> +B40(40)	357	261	185	167	236
B50 (2+1+1+1)	324	248	158	144	214
B80 (3+2+1+1+1)	339	257	168	157	224
N <sub>350</sub> P <sub>250</sub> K <sub>170</sub> +N90 (3+2+2+2)	349	253	174	158	224

Однако по мере уменьшения количества биогумуса, вносимого на 1 м<sup>2</sup> площади, снижается и количество нитратов в урожае. В опытах наблюдались следующие результаты: в 7-м варианте, где количество биогумуса, вносимого с минеральными удобрениями, составляло 4 кг на 1 м<sup>2</sup> площади (под плугом), количество нитратов в урожае составило 357 мг/кг; 339 мг/кг в варианте 9 с 3 кг биогумуса на 1 м<sup>2</sup>; 324 мг/кг в варианте 8 с 2 кг биогумуса на 1 м<sup>2</sup>; Количество нитратов в урожае на вариантах 2-6 при 1 кг биогумуса на 1 м<sup>2</sup> составляет 251-269 мг/кг.

Определено, что количество нитратов в посевах на 10-м варианте, при котором на 1 м<sup>2</sup> площади (под плуг) вместе с минеральными удобрениями вносили

3 кг перепревшего навоза, равнялось 349 мг/кг. Однако было отмечено, что определяемое значение нитратов в плодах огурца в любом варианте опыта не превышало его допустимого значения (ПДК) (количество ПДК нитратов во влажных плодах огурцов должно быть 400 мг/кг) [ГОСТ 1726- 2019].

Результаты опыта показывают, что количество нитратов в урожае огурцов зависит от количества внесенного в почву биогумуса, а также сроков сбора урожая. Например, количество нитратов в урожае, собранном в мае-июне, относительно невелико, что можно объяснить увеличением к этому времени солнечной энергии.

### Выводы

Специфика выращивания сельскохозяйственных культур в тепличных условиях и потребность рынка в озимой овощной продукции приводят к расширению масштабов применения различных химических препаратов при возделывании огурцов. Использование избыточных минеральных удобрений с целью увеличения количества продукта и неправильное их использование отрицательно сказывается на качестве продукта и приводит к увеличению количества вредных для организма человека химических соединений. Одним из таких соединений являются нитраты, которые содержатся в плодах огурцов. По этой причине при определении качества овощной продукции, выращенной в тепличных условиях, большое внимание уделяется количеству в ней нитратов.

Качество плодов огурцов зависит от состава и количества удобрений, применяемых на этапе развития растений. При выращивании огурцов в тепличных условиях по рекомендациям ЦИНАО количество азота в почве должно быть 61-90 мг/л [ГОСТ 26485-85].

Известно, что выращивание овощей в тепличных условиях требует применения большого количества минеральных удобрений. Это приводит к накоплению

избыточного количества нитратов в растении и его плодах и к снижению качества продукта. Одним из способов снижения количества нитратов в овощной продукции является использование органического удобрения с пролонгированными свойствами.

Биогумус считается одним из таких удобрений, так как азот, содержащийся в нем, находится в основном в обменной форме, при его применении количество нитратов в огурцах значительно меньше, чем при применении эквивалентного количества минерального удобрения [Khujamshukurov et al., 2022 b]. Поэтому использование биогумуса позволяет улучшить качество плодов огурца. Изучение влияния биогумуса на агрохимическое состояние и продуктивность почвы в тепличных условиях требует наблюдения за изменением количества нитратов в растении и плодах [Khujamshukurov N.A., 2022 c].

Таким образом, результаты исследований показали, что при выращивании огурцов в тепличных условиях можно добиться наименьшего и стабильного содержания нитратов в плодах огурца путем подкормки 5 кг биогумуса с 1 кг минерального удобрения 5 раз на 1 м<sup>2</sup> площади в течение весь период развития растений.

### Список литературы:

1. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб.—М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
2. Гейслер Т. Производство овощей под стеклом и пленкой / Пер. с нем. Н.С. Корогодова., Т.П. Шульцева. — М.: Колос, 1979. 312 с.
3. ГОСТ 26485-85. Почвы. Определение обменного (подвижного) алюминия по методу ЦИНАО. Официальное издание. М.: Стандартинформ. 2013.—С.14.
4. ГОСТ 1726-2019. Огурцы свежие межгосударственного стандарта для промышленной переработки. Официальное издание. М.: Стандартинформ. 2019.—С.17.
5. Arancon N.Q., Edwards C.A., Bierman P., Metzger J.D., Lee S., Welch C. 2003. Effects of Vermicomposts on Growth and Marketable Fruits of Field-grown Tomatoes, Peppers and Strawberries. The 7<sup>th</sup> international Symposium on Earthworm Ecology. *Pedobiologia*. 41: 731-73.
6. Arancon N., Edwards C. 2005. Effects of Vermicompost on Plant Growth. International Symposium Workshop on Vermi-Technologies for Developing Countries, Los Banos, Philippines. pp. 2.
7. Egel D.S. 2015. Midwest vegetable production guide for commercial growers, USA, pp. 210.
8. Fernandes A., Martinez H.E.P., Oliveira L.R. 2002. Effect of nutrient sources on yield, fruit quality and nutritional status of cucumber plants cultivated in hydroponics. *Horticultura Brasileira*, 20(4): 571-575.
9. Ganeshnauth V., Jaikishun, S., Abdullah A.A., Homenauth O. 2018. The Effect of Vermicompost and Other Fertilizers on the Growth and Productivity of Pepper Plants in Guyana. *IntechOpen* <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.73262>.
10. Kapila R., Verma G., Sen A., Nigam A. 2021 Compositional Evaluation of Vermicompost Prepared from Different Types of Organic Wastes using *Eisenia fetida* and Studying its Effect on Crop Growth. *Indian Journal of Agricultural Research*. DOI: 10.18805/IJAR.E.A-5708.
11. Kovshov S.V., Iconnicov D.A. 2017. Growing of grass, radish, onion and marigolds in vermicompost made from pig manure and wheat straw. *Indian Journal of Agricultural Research*. 51(4): 327-332.
12. Khujamshukurov N., Eshkobilov Sh.A., Kuchkarova D.X., Bashirova Yu.J. 2022 (a) Influence of biohumus on the content of heavy metals in soil. International conference on trends & innovations in food technology. 24-25 November, 2022 (TIFT-2022). Integral University, Lucknow, India. P. 85.
13. Khujamshukurov N., Eshkobilov Sh.A., Normatov A., Kuchkarova D.X., Bashirova Yu.J. 2022 (b). Influence of biohumus on the productivity of cucumber plants under greenhouse conditions. International conference on trends & innovations in food technology. 24-25 November, 2022 (TIFT-2022). Integral University, Lucknow, India. P.86.
14. Khujamshukurov N.A., Eshkobilov Sh.A., Aliqulov S.M., Ro'zmetova N.K., Kuchkarova D.X., Saba Siddiqui, Monowar Alam Khalid., Bazarnova Yu.G. 2022. (c) The Influence of Biogumus on the Quality of Cucumber Plants and the Properties of the Nutrient Environment. *Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci*. 11(11): 255-271. doi: <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2022.1111.029>.

15. Mckenzie I., Diana S., Jaikishun S., Ansari A. 2022. Comparative Review of Aerobic and Anaerobic Composting for the Reduction of Organic Waste. *Agricultural Reviews*. DOI: 10.18805/ag.R-191.
16. Singh B. 2005. *Protected Cultivation of Vegetable Crops*. Kalyani Publishers, Ludhiana, India. pp. 74-84.
17. Savvas D., Gianquinto G., Tüzel Y., Gruda N. 2013. Soilless culture. In *Good agricultural practices for greenhouse vegetable crops. Principles for Mediterranean climate areas*. FAO, Plant Production and Protection Paper 217. Rome, pp. 303–354.
18. Sharma D., Sharma V.K., Kumari, A. 2018. Effect of Spacing and Training on Growth and Yield of Polyhouse Grown Hybrid Cucumber (*Cucumis sativus* L.) *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci*, 7(5): 1844-1852.
19. Vennila C., Jayanthi C., Sankaran V.M. 2012. Vermicompost on crop production-A review. *Agricultural Reviews*. 33: 265-270.

## БИОХИМИЯ

КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ БЕЛКОВ В РАСТЕНИИ ВИДА *Atriplex pratovii*,  
ПРОИЗРАСТАЮЩЕГО НА ВЫСОХШЕМ ДНЕ АРАЛЬСКОГО МОРЯ*Матчанова Дурдона Шануровна**стажер-исследователь  
Института биофизики и биохимии при НУУз,  
Республика Узбекистан, г. Ташкент  
E-mail: [m\\_durdona@mail.ru](mailto:m_durdona@mail.ru)*QUANTITATIVE ANALYSIS OF TOTAL PROTEINS IN A PLANT *Atriplex pratovii*  
SPECIES GROWING ON THE DRY BOTTOM OF THE ARAL SEA*Durdona Matchanova**Researcher at the Institute  
of Biophysics and Biochemistry at the National University of Uzbekistan,  
Republic of Uzbekistan, Tashkent*

## АННОТАЦИЯ

В работе был проведен количественный анализ белков в растении вида *Atriplex pratovii*, произрастающего на высохшем дне Аральского моря. Растения вида *Atriplex pratovii* выращивали в 5 различных почвах, в бумажных стаканчиках диаметром 5 см. Содержание общего белка в растительных образцах определяли по общему содержанию азота. Анализы были проведены в лабораторных условиях в колбе Кельдаля.

## ABSTRACT

In this work, a quantitative analysis of proteins was carried out in a plant of the species *Atriplex pratovii* growing on the dried bottom of the Aral Sea. Plants of the species *Atriplex pratovii* were grown in 5 different soils, in paper cups 5 cm in diameter. The content of total protein in plant samples was determined from the total nitrogen content. The analyzes were carried out under laboratory conditions in a Keldahl flask.

**Ключевые слова:** белок, галофиты, *Atriplex pratovii*, растения, количественный анализ.

**Keywords:** protein, halophytes, *Atriplex pratovii*, plants, quantitative analysis.

## Введение

В настоящее время восстановление Аральского моря в прежних размерах – очень трудная задача, и она обусловлена водохозяйственным состоянием Узбекистана.

Наряду с этим была подтверждена целесообразность концентрации усилий по защите Приаралья в социально-природном направлении.

В Узбекистане был принят ряд решений, а также реализованы проекты, которые позволяют в значительной степени стабилизировать ситуацию в Приаралье. В настоящее время идут работы по продолжению развития Аральского моря в направлении значительного прогресса и наращивания как жизненного, так и природного потенциала территорий [4].

На сегодняшний день будущее Аральского моря остается актуальной задачей, которую нельзя снимать с региональной повестки. А также использование природных ресурсов, особенно скрининг биологически активных веществ, содержащихся в видах растений, и их использование в различных областях производства, сельского хозяйства, а также медицины и

фармации, считается одной из важнейших научных проблем [8].

Продуктивность видов растений, составляющих естественные пастбища, разбросанные по пустынным районам нашей республики, может быть рекомендована как ценные природные кормовые виды в зависимости от количества в их составе витаминов, белков и пептидов, углеводов.

Белки являются ключевыми регуляторами восприятия стресса. Растения, попадающие в условия стресса, синтезируют аминокислоту пролин в большом количестве. Пролин стабилизирует структуру белков, повышает количество связанной воды и уменьшает долю свободной воды. Растение тем самым становится устойчивым к засухе и высоким температурам. Аминокислота глицин тоже оказывает антистрессовое действие на растение и используется в синтезе большого количества белков, которые участвуют в регуляции стресса. Он тоже вырабатывается в большом количестве в условиях стресс-фактора. Эта аминокислота является очень хорошим проводником элементов питания, так как хорошо связывается с металлами и затягивает их в растения [2].

Солеустойчивые растения – галофиты, накапливающие большие концентрации солей в вакуолях из-за своего разнообразия, считаются богатым источником потенциальных новых культур. Галофиты испытаны в качестве овощных, кормовых и масличных культур в агрономических полевых испытаниях. Корма и продукты из семян галофитов могут заменить обычные ингредиенты в системах кормления животных с некоторыми ограничениями на их использование из-за высокого содержания соли и антипитательных соединений, присутствующих в некоторых видах. Галофиты находят применение в переработке засоленных сельскохозяйственных сточных вод и рекультивации засоленных почв в ирригационных районах засушливых зон, поэтому очень важно определять количество общих белков в данных растениях [5].

Растения галофит видов рода *Atriplex*, широко известные как солончаковые, являются хорошими кандидатами для посадки растений в засоленных районах и для повышения продуктивности в засушливых или полусушливых регионах мира из-за их солеустойчивости и высокой продуктивности.

Поэтому эти растения многие годы выращивали в качестве кормового кустарника на малопродуктивных сельскохозяйственных угодьях в Южной Африке, Австралии, США и Ближнем Востоке. Виды рода *Atriplex* демонстрируют значительные различия в своем химическом составе и значительно различаются по своей реакции на соли натрия. В литературе имеется обширная информация о химическом составе и пищевых характеристиках видов *Atriplex* [1].




#### Методы

Нами были собраны биоматериалы растения вида *Atriplex pratovii*, произрастающего на высохшем дне Аральского моря. Для сохранения естественного состояния образцы хранили в холодильнике при  $-20^{\circ}\text{C}$ .

В данной работе был проведен количественный анализ белков растения вида *Atriplex pratovii*. Эксперимент проводили в лаборатории экспериментальной полиплоидии и филогении хлопка Института генетики и экспериментальной биологии растений и в лаборатории химии белков и пептидов АН РУз Института биоорганической химии.

Таблица 1.

Виды почв, на которых выращивали растения вида *Atriplex pratovii*, произрастающего на высохшем дне Аральского моря

№	Виды почв	Число семян	Проростки (шт.)	Всхожесть семян, %
1	Полевая почва (песок – 0,25 г, орг. соед. – 0,25 г, почва – 0,5 г)	9	3	33,3 
2	Пористая почва 1 (песок – 0,25 г, почва – 0,25 г, торф – 0,25 г, полевая почва – 0,25 г)	9	–	–
3	Песок	9	–	–
4	Пористая почва 2, (почва – 0,25 г, полевая почва – 0,25 г, торф – 0,5 г)	9	6	66,6 
5	Торф (минеральное удобрение)	9	6	66,6 

Для нарушения покоя семена стратификации, то есть выдерживали семена в течение 10-20 дней в холодильнике. Микрофебрильную часть (органеллы клеток, поперечно полосатых мышц) образцов семян расслаивали, семена обрабатывали (стерилизовали) в слабом растворе перманганата калия (KMnO<sub>4</sub>) и затем промывали в дистиллированной воде для вымывания ингибиторов. Семена помещали в чашки Петри с увлажненной фильтровальной бумагой и помещали в термостат при температуре +27+33 °С на 24 часа. Семена высевали в теплице при температуре +22+24 °С в бумажных стаканчиках (диаметром 5 см и глубиной 12 см) и в различных почвах (табл. 1). Стаканчики регулярно поливали. Растения проросли в течение 1 месяца. Когда они стали достаточно большими, отдельные сеянцы переносили в отдельный горшок (диаметром 25 см и глубиной 50 см), содержащий такую же смесь почвы. Возраст растений определяли с момента прорастания семян [3].

Растения вида *Atriplex pratovii* выращивали в 5 различных почвах в бумажных стаканчиках диаметром 5 см (табл. 1).

#### Список литературы:

1. Шеримбетов С.Г. *Atriplex pratovii sukhor.* – М. : Ташкент, 2019. – 91 с.
2. *Atriplex canescens*, a valuable plant in soil rehabilitation and forage production. A review / D. Ma [et al.] // *Sci. Total Environ.* – 2022. – Vol. 804. – P. 150287.
3. *Atriplex nummularia* Lindl. As alternative for improving salt-affected soils conditions in semiarid environments: A field experiment / Y.J.A.B. Silva, Y.J.A.B. Silva, M.B.G.S. Freire, E.A.P.L. Lopes [et al.] // *Chil. J. Agric. Res.* – 2016. – Vol. 76, № 3. – P. 343–348.
4. Hakeem K.R., Ahmad P., Ozturk M. Crop improvement: New approaches and modern techniques // *Crop Improv. New Approaches Mod. Tech.* – 2013, January. – P. 1–493.
5. Identification of candidate genes related to salt tolerance of the secretohalophyte *Atriplex canescens* by transcriptomic analysis / H. Guo, L. Zhang, Y.N. Cui, S.M. Wang [et al.] // *BMC Plant Biol.* – 2019. – Vol. 19, № 1. – P. 1–17.
6. Mandák B., Pyšek P. Fruit dispersal and seed banks in *Atriplex sagittata*: The role of heterocarpy // *J. Ecol.* – 2001. – Vol. 89, № 2. – P. 159–165.
7. Mandák B., Pyšek P. The effects of light quality, nitrate concentration and presence of bracteoles on germination of different fruit types in the heterocarpous *Atriplex sagittata* // *J. Ecol.* – 2001. – Vol. 89, № 2. – P. 149–158.
8. Mishra A., Tanna B. Halophytes: Potential resources for salt stress tolerance genes and promoters // *Front. Plant Sci.* – 2017. – Vol. 8. – P. 1–10.

#### Результаты и обсуждение

В образце почв под № 1 из посаженных 9 семян выросло только 3 проростка. В образцах почв под № 2 и 3 семена не проросли. И в образцах почв под № 4 и 5 из посаженных 9 семян выросло по 6 проростков. Самая плодотворная почва под № 4 и 5.

По методу Кельдаля определили количество белков в растении вида *Atriplex pratovii*. Содержание общего белка в растительных образцах определяли по общему содержанию азота [6]. Анализы проводили в лабораторных условиях в колбе Кельдаля. Массовая доля белка в образце составила 17,56%.

#### Выводы

Исходя из результатов, можно сделать вывод, что в составе вида *Atriplex pratovii*, произрастающего на высохшем дне Аральского моря, более 50% сухой массы растений составляют белки. Они играют важную роль для защиты от воздействия климатических факторов, таких как засуха, наводнения, и в условиях низкотемпературного и солевого стресса.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЛИПОСОМАЛЬНОЙ ФОРМЫ КВЕРЦЕТИНА  
НА ОТДЕЛЬНЫЕ БИОХИМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ТКАНИ МОЗГА ЖИВОТНЫХ  
С ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ МОДЕЛЬЮ НЕЙРОДЕГЕНЕРАТИВНОГО СОСТОЯНИЯ**

**Мустафакулов Мухаммаджон Абдувалиевич**

канд. биол. наук,  
ст. науч. сотр. лаборатории метаболомики  
Института биофизики и биохимии,  
Республика Узбекистан, г. Ташкент  
E-mail: [mmustafakulov@bk.ru](mailto:mmustafakulov@bk.ru)

**Ишанходжаев Тохир Мухитдинович**

канд. биол. наук,  
ст. науч. сотр. лаборатории метаболомики  
Института биофизики и биохимии,  
Республика Узбекистан, г. Ташкент

**Зайнутдинов Баходир Рахилович**

канд. биол. наук,  
ст. науч. сотр. лаборатории метаболомики  
Института биофизики и биохимии,  
Республика Узбекистан, г. Ташкент

**Саатов Талат Саатович**

д-р биол. наук, проф.,  
акад., зав. лабораторией метаболомики  
Института биофизики и биохимии,  
Республика Узбекистан, г. Ташкент

**INVESTIGATION OF THE EFFECT OF THE LIPOSOMAL FORM OF QUERCETIN  
ON SPECIFIC BIOCHEMICAL PARAMETERS OF ANIMAL BRAIN TISSUE WITH  
AN EXPERIMENTAL MODEL OF A NEURODEGENERATIVE CONDITION**

**Muhammadjon Mustafakulov**

PhD; Senior Researcher Laboratory of Metabolomics,  
Institute of Biophysics and Biochemistry in Laboratory of Metabolomics,  
Institute of Biophysics and Biochemistry,  
Republic of Uzbekistan, Tashkent

**Tokhir Ishankhodzhaev**

PhD; Senior Researcher Laboratory of Metabolomics,  
Institute of Biophysics and Biochemistry in Laboratory of Metabolomics,  
Institute of Biophysics and Biochemistry,  
Republic of Uzbekistan, Tashkent

**Bakhodir Zaynutdinov**

PhD; Senior Researcher Laboratory of Metabolomics,  
Institute of Biophysics and Biochemistry in Laboratory of Metabolomics,  
Institute of Biophysics and Biochemistry,  
Republic of Uzbekistan, Tashkent

**Talat Saatov**

Dr. Biology. Sci, prof., acad. Laboratory of Metabolomics,  
Institute of Biophysics and Biochemistry in Laboratory of Metabolomics,  
Institute of Biophysics and Biochemistry,  
Republic of Uzbekistan, Tashkent

## АННОТАЦИЯ

Целью работы явилось исследование влияния модели нейродегенеративного состояния (НДС) на липидный состав, активность ПОЛ и ферментов антиокислительной системы nigrostriatalного участка ткани мозга и на параметры поведенческой активности животных, а также разработка способа коррекции возникающих изменений с помощью интраназального введения липосомальной формы кверцетина.

## ABSTRACT

The goal of the article is to study the effect of the neurodegenerative state (NDS) model on the lipid composition, the activity of LP and enzymes of the antioxidant system of the nigrostriatal area of brain tissue and on the parameters of behavioral activity of animals, as well as to develop a method for correcting emerging changes using intranasal administration of the liposomal form of quercetin.

**Ключевые слова:** нейродегенеративное состояние (НДС), поведенческие и когнитивные тесты, липидный состав, перекисное окисление липидов (ПОЛ), антиоксидантная система (АОС), супероксиддисмутаза (СОД), липосомы, кверцетин, биологически активные вещества (БАВ).

**Keywords:** neurodegenerative state (NDS); behavioral and cognitive tests; lipid composition; lipid peroxidation (LP); antioxidant system (AS); superoxide dismutase (SOD); liposomes; quercetin; biologically active substances (BAS).

