

**УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ**

**КРЫМСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО  
УНИВЕРСИТЕТА имени В. И. ВЕРНАДСКОГО.  
БИОЛОГИЯ. ХИМИЯ**

**Научный журнал**

**Том 2 (68), № 4**

Журнал «Ученые записки Крымского федерального  
университета имени В. И. Вернадского. Биология. Химия»  
является историческим правопреемником журнала «Ученые записки  
Таврического университета», который издается с 1918 г.

**Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского  
Симферополь, 2016**

Печатается по решению Ученого совета Крымского федерального  
университета имени В. И. Вернадского, протокол № 10 от 27 октября 2016 г.

Редакционный совет журнала  
«Ученые записки Крымского федерального университета  
имени В. И. Вернадского. Биология. Химия»:

Главный редактор – Чуян Елена Николаевна, д. б. н., проф.

**Раздел «Биология»:**

1. Буков Юрий Александрович, д. б. н., проф.
2. Ивашов Анатолий Васильевич, д. б. н., проф.
3. Коношенко Светлана Владимировна, д. б. н., проф.
4. Коренюк Иван Иванович, д. б. н., проф.
5. Котов Сергей Федорович, к. б. н., доц.
6. Лебедева Наталья Николаевна, д. б. н., проф.
7. Павленко Владимир Борисович, д. б. н., проф.
8. Сафронова Нина Степановна, к. б. н., доц.
9. Темурьянц Наталья Арменаковна, д. б. н., проф. (редактор раздела «Биология»)

**Раздел «Химия»:**

10. Гришковец Владимир Иванович, д. х. н., проф. (редактор раздела «Химия»)
11. Гусев Алексей Николаевич, к. х. н., доц.
12. Еременко Игорь Леонидович, академик РАН
13. Земляков Александр Евгеньевич, д. х. н., проф.
14. Новоторцев Владимир Михайлович, академик РАН
15. Панюшкин Виктор Терентьевич, д. х. н., проф.
16. Федоренко Александр Михайлович, д. х. н., проф.
17. Шульгин Виктор Федорович, д. х. н., проф.

Подписано в печать 28.10.2016. Формат 70x100 1/16  
30 усл. п. л. Заказ № НП/17

Отпечатано в издательском отделе КФУ имени В. И. Вернадского  
295007, г. Симферополь, пр. Академика Вернадского, 4  
<http://sn-biolchem.cfuv.ru>

# БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

---

Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского  
Биология. Химия. Том 2 (68). 2016. № 4. С. 3–7.

УДК 630.2 (09)

## К 90-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ ИЗВЕСТНОГО РУССКОГО БОТАНИКА-БИОМОРФОЛОГА В. Н. ГОЛУБЕВА

*Вахрушева Л. П.<sup>1</sup>, Крайнюк Е. С.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», Симферополь, Республика Крым, Россия*

<sup>2</sup>*Никитский ботанический сад – национальный научный центр РАН, Ялта, Республика Крым, Россия*  
*E-mail: vakhl@inbox.ru*

Приводятся данные биографии, научной, педагогической и творческой деятельности известного русского и крымского ученого Виталия Николаевича Голубева, автора монографии «Биологическая флора Крыма», внесшего значительный вклад в развитие отечественной биоморфологии, фитоценологии и экологии растений и создавшего уникальную линейную систему жизненных форм растений.

**Ключевые слова:** В. Н. Голубев, биоморфология, жизненные формы, линейная система жизненных форм.

В отечественной ботанической науке учение о биоморфах растений представляет собой самостоятельное направление, развитие которого приобрело совершенно новое содержание после создания В. Н. Голубевым в 1972 году линейной системы жизненных форм высших растений.

Родился Голубев Виталий Николаевич 19 декабря 1926 г. в средней полосе России – в деревне Костяново Угличского района Ярославской области. С раннего детства его привлекали красота и познание природы. Будучи школьником, он самостоятельно совершал многочисленные экскурсии по окрестностям своей деревни. Уже в эти годы у него проявился интерес к растениям и сформировались так необходимые будущему исследователю навыки определения растений, наблюдения за их развитием и изменениями в разные сезоны года, сбора



Голубев  
Виталий Николаевич  
(19.12.1926–06.04.2016)

гербария.

В 1943 г., в шестнадцать лет, прямо со школьной скамьи Виталий Николаевич ушел на Великую Отечественную войну, участвовал в боевых действиях и демобилизовался только в сентябре 1950 г. За участие в военных действиях В. Н. Голубев награжден орденами «Отечественная война», «За мужество» и 11-ю медалями.

После демобилизации он поступает в Московский педагогический институт и заканчивает его с отличием в 1951 г. В том же году В. Н. Голубев поступил в очную аспирантуру к профессору И. М. Культисову. Его научные интересы были связаны с такими дисциплинами, как геоботаника, флористика, биоморфология, общая экология и охрана природы. В течение долгой трудовой деятельности (60 лет) работал в разных местах России. После окончания аспирантуры – старшим преподавателем в Смоленском (1954–1956), а затем Омском (1956–1957) педагогических институтах, младшим научным сотрудником Главного ботанического сада АН СССР (Москва, 1958–1959), заместителем директора по научной работе в Центрально-Черноземном государственном заповеднике имени профессора В. В. Алехина под Курском (1959–1962), заведующим лабораторией геоботаники Восточно-Сибирского биологического института СО АН СССР (Иркутск, 1962–1964). Были в жизни Виталия Николаевича и многочисленные научные экспедиции в Тянь-Шань, Таласский и Заилийский Алатау, Прибайкалье, на Гиссарский хребет, Кавказ, Алтай, в Молдову и на Камчатку, которые позволили ученому собственными глазами увидеть и изучить все разнообразие флоры и особенностей растительного покрова разных регионов России.

С 1964 г. Виталий Николаевич навсегда связывает свою судьбу с Крымом и, в частности, с Никитским ботаническим садом – Национальным научным центром РАН. В Никитском ботаническом саду он проработал долгие годы, почти 30 лет, в том числе 17 лет – в должности заведующего отделом флоры и растительности. Однако отметим, что в период с 1971 по 1975 г.г. В. Н. Голубев работал в Симферопольском государственном университете им. М. В. Фрунзе (ныне – Крымский федеральный университет имени Владимира Ивановича Вернадского), где организовал кафедру ботаники и стал ее первым заведующим. В течение 5 лет он передавал свой богатый опыт настоящего исследователя и знания ученого студентам и аспирантам. И сейчас дело профессора В. Н. Голубева достойно продолжают его ученики, работающие во многих научных учреждениях и вузах. В целом, под руководством Виталия Николаевича были защищены 14 кандидатских диссертаций, он был консультантом по 5 докторским диссертациям. В Крымском федеральном университете им. В. И. Вернадского в настоящее время работают три его ученика: доктор биологических наук, профессор А. В. Ена, кандидаты биологических наук, доценты Л. П. Вахрушева, В. Г. Кобечинская.

Основные научные достижения Виталия Николаевича Голубева:

- изучил детали морфологического строения и особенности развития корневых систем растений и растительных сообществ лесостепи России на примере сообществ Центрально-Черноземного заповедника [1]. В его монографии «Основы биоморфологии травянистых растений Центральной лесостепи [1]

нашли отражение данные о корневых системах 372 видов растений, снабженные авторскими рисунками, показывающими не только общую схему строения корней взрослого растения, но и развитие их в онтогенезе;

- впервые предложил методику популяционно-количественного учета редких и исчезающих растений и организовал исследования во всех основных регионах и биомах Крыма, опубликовал сводки исчезающих, редких и находящихся под угрозой исчезновения видов;
- впервые осуществил разностороннее изучение эколого-биологической структуры основных зонально-поясных типов растительности как составной части комплексных исследований и охраны природы Крыма;
- был инициатором и участником разработки теории динамической экологии опыления антофитов, имеющей выход в практику селекции и семеноводства диких и культурных видов.

Но, безусловно, главным достижением В. Н. Голубева является созданная им в 1972 году [2] чрезвычайно оригинальная линейная система жизненных форм как система мультифенетических структур морфофизиологического содержания, нашедшая широкое применение в систематике растений и особенно – в фитоценологии. До этого все системы жизненных форм, начиная с А. Гумбольта [3] и до систем И. Г. и Т. И. Серебряковых и их последователей [4, 5], строились по иерархическому принципу, т. е. как и все системы в таксономии растений. В. Н. Голубев впервые предложил все многообразие признаков, которыми обладают растения, оценивать равнозначно, что, казалось бы, теперь выглядит хрестоматийно, само собой разумеющимся, но никем не предлагалось ранее. По обоснованию В. Н. Голубева, все признаки морфологического, физиологического и экологического типа должны рассматриваться не как соподчиненные системы, а как равнозначные, поскольку невозможно объективно установить, что важнее для растения: корневая система стержневого или кистекорневого типа, розеточный, полурозеточный или безрозеточный тип побега и т. д. Исходя из этих посылок, была создана линейная система жизненных форм растений как комплекс равнозначных признаков, которые при линейном представлении в системе легко включаются в нее и так же легко исключаются, в зависимости от целей, поставленных данным исследователем для конкретного типа растительности и конкретно поставленных задач исследования. Самым объективным доказательством правомерности предложенного подхода является составленная по линейному принципу «Биологическая флора Крыма», прошедшая уже два издания [6] и включающая 2775 видов сосудистых растений. Это самая полная флористическая сводка по Крыму, которая уже более 40 лет использовалась при проведении экобиоморфного анализа фитоценозов. Тем более, что многотомное издание «Экофлора Украины» [7] была составлена по этому же (линейному) принципу.