## Введение

Нейродегенеративные заболевания занимают важное место среди причин, вызывающих снижение трудоспособности и повышение смертности населения. Многочисленные работы, направленные на исследование причин возникновения нейродегенеративных состояний (НДС), позволили собрать материал, касающийся факторов, лежащих в основе возникновения этих заболеваний, но понимание механизмов данного процесса остается далеко неполным. В качестве основных моментов развития НДС рассматривается агрегация  $\beta$ -амилоидного белка, гиперфосфорилирование белка тау, активация свободнорадикальных процессов, изменения в сфингомиелиновом цикле, активация микроглии и воспалительных процессов [16; 15; 7; 1]. Учитывая это, настоящая работа посвящена исследованию влияния модели НДС на липидный состав, активность ПОЛ и ферментов антиокислительной системы nigrostriatalного участка ткани мозга и на параметры поведенческой активности животных, а также разработке способа коррекции возникающих изменений с помощью интраназального введения липосомальной формы кверцетина. Выбор кверцетина обусловлен не только тем, что он обладает антиоксидантными и противовоспалительными свойствами, но и в связи с тем, что в настоящее время существуют коммерческие препараты кверцетина в липосомальной форме, которые используются при лечении офтальмологических и дерматологических заболеваний [10; 6], и разработка способа применения липосомальной формы кверцетина при лечении нейродегенеративных заболеваний, на наш взгляд, является перспективной.

## Материалы и методы

В работе были использованы беспородные крысы самцы весом 300–350 граммов, которые содержались на стандартной диете с добавлением холестерина в количестве 2% от объема пищи. Эксперименты на животных были одобрены представителями биоэтической комиссии по работе с лабораторными животными при локальном этическом комитете ИББ при Национальном университете Узбекистана имени Мирзо Улугбека и проводились согласно «Правилам

проведения работ с использованием экспериментальных животных». Животные содержались в хорошо вентилируемом, освещенном, отапливаемом помещении со своевременной уборкой, при 12-часовом световом цикле, не более пяти голов в одной клетке и имели свободный доступ к пище и воде.

До моделирования НДС животные прошли поведенческие тесты для выборки животных для последующих экспериментов [2]. После выборки 26 крыс были разделены на группы: активный контроль (КГ) – 5 голов: животным вводили интраназально физиологический раствор с диметилсульфоксидом (ДМСО) (8:2 по объему) и экспериментальная группа (ЭГ) с суммарным средним баллом по шкале Stroke index McGrow 2,5 [12], которая была разделена на 3 группы по 7 голов: ЭГ вводили интраназально ротенон в дозе 1,5 мг/кг веса в течение 13 дней и на 14-й день добавляли бактериальный липополисахарид (ЛПС) *E. coli* в дозе 200 мкг/кг веса [9]. ЭГ+ЛКЦ – экспериментальная группа с интраназально введенной липосомальной формой кверцетина (ЛКЦ) через 60 минут после ротенона. ЭГ+КЦ – экспериментальная группа с введенным интраназально кверцетином (КЦ) через 60 минут после ротенона. Малые одноламеллярные липосомы (МОЛ) размером 150–200 нм готовили из сфингомиелина (0,053М), фосфатидилхолина (0,038 М) и холестерина (0,024 М), выделенных из мозга крупного рогатого скота, взятых в мольном соотношении 7:5:3 и общей концентрацией липидов 50 мг/мл. В липидную пленку (СФ : ФХ : ХС) добавляли растворенный в физиологическом растворе и в ДМСО (8:2) кверцетин и в течение 10 мин при низких температурах обрабатывали ультразвуком при 22 кГц [3]. Невключенную часть кверцетина отделяли равновесным диализом, количество включенного кверцетина, которое составляло 60% от исходной величины, определяли тонкослойной хроматографией (ТСХ), как описано в работах [4; 18]. Липосомальную форму кверцетина (КЦ) в дозе 3,0 мг/кг веса и кверцетин без липосом в дозе 5,0 мг/кг веса вводили через 60 минут после введения ротенона и ЛПС интраназально. В течение всего периода эксперимента наблюдали за поведением животных проведением на 3, 6, 9 и 16-й день поведенческих тестов:

тест «Открытое поле» (ОП), «Крестообразный лабиринт» (КЛ), тест «Условная реакция пассивного избегания (УРПИ)» и тест «Условная реакция активного избегания (УРАИ)» [18] – для мониторинга воспроизведения модели НДС и исследования влияния кверцетина. Материалы нигростриатной системы мозга для биохимических исследований забиралась на 16 день после начала введения ротенона. Животных забивали под наркозом. Экстракцию общих липидов и фракционирование отдельных классов липидов проводили методом тонкослойной хроматографии по [8]. Количественное содержание липидов и белка – по [13]. Исходный уровень и наработку субстратов, реагирующих с тиобарбитуровой кислотой (ТБК), – по [11], активность ферментов АОС: каталазы, супероксиддисмутазы (СОД), глутатиопероксидазы (ГП) – по [5; 19; 17].

Оптические измерения проводили на спектрофотометре Cary 60 Agilent Technology. Обработку результатов исследования проводили определением статистической значимости различий средних величин, а также используя программу Origin 6.1. Для оценки достоверности (значимости) различий двух средних величин применяли t-критерий Стьюдента. Различия считались достоверными при  $p \leq 0,05$ .

### Результаты исследования

Исследование поведенческой активности (моторные тесты) животных в тесте «Открытое поле» до и после воспроизведения НДС и введения интраназально липосомальной формы кверцетина показало следующее (см. табл. 1).

Таблица 1.

### Признаки поведенческой активности животных в тесте «Открытое поле»

Признаки поведенческой активности	Группа животных (n=26)			
	КГ (n=5)	ЭГ (n=7)	ЭГ + ЛКЦ (n=7)	ЭГ+ КЦ (n=7)
Латентный период (с)	48,5±8,2	85,3±17,3*	58,2±9,2	69,2±6,3
Пройденный путь (м)	11,2±2,5	5,4±1,7	8,1±2,3	7,2±2,5
Число переходов	19,3±3,5	6,5±1,2*	14,2±1,7*	9,3±1,5
Число пересеченных квадратов	51,2±11,6	12,4±5,3*	33,1±8,4	20,3±7,6
Число грумингов	2,3±0,3	1,3±0,2	1,9±0,3	1,5±0,2
Число норковых рефлексов	23,1±3,1	9,2±2,5*	17,1±2,1*	11,4±2,3

Примечание: \* – наблюдаемые различия статистически значимы, уровень значимости  $p < 0,05$ .

**КГ** – группа с интраназально введенным физраствором с ДМСО, **ЭГ** – экспериментальная группа с введенным интраназально ротеноном + ЛПС, **ЭГ-ЛКЦ** – группа с интраназально введенной липосомальной формой КЦ, **ЭГ+ КЦ** – группа с интраназально введенным кверцетином.

Наблюдается заторможенность реакции животных: олигокинезия, увеличение латентного периода при посадке животных в установку ОП, уменьшение числа переходов и пересеченных квадратов, снижается норковый рефлекс. У 5% животных экспериментальной группы наблюдался в начальные периоды воспроизведения модели тремор конечностей и у 10% – ригидность мышц туловища, которую оценивали по выраженности симптома «горбатости» в баллах сопоставлением длины туловища животных. У экспериментальной группы животных, которым через час после введения ротенона вводили кверцетин в липосомальной форме (ЛКЦ) и кверцетин без

липосом (КЦ), значения исследованных параметров поведенческой активности в тесте ОП изменяются незначительно (см. табл. 1), приближаясь по абсолютным величинам к параметрам группы активного контроля. При этом влияние ЛКЦ при малой дозе активного вещества было более эффективным, чем при введении КЦ.

Исследование поведения животных (эмоционально-мотивационные тесты) в крестообразном лабиринте (см. табл. 2) и при проведении тестов УРПИ и УРАИ (см. табл. 3) показало следующее.

Таблица 2.

### Результаты исследования теста поведения животных в крестообразном лабиринте (КЛ)

Группы животных n=26	Латентный период (ЛП)	Время нахождения в рукаве (с)		
		Рукав А	Рукав Б (закрыт)	Рукав В
КГ n=5	8,7 ±2,4	151,3±21,3		148,3±21,2
ЭГ n=7	13,2±2,5	131,2±23,5		135,3±24,3
ЭГ + ЛКЦ (n=7)	9,2 ±2,1	146,7±18,3		146,5±20,5
ЭГ + КЦ (n=7)	9,5 ±2,3	139,1±21,4		140,6±18,3

Группы животных n=26	Латентный период (ЛП)	Время нахождения в рукаве (с)		
		Рукав А	Рукав Б (закрыт)	Рукав В
<b>Повторный тест через 24 часа</b>				
КГ n=5	8,6±2,4	135,1±20,1	125,6±15,3	132,5±16,1
ЭГ n=7	14,7±2,7	116,5±13,1	98,6±9,3	101,5±13,2
ЭГ + ЛКЦ (n=7)	8,2±2,4	125,6±16,5	120,1±10,1	121,5±12,1
ЭГ + КЦ (n=7)	11,8±2,3	123,7±12,5	115,3±11,5	108,5±13,1

Примечание: \* – наблюдаемые различия статистически значимы между КГ и ЭГ, уровень значимости  $p < 0,05$ .

В контрольной группе крыс при повторной посадке в крестообразный лабиринт с открытым новым рукавом не было заметных изменений во времени нахождения в рукаве: животные с любопытством осматривали и обнюхивали новый рукав. Экспериментальная группа животных быстро покидала новый рукав, не проявляя любопытства к новым условиям и запахам, что свидетельствует о нарушении в ЭГ

животных памяти и ориентации. У крыс, которые получали интраназально в липосомальной форме кверцетин, наблюдалась тенденция в увеличении времени исследования новых рукавов в сравнении с экспериментальной группой, что свидетельствует о способности этих препаратов ослаблять влияние нейротоксинов на память и ориентацию животных (табл. 2).

Таблица 3.

Результаты исследования тестов УРПИ и УРАИ в группе активного контроля, экспериментальной группе (ЭГ) и в группе ЭГ, которым вводили липосомальную форму кверцетина и кверцетин

Группы животных (n=27)	Количество б/рефлексов в % (тест УРПИ)	Количество у/рефлексов в % (тесты УРАИ)	Кол-во отказов от выполнения реакций (УРАИ) в %	Кол-во животных, достигших критерия обученности в %
КГ n=6	21,2±2,7	78,1±13,5	8,1±3,4	79,0
ЭГ n=7	77,5±13,4*	28,1±5,7*	65,1±7,5*	27,0
Животные ЭГ + ЛКЦ (n=7)	35,3±6,2*	65,2±9,2	10,5±2,8*	68,0
Животные ЭГ + КЦ (n=7)	45,2±6,5*	52,5±8,1	12,1±3,2*	55,0

Примечание: \* – наблюдаемые различия статистически значимы между группами и уровень значимости  $p < 0,05$ .

Установлено, что в группе активного контроле при проведении теста УРПИ после восьми повторов посадок животных в светлую часть камеры, с последующим болевом раздражителем в темной части камеры, к концу эксперимента только в 21,2% случаев животные заходили в темную часть камеры, в 78,1% случаев проведения теста память о болевом раздражителе сохранялась. В экспериментальной группе животных в 77,5% случаев крысы заходили в темную часть камеры, что свидетельствует о том, что условный рефлекс на болевой раздражитель сохранился у только у 28,1% животных.

Интраназальное введение липосомальной формы кверцетина экспериментальной группе крыс (ЭГ + ЛКЦ) через час после ротенона в течение 14 дней приводило к тому, что безусловный рефлекс (заход в темную часть камеры) сохранился в 35,3% случаев проведения теста УРПИ, при этом в 65,2% случаев животные не заходили в темную часть камеры и память о болевом раздражителе сохранялась. При введении кверцетина без липосом группе крыс

с ротеноном (ЭГ–КЦ) в 52,5% случаев животные не заходили в темную часть камеры в остальных случаях проведения теста, очевидно, память о болевом раздражителе не сохранилась. В контрольной группе крыс при обучении условной реакции активного избегания (тест УРАИ), критерия обученности (после 8 повторов) к концу эксперимента обучения достигли 79% крыс, а количество отказов от выполнения адекватных реакций составляло 8,1%. Обучение УРАИ животных экспериментальной группы (получавших ротенон + ЛПС) проходило значительно медленнее, и к концу эксперимента, после восьми повторов обучения, только у 27% животных достигли критерия обученности УРАИ при увеличении числа отказов от выполнения адекватных реакций. В группе крыс, получавших одновременно с ротеноном ЛКЦ и КЦ, критерий обученности при тех же условиях составил 68 и 55% соответственно.

Таким образом, результаты этой серии экспериментов показывают, что ЛКЦ и КЦ, введенные интраназально, проявляют протекторные свойства, снижая

нейротоксическое действие ротенона и ЛПС. При этом доза ЛКЦ, которая вызывает положительное инотропное действие, при воспроизведении модели НДС меньше, чем кверцетин без липосом. Это, возможно, связано с более эффективным проникновением липосомальной формы кверцетина через гематоэнцефалический барьер в центральную нервную систему и дополнительным влиянием самих липосом, которые

могут выполнять роль антиоксидантов, поглощая возникающие активные радикалы, и встраиваться в мембраны клеток, восстанавливая микровязкость отдельных участков мембран. В следующей серии экспериментов были исследованы липидный состав, активность ПОЛ и ферментов АОС нигростриатной системы мозга животных.

Таблица 4.

**Липидный состав стриатного участка мозга животных после воспроизведения модели НДС и введения липосомальной формы кверцетина и кверцетина**

Наименование липидов	КГ (n=5)	ЭГ (n=7)	ЭГ + ЛКЦ (n=7)	ЭГ + КЦ (n=7)
ЛФХ мкг Р/г ткани	10,3±0,8	14,1±1,2*	11,8±0,7	12,8±0,7
СФ мкг Р/г ткани	225,2±7,5	208,1±6,1	215,2±6,3	210,2±5,3
ФХ мкг Р/г ткани	559,8±10,6	532,0±9,5	550,8±11,5	540,8±11,5
ФС мкг Р/г ткани	86,5±5,5	70,4±5,1	77,5±4,5	72,5±5,3
ФИ мкг Р/г ткани	88,7±6,8	95,5±7,5	90,5±6,8	91,7±7,3
ФЭА мкг Р/г ткани	491,4±21,4	488,3±19,1	493,4±21,4	493,4±21,4
ДФГ мкг Р/г ткани	59,6±2,8	63,1±2,1	61,1±2,8	62,5±2,8
ФК мкг Р/г ткани	14,9±0,8	18,2±1,2*	15,2±0,8	16,4±1,1
ОФЛ мкг Р/г ткани	1536,4±30,3	1489,7±25,3	1515,5±28,3	1500,3±28,3
Цереброзиды мг/г ткани	7,8±0,4	8,6±0,5	7,6±0,4	8,0±0,6
Сульфатиды мг/г ткани	2,7±0,2	2,5±0,3	2,8±0,2	2,6±0,4
ОХС в мг/г ткани	19,7±0,81	22,1±0,85	20,3±0,75	21,3±0,75

Примечание: \* – наблюдаемые различия статистически значимы между КГ и ЭГ, уровень значимости  $p < 0,05$ .

ЛФХ – лизофосфатидилхолины, ФХ – фосфатидилхолины, СФ – сфингомиелины, ФС – фосфатидилсерины, ФИ – фосфатидилинозиты, ФЭА – фосфатидилэтанолламины, ДФГ – дифосфатидилглицериды, ФК – фосфатидная кислота, ОФЛ – общие фосфолипиды, ОХС – общий холестерин.

Из таблицы видно, что при воспроизведении модели НДС наблюдается достоверное увеличение содержания ЛФХ и ФК, содержание остальных фракций и общее содержание фосфолипидов меняется незначительно, хотя наблюдается некоторая тенденция в увеличении содержания ФИ и уменьшении СФ и ФХ фракций, а также увеличение на 15% относительного содержания холестерина к сумме фосфолипидов. Возможно, при введении нейротоксинов на фоне повышения свободнорадикального окисления липидов (см. табл. 4) увеличивается активность фосфолипаз, что и приводит к повышению содержания ЛФХ и ФК и изменяется микровязкость мембран нервных клеток, вызывая повышение холестерина в этом участке ткани мозга.

Следует отметить, что эти изменения в липидном спектре ткани мозга, возможно, оказывают влияние

на состояние рецепторных и синаптических участков мембран и на передачу сигнала нервными клетками, очевидно, этим можно объяснить наблюдаемые изменения в поведении животных при воспроизведении модели НДС.

Учитывая то что кверцетин и его метаболиты являются антиоксидантами, мы предприняли попытку исследовать влияние липосомальной формы кверцетина на активность ферментов АОС нигростриатной системы мозга животных с моделью НДС.

Исследование показателей ПОЛ и активности ферментов каталазы, СОД и глутатионпероксидазы (ГП) стриатного участка мозга животных при воспроизведении модели НДС и интраназальном введении липосомальной формы кверцетина животным показало следующее (см. табл. 5).

Таблица 5.

**Содержание МДА и активность ферментов АОС в стриатном участке мозга животных с моделью НДС и при введении липосомальной формы кверцетина и кверцетина**

№	Исследуемые группы	МДА нмоль/мг белка	Каталаза (U/мг белка)	СОД (U/ мг белка)	ГП нмоль/ мин мг белка
1	Контрольная группа (КГ) (n=5)	2,42±0,15	54,12±3,15	55,42±4,16	35,2±2,42
2	Экспериментальная группа ЭГ (n=7)	4,35±0,52*	35,23±3,51*	41,73±3,64*	31,4±2,53
3	ЭГ + ЛКЦ (n=7)	3,15±0,31*	46,54±3,31*	49,23±2,80	33,2±2,31
4	ЭГ + КЦ (n=7)	3,65±0,33	41,32±3,52	45,63±3,10	32,4±2,25

Примечание: \* – наблюдаемые различия статистически значимы между группами, уровень значимости  $p < 0,05$ .

Из таблицы видно, что при воспроизведении модели НДС увеличивается уровень окрашиваемых тиобарбитуровой кислотой продуктов на 79%, на фоне снижения активности ферментов антиоксидантной системы: каталазы – на 35% и СОД – на 24,7% и активности ГП на – 10,8% соответственно. При введении животным липосомальной формы кверцетина и кверцетина без липосом уровень МДА в нигростриатном участке ткани мозга снижается по сравнению с экспериментальной группой животных на 27,6% и на 16,0% и составляет 3,15 и 3,65 нмоль на мг белка соответственно. Липосомальная форма кверцетина, введенная после ротенона, увеличивает активность ферментов АОС по сравнению с экспериментальной группой животных, в частности каталазы и СОД, на 32 и 19% соответственно, активность ГП не изменялась и при воспроизведении модели НДС, и после введения кверцетина. Влияние кверцетина в нелипосомальной форме на исследованные биохимические показатели было менее значительным (см. табл. 4).

### Заключение

Таким образом, при воспроизведении модели нейродегенеративного состояния введением ротенона и ЛПС наблюдается активация перекисного окисления липидов на фоне снижения активности ферментов АОС, что вызывает изменения в липидном составе нигростриатного участка ткани мозга. Эти изменения в липидном спектре, возможно, оказывают влияние на рецепторные и синаптические участки и на передачу сигнала нервными клетками, что мы и наблюдаем при исследовании поведенческой активности животных при воспроизведении модели НДС. Известно, что при энтеральном введении биологически активных веществ (БАВ) 80% активного вещества расщепляется в желудке и захватывается паренхиматозными тканями, и только 20% достигает цели.

### Список литературы:

- Алесенко А.В. Потенциальная роль сфинголипидов в нейропатогенезе болезни Альцгеймера // Биомедицинская химия. – 2013. – Т. 59, вып. 1. – С. 25–50.
- Амикишиева А.В. Поведенческое фенотипирование: современные методы и оборудование // Информац. Вестн. ВОГиС. – 2009. – № 3. – С. 529–542.
- Дубровина Н.И. Дофаминергические механизмы памяти и внимания / Н.И. Дубровина, Л.В. Лоскутова. – Новосибирск : Наука, 2003. – 278 с.
- Изучение антиоксидантной и антирадикальной активности листьев *Isatis Tinctoria L* / М.А. Мустафакулов [и др.] // Universum: химия и биология. – 2022. – № 7-1 (97). – С. 40–44.
- Методические положения по изучению процессов свободнорадикального окисления и системы антиоксидантной защиты организма. Метод определения малонового диальдегида в крови. – Воронеж, 2010. – С. 37–39.
- Наумов А.А. Благоприятное действие липосомальной формы дигидрокверцетина на процесс регенерации кожи после термического ожога // Цитология. – 2010. – Т. 52, № 4. – С. 311–316.
- Пчелина С.Н. Альфа-синуклеин как биомаркер болезни Паркинсона / Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова РАН; Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова. – СПб., 2011. – Т. 5, № 4. – С. 46–51.
- Руководство по проведению доклинических исследований лекарственных средств / А.Н. Миронов [и др.]. – М., 2012. – Ч. 1. – С. 223, 278–280.