Всего В. Н. Голубевым опубликовано почти 400 научных работ по ботанике, 60 – по искусствоведению, 38 литературно-художественных произведений, в том числе 15 книг. Его достижения в литературе были отмечены приемом автора в 2000 году в Союз писателей Крыма. Самые разнообразные интересы этого ученого и его широкий кругозор подтверждает и коллекционирование им картин известных

художников: его частная коллекция насчитывала более 1 тыс. экземпляров. К 150-летнему юбилею основания Ялты (1987 г.) он подарил более 200 произведений из нее городу – это «Малая Третьяковская галерея XX века», которая постоянно экспонируется в Алушкинском Воронцовском дворце. В числе работ этого уникального художественного собрания есть произведения классиков национальной живописи и графики XX века, таких как М. Волошин, А. Куприн, Р. Фальк, К. Богаевский, В. Борисов-Мусатов, А. Лентулов и др. Виталий Голубев передал также научной библиотеке Никитского ботанического сада полторы тысячи книг, журналов, авторефератов и депонированных рукописей ботанического профиля из личного собрания, которые представляют неоценимый клад для современных ботаников.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В заключение отметим, 19 декабря 2015 года, в день своего 89-летия, Виталий Николаевич Голубев для пришедших его поздравить учеников и бывших коллег читал наизусть свои стихи, а также стихотворения Александра Блока и Марины Цветаевой.

### **Список литературы**

1. Голубев В. Н. Основы биоморфологии травянистых растений Центральной лесостепи / В. Н. Голубев // Труды Центрально-черноземного государственного заповедника им. А. А. Алексина. – Воронеж: изд. Воронежского ун-та, 1962. – Вып. VII. – 510 с.
2. Голубев В. Н. Принцип построения и содержание линейной системы жизненных форм покрытосеменных растений / В. Н. Голубев // Бюлл. Московского общества испытат. природы, отд. биол., 1972. – Т. 77, вып 6. – С. 72–80.
3. Гумбольдт А. Идеи о физиономичности растений / Гумбольдт А. – М., 1936. – 18 с.
4. Серебряков И. Г. Морфология вегетативных органов высших растений / Серебряков И. Г. – М.: Советская наука, 1952. – 387 с.
5. Серебрякова Т. И. Учение о жизненных формах растений на современном этапе / Т. И. Серебрякова // ВИНТИ. Итоги науки и техники, ботаника. – М., 1972. – С. 84–169.
6. Голубев В. Н. Биологическая флора Крыма. Издание второе. / Голубев В. Н. – Ялта: НБС – ННЦ, 1996. – 125 с.
7. Екофлора України / Я. П. Дідух (ред.). – Київ: Фітосоціоцентр, 2000–2010. – Т. 1–6.

### **ON THE 90-th ANNIVERSARY OF THE FAMOUS RUSSIAN BOTANIST-BIOMORPHOLOGIST V. N. GOLUBEV**

*Vakhrusheva L. P.<sup>1</sup>, Krajnuk E. S.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Crimea, Russia*

<sup>2</sup>*Nikitsky Botanical Garden – National Scientific center RAN, Yalta, Russia*

*E-mail: vakhl@inbox.ru*

The national botanical science teaching of plant biomorphes is an independent direction, the development of which has acquired a completely new meaning after the creation by V. N. Golubev in 1972 life forms higher plants linear system.

Golubev Vitaly Nikolaevich was born December 19th, 1926 in central Russia: Village Kostyanovo Yaroslavl Region. Already during his school years he became interested in plants and formed skills of certain plants, monitor their development and changes in different seasons of the year, the herbarium collection.

In 1943, at sixteen years old Vitaliy Nikolayevich went to the Great Patriotic War, participated in the fighting and was awarded the Order of "Patriotic War", "Courage" and the 11 th medals. After demobilization, he graduated from the Moscow Pedagogical Institute with honors in 1951 and entered graduate school Professor I. M. Kultiasov. His research interests connect to disciplines such as the phytocoenology, floristic, biomorphology, general ecology and nature conservation. Over a long working life (during 60 years) he worked in different places in Russia, almost 30 of them – in the Nikitsky Botanical Gardens – National Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. He participated in scientific expeditions to the Tien-Shan, Talas and Alatau, Baikal, in the Hissar ridge, Caucasus, Altai, Moldova, Kamchatka and native Crimea.

V. N. Golubev published nearly 400 scientific papers, including 15 monographs, among which occupies a special place "Biological flora of the Crimea." This botanical summary is the last in the Crimea, which represented by 2775 species of plants and given their adaptability to the particular conditions of life forms. V. N. Golubev has created his own biomorphological school of and created the original linear system of life forms of plants that have become classics in botany.

Under the direction of V. N. Golubev prepared and defended their dissertations 14 graduate students, several doctoral he advised in the preparation of doctoral theses.

Unfortunately, this great scientist a little did not live up to his 90th birthday and died on 89 years in March 6, 2016. He will be remember by all contemporary botany scientist.

**Keywords:** V. N. Golubev, biomorphology, life form, linear system of life forms of plants.

#### References

1. Golubev V. N. *The base biomorphology of grasses plants in Central Forest-Steppe*. 510 p.(Voronez University Press, 1962)
2. Golubev V. N. Principle construction and consist of line life form systems for Angiospesmae, *Bul. Moscow society of nature investigation*, **77**, **6**, 72 (1972)
3. Humbolt A. *The ideas about physiognomical of plants*, 18 p. (M., 1936)
4. Serebrjakov I. G. *Morphology of vegetation organs of higher plants*, 387 p. (M.: Soviet Science, 1952).
5. Serebrjakova T. I. *The Studies about life form plants on modern time*, 1972 (VINITI, Total science and technique, botany)
6. Golubev V. N. *The biological flora of the Crimea*, 125 p.(NBG, Yalta,1996)
7. Ecoflora of the Ukraine, 2000-2010. (Kyiv: Phytosociocenter, 1-6)

**УДК 612.822**

## **РЕАКТИВНОСТЬ СЕНСОМОТОРНОГО БЕТА-РИТМА ЭЭГ У ДЕТЕЙ ЧЕТЫРЕХ-ЧЕТЫРНАДЦАТИ ЛЕТ**

*Галкин Д. В., Эйсмонт Е. В., Кайда А. И., Павленко В. Б.*

*Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», Симферополь, Республика Крым, Россия  
E-mail: vprav55@gmail.com*

У 38 мальчиков и девочек в возрасте от 4 до 14 лет изучали модуляции центрального бета-ритма ЭЭГ в ситуациях выполнения самостоятельных движений компьютерной мышью, восприятия и имитации движений других людей. Значимые корреляции между возрастом детей и модуляциями бета-ритма указывают на переход от синхронизации ритма к десинхронизации в возрастном периоде 8–11 лет. Возрастная динамика модуляций бета-ритма отражает становление и развитие моторной области коры, а также системы зеркальных нейронов данного коркового региона. Результаты исследования поддерживают предположение о том, что «зеркальные» свойства центральных областей коры проявляются в наибольшей степени, если у ребенка есть внутренняя репрезентация соответствующих действий, основанная на предыдущем опыте.

**Ключевые слова:** ЭЭГ, сенсомоторный ритм, роландический ритм, бета-ритм, дети, система зеркальных нейронов.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Электрические осцилляции, зарегистрированные над центральными регионами коры вблизи роландовой борозды и, как правило, десинхронизирующиеся во время движений, называют роландическими, или сенсомоторными ритмами ЭЭГ. Первоначально был описан арковидный, или мю-ритм. В дальнейшем стало очевидным, что характерная арковидная форма этого ритма представляет собой результат наложения по крайней мере двух частотных компонентов со спектральными пиками в полосе альфа- (8–13 Гц) и бета-ритмов (14–30 Гц). Исследования на основе магнитоэнцефалографии показали [1], что генераторы этих двух частотных компонентов пространственно разделены. Источники генерации ритма альфа-диапазона (мю-ритм) находятся, главным образом, в сенсомоторной, а источники бета-ритма – ростральнее, в моторной области коры. Как мю-, так и бета-ритм модулируется при выполнении движений, а также при обработке различного рода сенсомоторной информации. У взрослых испытуемых эти ритмы супрессируются при выполнении движений, наблюдении за ними и мысленном их представлении. Вслед за десинхронизацией, по окончании движения, следует «отдача» – усиление или синхронизация ритмов (см. обзор [2]).

В последние годы особенности реактивности сенсомоторных ритмов ЭЭГ привлекают внимание многочисленных исследователей. Стимулом к этому стало появление гипотезы, согласно которой изменения мощности сенсомоторных ритмов

при наблюдении за действиями других людей отражают динамику активности тех участков неокортекса, которые предположительно являются частью общей системы зеркальных нейронов [3, 4]. Зеркальные нейроны – это клетки ЦНС, активность которых возрастает как при выполнении человеком конкретных действий, так и при зрительном и слуховом восприятии аналогичных действий, выполняемых другим человеком. Считается, что благодаря системной работе этих нервных клеток человек имплицитно, без помощи сложных сознательных умозаключений, понимает и предвосхищает действия других лиц. Активность зеркальной системы мозга также лежит в основе восприятия эмоций других людей и способности к эмпатии и сопереживанию (см. обзор [5]).