9. Способ моделирования нейродегенеративного поражения центральной нервной системы у крыс // Патент Республики Беларусь ВУ 11160 С1. 2008 / Мойсеенок А.Г., Омелянчик С.Н., Шевалье А.А., Евкович И.Н. [и др.].
10. Сравнительная фармакокинетика дигидрокверцетина у крыс после введения внутрь в виде субстанции и липосомального препарата Фламена D / В.П. Жердев, Г.Б. Кольванов, А.А. Литвин, А.К. Сариев [и др.] // Экспериментальная и клиническая фармакология. – 2010. – Т. 73, № 1. – С. 23–25.
11. Handloser D., Widmer V., Reich E. Separation of phospholipids by HPTLC – an investigation of important parameters // Journal of Liquid Chromatography & Related Technologies. – 2008. – Iss. 31. – P. 1857–1870.
12. McGraw C.P., Pashayan A.G., Wendel O.T. Cerebral infarction in the mongolian gerbil exacerbated by phenoxybenzamine treatment // Stroke. – 1976. – № 7 (5). – P. 485–488.
13. Morris Kates. Techniques of Lipidology. Isolation, analysis and identification of lipids. – Elsevier Publishing Co., Inc. New York, 1972.
14. Neurodegeneration type and severity have linkage with plasma insulin in DM patients / T. Saatov [et al.] // Endocrine Abstracts. – Bioscientifica, 2022. – Т. 81.
15. Overk C.R., Masliah E. Pathogenesis of synaptic degeneration in Alzheimer’s disease and Lewy body disease // Biochem. Pharmacol. – 2014. – Vol. 88. – P. 508–516.
16. Rates of b-amyloid accumulation are independent of hippocampal neurodegeneration / C.R. Jack, H.J. Wiste, D.S. Knopman [et al.] // Neurology. – 2014. – Vol. 82. – P. 1605–1612.
17. Rice-Evance C.A., Diplock A.T., Symons M.C. Techniques in free radical research. – Elsevier, Amsterdam, 1991.
18. Study on compositions of lipids in tissues of rats with alimentary obesity / S. Irgasheva [et al.] // Endocrine Abstracts. – Bioscientifica. – 2019. – Т. 63.
19. Study on some parameters of lipid metabolism in the cerebral tissues of rats with the rotenone-induced model of Parkinson’s disease / I.T. Mukhitdinovich [et al.] // European science review. – 2019. – Т. 2, № 1-2. – С. 15–19.
20. The effect of ngf on indicators of the antioxidant system in rat brain tissue / M. Mukhammadjon [et al.] // Universum: химия и биология. – 2021. – № 9 (87). – С. 82–86.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕРБИЦИДНОЙ АКТИВНОСТИ  
СМЕСОВОЙ КОМПОЗИЦИИ МЕФОСИН****Рахматов Элёр Оманкулович**

старший исследователь,  
Институт химии растительных веществ АН РУз,  
Республика Узбекистан, г. Ташкент  
E-mail: [elyor-rahmatov@mail.ru](mailto:elyor-rahmatov@mail.ru)

**Йулдошев Шокир Уринович**

PhD по хим. наукам, ст. науч. сотр.,  
Институт химии растительных веществ АН РУз,  
Республика Узбекистан, г. Ташкент  
E-mail: [www.yuy.2014@mail.ru](mailto:www.yuy.2014@mail.ru)

**Абдуразаков Аскар Шералиевич**

PhD по хим. наукам, ст. науч. сотр.,  
Институт химии растительных веществ АН РУз,  
Республика Узбекистан, г. Ташкент  
E-mail: [asqar2606@mail.ru](mailto:asqar2606@mail.ru)

**STUDY OF THE HERBICIDAL ACTIVITY OF THE MIXED COMPOSITION MEFOSIN****Elyor Rakhmatov**

Senior researcher,  
Institute of the Chemistry of Plant Substances,  
Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,  
Republic of Uzbekistan, Tashkent

**Shokir Yuldoshev**

PhD in Chemical Sciences, Senior Scientist,  
Institute of the Chemistry of Plant Substances,  
Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,  
Republic of Uzbekistan, Tashkent

**Askar Abdurazakov**

PhD in Chemical Sciences, Senior Scientist,  
Institute of the Chemistry of Plant Substances,  
Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,  
Republic of Uzbekistan, Tashkent

**АННОТАЦИЯ**

Исследована в лабораторных и вегетационных условиях гербицидная активность смесовой композиции «Мефосин» и ее компонентов. Показано, что композиция «Мефосин» проявляет более эффективную гербицидную активность по сравнению с исследуемыми гербицидами. Установлено, что фактический эффект смесовой композиции «Мефосин» значительно больше (27,2–32,1 и 11,0–16,4%), чем эффекты компонентов «Глифосат» и «Мебинол» по отдельности при одних и тех же дозах препаратов, что может говорить о синергизме компонентов композиции в характере биологического (физиологического) взаимодействия.

**ABSTRACT**

The herbicidal activity of the mixed composition Mefosin and its components was studied under laboratory and vegetative conditions. It is shown that the Mefosin composition exhibits more effective herbicidal activity compared to the studied herbicides. It has been established that the actual effect of the mixed composition Mefosin is significantly greater (27.2–32.1 and 11.0–16.4%) than the effects of the Glyphosate and Mebinol components separately at the same doses of drugs, which can indicate the synergism of the components compositions in the nature of biological (physiological) interaction.

**Ключевые слова:** растение, сорняки, гербицидная активность, композиция, синергизм.

**Keywords:** plant, weeds, herbicidal activity, composition, synergism.

### Введение

Уничтожение нежелательной растительности в растениеводстве и в землях несельскохозяйственного назначения (газоны, теннисные корты, общественные парки, производственные территории, обочины автодорог и железных дорог, вдоль линии государственной границы и др.) является периодически повторяющейся задачей, и для решения этой задачи требуются эффективные гербицидные препараты [5]. На сегодняшний день исследователями в области синтетической химии разработаны и разрабатываются большое количество химических препаратов, эффективных для борьбы с такой нежелательной растительностью [3; 4; 13].

Разрабатываемые и используемые химические препараты с гербицидной активностью многочисленны. Также существуют и многочисленные виды сорной растительности, рост которых нужно контролировать, более того, появление нежелательной растительности длится продолжительный период времени. Интенсивное использование гербицидов привело к появлению резистентных биотипов сорных растений и существенному снижению биологической эффективности существующих препаратов. Для контроля устойчивых сорняков необходимо использовать весьма высокие дозы применения гербицидов. С каждым годом увеличивается спрос и растет цена на рынке гербицидов, вследствие чего затраты на обработку полей гербицидными препаратами стали для потребителей непомерно высокими [5; 3; 4; 13]. Более того, любое отдельно взятое индивидуальное соединение из многочисленных гербицидных средств не может удовлетворить всем требованиям, предъявляемым в отношении гербицидов, по таким параметрам, как гербицидная активность, спектр гербицидного действия, селективность к полевым культурам, безопасность для людей и для окружающей среды [11; 12]. Это, в свою очередь, требует от исследователей оптимизации научно-исследовательских и экспериментальных работ по поиску альтернативных способов применения гербицидов в виде композиций, обладающих широким спектром подавления сорняков в малых дозах в результате возникновения еще мало изученного феномена синергизма. Синергизм – взаимодействие двух веществ, дающее больший эффект, чем сумма эффектов каждого из них, и наблюдающееся при комбинации препаратов. Комбинация проявляет не только высокий уровень гербицидной активности, но и подавляет более широкий спектр видов сорняков, которые не в состоянии подавлять индивидуальные компоненты по отдельности [4; 11; 12; 10; 2; 1; 7; 8; 14]. Поэтому синтез и разработка новых смесовых композиций гербицидов, позволяющих эффективно бороться с широким спектром физиологической и видовой устойчивостью сорной растительности, является наиболее актуальной задачей сегодняшнего дня.

**Цель исследований** – исследование гербицидной активности смесовой композиции «Мефосин» и ее компонентов.

### Методы и объекты исследований

Объектами исследования явились гербицидная композиция «Мефосин», гербициды «Мебинол», «Глифосат», «Прометрин» и представители сорной растительности Дурнишник обыкновенный (*Xanthium strumarium*) и Марь белая (*Chenopodium album L.*).

Лабораторные эксперименты по установлению ингибиторной (гербицидной) активности препаратов проводили на недельных проростках Дурнишника обыкновенного (*Xanthium strumarium*), для чего недельные проростки Дурнишника обыкновенного (*Xanthium strumarium*) выдерживали в растворах гербицидов с концентрацией  $1 \cdot 10^{-3}$ – $1 \cdot 10^{-6}$ % в течение 1 часа. В качестве эталона использовали гербицид «Прометрин» в тех же концентрациях, что и опытные препараты. Контрольные растения выдержали в дистиллированной воде. Через час корни обработанных проростков промывали водой и по 20 проростков каждого варианта заворачивали в фильтровальную бумагу размером  $10 \times 75$  см, помещали в стаканы с водой объемом 50 мл и выращивали в термостате при  $28^\circ\text{C}$  в течение 3 сут. После чего измеряли длину стеблей и корней проростков. Гербицидные активности изучаемых веществ рассчитывают по формуле [6]:

$$Ag = \Gamma/\Delta,$$

где Ag – гербицидное действие веществ, %;

Г – длина стебля и корня опытных растений, мм;

Э – длина ствола и корня контроля, мм.

Вегетационные испытания смесовой композиции «Мефосин» и ее компонентов с использованием тест-растения проводили в условиях искусственного климата с регулируемыми гидротермическими и световыми режимами при послеваходовом применении. Тест-растения выращивали в бумажных стаканах диаметром 70 мм и объемом  $500 \text{ см}^3$ . В качестве тест-растения использовали сорную растению Марь белая (*Chenopodium album L.*). Растение выращивали в условиях освещенности  $25 \text{ кЛк}$  в течение 16 ч при  $t 25^\circ\text{C}$  (день) и 8 часов без освещения с  $t 20^\circ\text{C}$  (ночь) при поддержании влажности почвы на уровне 60% ПВ.

Обработку тест-растений проводили рабочими растворами препаратов с концентрацией из расчета гектарной нормы гербицидов  $1,5 \text{ кг/га}$  с помощью опрыскивателя ОП-5, снабженного пневматическими распылителями, настроенными на режим, приближенный к производственным условиям (расхода рабочей жидкости  $300 \text{ л/га}$ , объем образующихся капель –  $200 \text{ мкм}$ ). Контрольные растения обрабатывали водой [9]. На 20-й день после обработки гербицидами опытные тест-растения срезали и измеряли их биомассу, которые сравнивали с аналогичными данными контрольных растений, не обработанных гербицидами.

### Результаты и обсуждения

Результаты лабораторных экспериментов оценки ингибиторной активности смесовой композиции «Мефосин» и ее компонентов на биотестах *Xanthium strumarium* показали, что на исследуемых одинаковых концентрациях препарат «Мефосин» проявил более сильное угнетение тест-растения в виде ослабления

и отставания в росте вегетативных органов по сравнению с компонентами по отдельности и эталона (табл. 1). При этом препарат «Мефосин» в концентрациях  $1 \cdot 10^{-3}$  и  $1 \cdot 10^{-6}$  ингибировал длины корня *Xanthium strumarium* на 61,3–47,7 и ствола 38,7–31,5% соответственно больше по сравнению с контролем (100%).

Таблица 1.

Ингибиторная активность смесовой композиции «Мефосин» и ее компонентов на биотестах *Xanthium strumarium*

№	Варианты	Конц-я пр-та, %	Длина корня		Длина ствола	
			мм	%	мм	%
1	«Глифосат» (36%, в.р.)	$1 \cdot 10^{-3}$	37,4	71,4	71,1	71,3
		$1 \cdot 10^{-6}$	30,3	57,8	78,3	78,5
3	«Мебинол» (50%, в.р.)	$1 \cdot 10^{-3}$	41,2	78,6	72,1	72,3
		$1 \cdot 10^{-6}$	45,2	86,3	70,6	70,8
7	«Мефосин» (50%, в.э.)	$1 \cdot 10^{-3}$	20,3	38,7	61,1	61,3
		$1 \cdot 10^{-6}$	27,4	52,3	68,3	68,5
14	«Прометрин» (эталон)	$1 \cdot 10^{-3}$	58,5	111,6	80,2	80,4
		$1 \cdot 10^{-6}$	52,6	100,4	96,1	96,3
15	Контроль	H <sub>2</sub> O	52,4	100	99,7	100

При тех же концентрациях компоненты композиции «Глифосат» и «Мебинол» ингибировали развитие корневой системы и ствола тест-растения намного меньше, чем «Мефосин». В заданных концентрациях ингибирование «Глифосатом» длины корня тест-растения составило 28,6–42,2% и ствола – 21,7–21,5%, а «Мебинолом» соответственно 21,4–13,7% и 27,7–29,2% по отношению к контролю. Интересно отметить, что «Прометрин» (эталон) не ингибировал корневую систему, а скорее, наоборот, немного стимулировал на 0,4–0,6%, при этом наблюдалось ингибирование стебля на 19,6% по сравнению с контролем.

Вегетационные испытания смесовой композиции «Мефосин» и ее компонентов с использованием в качестве тест-растения сорняка Марь белая (*Chenopodium album L.*) в условиях искусственного климата также показали, что композиция «Мефосин» проявила наибольшую гербицидную активность по отношению к сорному растению *Chenopodium album*, подавляя биомассы корня и стебля тест-растения на 84,1 и 80,0% соответственно по сравнению с контролем (рис. 1).

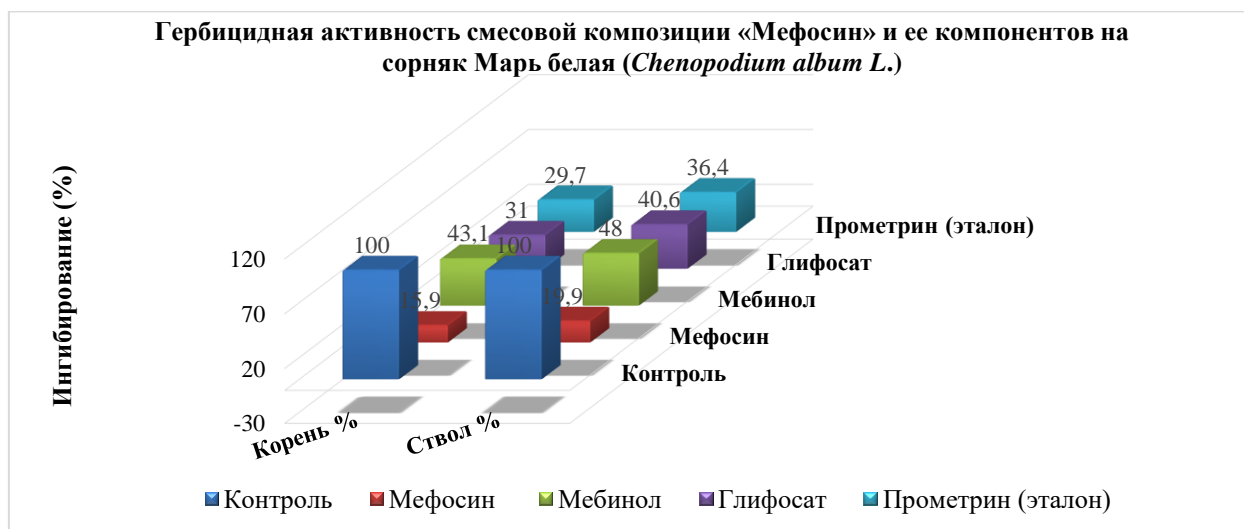


Рисунок 1. Гербицидная активность смесовой композиции «Мефосин» и ее компонентов на сорняк Марь белая (*Chenopodium album L.*)

Компоненты смесовой композиции «Глифосат» и «Мебинол» также проявили высокий процент гербицидной активности. При этом «Глифосат» ингибировал развитие корневой системы и стебля сорняка на 69,0–63,6%, в то время как у «Мебинола» этот показатель составил 56,9–52,0% соответственно по сравнению с контролем. Композиция «Мефосин» ингибировала рост и развитие корня и стебля *Chenopodium album* на 27,2–32,1 и 11,0–16,4% соответственно больше, чем свои компоненты «Глифосат» и «Мебинол». При этом гербицид «Прометрин» (эталон) подавлял биомассы корня растения на 70,3% и стебля – на 63,6%.

### Выводы

Исследование гербицидной активности смесовой композиции «Мефосин» и ее компонентов в лабораторных и вегетационных условиях показало эффективную гербицидную активность «Мефосина» по сравнению с компонентами композиции «Глифосат», «Мебинол» и гербицида «Прометрин» в качестве эталона. В лабораторных экспериментах ингибирование длины корня *Xanthium strumarium* препаратом «Мефосин» в концентрациях  $1 \cdot 10^{-3}$  и  $1 \cdot 10^{-6}$  составило 61,3–47,7 и стебля 38,7–31,5% соответственно по сравнению с контролем. При этом ингибирование компонентами композиции составили: «Глифосат»: корни 28,6–42,2 % и ствол 21,7–21,5%; «Мебинол»: корни 21,4–13,7% и ствол 27,7–29,2%

по сравнению с контролем. «Прометрин» (эталон) не ингибировал корневой системы, скорее, наоборот, немного стимулировал на 0,4–0,6%, при этом наблюдалось ингибирование стебля на 19,6% по сравнению с контролем.

Результаты вегетационных опытов также показали, что композиция «Мефосин» проявила наиболее гербицидную активность, подавляя биомассы корней и стебля тест-растения на 84,1 и 80,0% соответственно по сравнению с контролем. При этом ингибирование корневой системы и стебля сорняка гербицидами компонента композиции и эталона составили: «Глифосат» – 69,0–63,6%, «Мебинол» – 56,9–52,0% и «Прометрина» (эталон) – 70,3–63,6%. Компоненты смесовой композиции «Глифосат» и «Мебинол» подавляют биомассы корня и ствола по сравнению с контролем намного меньше (27,2–32,1 и 11,0–16,4% соответственно), чем «Мефосина».

Таким образом, результаты сравнительной гербицидной активности смесовой композиции «Мефосин» и ее компонентов на всех опытах показали, что фактический эффект смесовой композиции значительно больше, чем эффекты компонентов по отдельности при одних и тех же дозах препаратов, что может говорить о синергизме компонентов композиции в характере биологического (физиологического) взаимодействия.

### Список литературы:

1. Гербицидная композиция и способ повышения эффективности действия гербицида на основе глифосата // Патент РФ 2584434 С2. 2016. Бюл. № 14 / Котляров В.В., Донченко Д.Ю., Котляров Д.В.
2. Гербицидный состав на основе глифосата и способ его применения // Патент РФ. 2681569 С2. 2019. Бюл. № 8 / Котляров В.В., Донченко Д.Ю., Котляров Д.В., Сединина Н.В.
3. Захаренко В.А. Защита растений в третьем тысячелетии (Материалы XIV Международного конгресса по защите растений) // Агрехимия. – 2000. – № 4. – С. 75–93.
4. Зинченко В.А. Химическая защита растений: средства, технология и экологическая безопасность : учеб. пособие для вузов. – М. : КолосС, 2005. – 232 с.
5. История развития и проблемы защиты растений / А.Ф. Ченкин, В.А. Захаренко, Н.Н. Мельников, В.П. Васильев. – М. : РАСХН, 1997. – 331 с.
6. Методические рекомендации по проведению лабораторного скрининга синтетических регуляторов роста растений / Н.М. Жирмунская [и др.]; ВНИИ хим. средств защиты растений, отд-ние НИИТЭХИМА. – Черкассы: НИИТЭХИМ, 1985. – С. 29.
7. Повышение эффективности гербицидов – ингибиторов ацетил-КоА-карбоксилазы при использовании их в композиции с новыми производными динитроанилинов / С.П. Ожередов, А.И. Емец, В.Н. Брицун, М.О. Лозинский [и др.] // Физиология и биохимия культ. растений. – 2011. – Т. 43, № 2. – С. 122–128.
8. Скрининг новых синтезированных 2,6-динитроанилинов на фитотоксичность и антимиотическую активность / С.П. Ожередов, А.И. Емец, В.Н. Брицун, И.П. Ожередова [и др.] // Цитология и генетика. – 2009. – Т. 43, № 5. – С. 3–13.
9. Спиридонов Ю.Я., Ларина Г.Е., Шестаков В.Г. Методическое руководство по изучению гербицидов, применяемых в растениеводстве. – М. : Печатный Город, 2009. – С. 81–117.
10. Список пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. – Агрорус, 2016. – С. 504–505, 324.
11. Controlling pesticide loss through nanonetworks / Y. Xiang, M. Wang, X. Sun, D. Cai [et al.] // ACS Sustainable Chemistry & Engineering. – 2014. – Vol. 2, № 4. – P. 918–924.
12. Efficient approach to discover novel agrochemical candidates: intermediate derivatization method / C. Liu, A. Guan, J. Yang [et al.] // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 2015.

13. El-Nahhal Y., Wheidi B., El-Kurdi S. Development of Ecologically Acceptable Chlorpyrifos Formulation for Effective and Safe Application // J. Encapsul. Adsorp. Sci. (JEAS). – 2016. – Vol. 6, № 3. – P. 91–108.
14. Synergism of herbicide toxicity by 5-aminolevulinic acid is related to physiological and ultra-structural disorders in crickweed (*Malachium aquaticum* L.) / Ling Xu, Wenfang Zhang, Basharat Ali, Faisal Islam [et al.] // Pesticide Biochemistry and Physiology. – 2015. – Vol. 125. – P. 53–61.

**ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ РАСТЕНИЙ**

DOI – 10.32743/UniChem.2023.103.1.14721

**ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ И БЕЛКОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ  
ОБРАБОТАННЫХ ПОЛИПРЕНОЛАМИ****Тураева Саида Муратовна**

канд. биол. наук (PhD),  
лаборатории биологии лекарственных и технических растений,  
Институт химии растительных веществ,  
Академия наук Республики Узбекистан,  
Республика Узбекистан, г. Ташкент  
E-mail: [saidaicps@gmail.com](mailto:saidaicps@gmail.com)

**Рахимова Шахноза Хакимджановна**

ст. науч. сотр., канд. тех. наук (PhD),  
лаборатории химии высокомолекулярных веществ,  
Институт химии растительных веществ,  
Академия наук Республики Узбекистан,  
Республика Узбекистан, г. Ташкент

**Мамарозиков Умид Бахтиёрович**

млад. науч. сотр., PhD докторант,  
отдел органического синтеза и защита растений,  
Институт химии растительных веществ,  
Академия наук Республики Узбекистан,  
Республика Узбекистан, г. Ташкент

**Курбанова Эльвира Рашидовна**

млад. науч. сотр., PhD докторант,  
лаборатории биологии лекарственных и технических растений,  
Институт химии растительных веществ,  
Академия наук Республики Узбекистан,  
Республика Узбекистан, г. Ташкент

**Нурмахмадова Парвина Акмалжановна**

мл. науч. сотр.  
лаборатории биологии лекарственных и технических растений,  
Институт химии растительных веществ,  
Академия наук Республики Узбекистан,  
Республика Узбекистан, г. Ташкент

**Шоймуродов Абдор**

ст. науч. сотр., канд. сел.хоз. наук (PhD),  
Научно-исследовательский институт  
земледелия южных регионов,  
Республика Узбекистан, г. Карши

**Жураев Диер Турдикулович**

ст. науч. сотр., док. сел.хоз. наук (DSc),  
Научно-исследовательский институт  
земледелия южных регионов,  
Республика Узбекистан, г. Карши

**STUDY OF THE CHEMICAL ELEMENTS AND PROTEINS  
OF WINTER WHEAT TREATED WITH POLYPRENOLS****Saida Turaeva**

PhD, junior researcher,  
Institute of the Chemistry of Plant Substances,  
Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,  
Republic of Uzbekistan, Tashkent

**Shaxnoza Raximova**

PhD, senior researcher,  
Institute of the Chemistry of Plant Substances,  
Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,  
Republic of Uzbekistan, Tashkent

**Umid Mamarozikov**

Basic doctoral student,  
Institute of the Chemistry of Plant Substances,  
Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,  
Republic of Uzbekistan, Tashkent

**Elvira Kurbanova**

Basic doctoral student,  
Institute of the Chemistry of Plant Substances,  
Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,  
Republic of Uzbekistan, Tashkent

**Parvina Nurmakhadova**

Junior researcher,  
Institute of the Chemistry of Plant Substances,  
Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,  
Republic of Uzbekistan, Tashkent

**Diyor Juraev**

DSc, senior researcher,  
Southern Research Institute of Agricultural,  
Republic of Uzbekistan, Karshi

**Abror Shoymurodov**

PhD, senior researcher,  
Southern Research Institute of Agricultural,  
Republic of Uzbekistan, Karshi

**АННОТАЦИЯ**

В данной статье рассмотрено влияние полипренолов растений *Paulownia tomentosa* S. и *Gossypium hirsutum* L. на содержания макро и микроэлементов, а также белков озимой пшеницы. В результате исследований было определено, что полипренолы способствует накоплению макроэлементов (Ca, P) и микроэлементов (Fe, Ti, Sn) в растениях.

**ABSTRACT**

This article discusses the effect of polyprenols of *Paulownia tomentosa* S. and *Gossypium hirsutum* L. on the content of macro and microelements, as well as winter wheat proteins. As a result of research, it was determined that polyprenols contribute to the accumulation of macroelements (Ca, P) and microelements (Fe, Ti, Sn) in plants.

**Ключевые слова:** *Paulownia tomentosa* S., *Gossypium hirsutum* L., полипренолы, озимая пшеница, белки.

**Keywords:** *Paulownia tomentosa* S., *Gossypium hirsutum* L., polyprenols, winter wheat, proteins.

Биологически активные соединения являются важнейшим фактором из решающих факторов, регулирующих процессов органогенеза на всех этапах развития растений [1, с.1291-1298]. Биологически

активные вещества могут стимулировать или замедлять физиологический процесс в зависимости от концентрации этих веществ [2, с. 81-83; 3, с. 30– 33;

4, с. 270; 5, с.16-20]. Исследование механизмов регуляторных процессов растений является научной основой практического применения биологически активных соединений в производстве сельского хозяйства, что делает их эффективным средством при формировании урожая и его качества [6, 110].

В настоящее время изменение климата приводит к снижению урожая озимой пшеницы. В последние годы повышение урожайности озимой пшеницы и улучшение качества зерна является актуальной задачей сельского хозяйства.

Важную физиологическую роль в жизни растений выполняют микроэлементы. Микроэлементы катализируют различные биохимические процессы, протекающие в организме растений, они повышают активность многих ферментов и иммунитет растений к болезням и вредителям [7, с.324; 8, с. 110].

Известно, что нехватка микроэлементов в растениях приводит к резкому снижению урожайности и его качества. При дефиците марганца наблюдается снижение содержания ДНК и РНК в растениях [9, с. 247]. Особую роль в регулировании генетической функции растений выполняет марганец, усиливая синтез белков, аминокислот, полипептидов и аскорбиновой кислоты.

Актуальность изучения содержания химических элементов в растениях также связана с необходимостью регулирования их количества в рационах человека, контролем использования минеральных удобрений, оценкой обеспеченности микроэлементами земель сельскохозяйственного назначения. Решение этой задачи предусматривает изучение влияния природных регуляторов роста, поскольку они способствуют накоплению микроэлементов, обладают меньшей токсичностью [11, с. 43-60]. Регуляторы роста растений способствуют росту и развитию растений от прорастания семян до зрелости растений [12, с. 160].

**Цель.** Целью настоящих исследований является изучение влияния полипренолов растений *Paulownia tomentosa* S. и экстракт растения *Gossypium hirsutum* L. (Учкун - содержащие полипренолы) на количественный состав микро - и макроэлементов в обработанных растениях и содержание белков проростках озимой пшеницы сорта Бунёдокр.

## Методы исследования

Петролейно эфирный экстракт листьев растений *P. tomentosa* фракционировали на колоночной хроматографии и выделяли полипренолы [13, с. 104].

Мелкоделяночные опыты по определению эффективности полипренола растения *P. tomentosa* и биостимулятор Учкун были проведены на территории института химии растительных веществ АН РУз. Эксперименты проводились согласно по общепринятой методике [14, с.160-164]. В мелкоделяночном опыте полипренолы испытывались с помощью метода предпосевого увлажнения семян, а также метода опрыскивания растений во время вегетации. Ширина междурядий 90 см. Предшественник-пшеница. За вегетационный период посева получили две подкормки азотными удобрениями, три культивации, четыре полива и два ручных мотыжения.

Количественный анализ состава макро и микроэлементов на озимой пшенице был изучен методом оптика эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной аргоновой плазмы ОЭС с ИСП Optima-2400 DV (Perkin Elmer США) [15, с. 43]. Количественное определение общего азота и белка на проростках пшеницы проводили спектрофотометрическим методом [16, с. 430].

## Результаты исследования и обсуждение

Изучено действие предпосевной обработки семян озимой пшеницы полипренолами *P. tomentosa* и биостимулятор Учкун на накопление микро – и макроэлементов в растениях.

Полученные результаты исследований свидетельствуют об усилении энергии прорастания семян при предпосевной обработке семян используемыми полипренолами полевой всхожести.

В результате исследований было определено, что предпосевная обработка семян озимой пшеницы полипренолами растения *P. tomentosa* способствовала накоплению макроэлементов (Ca, P) и микроэлементов (Fe, Ti, Sn). При обработке биостимулятором Учкун наблюдалось увеличение содержание (Mg, Sn) в растениях (табл 1).

Таблица 1.

Содержание макро – и микроэлементов в зеленой массе озимой пшеницы в вегетационном опыте, конец кушения, 2022 г.

№ п/п	Наименование пробы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
		Si	Al	Ca	Na	K	Fe	Mg	P	Ba	Sr	B	Mn	V	Ti	Cr	Pt	Pd	Os	Ir	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	As	Bi	Ni
массовая доля в %																												
1	Контроль	28	0,3	7	0,8	2	0,04	1,5	0,2	0,03	0,03	0,03	0,02	-	0,07	-	-	-	-	-	-	-	0,002	-	-	-	-	-
2	Учкун	25	0,15	8	1	4	0,05	1	0,2	0,03	0,05	0,01	0,015	-	0,1	-	-	-	-	-	-	0,003	-	-	-	-	-	
3	Учкун плюс	25	0,3	8	0,8	2	0,2	3	0,15	0,04	0,06	0,02	0,02	-	0,07	-	-	-	-	-	-	0,003	-	-	-	-	-	
4	Полипренол <i>P. tomentosa</i>	25	0,3	10	0,7	1,5	0,3	2	0,3	0,04	0,04	0,01	0,03	-	0,1	-	-	-	-	-	-	0,001	-	-	-	-	-	
5	Контроль	-	-	-	0,0003	-	-	-	-	-	0,004	-	-	-	-	0,004	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
6	Учкун	-	-	-	0,0004	-	0,001	-	-	-	0,005	-	-	-	-	0,003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
7	Учкун плюс	-	-	-	0,0005	-	0,001	-	-	-	0,004	-	-	-	-	0,003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	



5. Шаповал О.А., Можарова И.П., Коршунов А.А. Регуляторы роста растений в агротехнологиях // Защита и карантин растений, № 6, 2014, С. 16-20.
6. Галушко Н.А. Физиологические особенности формирования продуктивности озимой пшеницы при воздействии биологически активных веществ и минеральных удобрений, автореф. дисс. на соис. уч. канд. биол. н., Воронеж 2008, С. 110.
7. Школьник М.Я. Микроэлементы в жизни растений. Л.: Наука, 1974, С.324.
8. Ковда В.А., Зырин Н.Г., Васильева В.Д. Альбом схематических карт микроэлементов в почвах Европейской части СССР // Биологическая роль микроэлементов и их применение в сельском хозяйстве и медицине. Л.: Наука, 1970, С. 110.
9. Власюк П.А. Микроэлементы в окружающей среде // П.А. Власюк. – Киев: Наукова Думка, 1980, С. 247.
10. Лукин С.В., Авраменко П.М., Меленцова С.В. Динамика содержания подвижных форм цинка и марганца в пахотных почвах Белгородской области // Агрохимия. 2006, № 7, С. 5-8.
11. Органическое сельское хозяйства в Узбекистане: состояние практика и перспективы. FAO – Ташкент. 2018, С. 43-60.
12. Баширова Р.М., Усманов И.Ю., Ломаченко Н.В. Вещества специализированного обмена растений (Классификация. Функции): учебное пособие. - Уфа: Башкирский университет, 1998, С.160.
13. Мамарозиков У.Б., Хидырова Н.К., Шахидоятов Х.М.. Полиизопреноиды листьев *Paulownia tomentosa*. Актуальные проблемы химии природных соединений. Конференция молодых ученых посвященная памяти академика С.Ю. Юнусова. –Ташкент, 2015, С.104.
14. Доспехов Б.А., Методика полевого опыта. – Москва, Агропромиздат, 1985. - С.160-164.
15. Определение элементного состава образцов растительного происхождения (травы, листья) атомно-эмиссионным и массспектральными методами анализа. НСАМ № 512-МС. М., 2011. С.43.
16. Ермаков А.И., Арасимович В.В. В кн.: Методы биохимического исследования растений М.: 1982. С.430.

## ФИЗИОЛОГИЯ

АНТИОКСИДАНТНАЯ/АНТИРАДИКАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ  
ПОЛИФЕНОЛЬНОГО СОЕДИНЕНИЯ ПС-2**Каримжонов Хайтбек Муродилбек угли**

базовый докторант  
Андижанского государственного университета,  
Республика Узбекистан, г. Андижан  
E-mail: [hayotbekkarimjonov@mail.ru](mailto:hayotbekkarimjonov@mail.ru)

**Зайнобиддинов Анвар Эркинжонович**

д-р биол. наук., проф.,  
Андижанского института экономики и строительства,  
Республика Узбекистан, г. Андижан  
E-mail: [azaynobiddinov@bk.ru](mailto:azaynobiddinov@bk.ru)

**Рахимов Рахматилла Нуриллаевич**

ст. науч. сотр.,  
PhD института Биоорганической химии АН РУз,  
Республика Узбекистан, г. Ташкент  
E-mail: [rrakhimov.83@mail.ru](mailto:rrakhimov.83@mail.ru)

**Гайибов Улугбек Гаппаржанович**

ст. науч. сотр.,  
PhD института Биоорганической химии АН РУз,  
Республика Узбекистан, г. Ташкент  
E-mail: [gayibov.ulugbek@gmail.com](mailto:gayibov.ulugbek@gmail.com)

## ANTIOXIDANT/ANTIRADICAL ACTIVITY OF POLYPHENOL COMPOUND PC-2

**Hayotbek Karimjonov**

Basic doctoral student  
of Andijan State University,  
Republic of Uzbekistan, Andijan

**Anvar Zainobiddinov**

Doctor of Biological Sciences, professor,  
Andijann' institute of economics and buildings,  
Republic of Uzbekistan, Andijan

**Rakhmatilla Rakhimov**

Senior Researcher, PhD,  
Institute of Bioorganic Chemistry of the Academy  
of Sciences of the Republic of Uzbekistan,  
Republic of Uzbekistan, Tashkent

**Ulugbek Gayibov**

Senior Researcher, PhD,  
Institute of Bioorganic Chemistry of the Academy  
of Sciences of the Republic of Uzbekistan,  
Republic of Uzbekistan, Tashkent

## АННОТАЦИЯ

В данной статье изучена антиоксидантная (АОА) и антирадикальная активность (АРА) полифенольного соединения 1-О-галлоил-2,3-гексагидроксифеноил-4,6-валонеил-β-D-глюкоза (ПС-2), выделенной из растений семейства *Euphorbia*. Антирадикальную активность исследовали по отношению к свободному радикалу 2,2-дифенил-1-пикрилгидразилу (ДФПГ). Установлены количественные характеристики реакции восстановления ДФПГ исследованным полифенолом. Показана высокая способность изученных соединений тушению свободных радикалов. Антиоксидантная активность исследовалась на митохондриях печени крыс методом  $Fe^{2+}$ /аскорбат индуцированным набуханием.

## ABSTRACT

The antioxidant (AOA) and antiradical activity (ARA) of the polyphenolic compound 1-O-galloyl-2,3-hexahydroxydiphenyl-4,6-valoneyl-β-D-glucose (PC-2), isolated from plants of the *Euphorbia* family were investigated. Antiradical activity was studied with respect to the free radical 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH). Quantitative characteristics of the DPPH reduction reaction with the studied polyphenol have been established. The high ability of the studied compounds to quench free radicals was shown. Antioxidant activity was studied in rat liver mitochondria using the  $Fe^{2+}$ /ascorbate induced swelling method.

**Ключевые слова:** ПС-2, АОА, митохондрии, АРА, ДФПГ, константа реакции.

**Keywords:** PC-2, AOA, mitochondria, ARA, DPPH, reaction constant.

Изучение роли перекисного окисления липидов (ПОЛ) мембран в регуляции клеточных функций представляет интерес по многим причинам. Индукция данного процесса в мембранах приводит к изменению их проницаемости, мембранного потенциала, разобщению процессов окисления и фосфорилирования а также ингибирования гидролиза АТФ. Влияние процесса ПОЛ на функции клетки реализуется как на уровне прямого влияния продуктов ПОЛ на липидный матрикс мембран, таких как окисленные жирные кислоты, так и различных опосредованных эффектов [1, 2].

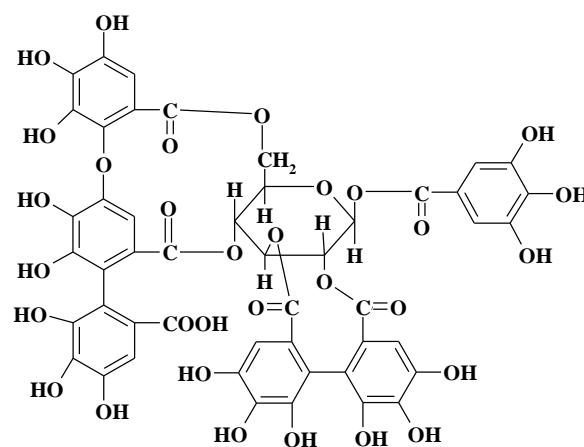
Кроме этого, при различных неинфекционных патологиях, таких как ишемическая болезнь сердца, атеросклероз, сахарный диабет и др., сопровождается образование свободных радикалов [3]. Свободные радикалы являются довольно агрессивными окислителями, которые приводят к нарушению структуры и функции мембран клеток. Клеточные мембраны практически постоянно подвержены воздействию свободных радикалов в результате различных неблагоприятных экзо- и эндогенных факторов. В качестве эндогенных факторов могут служить метаболические процессы, происходящих в клетке. Кроме этого, свободные радикалы могут образовываться под воздействием эндогенных факторов таких как антропогенного или техногенного характера (под влиянием загрязненной окружающей среды, курения, радиации, бытовой химии) [13].

Основной причиной развития многих заболеваний человека и животных являются свободные радикалы [15]. В организме есть и антиоксидантная система, которая защищает организм от свободных радикалов [1, 14]. Однако, при патологиях или же под воздействием неблагоприятных факторов баланс антиоксидантной системы нарушается. В этом отношении поиск и исследование антиоксидантов растительного происхождения, которые способны нейтрализовать активность свободных радикалов, является актуальным. Таким образом, целью данной

работы является определение антиоксидантной активности полифенольного соединения ПС-2 в условиях *in vitro* и *ex vivo*.

## Материалы и методы

В работе исследовано новое полифенольное соединение 1-О-галлоил-2,3-гексагидроксифеноил-4,6-валонеил-β-D-глюкоза (ПС-2), которое выделено из растения *Euphorbia*, произрастающий на территории Узбекистана.



**Рисунок 1.** Структурная формула 1-О-галлоил-2,3-гексагидроксифеноил-4,6-валонеил-β-D-глюкозы (ПС-2)

В экспериментах использовали белых беспородных крыс с массой тела 180–220 г. Митохондрии выделяли из печени методом дифференциального центрифугирования. Для этого извлеченную печень промывали охлажденным 0,9%-м раствором КСl (4 °С), после чего измельчали и гомогенизировали. Для гомогенизации использовали среду выделения следующего состава (в мМ): 250 сахарозы, 20 трис-НСl-буфера и 1 ЭДТА (рН 7,4). Для выделения митохондрий гомогенат центрифугировали в течении 7 мин при 1500 об/мин, затем супернатант повторно центрифугировали в течении 15 мин при 6 000 об/мин

при температуре  $-2^{\circ}\text{C}$ . Выпавший осадок суспендировали в небольшом объеме среды выделения, не содержащей ЭДТА, и хранили на льду при  $4^{\circ}\text{C}$  [4].

Влияние ПС-2 на перекисное окисление липидов (ПОЛ) изучали по методу Петерсона [5]. Перекисное окисление липидов индуцировали системой  $\text{Fe}^{2+}$ /аскорбат и регистрировали по набуханию митохондрий на фотометре ЛМФ-69 при 540 нм.

Содержание белка митохондрий определяли по методу Лоури в модификации Петерсона [5].

Для оценки АРА в данной работе использована методика спектрофотометрического (спектрофотометр UV-5100) измерения кинетики восстановления молекул стабильного радикала 2,2-дифенил-1-пикрилгидразила (ДФПГ) антиоксидантами [16].

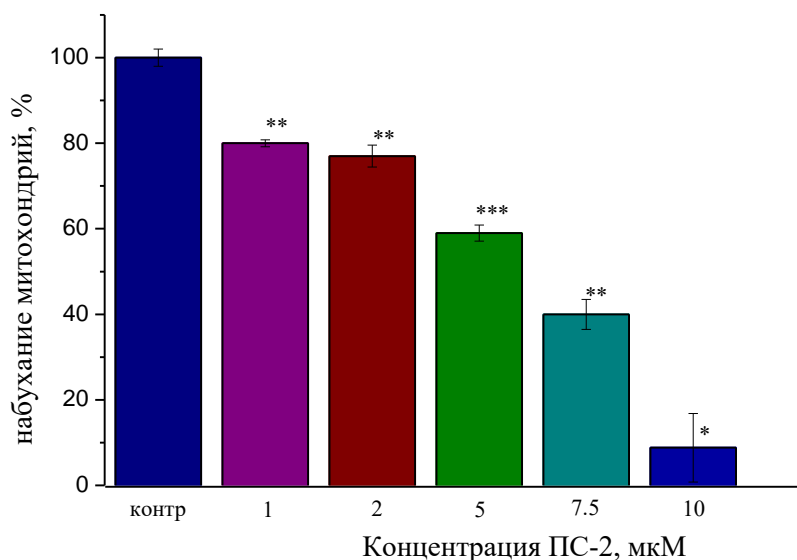
При обработке полученных данных использованы компьютерные программы Origin 6.1 (OriginLab Corporation, США). Величину  $P < 0,05$  рассматривали как показатель достоверных различий.

### Результаты

Все растительные соединения по отношению к животным организмам в той или иной степени обладают биологической активностью чрезвычайно широкого спектра, за счет разнообразия их химического строения, и в настоящее время находятся в центре научного внимания. В связи с изложенным, поиск антиоксидантов и изучение их ингибирующего действия на процессы свободнорадикального окисления, неконтролируемой липопероксидации,

представляется вполне своевременным и востребованным.

В связи с этим изучено действие различных концентраций ПС-2 на процесс ПОЛ митохондриальных мембран, индуцированный системой  $\text{Fe}^{2+}$ /аскорбат в опытах *in vitro*. Внесение в инкубационную среду систему  $\text{Fe}^{2+}$ /аскорбат запускает цепную реакцию ПОЛ. В результате индукции ПОЛ происходит нарушения барьерной функции митохондриальных мембран, что приводит к резкому набуханию митохондрий по сравнению с контрольным вариантом ( $\text{Fe}^{2+}$ /аскорбат) (рис. 2). Внесение в инкубационную среду полифенольного соединения ПС-2, при концентрационном диапазоне 1-10 мкМ, происходит ингибирования набухания митохондрий, что свидетельствует об его антиоксидантных свойствах. Степень антиоксидантной активности полифенола ПС-2 зависел от его концентрации, т.е. с её увеличением в инкубационной среде концентрации ПС-2 процент ингибирования становился более выраженным. Полное ингибирование набухания митохондрий печени, т.е. процесса ПОЛ, отмечалось при концентрации ПС-2 равной 10 мкМ. При этом значение концентрации, вызывающей полумаксимальное ингибирование процесса ПОЛ ( $\text{IC}_{50}$ ), для ПС-2 составило  $6,08 \pm 0,06$  мкМ. Таким образом, в опытах показано, что ПС-2 обладает высоким антиоксидантным свойством.