Особый интерес в связи с этим вызывает изучение реактивности бета-ритма. Так, в исследовании Пьетро Аванзини с соавторами [6] выявлено, что при имитации движений человека-модели с кинематикой этих движений коррелировали изменения только высокочастотного компонента бета-ритма (18–25 Гц, бета2-ритм) испытуемых. Динамика мю-ритма таких корреляций не проявила. Следовательно, способность к точному отслеживанию тонких особенностей двигательных актов свойственна именно моторной, а не сенсомоторной области неокортекса. Как считают авторы исследования, система зеркальных нейронов мозга человека отличается от подобной системы обезьян именно способностью к отражению точной пространственно-временной организации движений. Кроме того, именно бета-ритм демонстрирует наибольшую супрессию при демонстрации человеку сцен, вызывающих эмпатические переживания по отношению к людям своей этнической группы [7]. Авторы последнего исследования считают, что мощность сенсомоторного бета-ритма более чувствительна к социальным контекстуальным переменным, чем мощность мю-ритма.

Как отмечено выше, сенсомоторный бета-ритм взрослых испытуемых подавляется и при выполнении движений, и при наблюдении за ними. Что касается изменений указанного ритма у детей, то данному феномену посвящены лишь немногочисленные работы, а результаты их весьма противоречивы. Исследования Ю. Лианг с соавторами [8] показали, что у детей возрастом трех-четырёх лет выполнение самостоятельных движений при совместном с мамой участии в компьютерной игре сопровождалось значимой супрессией в частотных диапазонах мю- (7–9 Гц) и бета- (16–18 Гц) ритмов, зарегистрированных в центральных отделах обоих полушарий. Наблюдение за движениями мамы вызывало значимое подавление лишь мю-ритма, супрессия бета-ритма проявлялась, но не достигала уровня статистической значимости. В то же время регистрация магнитоэнцефалограммы Самюэлем Торпом с коллегами [9] в группах годовалых малышей, детей четырёх лет и взрослых при протягивании руки к предмету и его захвате выявило десинхронизацию сенсомоторного бета-ритма только у испытуемых последней группы. Авторы предположили, что супрессия сенсомоторного бета-ритма ЭЭГ появляется с развитием связей между сенсомоторными и премоторными областями неокортекса. Такие связи имеются у взрослых, но они еще не развиты у четырехлетних детей. Систематического исследования реактивности сенсомоторного бета-ритма у детей старше четырех лет

при выполнении самостоятельных движений и наблюдении за движениями других людей, насколько нам известно, не проводилось. Ранее нами была изучена реактивность мю-ритма у детей младшего, дошкольного и школьного возраста, а также у взрослых при выполнении движений компьютерной мышью и в процессе восприятия таких действий, выполняемых другим человеком [10, 11]. Такие ситуации предположительно связаны с активацией зеркальных нейронов. Однако изменения бета-ритма при этом не анализировали. В связи с вышеизложенным целью настоящего исследования стало изучение особенностей модуляции центрального бета-ритма ЭЭГ в ситуациях выполнения самостоятельных движений, восприятия и имитации движений других людей у детей в возрасте от четырех до 14 лет. Проверялась гипотеза, что именно в этом возрастном интервале в указанных ситуациях появляются изменения мощности бета-ритма ЭЭГ, свидетельствующие о развитии системы «зеркальных» нейронов мозга человека.

### **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

В исследовании приняли участие 38 детей в возрасте от четырех до 14 лет (17 мальчиков и 21 девочка, средний возраст в месяцах  $110,6 \pm 5,9$  при крайних значениях 49–176, правши). Регистрация ЭЭГ производилась во время выполнения испытуемыми серии заданий, состоящих из этапов длительностью по 30 секунд. Испытуемый и экспериментатор располагались за стоящими рядом столами (экспериментатор справа), на каждом из которых находился монитор и компьютерный манипулятор – мышь. На мониторе перед испытуемым с помощью веб-камеры демонстрировался участок стола экспериментатора с расположенной на нем компьютерной мышью. Регистрировали паттерны ЭЭГ в рамках четырех экспериментальных ситуаций, используемых как тест на активацию системы «зеркальных» нейронов: (а) самостоятельные ритмичные движения мышью по кругу; (б) наблюдение за аналогичными движениями, выполняемыми экспериментатором; (в) имитация движений, выполняемых экспериментатором; (г) слуховое восприятие звуков, сопровождающих выполняемые экспериментатором движения компьютерным манипулятором (при закрытых глазах испытуемого). Следует указать, что характерные звуки движения мыши воспринимались испытуемыми в каждой из ситуаций, но лишь в последней из них слуховой сенсорный канал являлся единственным. Каждая экспериментальная ситуация предварялась просьбой закрыть глаза и расслабиться на протяжении полуминуты.

ЭЭГ записывали электроэнцефалографом «Нейрон-Спектр-3» (производство фирмы «Нейрософт») в 19 отведениях, размещенных по системе 10–20 с объединенными референтными электродами на мочках ушей. Частота дискретизации составляла 250 Гц. Сопротивление электродов при регистрации не превышало 5 кОм. Анализировали реактивность ЭЭГ в центральных отведениях С3, С4 и Cz. Особенности ЭЭГ-потенциалов, отведенных от других локусов, в настоящей статье не рассматриваются.

Для обработки данных использовалась компьютерная программа «EEG Mapping 3» (программист Е. Н. Зинченко). Отрезки ЭЭГ, соответствующие указанным выше экспериментальным ситуациям (периодам выполнения

соответствующих движений экспериментатора или ребенка), просматривали и отбирали для дальнейшей обработки. Отрезки с артефактами из обработки исключали. Спектры мощности ЭЭГ рассчитывали на основе алгоритма быстрых преобразований Фурье. В качестве эпох анализа использовались временные интервалы по 3 секунды с перекрытием 50 %. Среднюю мощность бета1- и бета2-ритмов ЭЭГ (в  $\text{мкВ}^2$ ) вычисляли для каждой экспериментальной ситуации на основании спектров мощности в диапазоне 14–20 и 21–30 Гц соответственно, используя ряд последовательных эпох анализа.

В качестве показателей реактивности бета-ритма использовали индексы синхронизации/десинхронизации (ИСД). Для ситуации «а» (выполнение самостоятельных движений) ИСД бета-ритмов рассчитывали по формуле:

$$\text{ИСД} = (\text{ВСД} - \text{ННМ}) / \text{ННМ}$$
, где ВСД – мощность бета-ритма ЭЭГ при выполнении самостоятельных движений, ННМ – мощность при наблюдении за видеоизображением неподвижной компьютерной мыши. Коэффициент выражали в процентах.

Чем больше была степень синхронизации бета-ритма при движении, тем большее значение принимал ИСД. При десинхронизации ритма (супрессии) индекс принимал отрицательное значение. Подобным образом рассчитывали ИСД для остальных трех ситуаций. При этом за исходное состояние в ситуациях «б» и «в» также принимали наблюдение за видеоизображением неподвижной компьютерной мыши; для ситуации «г» – расслабленное состояние с закрытыми глазами.

Применение критериев Колмогорова – Смирнова и Лиллиефорса показало, что распределение значений мощности поддиапазонов бета-ритма ЭЭГ не отличалось от нормального. В связи с этим различия между исходными параметрами ЭЭГ и их изменениями в вышеописанных экспериментальных ситуациях оценивали с помощью параметрического Т-критерия Стьюдента. Распределение значений ИСД в ряде случаев отличалось от нормального, поэтому анализ связей между данным показателем и возрастом ребенка проводили с помощью непараметрического критерия Спирмена.

Группа испытуемых детей была набрана с помощью объявлений, размещенных в детских садах и школах г. Симферополя. Родителям этих детей были предоставлены все необходимые сведения о процедуре исследования, и они дали согласие на бесплатное участие ребенка в данных экспериментах. Настоящее исследование соответствовало этическим принципам Хельсинкской декларации 1964 г.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В четырех экспериментальных ситуациях у обследованных детей наблюдались характерные изменения мощности сенсомоторного бета-ритмов ЭЭГ по сравнению с исходным уровнем. На рис. 1 приведены диаграммы средних значений ИСД бета1- и бета2-ритмов (фрагменты А и Б соответственно).