СИ (мМ):  $\text{KCl}$  - 125,  $\text{трис-HCl}$  - 10,  $\text{pH}$  7,4;  $\text{FeSO}_4$  - 0,01, аскорбата - 0,6; белок митохондрий 0,3-0,4 мг/мл; (\*\* -  $P < 0,01$ , \*\*\* -  $P < 0,001$ ;  $n=4$ )

**Рисунок 2.** Действие ПС-2 на  $\text{Fe}^{2+}$ -аскорбат-индуцированное набухание митохондрий печени крыс

Определение продуктов реакции процесса перекисного окисления липидов т.е. образование конъюгата тиобарбитуровой кислоты малонового диальдегида (МДА) является одним из классических методов исследования АОА физиологически активных соединений. В литературе приводятся результаты АОА физиологически активных соединений с их способностью образовывать комплексные соединения

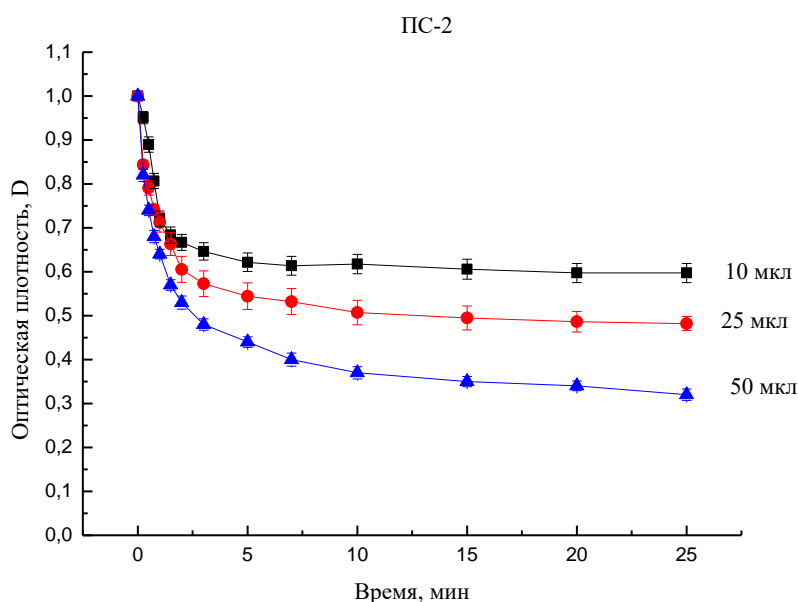
с различными катионами металлов [6], а также с непосредственным взаимодействием с активными формами кислорода [7, 8, 9]. Кроме того, антиоксиданты могут взаимодействовать с некоторыми компонентами реакционной среды [10], что может приводить к искажению результатов. Таким образом, применение метода с МДА не позволяет оценить общую антиоксидантную активность препаратов.

В этом отношении применение методов с использованием стабильных органических радикалов в условиях *in vitro* дает возможность определения истинной антиоксидантной активности биологически активных веществ [11].

Таким образом, в дальнейших наших экспериментах была исследована антирадикальная активность (АРА) ПС-2 по отношению к стабильному радикалуДФПГ. Для этого была использована классическая методика, которая основана на восстановлении молекулы 2,2-дифенил-1-пикрилгидразила (ДФПГ) потенциальными антиоксидантами [12]. Была изучена кинетика рекомбинации ПС-2 со стабильным радикаломДФПГ. При добавлении ПС-2 в спиртовой

растворДФПГ наблюдалось изменение оптической плотности раствора, что соответствовало о восстановлению молекулы свободного радикалаДФПГ. На рис. 3 представлена кинетика изменения оптической плотности раствораДФПГ при добавлении ПС-2.

Анализируя полученные результаты можно заключить, что при добавлении в спиртовой растворДФПГ исследуемого соединения ПС-2 при концентрации 10, 25 и 50 мкл из ранее приготовленного исходного раствора (1 мг/мл) наблюдается снижение оптической плотности раствораДФПГ, что свидетельствует об антирадикальной способности ПС-2.



**Рисунок 3.** Изменение оптической плотности спиртового раствораДФПГ по отношению к контролю при добавлении исследуемого соединения в зависимости от времени. Сплошная линия построена на основании нелинейной регрессии. КонцентрацияДФПГ 0.1 мМ. Измерения проводились при 20°С сразу после добавления исследуемого препарата. Исходная концентрация исследуемого соединения 1 мг/мл

Из экспериментальных данных следует, что изучаемое соединение обладает высокой способностью к тушению свободных радикалов. Для количественной оценки антирадикальной активности использовали стабильный радикал 2,2-дифенил-1-пикрилгидразил (ДФПГ), а также параметр  $t_{50}$  – время, необходимое

изучаемым препаратам для снижения исходной концентрации радикала на 50% и параметр  $IC_{50}$  – концентрация вещества, необходимая для снижения исходной концентрации радикала на 50%. Результаты приведены в таблице 1.

**Таблица 1.**

**Концентрация, ингибирующая на 50 % ( $IC_{50}$ ) и время необходимое для снижения концентрацииДФПГ на 50 % ( $t_{50}$ ) при реакции с исследуемыми веществами**

$IC_{50}$ , мкл	$t_{50}$ , сек при 50 мкл вещества
ПС-2	ПС-2
27,5±1,4	155±8,4

Таким образом можно заключить, что полифенольное соединение 1-О-галлоил-2,3-гексагидроксидифеноил-4,6-валонеил-β-D-глюкозы (ПС-2) проявляет высокую способность ингибировать ПОЛ и высокую антирадикальную активность.

Коэффициент корреляции между антиоксидантным свойством ПС-2 и антирадикальной активностью составляет  $r=0.89$ .

**Список литературы:**

1. Владимиров Ю.А., Арчаков А.И. Перекисное окисление липидов в биологических мембранах. – Москва. – 1972.
2. Владимиров Ю.А. Нарушение барьерных свойств внутренней и наружной мембран митохондрий, некроз и апоптоз / Ю.А. Владимиров // Биол. мембраны. – 2002. - Т. 19, №5. - С.356-377.
3. Gupta D. Methods for determination of antioxidant capacity: a review. Intern. J. of Pharmaceutical Sciences and Research. – 2015. – V. 6(2). – P. 546-566.
4. Schneider W.C., Hageboom G.H. Cutochemical studies of mammalian tissues: The isolation of cell components ba differential centrifugation // Cancer Research. – 1951. – V. 11(4). – P. 1-56.
5. Peterson G.L. A simplification of the protein assay method of Lowre et al. Which is more generally applicable // Analytical biochemistry. – 1977. – V. 83(2). – P. 346-356.
6. Tripathi V.D., Rastogi R.P. Flavonoids in biology and medicine // J. Sci. Ind Res. – 1981. – V. 40. – P. 116-24.
7. Takahama U. O<sup>2-</sup> dependent and -independent photooxidation of quercetin in the presence and absence of riboflavin and effects of ascorbate on the photooxidation // Photochem Photobiol. – 1985. – V.42. – P. 89-91.
8. Takahama U. Hydrogen peroxide-dependent oxidation of flavonols by intact chloroplasts // Plant Physiol. – 1984. – V. 74. – P. 852-855.
9. Takahama U., Youngman R.J., Elstner E.F. Transformation of quercetin by singlet oxygen generated by a photosensitized reaction // Photobiochem. Photobiophys. – 1984. – V. 7. – P. 175-181.
10. K.M. Riedl, S. Carando, H.M. Alessio, M.McCarthy, A.E., Antioxidant activity of tannins and tannin-protein complexes: Assessment *in vitro* and *in vivo* // Free radicals in Food. – 2002. – V. 807. – P. 188-200.
11. T. Yokozawa, C.P. Chen, T. Tanaka, G.-I. Nonaka, I. Nishioka, Study on the inhibitory effect of tannins and flavonoids against the 1,1-diphenyl-2 picrylhydrazyl radical // Biochem. Pharmacol. – 1998. – V. 56. – P. 213–222.
12. Т.В. Починок, М.Л. Тараховский, В.А. Портнягина, М.Ф. Денисова, В.А. Вонсяцкий, А.Н. Александров, В.А. Мельничук, Экспресс-метод определения антирадикальной активности лекарственных веществ // Хим. Фарм. журн. – 1985. – № 5. – С. 565-567.
13. Su Y.L., Leung L.K., Bi Y.R. et al. Antioxidant activity of flavonoids isolated from *Scutellaria rehderiana*.// J. Amer. Oil Chemists' Society. – 2000. – V.77(8). – P. 807-13.
14. Медкова И.Л., Иванов А.Н., Мосякин А.И., Гончаров Л.Ф. Липиды крови и интенсивность свободнорадикальных окислительных процессов у больных ишемической болезнью сердца пожилого возраста на фоне вегетарианской диеты // М. Клиническая медицина. – 2000. – № 1. – С. 21-24.
15. Новоселова Е.Г., Макар В.Р., Семилетова Н.В., Галыбина И.В., Вакулова Л.А. Фесенко Е.Е. Участие антиоксидантов в регуляции клеточного иммунитета.// М. Иммунология. – 1998. – № 4. – С. 33-37.
16. Мельничук В.А. Экспресс-метод определения антирадикальной активности лекарственных веществ // Хим. Фарм. журн. – 1985. – Т. 5. – С. 565- 567.

## ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

## АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

DOI – 10.32743/UniChem.2023.103.1.14828

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ПЛЕНОЧНОГО НИТРАТ-СЕЛЕКТИВНОГО ЭЛЕКТРОДА  
В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ И ИЗУЧЕНИЕ ЕГО ХАРАКТЕРИСТИК**Савуров Мехрож Тошпулатович**

студент химического факультета  
Самаркандского государственного университета  
им. Шарофа Рашидова,  
Республика Узбекистан, г. Самарканд

**Равшанов Максуд Исо Угли**

магистрант химического факультета  
Самаркандского государственного университета  
им. Шарофа Рашидова,  
Республика Узбекистан, г. Самарканд

**Абилкосимова Гулноза Мухиддиновна**

ассистент  
кафедры неорганической химии и материаловедения химического факультета  
Самаркандского государственного университета  
им. Шарофа Рашидова  
Республика Узбекистан, г. Самарканд

**Аронбаев Дмитрий Маркизлович**

канд. хим. наук, доц. химического факультета  
Самаркандского государственного университета  
им. Шарофа Рашидова,  
Республика Узбекистан, г. Самарканд

**Аронбаев Сергей Дмитриевич**

д-р хим. наук, проф. химического факультета  
Самаркандского государственного университета  
им. Шарофа Рашидова,  
Республика Узбекистан, г. Самарканд  
E-mail: [diron51@mail.ru](mailto:diron51@mail.ru)

PREPARATION OF NITRATE-SELECTIVE ELECTRODE FILM IN LABORATORY  
CONDITIONS AND STUDY ITS CHARACTERISTICS**Mehrozh Savurov**

Student of the Faculty of Chemistry,  
Samarkand State University named after Sh. Rashidov,  
Republic of Uzbekistan, Samarkand

**Maksud Ravshanov**

Master's student of the Faculty of Chemistry,  
Samarkand State University named after Sh. Rashidov,  
Republic of Uzbekistan, Samarkand

**Gulnoza Abilkosimova**

*Assistant of the Department of Inorganic Chemistry and Materials Science,  
 Faculty of Chemistry, Samarkand State University named after Sh. Rashidov,  
 Republic of Uzbekistan, Samarkand*

**Dmitry Aronbaev**

*Candidate of Chemical Sciences,  
 Associate Professor of the Faculty of Chemistry,  
 Samarkand State University named after Sh. Rashidov,  
 Republic of Uzbekistan, Samarkand*

**Sergey Aronbaev**

*Doctor of Chemical Sciences,  
 Professor of the Faculty of Chemistry,  
 Samarkand State University named after Sh. Rashidov,  
 Republic of Uzbekistan, Samarkand*

**АННОТАЦИЯ**

В статье показана возможность самостоятельного изготовления в лабораторных условиях нитратселективного электрода на основе солей тетрадецилламмония, введенных в поливинилхлоридную матрицу. Подробно описывается процедура получения полимеркомпозитной мембраны. Изучено поведение изготовленного нитратселективного электрода в модельных нитратсодержащих растворах и реальных объектах, включающих продукты питания, водные источники, почву. Электрод сохраняет субнерстовскую функцию с крутизной не менее 55 мВ в диапазоне концентраций нитрат-ионов  $5 \cdot 10^{-5}$  – 1,0 М. При этом функционированию электрода не мешают фосфат-, сульфат, тиосульфат-, фторид-, карбонат- ионы при превышении их концентраций над нитратами в 300-1000 раз. Сильное влияние оказывают перхлорат-, хлорат-, иодид-, бромид-ионы, а также соли W (VI) и Mo(VI). Хлорид-ионы не мешают определению нитратов при превышении их концентрации в 30-50 раз. Для нивелирования ионной силы раствора с целью корректного перехода от активности к концентрации нитрат-ионов и устранения мешающего действия посторонних ионов предлагается вводить в анализируемый раствор смесь, регулирующую общую ионную силу: 0,1 М  $K_2SO_4$  и 0,01 М  $Ag_2SO_4$ . Электрод сохраняет свою  $pNO_3^-$  функцию в диапазоне pH 2,5 -8,0, что позволяет экстрагировать нитраты из растительного сырья, почвы, продуктов питания не только водой, но и другими экстрагентами, не разрушающими полимерную матрицу мембраны. Предложена система измерения концентрации нитратов без построения калибровочного графика, а также проводить измерения с электродами с «севшей» нернстовской функцией.

**ABSTRACT**

The article shows the possibility of self-manufacturing in laboratory conditions of a nitrate selective electrode based on tetradecylammonium salts introduced into a polyvinyl chloride matrix. The procedure for obtaining a polymer composite membrane is described in detail. The behavior of the manufactured nitrate-selective electrode in model nitrate-containing solutions and real objects, including food, water sources, soil, has been studied. The electrode retains the Subnerst function with a steepness of at least 55 mV in the range of nitrate ion concentrations  $5 \cdot 10^{-5}$  – 1,0 M. At the same time, the functioning of the electrode is not interfered with phosphate-, sulfate-, thiosulfate-, fluoride-, carbonate-ions when their concentrations exceed nitrates by 300-1000 times. Strong influence is exerted by perchlorate-, chlorate-, iodide-, bromide-ions, as well as salts of W (VI) and Mo(VI). Chloride ions do not interfere with the determination of nitrates when their concentration is exceeded by 30-50 times. To level the ionic strength of the solution in order to correct the transition from the activity to the concentration of nitrate ions and eliminate the interfering effect of foreign ions, it is proposed to introduce into the analyzed solution a mixture regulating the total ionic strength: 0.1 M  $K_2SO_4$  and 0.01 M  $Ag_2SO_4$ . The electrode retains its  $pNO_3^-$  function in the pH range of 2.5 -8.0, which makes it possible to extract nitrates from plant raw materials, soil, food products not only with water, but also with other extractants that do not destroy the polymer matrix of the membrane. A system for measuring the concentration of nitrates without constructing a calibration graph is proposed, as well as measurements with electrodes with a "dead" Nernst function.

**Ключевые слова:** полимеркомпозитный материал, тетрадецилламмоний, нитрат-селективный электрод, определение нитратов.

**Keywords:** polymer composite material, tetradecylammonium, nitrate-selective electrode, determination of nitrates.

**Введение**

Химизация промышленности и сельского хозяйства наряду с интенсификацией агропромышленного комплекса неизбежно приводит к загрязнению окружающей среды и продуктов питания экотоксикантами [1,2]. При этом вклад нитрат-нитритного

антропогенного и техногенного происхождения имеет тенденцию к увеличению [3,4]. Экспериментальные и эпидемиологические исследования убедительно доказывают влияние нитратов как прекурсора N-нитрозосоединений, являющихся канцеро- и эмбрио-токсикантами, на уровень нитрозирования организма человека и животных [5-7]. Порой это

явление помимо других фобий, вызывает хемофобию, зачастую, не имеющей для этого основания [8, 9].

Так или иначе, существует реальная необходимость контроля содержания нитратов, как в продуктах питания, так и в объектах окружающей среды, что позволит регламентировать и, по возможности, ограничить поступления нитратов в организм человека. Эта проблема напрямую связана с необходимостью разработки аналитических методов повсеместного определения нитратов с применением чувствительных, экспрессных и бюджетных методов анализа, не требующих крупных вложений и высокой квалификации лаборантов.

Многолетняя практика проведения экологического мониторинга загрязнений нитратным азотом показывает, что арсенал аналитических методов достаточно велик, и включает разнообразные спектрофотометрические методы, ставшие традиционными и применяемые как за рубежом, так и в нашей стране в качестве официальных [10-14], хроматографические, включающие помимо обычной газо-жидкостной [15, 16], ионную [17-19], и тонкослойную [20] хроматографии, ряд электрохимических методов, основанных на принципах вольтамперометрии [21, 22] и прямой потенциометрии [23-26].

Каждый из них имеет свои достоинства и недостатки. Однако из всех перечисленных методов определения нитратов в разнообразных объектах, предпочтение следует отдать именно ионометрическому методу с использованием ионоселективных электродов с  $pNO_3^-$  функцией. Метод основан на измерении потенциала, возникающего на мембране ионоселективного электрода при погружении последнего в раствор, содержащий нитрат-ионы [27, 28]. Метод привлекателен своей простотой, экспрессностью, возможностью проводить анализ в мутных и окрашенных средах. Теоретические основы метода также хорошо разработаны, а сам он обеспечен постоянно совершенствующей аппаратурой.

К настоящему времени, по крайней мере, несколько десятков фирм выпускают такие ион-селективные электроды. Наиболее известны компании – производители ионоселективных электродов и сопутствующей аппаратуры Orion (США), Corning (Нидерланды), HACH (США) и некоторые другие. В странах постсоветского пространства также производятся пленочные и твердофазные электроды. Так, для изготовления жидкостных нитрат-селективных электродов применяют в качестве мембраны жидкий ионообменник, представляющий собой раствор ионных или нейтральных соединений в органическом растворителе. Находящийся в мембране жидкий ионообменник, обеспечивает отклик электрода на определенный ион. Из жидкостных электродов наиболее часто используют электроды на основе ионных ассоциатов и нейтральных переносчиков. Электродно-активными веществами обычно служат нитраты четвертичных аммониевых и фосфониевых оснований [30, 31, 36-39].

Существуют также пленочные электроды, в которых роль растворителя выполняют пластификаторы, чаще всего эфиры фталевой кислоты [32-35].

Учитывая такое разнообразие получения нитрат-селективных электродов, нами предпринята попытка самостоятельного изготовления ионоселективного электрода с нитратной функцией и изучение его аналитических и эксплуатационных характеристик. Решение поставленной задачи и явилось целью настоящего исследования.

## Экспериментальная часть

### Реактивы и оборудование

В работе использованы соли тетрадециламмония, синтезированные в институте геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН.

Диоктилфталат (х.ч.), циклогексанон (о.с.ч.), поливинилхлорид (ч.), нитрат калия (х.ч.), а также другие соли и реактивы, используемые при калибровке и изучении коэффициентов селективности и при проведении аналитических измерений, с квалификацией не ниже ч.д.а.

Для приготовления растворов использовали дистиллированную воду с удельной электропроводностью 0,2 мкС/см.

Химическая лабораторная и измерительная посуда соответствовала II классу точности.

В работе использовали иономеры ЭВ-74 и И-130 Гомельского ЗИП, цифровой вольтметр В7-16, магнитную мешалку ММ-3М. В качестве электрода сравнения служил насыщенный хлорсеребряный электрод ЭСЛ-1МЗ. Измерения рН растворов проводили с помощью рН – селективного электрода ЭСЛ-63-07.

### Методика изготовления мембраны нитрат-селективного электрода

500 мг мелко нарезанных поливинилхлоридных трубок растворяли при слабом нагревании и перемешивании в 12 мл очищенного перегонкой циклогексанона. После растворения поливинилхлорида добавляли 0,8 мл диоктилфталата, играющего роль пластификатора полимерной матрицы и, не прекращая перемешивания, вводили 70 мг любой соли тетрадециламмония. После получения однородной массы смесь переносили в делительную воронку (или экстракционную пробирку) и встряхивали с 0,1 М водным раствором  $KNO_3$  в течение 30-40 минут. В результате расслоения фаз, в верхней – органической фазе концентрируется жидкий ионообменник, содержащий нитратную соль тетрадециламмония. Органическую фазу выливали на ровную горизонтальную поверхность тщательно вымытой и высушенной чашки Петри, диаметром 60-70 мм. После испарения растворителя (циклогексанона) в чашке образуется эластичная прозрачная пленка, толщиной 0,5 мм, которая может быть использована в качестве ионообменной мембраны [40].

Корпус электрода готовили из толстостенных поливинилхлоридных трубок диаметром 10 и длиной 100 мм (толщина стенок ~ 1 мм). Из пленки вырезали диски по диаметру заготовленных трубок и приклеивали к торцу корпуса клеем, состоящим из поливинилхлорида в циклогексаноне. После высыхания клея (в течение 30-40 минут) корпус электрода проверяли

на герметичность, для чего его помещали на время в дистиллированную воду (вода не должна проникать во внутрь корпуса электрода).

### Подготовка электрода к работе

Перед тем как приступить к работе, электрод следует зарядить, для чего внутреннюю полость корпуса электрода промывали два раза дистиллированной водой, а затем два раза внутренним раствором, содержащим смесь растворов 0,1 М  $KNO_3$  и  $5 \cdot 10^{-3}$  М  $KCl$ . Для приготовления внутреннего раствора сравнения на аналитических весах взвешивали 1,011 г азотно-кислого калия (х.ч) и 0,0373 г хлорида калия (х.ч.) и растворяли в 100 мл дистиллированной воды.

После промывки электрода заливали 1,5 мл внутреннего раствора сравнения и вставляли хлор-серебряный полуэлемент, снабженный штекером для подключения к иономеру или другому высокоомному потенциометру. Электрод вымачивали в течение суток в 0,1 М растворе нитрата калия. Хранение электрода осуществляли в 0,001 М растворе нитрата калия.

### Методика калибровки и определения коэффициентов селективности

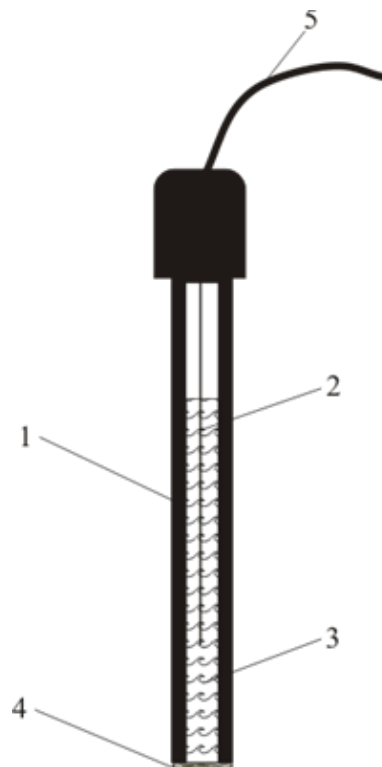
Калибровку электрода [27,41] осуществляли по стандартным растворам  $KNO_3$  полученными последующими разбавлениями исходного 1 М раствора нитрата калия дистиллированной водой в 10 раз. Калибровочные растворы охватывали диапазон концентраций нитрата калия  $1,0 - 10^{-5}$  М. Градуировочный график строили в координатах  $E_{мв} = f(pNO_3^-)$ , с учетом коэффициентов активности нитрат-ионов в калибровочных растворах.

Определение коэффициентов селективности нитрат-селективного электрода по отношению к другим анионам проводили графическим методом [80] путем построения зависимости  $E_{мв} = f(pNO_3^-)$  на фоне 0,1 М растворов солей мешающих ионов.