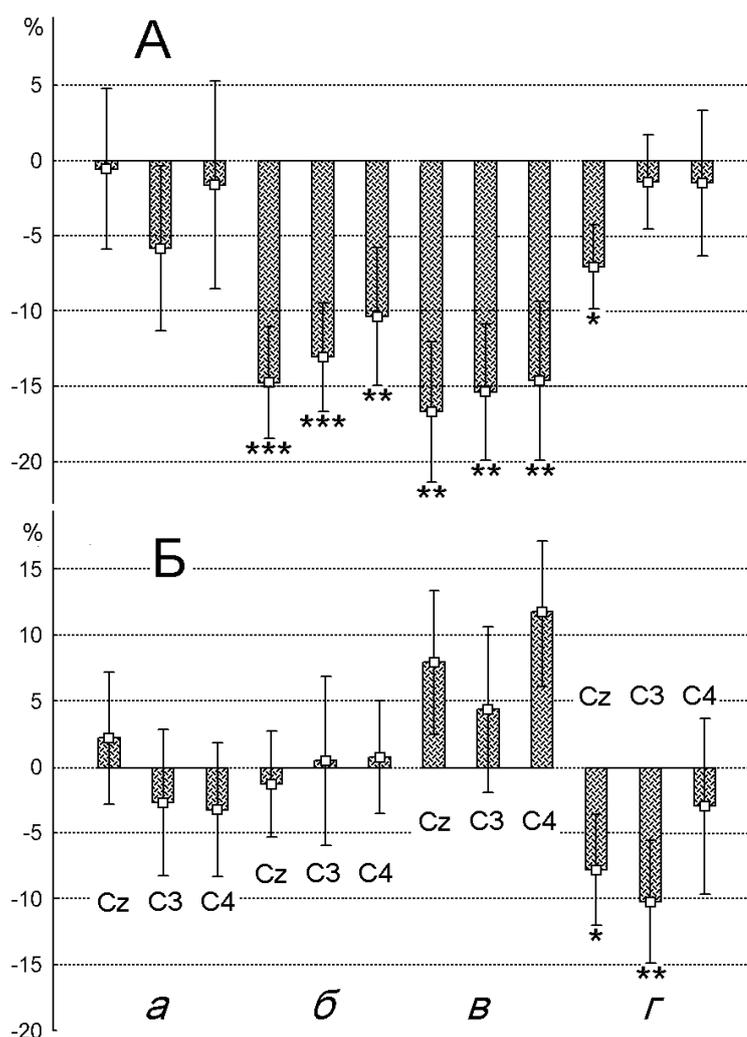


Рис. 1. Значения индексов синхронизации/десинхронизации (%) бета1- (фрагмент А) и бета2- (фрагмент Б) ритмов в отведениях Cz, C3, C4 при выполнении самостоятельных движений (а), наблюдении за движениями (б), их имитации (в) и слуховом восприятии (г) у 38 детей. Приведены средние значения и их ошибки. Значимые снижения мощности ритма по сравнению с исходным уровнем отмечены звездочками (\*– различия достоверны при  $P \leq 0,05$ ; \*\*– при  $P \leq 0,01$ ).

Как видно из рисунка, при самостоятельном выполнении движений детьми (ситуация «а») ИСД в основном принимали отрицательные значения. Это говорит о падении средней мощности бета1-ритма группы детей в процессе самостоятельного движения во всех исследованных отведениях и о супрессии бета2-ритма в локусах

C3 и C4. Однако эти изменения не достигали уровня значимости. При наблюдении за движением, выполняемым экспериментатором (ситуация «б»), ИСД бета1-ритма принимали значительно более отрицательные значения. Как показано на фрагменте А, мощность низкочастотного бета-ритма в такой ситуации снижалась на 10–15 %. Супрессия указанного ритма по сравнению с исходным уровнем была в высокой степени значимой ( $P \leq 0,01$  и  $P \leq 0,001$ , что отмечено на рисунке двумя и тремя звездочками, соответственно). Также значимая десинхронизация бета1-ритма проявлялась при имитации детьми движений экспериментатора (ситуация «в»). Как в ситуации «б», так и в ситуации «в» большее падение мощности бета1-ритма отмечается в левом полушарии (отведение C3) по сравнению с правым (C4). В ситуации «в» высокочастотный бета-ритм, в отличие от его низкочастотного диапазона, во всех трех отведениях демонстрировал тенденцию к синхронизации (фрагмент Б). При восприятии звуков, сопровождающих движение компьютерной мыши экспериментатора (ситуация «г»), в обоих поддиапазонах бета-ритма наблюдалась десинхронизация. Снижение мощности в поддиапазоне бета1-ритма достигало значимого уровня в отведении Cz ( $P \leq 0,05$ , отмечено одной звездочкой), а в поддиапазоне бета2-ритма – в отведениях Cz и C3.

Исследования, в которых применялась одновременная регистрация ЭЭГ и функциональная магнитно-резонансная томография [12], привели их авторов к выводу, что десинхронизация роландического бета-ритма является индикатором активации основной массы нейронов соответствующего участка неокортекса. Считают также [2], что синхронизация бета-ритма отражает активацию тормозящих ГАМК-эргических клеток и снижение уровня возбуждения данного коркового региона. Исходя из этих представлений и полученных нами данных по модуляции бета1-ритма, можно заключить, что для всей выборки испытуемых наибольшая активация центральных регионов неокортекса обоих полушарий развивалась при наблюдении за движениями человека-модели и при имитации его действий. Десинхронизация и бета1-, и бета2-ритмов в отведениях Cz и C3 при восприятии звуков, сопровождающих движения, свидетельствует о существенной активации дополнительной моторной области (ее активность отражается в Cz) и соматической коры левого полушария. В то же время средние значения ИСД всей группы детей при самостоятельном выполнении движений указывают на весьма умеренную, ограниченную активацию центральных регионов коры в ситуации «а». В связи с этим особый интерес представляет выявление связи ИСД с возрастом испытуемых.

Результаты корреляционного анализа представлены в табл. 1. Как видно из данных таблицы, ряд значений ИСД, вычисленных на основе модуляции мощности бета-ритмов в примененных экспериментальных ситуациях, демонстрирует значимые отрицательные корреляции с возрастом детей. Т. е. чем старше были дети, тем отрицательнее значение ИСД, что соответствует большей десинхронизации бета-ритма при выполнении заданий.

Таблица 1.

**Связь между возрастом ребенка и величиной индекса синхронизации/ десинхронизации бета-ритмов ЭЭГ у 38 детей в четырех экспериментальных ситуациях**

Экспериментальная ситуация	Локус	Бета1-ритм		Бета2- ритм	
		r	P	r	P
Самостоятельное выполнение движений	Cz	-0,307	0,075	<b>-0,363</b>	<b>0,027</b>
	C3	-0,153	0,367	-0,279	0,095
	C4	<b>-0,375</b>	<b>0,022</b>	<b>-0,521</b>	<b>0,001</b>
Наблюдение за движением	Cz	-0,029	0,862	0,221	0,182
	C3	<b>-0,336</b>	<b>0,039</b>	0,127	0,447
	C4	-0,115	0,492	0,101	0,546
Имитация движений	Cz	-0,052	0,756	0,186	0,264
	C3	-0,022	0,896	0,056	0,737
	C4	-0,150	0,370	0,206	0,215
Слуховое восприятие движений	Cz	0,209	0,207	<b>-0,417</b>	<b>0,009</b>
	C3	0,227	0,171	-0,035	0,834
	C4	0,038	0,820	<b>-0,377</b>	<b>0,020</b>

*Примечание:* представлены величины коэффициентов корреляций (r) и уровни их статистической значимости (P). Выделены значения показателей при  $P \leq 0,05$ .

На рис. 2 показана зависимость между возрастом детей и значениями ИСД сенсомоторного бета2-ритма правого полушария при выполнении самостоятельных движений. Переменные коррелируют между собой отрицательно ( $r = -0,521$  при  $P = 0,001$ ). Видно, что у части младших детей ИСД имеют положительные значения. Т. е. когда эти дети выполняют круговые движения компьютерной мышью, их бета2-ритм синхронизируется, его мощность растет. Для более старших детей из числа обследованных в данной экспериментальной ситуации характерна десинхронизация указанного ритма. Линия регрессии указывает, что смена синхронизации бета-ритма, сопровождающего самостоятельные движения, десинхронизацией происходит в возрасте 9–11 лет. Аналогичная картина характерна и для связи между возрастом ребенка и модуляциями бета1-ритма в данной ситуации.

На рис. 3 представлена зависимость между возрастом и значениями ИСД бета1-ритма правого полушария при наблюдении ребенком за движениями компьютерной мыши, которую перемещает экспериментатор. Как и в предыдущем случае, корреляционная связь отрицательная ( $r = -0,336$  при  $P = 0,039$ ). Т. е. по мере возрастного развития ребенка величина ИСД принимает более негативные значения. У детей до семи-восьми лет преобладающей реакцией при наблюдениях за действиями человека-модели является синхронизация низкочастотного бета-ритма, у более старших детей – десинхронизация.

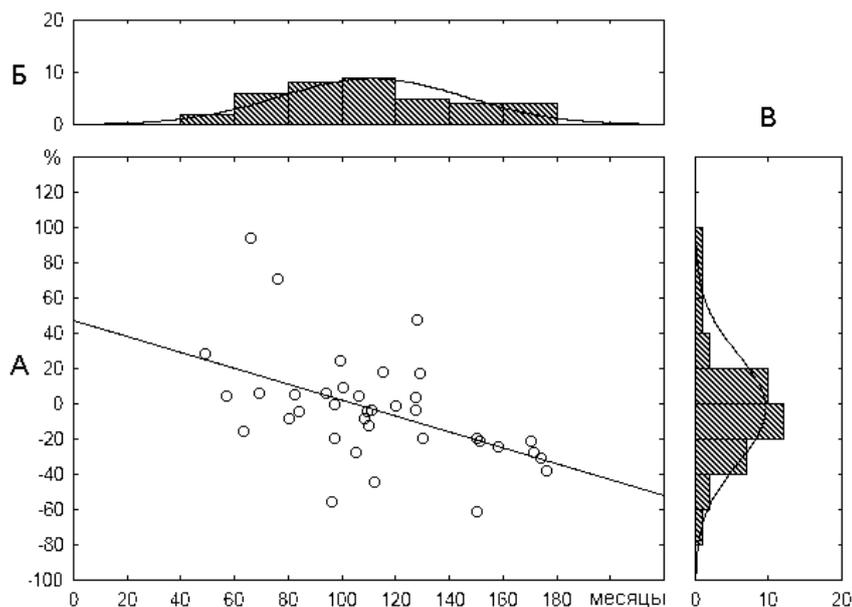


Рис. 2. Корреляционная связь между возрастом 38 детей и индексом синхронизации/десинхронизации (ИСД) бета2-ритма ЭЭГ центрального отведения правого полушария (локус С4) при выполнении ими самостоятельных движений компьютерной мышью.

А – Корреляционное поле значений возраста испытуемых (ось абсцисс, месяцы) и ИСД бета2-ритма (ось ординат, %), а также функция линейной регрессии. Гистограммы возраста испытуемых (Б) и значений ИСД (В), кривые нормального распределения для этих величин.

Подобная возрастная динамика значений ИСД характерна также для бета2-ритма в экспериментальной ситуации восприятия звуков, сопровождающих движения. Интересно отметить, что именно высокочастотный поддиапазон сенсомоторного бета-ритма, в отличие от низкочастотного, оказался чувствительным к данному стимулу, а его ИСД значимо коррелировал с возрастом ребенка (см. рис. 1 и табл. 1).

Таким образом, все значимые корреляции между возрастом обследованных детей и модуляциями сенсомоторного бета-ритма в ситуациях выполнения движений компьютерной мышью, наблюдения за подобными движениями и восприятия звуков, сопровождающих такие движения, указывают на переход от синхронизации указанного ритма к десинхронизации в возрастном периоде 8–11 лет. Следовательно, выдвинутая нами гипотеза о том, что именно в возрастном интервале от четырех до 14 лет ситуации самостоятельного выполнения движений и восприятия движений других людей начинает сопровождаться десинхронизацией бета-ритма ЭЭГ, подтверждается результатами настоящего исследования. Что

касается смены знака ИСД при достижении детьми возраста 8–11 лет, то можно предложить следующие объяснения данному феномену.

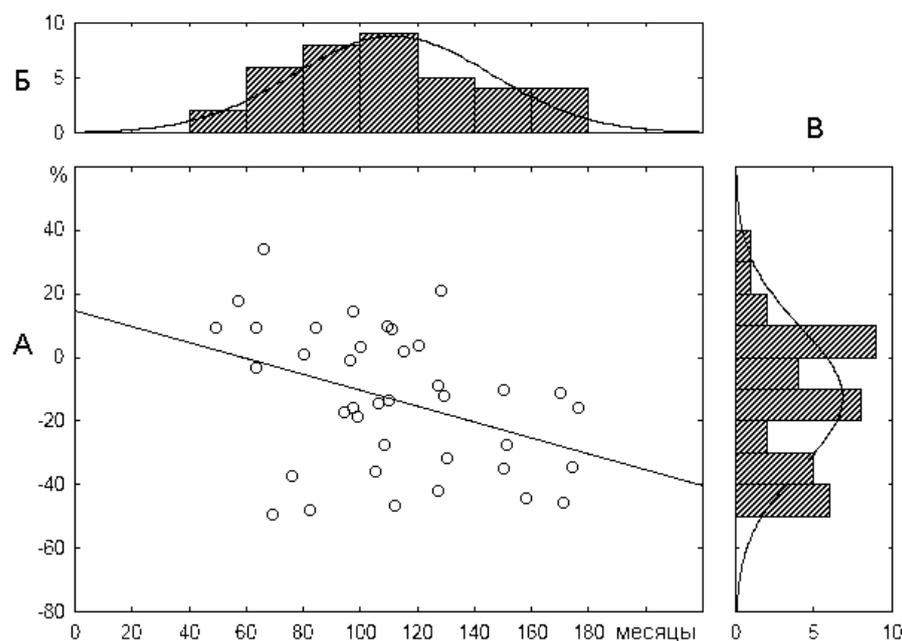


Рис. 3. Корреляционная связь между возрастом испытуемых и индексом синхронизации/десинхронизации (ИСД) бета1-ритма ЭЭГ центрального отведения левого полушария (СЗ) при наблюдении ими движений компьютерной мыши экспериментатора.

А – Корреляционное поле значений возраста испытуемых (ось абсцисс, месяцы) и ИСД бета1-ритма (ось ординат, %), а также функция линейной регрессии. Гистограммы возраста испытуемых (Б) и значений ИСД (В), кривые нормального распределения для этих величин.

Нужно отметить, что десинхронизация бета-ритма у старших детей выявляется как при выполнении собственных движений, так и при наблюдении за подобными движениями других людей. Такой паттерн реакций, как принято считать [3–6], свидетельствует об активации сети зеркальных нейронов моторной зоны коры. Логично предположить, что возрастная динамика ИСД бета-ритма отражает развитие моторной области коры, а также «зеркальной» системы данного коркового региона. Благодаря созреванию указанной системы дети старше 8–11 лет путем подражания гораздо легче овладевают сложными двигательными последовательностями, лежащими в основе многочисленных видов деятельности, чем дети младшего возраста.

Кроме того, кажется вероятным, что реакции в виде десинхронизации бета-ритма могут появляться у детей по мере усвоения навыков работы с компьютером. Очевидно, что дети 4–5 лет, которые в основном демонстрировали синхронизацию указанного ритма ЭЭГ, если и пользуются манипулятором-мышью, то делают это гораздо реже, чем старшие дети. Другие авторы также изучали влияние опыта освоения движений у детей на модуляции сенсомоторных ритмов. В оригинальном исследовании Ван Элка [13] с соавторами анализировали десинхронизацию мю- и бета-ритмов у малышей 14–16 месяцев. Детям показывали видеозаписи, где другие дети того же возраста либо передвигались ползком, либо ходили «на своих двоих». Испытуемые только начинали ходить, и супрессия сенсомоторных ритмов была более выражена при наблюдении за ползанием, которое было ими освоено лучше, чем ходьба. Таким образом, степень десинхронизации сенсомоторных ритмов при наблюдении за тем и другим вариантами передвижения зависела от собственного опыта малышей в ходьбе и ползании. В исследованиях с взрослыми испытуемыми изучали опыт пользования инструментами [14]. При этом было показано, что десинхронизация мю-ритма при наблюдении за действиями человека-модели, использующего манипулятор-захват, более выражена у тех людей, которые сами обучены использованию данного орудия. Правда, в указанной работе подобная закономерность в отношении бета-диапазона сенсомоторных ритмов не была выявлена, возможно, как отмечают авторы, из-за применения в эксперименте слишком простых движений. Результаты приведенных исследований, а также данные, полученные нами, свидетельствуют в пользу предположения о том, что «зеркальные» свойства центральных областей коры проявляются в наибольшей степени, если у ребенка уже присутствует внутренняя репрезентация соответствующих действий.

#### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

1. В ситуациях выполнения самостоятельных движений, восприятия и имитации движений других людей у детей в возрасте от четырех до 14 лет выявлены специфические модуляции сенсомоторного бета-ритма, отражающиеся в значениях индекса синхронизации/десинхронизации (ИСД). Исходя из значений ИСД бета1-ритма, можно заключить, что для всей выборки испытуемых наибольшая активация центральных регионов неокортекса обоих полушарий развивалась при наблюдении за движениями человека-модели и при имитации его действий. Десинхронизация и бета1-, и бета2-ритмов в отведениях Cz и C3 при восприятии звуков, сопровождающих движения, свидетельствует о существенной активации дополнительной моторной области и соматической коры левого полушария. В то же время невысокие средние значения ИСД группы детей при самостоятельном выполнении движений указывают на весьма умеренную, ограниченную активацию центральных регионов коры в этой экспериментальной ситуации.
2. Значимые корреляции между возрастом обследованных детей и модуляциями сенсомоторного бета-ритма в ситуациях выполнения движений компьютерной мышью, наблюдения за подобными движениями и восприятия звуков,

- сопровождающих такие движения, указывают на переход от синхронизации указанного ритма к десинхронизации в возрастном периоде 8–11 лет. Следовательно, выдвинутая нами гипотеза, что именно в возрастном интервале от 4 до 14 лет ситуации самостоятельного выполнения движений и восприятия аналогичных движений других людей начинают сопровождаться десинхронизацией бета-ритма ЭЭГ, подтверждается результатами исследования.
3. Возрастная динамика ИСД бета-ритма отражает развитие моторной области коры, а также системы зеркальных нейронов данного коркового региона. Выдвинуто предположение о том, что «зеркальные» свойства центральных областей коры проявляются в наибольшей степени, если у ребенка есть внутренняя репрезентация соответствующих действий, основанная на предыдущем опыте.

*Работа выполнена при финансовой поддержке государственного задания № 2015/701 на выполнение государственных работ в сфере научной деятельности в рамках проекта «Обоснование применения оздоровительно-превентивных технологий на основе действия низкоинтенсивных факторов различной природы» базовой части государственного задания Минобрнауки России.*