Математическая обработка полученных результатов включала определение «среднего», стандартного отклонения, ошибку среднего, коэффициента корреляции, определение коэффициента регрессии [42].

### Обсуждение полученных результатов

Принципиальная схема конструкции мембранного ионоселективного электрода показана на рисунке 1. В полом корпусе 1 находится внутренний вспомогательный электрод 2, погруженный во внутренний стандартный раствор 3, содержащий ионы измеряемого компонента и ионы, в отношении которых обратим вспомогательный электрод (так как обычно в качестве вспомогательного электрода используют серебряную проволоку, покрытую хлористым серебром, то во внутренний раствор сравнения вводят раствор хлорида калия). Торцовая часть корпуса электрода отделена от внешнего раствора мембраной 4, которая обладает селективностью по отношению к определяемым ионам.

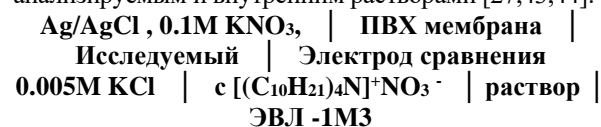


1 – корпус, 2 – вспомогательный электрод, 3 – внутренний раствор сравнения, 4 – ионообменная мембрана, 5 – контакт для подключения к иономеру

### Рисунок 1. Конструкция мембранного ионоселективного электрода

Пленочный нитрат-селективный электрод действует по принципу мембранного электрода с жидким ионообменником.

Мембранный потенциал, в общем случае, представляет собой алгебраическую сумму потенциалов, возникающих внутри мембраны, а также между анализируемым и внутренним растворами [27,43,44].



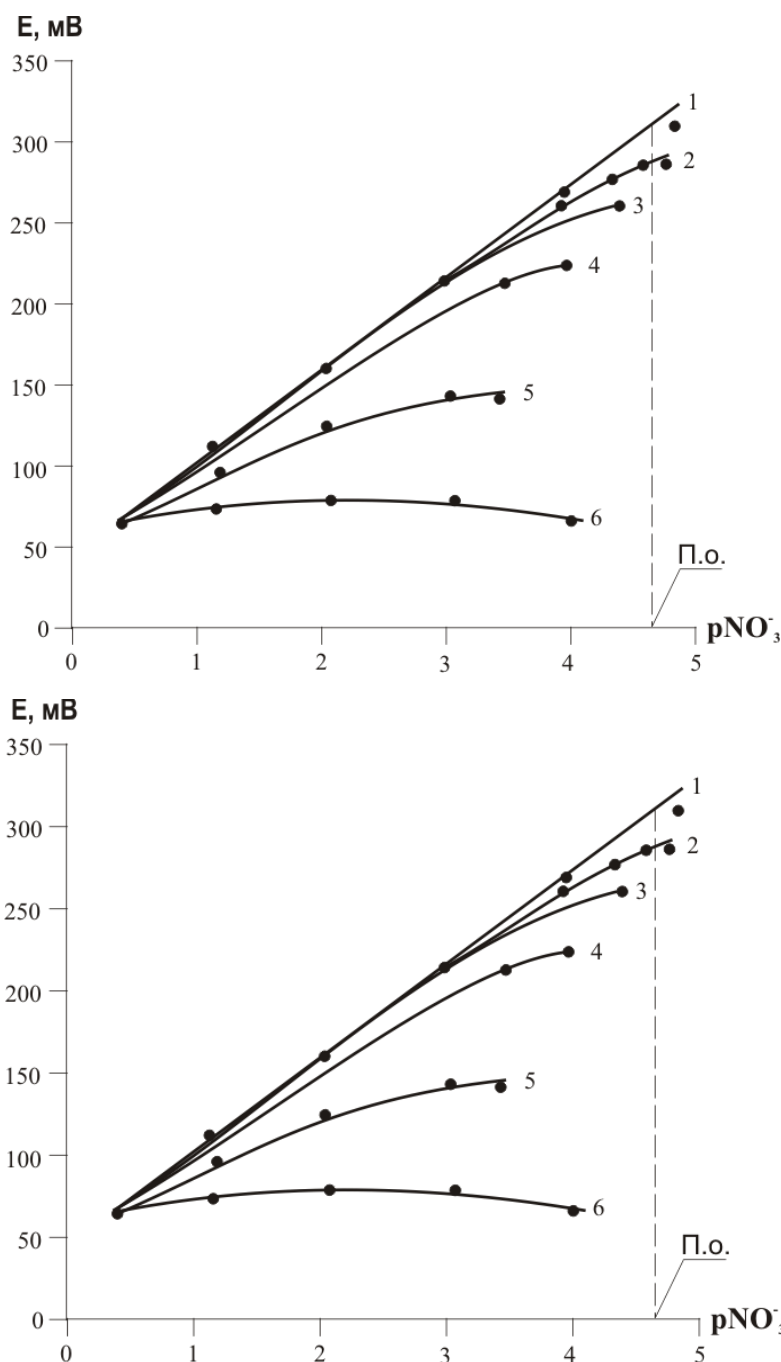
Возникаемый потенциал в идеальном случае описывается уравнением Нернста [27,28,45] для однозарядных анионов:

$$E = E_0 + \theta \lg a_{NO_3^-}$$

где  $\theta$  - угловой коэффициент, зависящий от температуры раствора, теоретическое значение которого, равно 0,059 В;

$a$  - активность нитрат-ионов в растворе с определенной ионной силой.

На рисунке 2. представлен график зависимости  $E = f(pNO_3^-)$  для чистых растворов  $KNO_3$  и растворов нитрата калия, приготовленных на фоне 0,1 М растворов различных солей.



**Рисунок 2. Зависимость ЭДС электродной системы от активности нитрат-ионов в чистых растворах (1) и на фоне 0,1 М концентраций мешающих ионов: сульфат- (2); фосфат-(3); хлорид- (4); бромид- (5) и в присутствии солей Мо (VI) –1 г/л – (6)**

Как видно, электрод проявляет нернстовскую зависимость в диапазоне активностей нитрат-ионов  $1 - 10^{-4}$  М с угловым коэффициентом  $55 \pm 2$  мВ, что составляет ~93 % от теоретического значения. Предел обнаружения  $4 \cdot 10^{-5}$  М (0,25 мг/л нитрат-ионов).

Нижний предел функционирования электрода и его селективность обусловлены самим ионообменником, находящимся в поливинилхлоридной мембране, пластифицированной диоктилфталатом, вернее определяется растворимостью ионообменника в воде. По этой причине соли более высокомолекулярных аммониевых оснований ( $C_{10}$  – которые использованы нами и выше), обладающие худшей

растворимостью в воде, предпочтительнее в качестве исходных веществ для получения мембранных аниселективных электродов.

Зависимость ЭДС системы от активности нитрат-ионов на фоне различных солей можно описать следующим уравнением:

$$E = E_0 + \theta \lg (a_{NO_3^-} + K \cdot a_{X^{n-}})$$

где  $K$  – коэффициент селективности, показывающий степень влияния постороннего иона  $X^{n-}$  на потенциал электрода, определяемого основным ионом.

В таблице 1. представлены экспериментальные значения коэффициентов селективности нитратного электрода на основе тетрадециламмония.

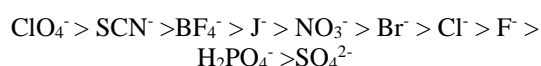
Таблица 1.

Коэффициенты селективности пленочного ИСЭ на основе нитрата тетрадециламмония

Влияющий ион	$K_{NO_3^-/X^{n-}}$	Влияющий ион	$K_{NO_3^-/X^{n-}}$	Влияющий ион	$K_{NO_3^-/X^{n-}}$
$NO_3^-$	1	$ClO_4^-$	$10^3$	$S^{2-}$	$7 \cdot 10^{-2}$
$F^-$	$2 \cdot 10^{-3}$	$ClO_3^-$	4	$SO_4^{2-}$	$6 \cdot 10^{-4}$
$Cl^-$	$9 \cdot 10^{-3}$	$H_2PO_4^-$	$3 \cdot 10^{-4}$	$CO_3^{2-}$	$2 \cdot 10^{-3}$
$Br^-$	2	$HPO_4^{2-}$	$5 \cdot 10^{-5}$	$S_2O_3^{2-}$	$10^{-3}$
$I^-$	20	$PO_4^{3-}$	$10^{-5}$	$MoO_4^{2-}$ $WO_4^{2-}$	4 - 20

Из приведенной таблицы 1 следует, что нормальному функционированию нитрат-селективного электрода не мешают различные фосфаты, сульфаты, тиосульфаты, фториды, карбонаты при превышении их концентраций над нитратами в 300-1000 раз.

Сильное влияние оказывают перхлорат-, хлорат-, иодид-, бромид-ионы, а также соли W (VI) и Mo(VI). Хлорид-ионы не мешают определению нитратов при превышении их концентрации в 30-50 раз. Полученные результаты хорошо вписываются в экстракционный ряд четвертичных аммониевых оснований для анионов в порядке уменьшения их электродной и ионообменной селективности [44]:



Мешающее действие посторонних ионов можно частично устранить маскировкой, например, тартрат-ионами для W (VI) и Mo(VI) или осаждением ионами  $Ag^+$ .

На рисунке 3. показана зависимость ЭДС электродной системы с электродом, обладающим  $pNO_3$ -функцией от pH среды.

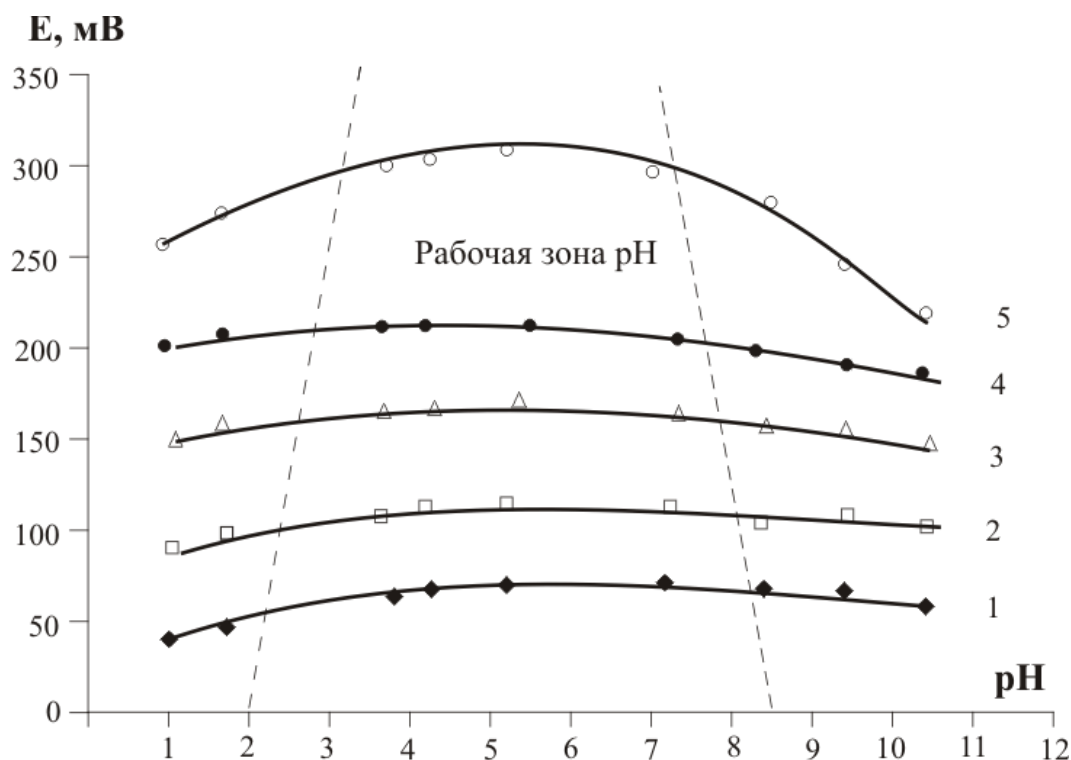


Рисунок 3. Влияние pH на нитратную функцию электрода в растворах с различной концентрацией  $KNO_3$ : 1 – 1 М; 2 – 0,1 М; 3 –  $10^{-2}$  М; 4 –  $10^{-3}$  М; 5 –  $10^{-4}$  М

Нормальное функционирование электрода возможно в интервале рН 3-8 при сохранении его чувствительности. Это объясняется вымыванием электродноактивного вещества из полимерной матрицы в кислых средах и анионным обменом нитрат-иона с гидроксогруппами в щелочных растворах.

Таким образом, изготовленный мембранный нитратселективный электрод на основе нитрата тетрадециламмония обладает хорошими характеристическими и эксплуатационными качествами. Изменение электродного потенциала во времени не превышало 3-5 мВ/сутки. Выход на стабильные показания составлял не более 5 минут и 10 минут в разбавленных растворах. Угловой коэффициент в данном случае составлял не менее 90% от теоретического значения. Все это свидетельствует о пригодности изготовленного электрода для аналитических целей.

#### Определение нитратов с помощью нитрат-селективного электрода

Одним из существенных недостатков ионометрических методов анализа, на наш взгляд, является

тот факт, что все теоретические расчеты производятся относительно величины активности определяемого иона в анализируемом растворе, значение которой сильно зависит от общей ионной силы раствора.

Для того, чтобы осуществить корректный переход от значений активности нитрат-ионов в анализируемом растворе к их концентрации [28,43] был использован раствор, регулирующий общую ионную силу, компоненты которого не мешали работе электрода. Этот раствор содержал 0,1 М  $K_2SO_4$  и 0,01 М  $Ag_2SO_4$ . Сульфат серебра добавляли для связывания галогенид-, вольфрамат- и молибдат-ионов. Перед измерением калибровочные растворы и анализируемый образец смешивали с раствором, регулирующим общую ионную силу (РОИС) в соотношении 1:1. Стабилизирующее действие этого раствора на нитрат-содержащие образцы было проверено путем измерения удельной электропроводности.

В таблице 2. приведены некоторые результаты измерения удельной электропроводности модельных растворов и экстрактов растений, овощей, почв.

Таблица 2.

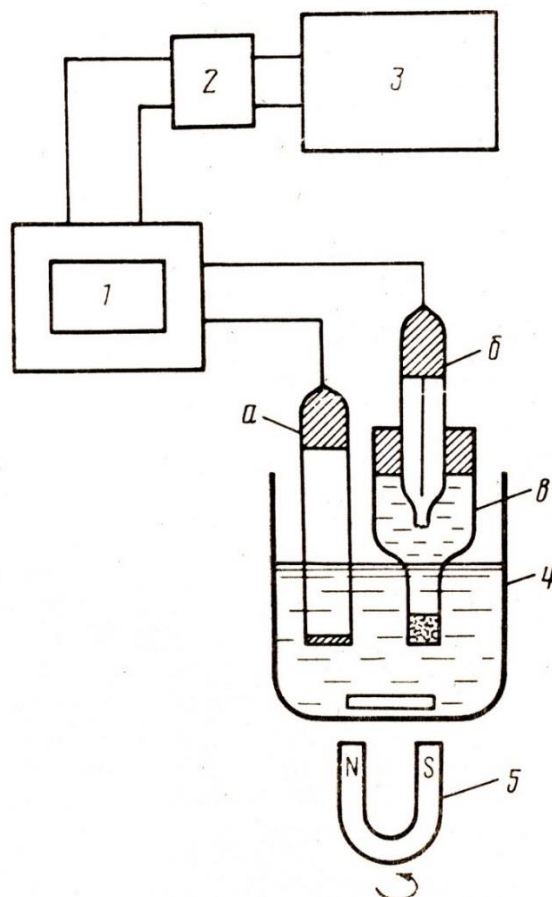
#### Результаты измерения удельной электропроводности азотсодержащих растворов, мСм/см ( при 22<sup>0</sup> С)

Анализируемая проба	Экстрагирующая жидкость		Анализируемая проба	Экстрагирующая жидкость	
	Дист. вода	После добавления раствора РОИС		Дистиллированная вода	После добавления раствора РОИС
Модельные нитрат-содержащие растворы (в пересчете на N в мг/л)			Экстракты реальных объектов		
2,5	0,037	16,0	Сок картофеля	1,350	13,0
5,0	0,058	16,0	Яблочный сок	0,172	12,7
10,0	0,098	16,0	Вода питьевая	0,042	12,3
20,0	0,182	16,0	Почва	0,952	12,8
100,0	0,850	16,0	Почва	0,820	12,4

Нивелирование удельной электропроводности после добавления раствора регулирующего общую ионную силу свидетельствует о возможности корректного перехода от измерения активности нитрат-иона к измерению его истинной концентрации.

На рисунке 4. представлена схема для измерения ЭДС гальванической системы, составленной из нитратного и хлорсеребряного электродов на базе иономера ЭВ-74. В режиме рХ обеспечивалась точность измерения по шкале внешнего измерительного прибора – цифрового вольтметра  $\pm 0,25$  мВ. С помощью

шунта и калибровочных потенциометров самого иономера всегда можно выставить показания внешнего цифрового вольтметра в диапазоне 0 – 100 условных единиц, что позволяет использовать ионоселективные электроды с угловым коэффициентом вплоть до 35-40 мВ на декаду изменения активности нитрат-иона (60% от теоретического значения ) без существенного увеличения ошибки измерения.



1 – иономер ЭВ-74; 2 – калибровочный шунт; 3 – внешний цифровой вольтметр; 4 – гальваническая ячейка (а – нитрат-селективный электрод, б – хлорсеребряный электрод сравнения ЭВЛ-1М3, в – солевой мостик-ключ, заполненный 0,1 М  $K_2SO_4$ ), 5 – магнитная мешалка

Рисунок 4. Схема измерительной установки

Методика определения нитратов в реальных объектах заключалась в следующем: 25 мл анализируемого раствора разбавляли 25 мл раствора регулирующим общую ионную силу, погружали в приготовленную смесь (возможно мутные, окрашенные жидкости или суспензии) нитрат-селективный электрод и насыщенный хлорсеребряный электрод сравнения, снабженный электролитическим ключом с 0,1 М  $K_2SO_4$ , предотвращающий попадание хлорид-ионов в анализируемый раствор. При равномерном перемешивании раствора с помощью магнитной мешалки и достижения устойчивого показания на внешнем измерительном приборе записывали величину сигнала  $X$  в условных единицах. Аналогичным образом поступали с калибровочными растворами, содержащими известные концентрации нитрат-ионов. Получали показания  $X_1$  и  $X_2$  соответствующие концентрациям  $C_1$  и  $C_2$  нитратов (мг/л). Рассчитывали крутизну электродной функции

$$K = \frac{X_1 - X_2}{\lg C_1 - \lg C_2}$$

где  $K$  – крутизна функции, мв;

$X_1$  и  $X_2$  – измеренное ЭДС для стандарта 1 и 2, соответственно;

$C_1$  и  $C_2$  значения концентраций модельных растворов 1 и 2, соответственно.

Концентрацию нитрат-ионов (мг/л, или мг/кг) находили по формуле:

$$C_x = C_2 \operatorname{antilg} \left( \frac{X_i - X_2}{K} \right)$$

Здесь  $C_x$  и  $X_i$  – концентрация нитрат-ионов (или нитратного азота) анализируемого вещества, мг/л (мг/кг) и соответствующее значение измеренного ЭДС, мв.

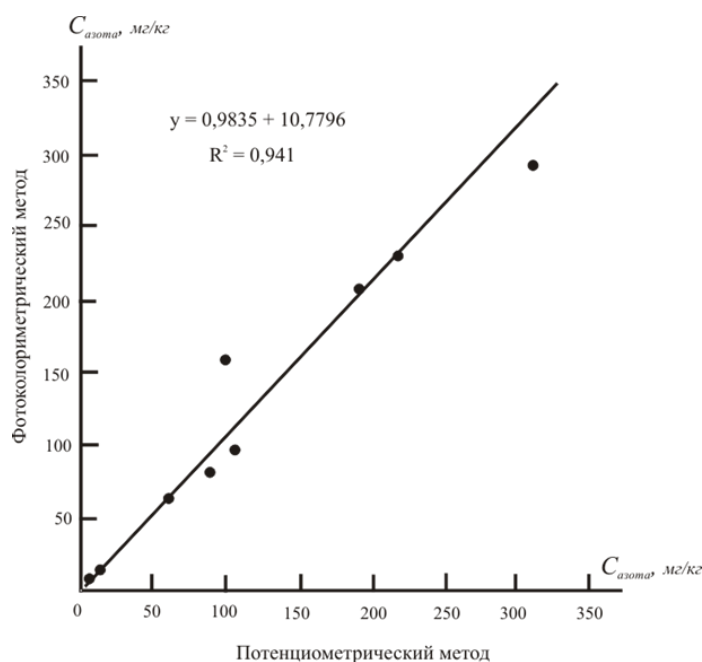
Крутизну электродной функции и значения  $X_1$  и  $X_2$  рекомендуется определять через каждые 5-7 проб, так как эти величины напрямую связаны с точностью анализа.

В таблице 3. приведены результаты определения нитратов в различных объектах фотоколориметрическим с применением фенолдисульфокислоты и потенциометрическим с использованием разработанного нитратселективного электрода на основе нитрата тетрадециламмония методами.

Таблица 3.

**Результаты определения нитрат-ионов (в пересчете на N) фотоколориметрическим и потенциометрическим методами (мг/кг)**

Анализируемый объект	Потенциометрический метод (n=5; P=0,95)	Фотоколориметрический метод (n=3; P=0,95)
Вода питьевая	11,3 ± 0,45	10,6 ± 0,33
Петрушка	106,4 ± 6,12	98,8 ± 7,62
Морковь	212,0 ± 11,4	233,2 ± 23,4
Картофель	314,5 ± 28,8	297,7 ± 31,2
Дыня	189,0 ± 14,5	208,4 ± 21,6
Арбуз	97,6 ± 12,2	164,2 ± 27,3
Почва 1 (серозем)	63,5 ± 2,3	64,3 ± 8,4
Почва 2	89,2 ± 1,8	84,8 ± 5,1
Почва 3	5,2 ± 0,6	5,72 ± 0,6



**Рисунок 5. Корреляционная зависимость результатов определения нитратного азота потенциометрическим и фотоколориметрическим методами**

На рис. 5. представлен график корреляционной зависимости результатов определения нитратного азота, полученных фотоколориметрическим и потенциометрическим методами с использованием изготовленного нитрат – селективного электрода на основе солей тетрадециламмония.