#### Список литературы

1. Salmelin R. Functional segregation of movement-related rhythmic activity in the human brain / R. Salmelin, M. Hämäläinen, M. Kajola, R. Hari // *Neuroimage*. – 1995 – Vol. 2. – No. 4. – P. 237–243.
2. Kropotov J. D. Quantitative EEG, event-related potentials and neurotherapy / J. D. Kropotov. – San Diego, Academic Press, 2009. – 542 p.
3. Pineda J. A. The functional significance of mu rhythms: Translating “seeing” and “hearing” into “doing” / J. A. Pineda // *Brain Research Reviews*. – 2005 – Vol. 50. – No. 1. – P. 57–68.
4. Pineda J. A. Sensorimotor cortex as a critical component of an ‘extended’ mirror neuron system: does it solve the development correspondence and control problems in mirroring? / J. A. Pineda // *Behavioral and Brain Functions*. – 2008 – Vol. 4. – No. 47. – P. 1–16.
5. Rizzolatti G. Mirrors in the brain: how our minds share actions and emotions / G. Rizzolatti, C. Sinigaglia – Oxford University Press, 2008. – 242 p.
6. Avanzini P. The dynamics of sensorimotor cortical oscillations during the observation of handmovements: an EEG study / P. Avanzini, M. Fabbri-Destro, R. Dalla Volta, E. Daprati, G. Rizzolatti, G. Cantalupo // *PLoS One*. – 2012 – Vol. 7. – No. 5. – e37534.
7. Riečanský I. Beta oscillations reveal ethnicity ingroup bias in sensorimotor resonance to pain of others / I. Riečanský, N. Paul, S. Kölbl, S. Stieger, C. Lamm // *Soc. Cogn. Affect. Neurosci.* – 2015 – Vol. 10 – No. 7 – P 893–901.
8. Liao Y. EEG imaging of toddlers during dyadic turn-taking: Mu-rhythm modulation while producing or observing social actions. / Y. Liao, Z. A. Acar, S. Makeig, G. Deak // *Neuroimage*. – 2015 – Vol. 112. – P. 52–60.
9. Thorpe S. G. Spectral and source structural development of mu and alpha rhythms from infancy through adulthood. / S. G. Thorpe, E. N. Cannon, N. A. Fox // *Clin Neurophysiol*. – 2016 – Vol. 127. – No. 1 – P. 254–269.
10. Махин С. А. Исследование реактивности мю-ритма при наблюдении, слуховом восприятии и имитации движений: взаимосвязь со свойствами личности, определяющими эмпатию / С. А. Махин, А. А. Макаричева, Н. В. Луцок, В. Б. Павленко // *Физиология человека*. – 2015 – Т. 41. – № 6. – С. 28–35.
11. Павленко В. Б. Связь реактивности сенсомоторного ритма ЭЭГ с психологическими характеристиками детей и взрослых / В. Б. Павленко, Ю. О. Дягилева, А. А. Михайлова,

- В. В. Белалов, С. А. Махин, Е. В. Эйсмонт // Журнал фундаментальной медицины и биологии. – 2016 – №2. – С. 30–36.
12. Ritter P. Rolandic alpha and beta EEG rhythms' strengths are inversely related to fMRI-BOLD signal in primary somatosensory and motor cortex / P. Ritter, M. Moosmann, A. Villringer // *Hum. Brain Mapp.* – 2009 – Vol. 30. – No. 4 – P. 1168–1187.
  13. Van Elk M. You'll never crawl alone: neurophysiological evidence for experience-dependent motorresonance in infancy. / M. Van Elk, H. T. Van Schie, S. Hunnius, C. Vesper, H. Bekkering // *Neuroimage.* – 2008 – Vol. 43 – No. 4 – P. 808–814.
  14. Cannon E. N. Action experience, more than observation, influence mu rhythm desynchronization / E. N. Cannon, K. H. Yoo, R. E. Vanderwert, P. F. Ferrari, A. L. Woodward, N. A. Fox // *PLoS One.* – 2014 – Vol. 9 – No. 3. – e92002.

## EEG SENSORIMOTOR BETA-RHYTHM REACTIVITY IN CHILDREN FROM FOUR TO 14 YEARS

*Galkin D. V. Eismont E. V. Kayda A. I., Pavlenko V. B.*

*V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Crimea, Russia  
E-mail: vpav55@gmail.com*

Recently, many researchers have turned their attention to the peculiarities of sensorimotor rhythms reactivity. A hypothesis has appeared that sensorimotor rhythm (mu- and beta-rhythms) power changes reflect mirror neurons activity. Especially actual is the study of beta-rhythm reactivity. Researchers believe that the power of sensorimotor beta-rhythm is more sensitive to social factors, than the power of the mu-rhythm. Sensorimotor beta-rhythm power decreases in adults during performing the movements as well as observing the movements performed by the others. This phenomenon in children is poorly understood. The purpose of the research is to study the peculiarities of central EEG beta-rhythm modulation in situations of performing independent movements, perception and imitation of other people's movements in children aged from four to 14 years.

The study involved 38 children aged between four and 14 years (17 boys and 21 girls). We recorded EEG patterns in four experimental situations: (a) independent circular rhythmic movements with a computer mouse; (b) watching the same movements, performed by the experimenter; (c) imitation of the movements performed by the experimenter; (d) auditory perception of sounds produced by the movements of the experimenter. The indicator of beta-rhythm reactivity is an index of synchronization/desynchronization.

We have identified a specific modulation of sensorimotor beta-rhythm. This rhythm is synchronized or desynchronized depending on the situation. The biggest desynchronization developed by observing the human-model movements and during imitation of his actions. The low values of desynchronization in self-fulfillment movements indicate a very moderate, limited activation of the central regions of the cortex in this experimental situation.

Significant correlation between the age of the children and sensorimotor beta-rhythm modulations in situations of movements performed by computer mouse, observation of

such movements and perception of sounds that accompany such movements, indicates a transition from synchronization to desynchronization of the rhythm in age period of 8–11 years. Age dynamics of beta-rhythm reactivity reflects a formation and development of the cortex motor area, as well as the mirror system of the cortical region. We assume that the "mirror" properties of the cortex central regions are expressed the most if a child has an internal representation of the relevant actions.

**Keywords:** EEG, sensorimotor rhythm, rolandic rhythm, beta-rhythm, children, mirror neurons system.

### References

1. Salmelin R., Hämäläinen M., Kajola M. and Hari R., Functional segregation of movement-related rhythmic activity in the human brain. *Neuroimage*, **2**, 237 (1995).
2. Kropotov J. D. Quantitative EEG, event-related potentials and neurotherapy, 542 p. (San Diego, Academic Press, 2009)
3. Pineda J. A., The functional significance of mu rhythms: Translating “seeing” and “hearing” into “doing”. *Brain Research Reviews*, **50**, 57 (2005).
4. Pineda J. A., Sensorimotor cortex as a critical component of an 'extended' mirror neuron system: does it solve the development correspondence and control problems in mirroring? *Behavioral and Brain Functions*, **4**, 1 (2008)
5. Rizzolatti G., Sinigaglia C. Mirrors in the brain: how our minds share actions and emotions, 242 p. (Oxford University Press, 2008).
6. Avanzini P., Fabbri-Destro M., Dalla Volta R., Daprati E., Rizzolatti G. and Cantalupo G., The dynamics of sensorimotor cortical oscillations during the observation of handmovements: an EEG study. *PLoS One.*, **7**, e37534 (2012).
7. Riečanský I., Kölblle S., Stieger S. and Lamm C., Beta oscillations reveal ethnicity ingroup bias in sensorimotor resonance to pain of others. *Soc. Cogn. Affect. Neurosci.*, **10**, 893 (2015).
8. Liao Y., Acar Z. A., Makeig S., and Deak G., EEG imaging of toddlers during dyadic turn-taking: Mu-rhythm modulation while producing or observing social actions. *Neuroimage.*, **112**, 52 (2015).
9. Thorpe S. G., Cannon E. N., and Fox N. A., Spectral and source structural development of mu and alpha rhythms from infancy through adulthood. *Clin. Neurophysiol.*, **127**, 254 (2016).
10. Makhin S. A., Makaricheva A. A., Lutsuk N. V. and Pavlenko V. B., Investigation of the reactivity of the mu rhythm during observation, auditory perception and movement imitation: correlation with empathic ability. *Fiziol. Cheloveka*, **41**, No 6, 28 (2015).
11. Pavlenko V. B., Dyagilieva Y. O., Mikhaylova A. A., Belalov V. V., Makhin S. A., and Eysmont E. V., Relationship between the EEG mu-rhythm reactivity and psychological characteristics in children and adults. *Zhurnal fundamentalnoy meditsiny i biologii*, No. **2**, 30 (2016).
12. Ritter P., Moosmann M., and Villringer A., Rolandic alpha and beta EEG rhythms' strengths are inversely related to fMRI-BOLD signal in primary somatosensory and motor cortex. *Hum Brain Mapp.*, **30**, 1168 (2009).
13. Van Elk M., Van Schie H. T., Hunnius S., Vesper C., and Bekkering H., You'll never crawl alone: neurophysiological evidence for experience-dependent motor resonance in infancy. *Neuroimage.*, **43**, 808 (2008).
14. Cannon E. N., Yoo K. H., Vanderwert R. E., Ferrari P. F., Woodward A. L., and Fox N. A., Action experience, more than observation, influence mu rhythm desynchronization. *PLoS One.*, **9**, e92002 (2014).

**УДК 591.18: 615.849.11**

## **РОЛЬ КАТЕХОЛАМИНЕРГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ В МЕХАНИЗМАХ АНТИНОЦИЦЕПТИВНОГО ДЕЙСТВИЯ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ МИЛЛИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА**

*Джелдубаева Э. Р., Чуян Е. Н.*

*Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», Симферополь, Республика Крым, Россия  
E-mail: delviza@mail.ru*

Показано роль катехоламинергической системы в механизмах антиноцицептивного эффекта низкоинтенсивного электромагнитного излучения (ЭМИ) миллиметрового (ММ) диапазона. Так, при блокаде  $\beta$ -адренорецепторов препаратами пропранололом отмечалось незначительное снижение анальгетического эффекта низкоинтенсивного ЭМИ ММ-диапазона относительно общей продолжительности болевой реакции и ее тонического компонента. Введение ницерголина вызвало значительное уменьшение анальгетического эффекта ЭМИ, что является доказательством участия  $\alpha$ -адренергических рецепторов в механизмах антиноцицептивного действия ЭМИ ММ-диапазона. Также показано частичное подавление антиноцицептивного эффекта при введении галоперидола, что доказывает участие дофаминергической системы в механизмах антиноцицептивного действия данного физического фактора.

**Ключевые слова:** низкоинтенсивное электромагнитное излучение миллиметрового диапазона, формалиновый тест, болевая реакция, норадреналин, дофамин, катехоламины.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Известно, что катехоламины (КА) являются основными гормонами и медиаторами симпатoadреналовой системы (САС), которая относится к стресс-реализующим системам организма [1–4], чрезмерное напряжение которой является (или характеризуется) важнейшим невротоподобным и аффективным расстройством [5], защитным агрессивным поведением, «болевым готовностью» [6]. Это свидетельствует об участии КА в формировании антиноцицептивных механизмов [7, 8]. Известно, что периферическое депо норадреналина (НА), осуществляющего нейромедиаторную функцию, а также дофамина (ДА) играет важную роль в регуляции болевой чувствительности [7, 9, 10].

В наших предыдущих работах, а также клинических и лабораторных исследованиях других авторов показано, что низкоинтенсивное электромагнитное излучение (ЭМИ) миллиметрового (ММ) диапазона ограничивает развитие стресс-реакции за счет предупреждения увеличения функциональной активности САС [11, 12]. Однако участие КА-ергических механизмов в реализации анальгетического эффекта ЭМИ ММ-диапазона не изучено.

В связи с вышеизложенным целью данного исследования явилось изучение роли НА- и ДА-ергических систем в механизме антиноцицептивного действия низкоинтенсивного ММ-излучения (7,1 мм; 0,1 мВт/см<sup>2</sup>) у крыс.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Экспериментальные исследования выполнены на взрослых белых крысах-самцах линии Вистар массой 180–200 грамм. Для экспериментов отбирали животных со средним уровнем двигательной активности и низкой эмоциональностью, определяемых в тесте «открытого поля», которые преобладают в популяции [13]. Поэтому можно утверждать, что именно у этих животных развивается наиболее типичная реакция на любое воздействие. Для выявления роли НА-ергической системы в механизме антиноцицептивного действия ММ-излучения была проведена серия исследований, в которой экспериментальных крыс животных разделили на шесть равноценных групп (n=10). Всех животных подвергали воздействию болевого стресса в «формалиновом тесте», вызывая экспериментальную тоническую болевую реакцию. У животных 3-ей (П<sub>β</sub>+ФТ) и 4-ой (П<sub>β</sub>+ЭМИ ММ+ФТ) групп за 1 час до болевого теста блокировали β-адренергические рецепторы путем внутрибрюшинного введения растворенного в физиологическом растворе пропранолола (ООО «Фармакологическая компания “Здоровье”», Украина). Данный препарат вводился из расчета 5 мг на 1 кг веса животного [7]. У крыс 5-ой (Н<sub>α</sub>+ФТ) и 6-ой (Н<sub>α</sub>+ЭМИ ММ+ФТ) групп путем внутрибрюшинной инъекции раствора ницерголина («Pharmacia», Италия), вызывали блокирование α-адренергических рецепторов [14]. Препарат вводили внутрибрюшинно из расчета 1,25 мг на 1 кг веса животного за 1 час до инъекции формалина. Крысам 1-ой (ФТ) и 2-ой (ЭМИ ММ+ФТ) групп внутрибрюшинно вводили эквивалентный объем физиологического раствора (0,9 % раствор NaCl). Непосредственно перед болевым тестом крыс 2-ой (ЭМИ ММ+ФТ), 4-ой (П<sub>β</sub>+ЭМИ ММ+ФТ) и 6-ой (Н<sub>α</sub>+ЭМИ ММ+ФТ) групп подвергали воздействию низкоинтенсивного ЭМИ ММ-диапазона.

Для оценки вклада ДА-вых систем в механизм анальгезии ММ-излучения была проведена вторая серия исследований. Экспериментальных животных разделили на четыре равноценные группы (n = 10). У животных 2-ой (Г+ФТ) и 4-ой (Г+ЭМИ ММ+ФТ) групп блокирование дофаминергических рецепторов вызывали внутрибрюшинной инъекцией препарата галоперидола («Гедон Рихтер», Будапешт, Венгрия), антагониста ДА-вых рецепторов в ЦНС. Галоперидол вводился из расчета 1,25 мг на 1 кг веса животного за 60 минут до тестирования.

Крысам 1-ой (ФТ) и 3-ей (ЭМИ ММ+ФТ) групп за 60 минут до болевого теста внутрибрюшинно вводили эквивалентный объем физраствора. Предварительному воздействию ММ-излучения за 30 минут до инъекции формалина подвергали животных 3-ей (ЭМИ ММ+ФТ) и 4-ой (Г+ЭМИ ММ+ФТ) групп.

После инъекции каждую крысу возвращали в свою клетку и с помощью специальной компьютерной программы (авторы-разработчики: Луцюк Н., Джелдубаева Э. Р., Заячникова Т. В.) регистрировали на протяжении 90 минут продолжительность болевой реакции (лизания пораженной конечности).

Воздействие ЭМИ ММ-диапазона осуществлялось с помощью терапевтического генератора «КВЧ. РАМЕД-ЭКСПЕРТ – 01» с длиной волны 7,1 мм (частота

излучения – 42,3 ГГц) и плотностью потока мощности 0,1 мВт/см<sup>2</sup>, изготовленного Центром радиофизических методов диагностики и терапии «РАМЕД» Института технической механики НАНУ, г. Днепропетровск. Воздействие осуществлялось по 30 минут на затылочно-воротниковую область [15].

После проверки данных на закон нормального распределения обработку и анализ экспериментальных данных проводили с помощью параметрических методов. В качестве критерия оценки достоверности наблюдаемых изменений использовали t-критерий Стьюдента.

Эксперименты проводились с соблюдением принципов «Европейской конвенции о защите позвоночных животных, которые используются для экспериментальных и других научных целей» (Страсбург, 1986) и Постановления Первого национального конгресса по биоэтике.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Как показали результаты исследования, введение раствора формалина вызывало у крыс двухфазную болевую реакцию лизания пораженной конечности общей продолжительностью  $902,83 \pm 20,02$  с за 90 минут наблюдения. Первая фаза болевой реакции регистрировалась в течение первых десяти минут наблюдения, ее продолжительность составила  $145,67 \pm 12,00$  с. Известно, что данная ранняя фаза, длящаяся первые 5–10 минут после инъекции, обусловлена возникновением компонента острой боли «формалинового теста» и связана в основном с прямой активацией тонких немиелиновых С-волокон, большинство из которых передает импульсацию от болевых рецепторов [16, 17]. Затем через 10 минут наблюдалось развитие второй фазы, продолжительность которой составила  $757,17 \pm 23,46$  с. Вторая тоническая фаза, являющаяся результатом развития воспалительного процесса в периферических тканях и изменений функций задних рогов серого вещества спинного мозга, где лежат нейроны болевых восходящих путей [18], и, по существу, являющаяся тоническим компонентом поведенческой болевой реакции, длилась 65 минут.

При предварительном воздействии ЭМИ ММ-диапазона у животных наблюдались достоверные изменения болевой реакции относительно значений соответствующих показателей у животных первой группы (ФТ). Так, общая продолжительность болевой реакции уменьшилась 46,12 % ( $p < 0,001$ ). При этом первая острая фаза «формалинового теста» практически не развивалась, отмечалось существенное уменьшение ее длительности на 71,18 % ( $p < 0,001$ ). Продолжительность второй тонической фазы значительно уменьшилась – на 41,46 % ( $p < 0,001$ ) по сравнению с данным показателем у животных первой (ФТ) группы. Затухание болевой реакции отмечалось с 55-ой минуты после инъекции формалина, то есть на 10 минут раньше, чем у животных первой группы. Это свидетельствует об антиноцицептивном действии этого физического фактора.

***Роль НА-ергической системы в механизме антиноцицептивного действия ЭМИ ММ-диапазона.*** Результаты исследования показали, что у крыс третьей группы (П<sub>β</sub>+ФТ) при введении пропранолола – неселективного β-адреноблокатора – отмечалась тенденция к уменьшению продолжительности болевой реакции на 7,03 % ( $p > 0,05$ )

относительно значений этого показателя у животных контрольной группы, подвергнутых изолированной инъекции формалина (рис. 1).

Таким образом, введение пропранолола существенно не влияло на болевую чувствительность у животных, что подтверждают исследования других авторов [7, 8].

Предварительное блокирование  $\beta$ -адренорецепторов с помощью пропранолола на фоне воздействия ММ-излучения у животных четвертой группы ( $\Pi_{\beta}$ +ЭМИ ММ+ФТ) вызвало изменение продолжительности общей продолжительности болевой реакции (увеличилась на 4,51 %;  $p>0,05$  относительно значений у животных второй группы (ЭМИ ММ+ФТ), подвергнутых воздействию ЭМИ ММ-диапазона без введения препарата. Однако продолжительность первой острой фазы болевой реакции увеличилась на 211,65 % ( $p<0,001$ ), а второй тонической, напротив, уменьшилась на 18,31 % ( $p<0,05$ ) относительно значений данных показателей у крыс второй группы (ЭМИ ММ+ФТ) (см. рис. 1).

По сравнению же со значениями у животных первой группы (ФТ), подвергавшихся изолированному действию болевого фактора, у крыс четвертой группы ( $\Pi_{\beta}$ +ЭМИ ММ+ФТ) продолжительность болевой реакции уменьшилась на 48,16 ( $p<0,01$ ) (первой острой фазы – на 11,21 %;  $p>0,05$ , а второй тонической – 55,27 %;  $p<0,01$ ).