Расчет коэффициента корреляции  $R^2$  [42] определений нитратного азота потенциометрическим и фотоколориметрическим измерениями составляет 0,941, а корреляционная зависимость описывается уравнением  $y = 0,9835x + 10,7796$ , что может свидетельствовать о применимости изготовленного электрода на основе нитрата тетрадециламмония в аналитической практике.

### Выводы

1. Разработан состав поливинилхлоридной матрицы, содержащий в качестве ионообменника нитратную соль тетрадециламмония (ЧАС) и изготовлен в лабораторных условиях пленочный

ионоселективный электрод с нернстовской функцией  $pNO_3^-$ , функционирующий в диапазоне концентраций нитрат-ионов  $5 \cdot 10^{-5}$  - 1,0 М при pH 3 – 8.

2. Предложены система измерения ЭДС электрохимической ячейки, содержащей нитрат-селективный электрод и способ определения концентрации нитрат-ионов без построения калибровочного графика для ионселективных электродов с «севшей» нернстовской функцией.

3. Осуществлено измерение содержания нитратов в воде, почве и сельскохозяйственной продукции. Проведено сравнение полученных результатов с использованием ионометрического и спектрофотометрического (по сульфосалициловой кислоте) методами. Коэффициент корреляции около 0,94.

4. Показано, что самостоятельно изготовленный нитрат-селективный электрод по своим качественным и эксплуатационным характеристикам не уступает фабричным изделиям.

**Список литературы:**

1. Кряжковский Ф.В., Большаков В.Н., Корюкин В.И. Человек в свете современных экологических проблем // Экология. 2001.-№ 6.- С. 403-408.
2. Суржиков В.Д., Олещенко А.М., Суржиков Д.В., Ксенофонтова И.Ю., Лапшин М.С. Здоровье человека и факторы окружающей среды в индустриальных городах //Гигиена и санитария. 2003. - № 6. - С. 85-87.
3. Ажипа Я.И., Реутов В.П., Каюшин Л.П. Экологические и медико-биологические аспекты проблемы загрязнения окружающей среды нитратами и нитритами //Физиология человека.-1990.-Т.16.-№3.-С. 131-149.
4. Назарюк В.М., Кленова М.И., Калимуллина Ф.Р. Эколого-агрехимические подходы к проблеме нитратного загрязнения в агроэкосистемах //Экология. 2002. - № 6. - С. 416-421.
5. Журавлев В.Ф. Токсичность нитратов и нитритов / В.Ф. Журавлев, М.М. Цапков // Гигиена и санитария. 1983. - № 1. - С. 62-65.
6. Гоженко А.И. и др. Причины и механизмы интоксикации нитратами и нитритами //Медицина труда и промышленная экология. 1996. - № 4. - С. 15-20.
7. Нитраты, нитриты и N-нитрозосоединения. Гигиенические критерии состояния окружающей среды. Женева: ВОЗ, 1981. - 118 с.
8. Соколов О.А. Нитраты под строгий контроль //Наука и жизнь. 1989. № 3. - С. 69-72.
9. Марин С.В., Сидоров П.И. Стоит ли бояться нитратов?//Военно-медицинский журнал. -1999. - № 6. - С. 23-24.
10. Жукова Г.Ф. Методы определения нитратов и нитритов в пищевых продуктах: обзорная информация. - М.: ВНИИТЭИ Агропром, 1989. - 34 с.
11. Методика определения нитратов и нитритов в пищевых продуктах / Временные методические рекомендации. Таллин: Минздрав ЭССР, 1984. - 11 с.
12. ГОСТ 13496. 19-86. Корма растительные. /Методы определения нитратов. Издательство стандартов. 1986. - 9 с.
13. Tanaka A., Nose N., Iwasaki H. Spectrophotometric determination of nitrate in vegetable products using 2-scc-burylphenol // Analyst. - 1982. - Vol. 107. - P. 190 - 194.
14. Роома М.Я., Калашникова Н.С. Модификация метода определения нитратов в пищевых продуктах // Гигиена и санитария. 1986. - № 1. - С. 57-58.
15. Дмитриев М.Т., Зарубин Г.П. Газохроматографическое определение нитратов в пищевых продуктах // Гигиена и санитария.-1985.- № 2. - С. 51-52.
16. Englmaier P. Nitrate analysis by gas-liquid chromatography using the nitration of 2,4-dimethylphenol in sulphric acid //J. Chrom. - 1983. - Vol. 270. - P. 243 - 251.
17. Eek L., Ferren N. Sensitive determination of nitrite and nitrate ion-exchange chromatography // Chrom. - 1985. - Vol. 322. - P. 491 - 497.
18. Фритц Д., Гьердс Д., Поланд К. Ионная хроматография. - М.: Мир, 1984. - 221 с.
19. Шиигун О.А., Золотов Ю.А. Ионная хроматография - метод быстрого и избирательного определения ионов // Завод. лаборатория. - 1982. - N 9. - С. 4 - 14.
20. Вольнец М.П., Дуброва Т.В. Экспресс-метод определения нитрит-ионов в овощных соках с применением тонкослойной хроматографии // Журн. аналит. химии. - 1989. - Т. 44, N 2. - С. 320 - 323.
21. Серова Н.В., Лукичева А.Б. Косвенное полярографическое определение нитратов на кислом фоне// Журн. аналит. химии. - 1986.- Т. 41,N 7. - С. 1209 - 1211.
22. Newbery L.E., Lopez de Habbud M. Pilar. Amperometric detemiination of nitrite by oxi-dation at a glassy carbon electrode// Analyst. - 1985. - Vol. 110. - P. 81 - 82.
23. Справочное руководство по применению ионоселктивных электродов. - М.: Мир, 1986.-231 с.
24. Лейс Л.Х., Алагова З.С., Матерова Е.А. Определение содержания нитратов при помощи твердоконтактных электродов // Электрохимические и хроматографические методы анализа, их применение в охране окружающей среды. - Тарту, 1986. - Вып. 743. - С. 59 - 62.
25. Межукия П.Г., Петросян Р.А. Высокочувствительный потенциометрический метод определения нитратов // Журн. аналит. химии. - 1986. - Т. 91, N 10. - С. 1826 - 1828.
26. Choi K.K., Fung K.W. determination of nitrate and nitrite in meat products by using a ni-trate ion-scleclive electrode // Analyst. - 1980. - Vol. 105. - P. 241 - 245.
27. Камман К. Работа с ионоселктивными электродами. -М.: Мир, 1980. - 283 с.
28. Мидгли Д., Торренс К. Потенциометрический анализ воды. -М.; Мир, 1980. - 516 с.

29. А.с. N 1198425 СССР, G 01 N 27/30. Состав мембран ионоселективного электрода для определения активности нитрат-ионов / М.М. Мансуров, Г.Л. Семенова, Х.М. Якубов и др. // Бюл. изобрет. - 1985. - N 46.
30. Гурьев И.А., Калачев Н.Н., Калугин А.А. и др Сравнительное исследование жидкостного и пленочного нитрат-селективных электродов // Журн. аналит. химии. - 1985. -Т. 40, N 4. - С. 689 - 693.
31. Егоров В.В., Рахманько Е.М., Окаев Е.Б., Павлова Т.Е. и др. Влияние стерической доступности обменного центра высших четвертичных аммониевых солей на ионообменную и потенциометрическую селективность // Химические проблемы создания новых материалов и технологий. –Минск, 2003. – С.376-387.
32. Грекович А.Л. и др. Ионселективные электроды, разработанные в Ленинградском университете, и их применение для анализа различных сред // Электрохимические и хро-матографические методы анализа, их применение в анализе окружающей среды. - Тарту, 1986. - Вып. 743. - С. 45 - 49.
33. Kong Thoo Lin P., Araujo A.N., Montenegro M.C.B.S.M., Pe-rez-Olmos R. New PVC nitrate-selective electrode: application to vegetables and mineral waters. J. Agric. Food Chem. 2005. V. 53. P. 211-215. DOI: 10.1021/jf049227u.
34. Aslan N., Kenar A., Atakol O., Kilic E. A nitrate-selective electrodes based on tris(2,2',2''-salicylideneiminotriethylamine). Anal. Sci. 2003. V. 19. N 8. P. 1121-1125. DOI: 10.2116/analsci.19.1121.
35. Bomar E.M., Owens G.S., Murray G.M. Nitrate ion selective electrode based on ion imprinted poly(N-methylpyrrole). Chemosensors. 2017. V. 5. N 2. DOI: 10.3390/chemosen-sors5010002.
36. De Los A Arada Perez M., Yazdani-Pedram M. Chemical sen-sor based on tetradecyl ammonium nitrate. J. Chil. Chem. Soc. 2013. V. 58. N 1. DOI: 10.4067/S0717-97072013000100010.
37. Meng-meng He, Hui-zhong Yang. Development of a poly(vi-nylchloride) based nitrate ion-selective electrode. Chem. Res. Chin. Univer. 2012. V. 28. N 6. P. 957-962. DOI: 10.1296/cr.2012.5977.
38. Meng-meng He, Li Yinhuia, Yu Xiaodong, Yang Huizhong. A nitrate ion-selective electrode based on tetradodecylammonium bromide. Sens. Lett. 2015. V. 13. N 11. P. 986–991. DOI: 0.1166/sl.2015.3567.
39. Рахманько Е.М., Егоров В.В., Окаев Е.Б., Помеленок Е.В. Высшие четвертичные аммониевые соли с повышенной стерической доступностью обменного центра – селективные обменники двухзарядных анионов. Докл. НАН Беларуси. 2003. Т. 47. № 6. С. 50–53.
40. Ахмедов С.И., Аронбаев Д.М., Насимов А.М. Мембранные нитрат-селективные электроды на основе солей тетрадециламмония //Илмий таджикотлар ахборотномаси СамДУ (Вестник СамГУ), 2009, №3(55).- С.50-57.
41. Матвейчук Ю.В. Нитрат-селективный электрод и его применение в анализе овощей и минеральных вод // Известия высших учебных заведений.Серия «Химия и химическая технология». - 2019.– Т.62(9).–С.20-26.
42. Чарыков А.К. Математическая обработка результатов химического анализа. / Л.: Химия. 1984, стр. 168.
43. Хашимов Ф.А., Аронбаев Д.М., Ташлицкая Ф.Д., Мнацакян Л.В. К методике потенциометрического определения нитратного азота в почвах. // Агрохимия, 1986, №10, с.117-119.
44. Егоров В.В., Лясковский П.Л., Назаров В.А., Окаев Е.Б., Рахманько Е.М., Станишевский Л.С., Тарибо М.Г. Влияние природы жидкого анионообменника на селективность анионселективных электродов // Журн. аналит. химии. 2010. Т. 65. № 11. С. 1207–1216. DOI: 10.1134/S1061934810110158.
45. Дарст Р. Ионселективные электроды. - М.: Мир, 1972 - 430 с.

**СТАНДАРТИЗАЦИЯ ЭКСТРАКТА НАДЗЕМНОЙ ЧАСТИ РАСТЕНИЯ *Physalis alkekengi*  
ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ В КАЧЕСТВЕ ТОВАРНОГО ПРОДУКТА**

**Хикматуллаев Иззатулло Лутфуллоевич**

базовый докторант кафедры химии  
Кокандского Государственного педагогического института,  
Республика Узбекистан, г. Коканд,  
E-mail: [xikmatullayev707@gmail.com](mailto:xikmatullayev707@gmail.com)

**Азимов Нурмухаммад Шухратович**

д-р филос. по хим. наукам, преподаватель кафедры химии  
Кокандского Государственного педагогического института,  
Республика Узбекистан, г. Коканд,  
E-mail: [nurmukhammad\\_azimov@mail.ru](mailto:nurmukhammad_azimov@mail.ru)

**Валиев Нейматжон Валижон ўгли**

д-р филос. по техн. наукам, доц. кафедры химии  
Кокандского государственного педагогического института,  
Республика Узбекистан, г. Коканд,  
E-mail: [olov\\_ziyo@mail.ru](mailto:olov_ziyo@mail.ru)

**Хужаев Вахобжон Умарович**

д-р хим. наук, проф.,  
декан факультета естественных наук  
Кокандского Государственного педагогического института,  
Республика Узбекистан, г. Коканд

**Аскарлов Иброхимжон Рахмонович**

д-р хим. наук, заслуженный изобретатель, проф. кафедры химии  
Андижанского государственного университета им. З.М. Бабура,  
Республика Узбекистан, г. Андижан

**STANDARDIZATION OF THE EXTRACT OF THE AERIAL PART  
OF THE PLANT *Physalis alkekengi* FOR CLASSIFICATION AS A COMMODITY PRODUCT**

**Izzatullo Khikmatullaev**

Doctoral student, Kokand State Pedagogical Institute,  
Republic of Uzbekistan, Kokand

**Nurmukhammad Azimov**

PhD in chemical sciences, lecturer  
of the department of chemistry of Kokand State Pedagogical Institute,  
Republic of Uzbekistan, Kokand

**Nematjon Valiev**

PhD in technical sciences, associate professor  
of the department of chemistry of Kokand State Pedagogical Institute,  
Republic of Uzbekistan, Kokand

**Vakhobjon Khujaev**

Doctor of chemical sciences, professor  
Dean of the Faculty of Natural Sciences,  
Kokand State Pedagogical Institute,  
Republic of Uzbekistan, Kokand

Ibrokhim Asqarov

Doctor of Chemical Sciences,  
 Professor of the Department of Chemistry,  
 Andijan State University,  
 Republic of Uzbekistan, Andijan

## АННОТАЦИЯ

В настоящей статье приводятся результаты по стандартизации суммы экстрактивных веществ надземной части растения *Physalis alkekengi* на основе их химического состава с целью классификации полученного экстракта в качестве товарного продукта.

## ABSTRACT

This article presents the results of standardization of the amount of extractive substances of the aerial part of the *Physalis alkekengi* plant based on their chemical composition in order to classify the resulting extract as a commodity product.

**Ключевые слова:** *Physalis alkekengi*, экстрактивные вещества, стандартизация, продукт, товарная номенклатура.  
**Keywords:** *Physalis alkekengi*, extractive substances, product, standardization, commodity nomenclature.

**Введение.** В связи с увеличением мирового населения, из года в год растет объем производства жизненно необходимых товаров, в т.ч. лекарственных средств и биологически активных добавок как и синтетических, как и природных. В этом аспекте, использование возобновляемых природных, и в том числе растительных, ресурсов, обладающих лекарственными свойствами, является весьма актуальным. В области рационального использования лекарственного растительного сырья - эндемиков Средне-Азиатского региона, учеными Узбекистана проведены многочисленные исследований и достигнуты значимые результаты [1-4].

На основе стандартизации всех видов продуктов для употребления (лекарственные препараты, пищевые продукты и биодобавки к пище) лежит их химический состав. Следовательно, стандартизуемым объектом является химическое вещество или группа химических веществ [5-10].

Растение *Physalis alkekengi*, произрастающее в каменистых и горных регионах Узбекистана, является малоизученным растением по химическому составу. Нами ранее сообщалось, что изучены химические компоненты – алкалоиды, флавоноиды, витамины, белки, также макро- и микроэлементы настоящего вида растения [11-13]. В зарубежной литературе имеются данные по изучению химического состава и стандартизации данного вида растения [14-19].

**Цель исследования.** Стандартизация суммы экстрактивных веществ надземной части растения *Physalis alkekengi* на основе химического состава с целью классификации полученного экстракта в качестве товарного продукта, т.е. источника биологически активных веществ для дальнейшей разработки состава биологически активной добавки гипогликемического действия.

**Результаты и их обсуждение.** Стандартизацию экстрактивных веществ проводили по их белковому и аминокислотному составам надземной части растения *Physalis alkekengi*, т.к. именно содержанием этих компонентов обусловлены гипогликемические свойства получаемых из него препаратов.

По результатам проведенных исследований разработан и утвержден Стандарт предприятия Ts 200131171-001:2022. Продукт производят по Технологической инструкции ТИ 200131171-001:2022.

Экстракт должен соответствовать вышеуказанным техническим условиям, и производиться с соблюдением санитарных норм и правил, утвержденным в установленном порядке. По органолептическим показателям препарат имеет следующие характеристики: внешний вид – аморфный порошок, цвет – от кремового до коричневого.

По физико-химическим показателям субстанция экстракта должна соответствовать требованиям, указанным в табл.1.

Таблица 1.

Физико-химические показатели сухого экстракта растения Физалиса обыкновенного

№	Наименования показателей	Норма	Методы контроля
1	Массовая доля влаги, %	не более 5,0	ГОСТ 15113.4
2	Зола общая, %	не более 2,0	ГОСТ 15113.8
3	Остаточное количество органических растворителей (этиловый спирт), ppm	не более 5000	ОФС 42-0057-07

При стандартизации полученного товарного продукта использованы нормативные документы, действующие на территории Республики Узбекистан, применяемые при контроле качества растительных экстрактов. Отбор проб проводят по ГОСТ

15113.0 и ГОСТ 24027.0. Определение внешнего вида, цвета, запаха по ГОСТ 15113.3. Массовая доля влаги определяют по ГОСТ 15113.4 и 24027.2. Определение контроля массы проводятся на весах по ГОСТ 24104 или по ГОСТ 42-0057-07.

Сухой экстракт растения *Physalis alkekengi* предназначается для получения готовых для употребления форм биологически активных добавок гипогликемического действия. Поэтому, продукт также подвергается анализу по определению тяжелых металлов. Подготовка проб и анализ на содержание тяжелых металлов и других токсичных веществ проводится по ГОСТ 26929. При этом содержание отдельных элементов устанавливают:

- ртути – по ГОСТ 26927;
- мышьяка – по ГОСТ 26930;
- свинца – по ГОСТ 26932;
- кадмия – по ГОСТ 26933.

Также, определяют содержания радионуклидов – Cs 137 и Sr 90.

Готовый продукт подвергается также испытаниям по установлению микробиологических показателей. По этим показателям определяют количества мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов (ГОСТ 10444.15). Далее, по установленному порядку, продукт испытывают на содержание бактерий группы кишечных палочек, патогенных микроорганизмов, дрожжей и плесневых грибов, также бактерий *Escherichia coli* и *Staphylococcus aureus*.

Нами предложен колориметрический метод для определения количественного содержания белков в составе продукта. Количественное содержание белков по указанному методу, проводили с использованием реактива Несслера. Для этого навеску сухого экстракта отбирают в термостойкую колбу (25 мл), приливают  $H_2SO_4$  (конц.,  $\rho=1,84 \text{ г/см}^3$ ). Колбы

помещают на песчаную баню на 5 минут с номинальной температурой  $400^\circ C$ . При процессе нельзя допускать бурное кипение. По истечении установленного времени, колбу охлаждают. В охлажденную колбу медленно по стенкам приливают дистиллированную воду и количественно переносят в мерную колбу (50 мл). Доводят объем до метки, тщательно перемешивают. После процесса минерализации отбирают аликвотную часть для количественного определения белков по азоту. К отобранной пробе прибавляют до половинного объема дистиллированную воду. После чего раствор нейтрализовали реактивом Несслера. Раствор с прибавленной реактивом доводят до метки, тщательно перемешивают. Полученный раствор должен быть абсолютно прозрачным. Раствор оставляют на 15 минут. Интенсивность окрашивания раствора, пропорциональную концентрации аммиака (аммонийному азоту) определяли спектрофотометрическим методом с использованием спектрофотометра Metach V-5000 (или аналог). Полученные данные расчетными приемами обрабатывают по общепринятой методике. По результатам расчетов содержание белков в сухом экстракте, полученных и надземной части растения *Physalis alkekengi* должно составлять не менее 15%.

Для установления аминокислотного состава выделенных белков методом ВЭЖХ изучены аминокислоты белков из надземной части *Physalis alkekengi*. Результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2.

Аминокислотный состав белков растения *Physalis alkekengy*, мг/г

Аминокислота	Содержание	Аминокислота	Содержание
Asp	5,24323	Tyr	3,03346
Glu	5,24323	Val*	4,34303
Ser	2,79735	Met*	3,21102
Gly	5,00408	Ile*	4,91626
Cys	3,87378	Leu*	6,09921
Thr*	4,06920	His*	6,15287
Arg	1,15688	Phe*	22,39769
Ala	3,79259	Lys HCl*	3,49321
Pro	2,11358	<b>Итого:</b>	<b>88,31786</b>

\*-незаменимые аминокислоты

По данным из таблицы 2 видно, что в аминокислотный состав *Physalis alkekengy* входит весь набор незаменимых аминокислот. Белки настоящего вида растения отличаются также высоким содержанием аспарагиновой и глутаминовой кислот. По их заменимым аминокислотам также, белки стабилизированы.

**Выводы.** Впервые разработаны технические условия и технологическая инструкция на производство сухого экстракта растения *Physalis alkekengi*,

что позволило стандартизовать настоящий экстракт в качестве товарного продукта. Исходя из уникального аминокислотного состава, который содержит в себе все незаменимые аминокислоты, сухой экстракт растения *Physalis alkekengi* вполне может быть рекомендован в качестве биоактивного продукта, т.е. стандартизованной и сертифицируемой биологически активной пищевой добавки.

**Список литературы:**

1. Стандартизация на основе химического состава экстрактивных веществ *Codonopsis clematidea* и таблеток на их основе для классификации в качестве товарного продукта // *Universum: химия и биология : электрон. научн. журн.* Азимов Н.Ш. [и др.]. 2022. 4(94). URL: <https://7universum.com/ru/nature/archive/item/13330>.
2. Стандартизация надземной части *Aconitum zeravschanicum* в качестве алкалоидоносного сырья // *Universum: химия и биология : электрон. научн. журн.* Валиев Н.В. [и др.]. 2018. № 10 (52). URL: <https://7universum.com/ru/nature/archive/item/6387>.
3. Оптимизация процесса получения дигидроатизина // *Universum: химия и биология : электрон. научн. журн.* Валиев Н.В. [и др.]. 2019. № 3 (57). URL: <https://7universum.com/ru/nature/archive/item/7005>.
4. Валиев Н.В. "Технологии производства субстанций препаратов антиаритмина и дигидроатизина гидрохлорида: Автореф. дисс.... д-ра филос. по техн. наукам." (2018).
5. Результаты определения тяжелых металлов в некоторых видах сырого мяса // *Universum: химия и биология : электрон. научн. журн.* Кушназарова Ш.К. [и др.]. 2022. 11(101). URL: <https://7universum.com/ru/nature/archive/item/14408>.
6. Valiev NV, Azizova MA, Otaeva ShA, Sadikov AZ, Sagdullaev ShSh. Standardization of the Drug Substance Axaritimn. *Farmatsevticheskiy vestnik Uzbekistana*. 2017;1:56-60.
7. Азизова МА, Джалилов ХК, Валиев НВ, Сагдуллаев ШШ. Изучение физикохимических и технологических свойств аксаритмина. In: *Материалы конференции «Актуальные проблемы химии природных соединений 2015 (p. 162).*
8. Akhiyarov A.A., Lobov A.N., Ivanov S.P. et al. Antiarrhythmic agents based on diterpenoid alkaloid lappaconitine. Protonation of N-deacetylappaconitine in methanol solutions. *Russ Chem Bull* 69, 567–571 (2020). <https://doi.org/10.1007/s11172-020-2800-0>
9. Azimov N.S., Mezhlumyan, L.G., Ishimov, U.S. et al. Protein Constituents of the Plants *Codonopsis clematidea* and *C. bactriana* and Their Biological Activity. *Chem Nat Compd* 57, 599–600 (2021). <https://doi.org/10.1007/s10600-021-03430-x>
10. Azimov N.S., Yusufzhonova D.O., Mezhlumyan L.G. et al. Biological Activity of Protein Constituents and Alkaloids from the Plant *Phragmites communis*. *Chem Nat Compd* 57, 597–598 (2021). <https://doi.org/10.1007/s10600-021-03429-4>
11. Khikmatullaev, I.L., Boimatov, O.S., Yuldasheva, N.K. et al. Constituent Composition of *Physalis angulata*. *Chem Nat Compd* 58, 596–600 (2022). <https://doi.org/10.1007/s10600-022-03749-z>
12. Mezhlumyan, L.G., Khikmatullaev, I.L., Rakhimova, S.K. et al. Amino-Acid Composition and Hypoglycemic Properties of Proteins from *Physalis alkekengi* and *P. angulata*. *Chem Nat Compd* 58, 187–189 (2022). <https://doi.org/10.1007/s10600-022-03631-y>
13. Xikmatillayev I.L., A.D. Matchanov, and S. F. Aripova. "Study of elemental composition of *Physalis angulata* plant by ICP-MS method." *Биохимия и Биофизика* (2006): 12.
14. Wasim Ahmad, N.A. Khan, G. Ahmad. Physico-chemical Standardization of *Physalis alkekengi* // *Hamdard Medicus* ·2010 Vol. 53, No. 3. –P. 77-82.
15. M. Kawai, T. Yamamoto, B. Makino, H. Yamamura, S Araki, Y Butsugan, K Saito. The structure of physalin T from *Physalis alkekengi* var. *franchetti* // *J Asian Nat Prod Res*. 2001;3(3):199-205. doi: 10.1080/10286020108041391
16. L.G. Vicas, T. Jurca, I. Baldea, G.A. Filip et.al, *Physalis alkekengi* L. Extract Reduces the Oxidative Stress, Inflammation and Apoptosis in Endothelial Vascular Cells Exposed to Hyperglycemia // *Molecules*. 2020 Aug 17; 25(16):3747. doi: 10.3390/molecules25163747.
17. World Health Organization . *Global Report on Diabetes*. World Health Organization; Geneva, Switzerland: 2017. [(accessed on 11 August 2020)]. Available online: <http://www.who.in>.
18. Jing Yang S, Yanping Sun Feng Cao Q. et.al. Natural Products from *Physalis alkekengi* L. var. *franchetii* (Mast.) Makino: A Review on Their Structural Analysis, Quality Control, Pharmacology, and Pharmacokinetics // *Molecules* 2022, 27(3), 695; <https://doi.org/10.3390/molecules27030695>
19. Турурушкина Н.Н., Клюкина Л.В., Черненко Г.Ф. О порядке экспертизы БАД к пище // *Здоровье населения и среда обитания*. –2012. –№ 10 (235). –С. 17-20.

## БИООРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

DOI – 10.32743/UniChem.2023.103.1.14826

ИССЛЕДОВАНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА РАСТЕНИЯ  
*Sisymbrium altissimum* L. МЕТОДОМ ISP-MS*Ёкубова Замира Хакимовна**магистрант кафедры химии  
Ферганского государственного университета,  
Республика Узбекистан, г. Фергана  
E-mail: [amirova1988@internet.ru](mailto:amirova1988@internet.ru)**Иброхимов Азиз Алижонogli**магистрант кафедры химии  
Ферганского государственного университета,  
Республика Узбекистан, г. Фергана**Ибрагимов Алиджан Аминович**д-р хим. наук, проф. кафедры химии  
Ферганского государственного университета,  
Республика Узбекистан, г. Фергана*INVESTIGATION OF THE MINERAL COMPOSITION OF THE PLANT  
*Sisymbrium altissimum* L. BY THE ISP-MS METHOD*Zamira Yokubova**Master student  
of the Department of Chemistry  
Ferghana State University,  
Republic of Uzbekistan, Fergana**Aziz Ibrokhimov**Master student  
of the Department of Chemistry  
Ferghana State University,  
Republic of Uzbekistan, Fergana**Alidjan Ibragimov**Dr. chem. Sciences,  
Professor, Department of Chemistry  
Ferghana State University,  
Republic of Uzbekistan, Fergana*

## АННОТАЦИЯ

Методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой исследован элементный состав растения *Sisymbrium altissimum* L. В результате была выявлена высокая концентрация таких жизненно важных макроэлементов, как К, Mg, Са и Р, а также высокая концентрация микроэлементов Fe, Al, Si, Ti. В Листях и соцветиях *Sisymbrium altissimum* преобладают кремний и алюминий. В стеблях относительно других компонентов больше Ti и Fe. Обращает на себя внимание достаточно высокое содержание лития во всех органах растения.

## ABSTRACT

The elemental composition of the *Sisymbrium altissimum* L plant was studied by inductively coupled plasma mass spectrometry. As a result, a high concentration of such vital macroelements as K, Mg, Ca and P, as well as a high concentration of trace elements Fe, Al, Si, Ti. The leaves and inflorescences of *Sisymbrium altissimum* are dominated by silicon and aluminum. The stems contain more Ti and Fe than other components. Noteworthy is the rather high content of lithium in all organs of the plant.

**Ключевые слова:** *Sisymbrium altissimum* L., масс-спектрометрия, ИСП-МС, макроэлементы, микроэлементы.

**Keywords:** *Sisymbrium altissimum* L., mass spectrometry, ISP-MS, macroelements, microelements.

*Sisymbrium altissimum* L. (Гулявник высокий, семейство Крестоцветные Brassicaceae Burnett.) одно или двухлетнее растение. Грубый одиночный стебель в нижней части покрыт жёстким опушением, в высоту достигает от 20 до 80 см, иногда до 1,5 м. Нижние листья перисто-раздельные, верхние – перисто-рассеченные. Цветки многочисленные, окрашены в нежно-жёлтый цвет, собраны в кисти. Плод – стручок длиной 5–8 см. Семена мелкие (длина 1–1,2 мм) коричневого цвета [1-4].

Род Гулявник -*Sisymbrium* L.- род травянистых растений семейства Капустные -содержит около 90 видов, широко распространённых в умеренной полосе Северного полушария: России, США, Канаде, а также в Южной Америке (Анды) и Южной Африке. На территории СНГ произрастает 25 видов, в том числе в республиках Средней Азии. На Алтае встречается 4 вида [2-4]. Растение предпочитает расти в почве, богатой питательными веществами, в том числе и засоленной. Распространен практически повсеместно – встречается на обочинах дорог, пустырях, берегах рек, огородах, лугах и т. д. Детально изучена экология рода [5-8].

Гулявник является лекарственным растением. Издавна и широко используется в народной медицине. Для приготовления целебных настоев и отваров заготавливают все части растения: используют цветки, листья, стебли и стручки. Следует отметить, что траву не высушивают, а применяют свежей. Собирают её в период цветения. Настоями и отварами на основе гулявника лечили воспаление лёгких, бронхиальную астму, бронхит, ларингит, туберкулёз лёгких, секреторную недостаточность, гастрит, воспалительные процессы мочеполовой системы, а также общую слабость организма и другие недуги. Настои использовали и наружно: для обработки ран, лечения садин, стоматитов, катаральной ангины, ушибов и даже чесотки. Гулявник обладает выраженными противовоспалительными, отхаркивающими, мочегонными, вяжущими свойствами, а также признан действенным средством для повышения аппетита, есть указания о его противоопухолевой активности [9-10].

Химический состав гулявника хорошо изучен. Надземные части растения содержат дубильные вещества, тиогликозиды, флавоноиды, карденолиды (корхорозид А, гелветикозид), каротин, аскорбиновую, олеиновую кислоту и серу. Семена гулявника богаты жирными маслами (до 30 %) и кислотами, среди последних установлены арахидиновая, линолевая, линоленовая, пальмитиновая, олеиновая, эйкозодиеновая, эруктовая, зйкозеновая, стеариновая кислоты [11]. Современных работ по элементному составу изучаемого вида в доступной литературе не обнаружили.

Целью данного исследования является изучение концентрации макро- и микроэлементов в листьях, стеблях и цветках методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой.

### Материалы и методы

Для исследования были использованы образцы стеблей, листьев и соцветий, собранных на территории махали Чинигарон Риштанского района Ферганской области. Образец массой 0,1 г (100 мг) взвешивали на аналитических весах. Затем образец помещали в автоклав (DAK 100), добавили 6 мл азотной кислоты и 2 мл перекиси водорода (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>). Крышку автоклава закрывали и ставили на микроволновую печь Berghof (SpeedWaveXpert). Минерализацию проводили в течение 45 мин в условиях минимальной T (50°C), максимальной T (230°C), давлении P [bar] max 40 [bar]. Затем автоклав охлаждали и содержимое переносили в колбу с меткой на 100 мл. Объем раствора доводили бидистиллированной водой до метки. Полученный раствор хорошо перемешивали и пробу для проведения анализа помещали в пробирку объемом в 10 мл.

Качественный и количественный элементный анализ проб определяли на масс-спектрометре с индуктивно-связанной плазмой Perkin Elmer ISP-MS (NexION 2000) с использованием минерализованного раствора [12].

### Обсуждение результатов

Таким образом в результате проведённой работы была определена концентрация 26 макро–и микроэлементов *Sisymbrium Altissimum* собранного на территории Риштанского района Ферганской области в период цветения.

В образцах стеблей, листьев и соцветий гулявника высокого количественно определили 6 макроэлементов ( Na, Ca, K, Mg, P, S) и 20 микроэлементов (Li, Be, B, Al, Si, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Ta, W, Re, Hg, Pb, Bi, U, ) которые были проанализированы с помощью ICP-MS.

Содержание макроэлементов в стеблях исследуемого растения увеличивается в следующем порядке: Na < Ca < S < Mg < P < K в листьях возрастание наблюдается в следующем порядке S < Na < P < Mg < K < Ca, а для соцветий Na < Mg < S < Ca < P < K. Из вышеуказанных данных вытекает следующее: для листьев и соцветий гулявника высокого характерно высокое содержание K и минимальное содержание Na (табл.1 и Рис.1).

В ходе исследований было выявлено, что образцы не содержат Ta, W, Re, Bi, U, Ho, Ti содержится в стеблях гулявника высокого. В листьях и соцветиях титан не был обнаружен.

Таблица 1.

## Содержание макроэлементов в различных частях гулявника высокого (мг/кг)

№	Элементы	Стебли гулявника высокого	Листья гулявника высокого	Соцветия гулявника высокого
1	Na <sup>23</sup>	252,25	1933,473	252,744
2	K <sup>39</sup>	18327,300	26906,378	19431,339
3	Mg <sup>24</sup>	1405,768	4981,071	396,876
4	Ca <sup>42</sup>	395,776	28283,905	1923,146
5	P <sup>31</sup>	2332,159	4545,840	5133,360
6	S <sup>32</sup>	541,550	1125,427	759,936

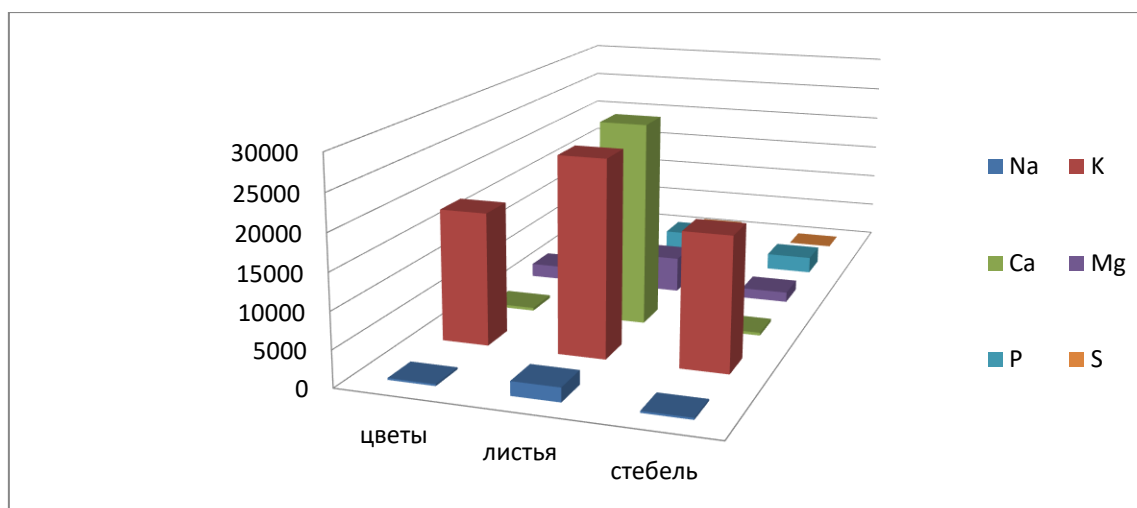


Рисунок 1. Диаграмма содержания макроэлементов

Результаты определения количества 14 микро-элементов в составе исследуемых образцов приведены в Таблице 2. и Рисунке 2.

Таблица 2.

## Содержание микроэлементов в различных частях гулявника высокого (мг/кг)

№	Элементы	Стебли гулявника высокого	Листья гулявника высокого	Соцветия гулявника высокого
1	Li <sup>7</sup>	0,115	1,719	0,232
2	Be <sup>9</sup>	0,002	0,000	0,000
3	B <sup>11</sup>	1,633	0,652	1,066
4	Al <sup>27</sup>	6,994	278,858	113,567
5	Si <sup>28</sup>	0,608	485,716	184,426
6	Ti <sup>48</sup>	15,754	75,326	13,996
7	V <sup>51</sup>	0,001	0,023	0,001
8	Cr <sup>52</sup>	0,033	0,064	0,033
9	Mn <sup>55</sup>	0,246	1,343	0,975
10	Fe <sup>57</sup>	21,512	132,130	28,501
11	Co <sup>59</sup>	0,004	0,022	0,013
12	Ni <sup>60</sup>	0,030	0,169	0,049
13	Ta <sup>181</sup>	0,000	0,000	0,000
14	W <sup>184</sup>	0,000	0,000	0,000
15	Re <sup>187</sup>	0,000	0,000	0,000
16	Hg <sup>202</sup>	0,003	0,001	0,003
17	Tl <sup>205</sup>	0,001	0,000	0,000
18	Pb <sup>208</sup>	0,03	0,001	0,003
19	Bi <sup>209</sup>	0,000	0,000	0,000
20	U <sup>238</sup>	0,000	0,000	0,000

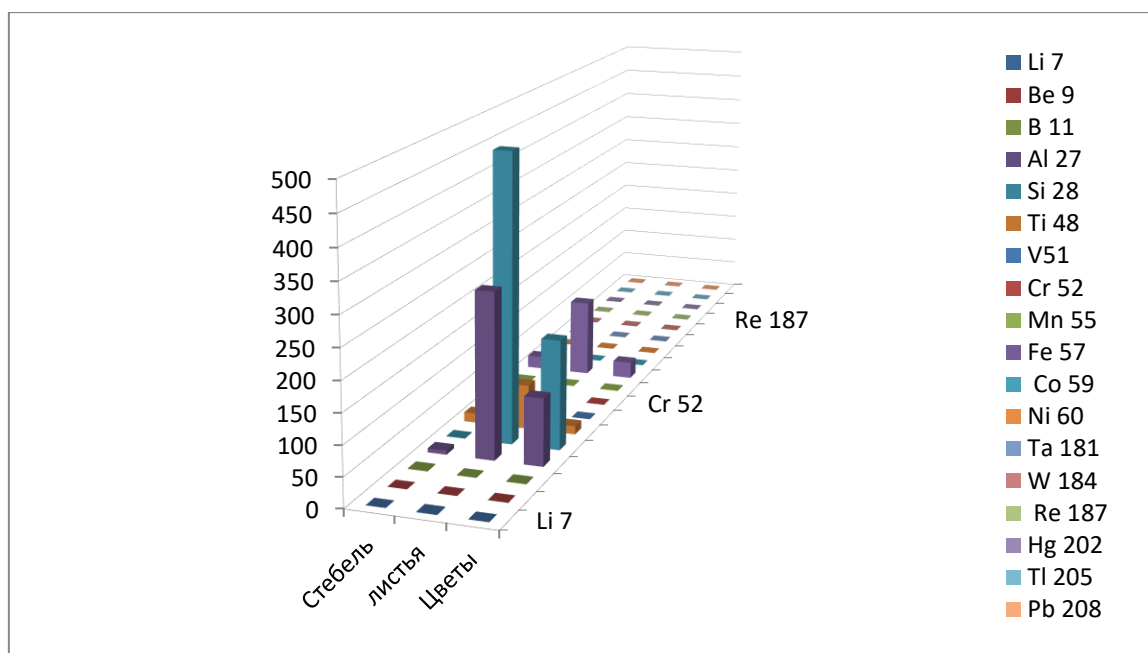


Рисунок 2. Диаграмма содержания микроэлементов

Содержание микроэлементов в листьях *Sisymbrium Altissimum* увеличивается в следующем порядке: Pb=Hg < Co < V < Cr < Ni < B < Mn < Li < Ti < Fe < Al < Si. В стеблях порядок возрастания следующий: V=Tl < Hg < Co < Ni=Pb < Cr < Li < Mn < Si < B < Al < Ti < Fe, а в соцветиях - V < Pb=Hg < Co < Cr < Ni < Li < Mn < B < Ti < Fe < Al < Si.

#### Выводы

Таким образом, в результате проведенной работы была определена концентрация 26 макро- и микроэлементов растения *Sisymbrium altissimum*, собранного на территории Риштанского района. В результате была выявлена высокая концентрация таких жизненно важных макроэлементов [13-14], как K, Mg, Ca и P, а также высокая концентрация

микроэлементов Fe, Al, Si, Ti. В Листьях и соцветиях *Sisymbrium altissimum* преобладают кремний и алюминий. В стеблях относительно других компонентов больше Ti и Fe. Обращает на себя внимание достаточно высокое содержание лития во всех органах растения.

Способность исследуемого растения к избирательной аккумуляции таких элементов, как калий, кальций, железо, кремний, титан, литий необходимо принимать во внимание при использовании данного природного сырья для приготовления лекарственных препаратов в галеновых формах, поскольку в настои и отвары переходит около 50% содержащихся в растении микроэлементов.

#### Список литературы:

1. Н.Н. Сафонов «Лекарственные растения. Иллюстрированный атлас», Москва, Эксмо, 2013 г. – 56 с.
2. Флора Узбекистана. – Ташкент : Изд. АН Уз ССР, 1955. – С. 43.
3. *Sisymbrium* // Ботанический словарь / сост. Н.И. Анненков. — СПб.: Тип. Имп. АН, 1878. — XXI + 645 с.
4. Гулявник, желтяк // Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона : в 86 т. (82 т. и 4 доп.). — СПб., 1890—1907.
5. Great Plains Flora Association. 1986. Flora of the Great Plains. Lawrence, KS: University Press of Kansas. 1392 p. [1603].
6. Hickman, James C., ed. 1993. The Jepson manual: Higher plants of California. Berkeley, CA: University of California Press. 1400 p. [21992].
7. Mitich, Larry W. 1983. The intriguing world of weeds. Part XV: Jim Hill mustard. Weeds Today. 14(4): 5-6. [44516]/
8. Yensen, Dana L. 1981. The 1900 invasion of alien plants into southern Idaho. The Great Basin Naturalist. 41(2): 176-183. [2634]
9. Никифоров Ю.В. Алтайские травы-целители. — Горно-Алтайск: Юч-Сумер – Белуха, 1992.
10. И.А. Гречаный, «Полный справочник лекарственных трав и целительных сборов», Харьков, Клуб семейного досуга, 2013 – 78 с.
11. Растительные ресурсы СССР: Цветковые растения, их химический состав, использование. СПб.: Наука, 1991. 352 с.
12. A. Ibragimov, S. Dusalieva, Sh. Turgunbayev. Investigation of the mineral composition of the plant *cydonia oblonga* mill. by the ISP-MS method. // Unuversum № 11 (101), 2022 y., p. 58-61
13. Авцын А.П. Микроэлементозы человека: этиология, классификация, органопатология / А.П. Авцын, А.А. Жаворонков, М.А. Риш [и др.]. — М.: Медицина, 1991. — 496 с.
14. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. – М. : Мир, 1989. – 439 с.

*ДЛЯ ЗАМЕТОК*

*ДЛЯ ЗАМЕТОК*

Научный журнал

**UNIVERSUM:  
ХИМИЯ И БИОЛОГИЯ**

№ 1(103)  
Январь 2023

Часть 1

Свидетельство о регистрации СМИ: ЭЛ № ФС 77 – 55878 от 07.11.2013

Издательство «МЦНО»  
123098, г. Москва, улица Маршала Василевского, дом 5, корпус 1, к. 74  
E-mail: [mail@7universum.com](mailto:mail@7universum.com)  
[www.7universum.com](http://www.7universum.com)

Отпечатано в полном соответствии с качеством предоставленного  
оригинал-макета в типографии «Allprint»  
630004, г. Новосибирск, Вокзальная магистраль, 3

16+