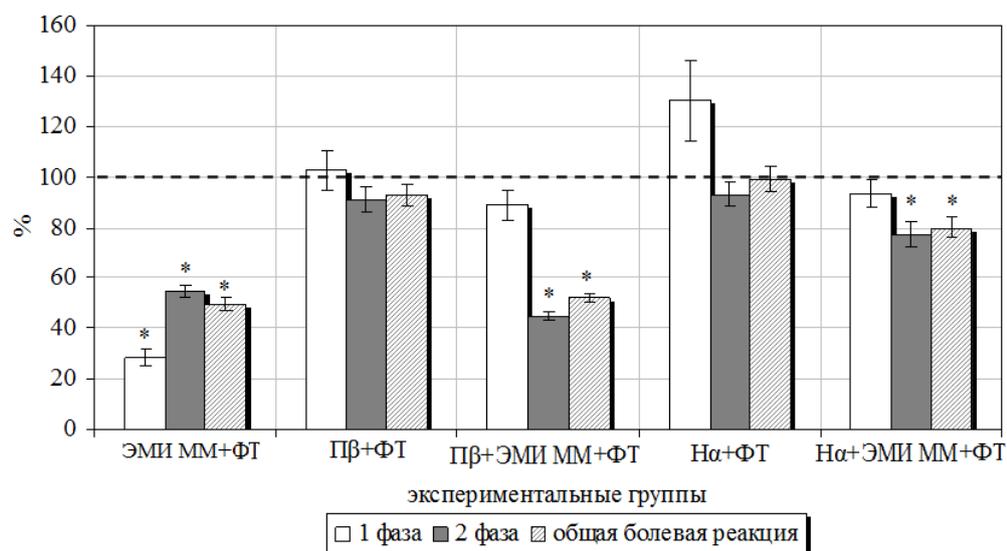


Рис. 1. Изменение продолжительности болевой (первой острой и второй тонической фаз) реакции у крыс в «формалиновом тесте» (ФТ) на фоне предварительного воздействия электромагнитного излучения миллиметрового диапазона (ЭМИ ММ), введения ницерголина ( $H_{\alpha}$ ) и пропранолола ( $\Pi_{\beta}$ ) (в % относительно значений у животных, подвергнутых изолированному действию болевого фактора, принятого за 100 %)

*Примечание:* \* – достоверность различий по критерию Стьюдента относительно значений у животных, подвергнутых изолированному действию болевого фактора.

Таким образом, блокада  $\beta$ -адренорецепторов не вызвала снижения анальгетического эффекта низкоинтенсивного ЭМИ ММ-диапазона относительно общей продолжительности болевой реакции и ее тонического компонента. Уменьшение анальгетической эффективности ММ-воздействия на 60,30 % при введении пропранолола регистрировалось только в первой острой фазе болевого стресса.

У животных пятой группы, которым перед ФТ дополнительно вводили  $\alpha$ -адреноблокатор ницерголин, общая продолжительность болевой реакции не изменилась на фоне увеличения продолжительности первой фазы (на 30,21 %;  $p < 0,05$ ) и тенденции к уменьшению второй фазы болевого стресса (ФТ). Следовательно, блокирование  $\alpha$ -адренорецепторов также не вызывало изменения болевой чувствительности у животных (см. рис. 1).

При воздействии ММ-излучения на фоне введения ницерголина у животных шестой группы ( $H_{\alpha}$ +ЭМИ ММ+ФТ) в ФТ произошло увеличение продолжительности болевой реакции на 61,01 % ( $p < 0,001$ ) (первой фазы – на 227,71 % ( $p < 0,001$ ), второй – на 41,10 % ( $p < 0,001$ )) относительно значений данных показателей у крыс, подвергавшихся только предварительному воздействию данного физического фактора. При этом продолжительность болевой реакции приближалась к таковой у животных, подвергнутых изолированному болевому стрессу.

Таким образом, введение ницерголина вызвало значительное уменьшение анальгетического эффекта ЭМИ ММ-диапазона на 30,26 % ( $p < 0,001$ ), особенно проявившееся в первой острой фазе болевой реакции, что является доказательством участия  $\alpha$ -адренергических рецепторов в механизмах антиноцицептивного действия данного физического фактора.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что выключение НА-ергической системы не влияет на фоновую болевую чувствительность крыс. Это может быть объяснено тем, что «мощность» сохранившихся, т. е. незаблокированных, норадренергических нейронов в связи с низкой биодоступностью препарата достаточна для обеспечения механизмов регуляции болевой чувствительности [7]. Однако участие НА-ергической системы (особенно  $\alpha$ -адренорецепторов) в механизмах антиноцицептивного действия низкоинтенсивного ММ-излучения очевидно.

***Роль DA-ергической системы в механизме антиноцицептивного действия ЭМИ ММ-диапазона.*** Как показали результаты, инъекция галоперидола вызвала у животных второй группы ( $G$ +ФТ) уменьшение продолжительности болевой реакции на 27,27 % ( $p < 0,01$ ) относительно значений у животных первой группы (ФТ). При этом введение галоперидола животным перед ФТ не вызвало достоверного уменьшения продолжительности первой острой фазы, но привело к существенному уменьшению продолжительности второго компонента болевой реакции (на 29,47 %;  $p < 0,01$ ) (рис. 2).

На фоне дополнительного воздействия ММ-излучения введение галоперидола привело к недостоверным изменениям общей продолжительности болевой реакции у крыс четвертой группы ( $G$ +ЭМИ ММ+ФТ) относительно значений у животных

второй группы. Однако продолжительность первой фазы ФТ значительно увеличилась (на 72,69 %;  $p < 0,001$ ) по сравнению с соответствующими значениями у крыс в третьей группе (ЭМИ ММ+ФТ) (см. рис. 2).

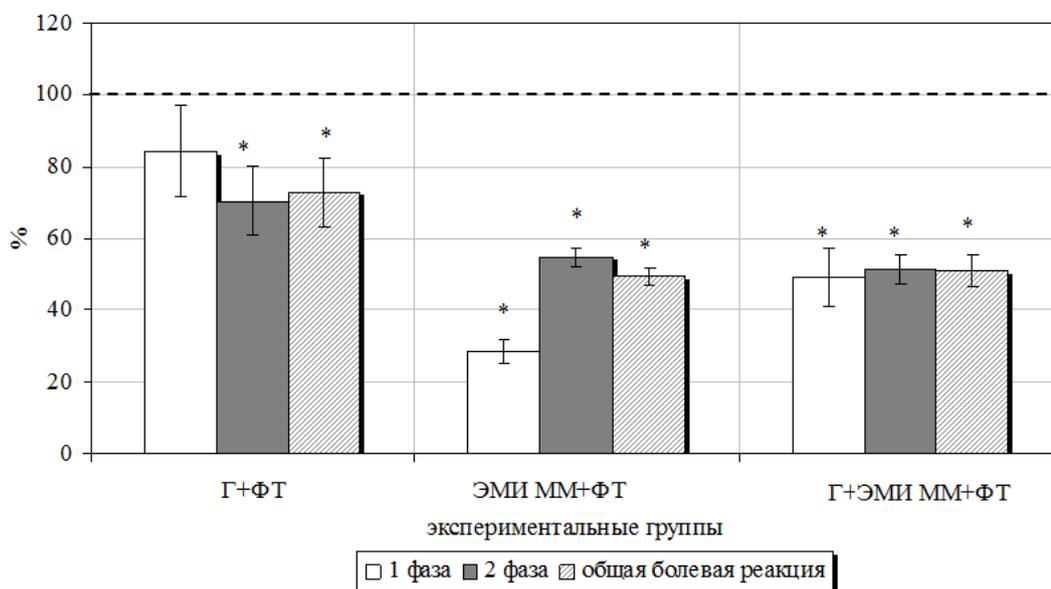


Рис. 2. Изменение продолжительности болевой (первой острой и второй тонической фаз) реакции у крыс в «формалиновом тесте» (ФТ) на фоне предварительного воздействия электромагнитного излучения (ЭМИ ММ), введения галоперидола (Г) и их комбинированного действия (в % относительно значений у животных, подвергнутых изолированному действию болевого фактора, принятого за 100 %).

*Примечание:* \* – достоверность различий по критерию Стьюдента относительно значений у животных, подвергнутых изолированному действию болевого фактора.

Таким образом, полученные результаты показывают частичное подавление антиноцицептивного эффекта ЭМИ ММ-диапазона с помощью введения галоперидола. Это доказывает участие ДА-ергической системы в механизмах антиноцицептивного действия данного физического фактора на ранних стадиях болевой реакции.

Поскольку воздействие ЭМИ ММ-диапазона имело превентивный характер и предшествовало действию болевого стресса, следует то, что в основе антиноцицептивного действия данного физического фактора лежит способность ЭМИ ММ-диапазона модулировать чувствительность организма к болевому стресс-фактору. По-видимому, это связано с тем, что превентивное воздействие ММ-излучения вызывает эффект преактивации, увеличения потенциальной мощности КА-ергической регуляторной системы организма и подготовку клеток и организма в целом к

последующему действию активирующего или повреждающего агента [12]. Следовательно, возникающая при действии низкоинтенсивного ЭМИ ММ-диапазона активация САС и обусловленная этой активацией аналгезия способны защитить организм от повреждающего действия болевого стрессорного фактора. Явление защитных эффектов перекрестной адаптации данного физического фактора открывает перспективу применения этого физического фактора при лечении самых разнообразных болевых синдромов у человека и животных.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Показана роль катехоламинергической системы в механизмах антиноцицептивного действия низкоинтенсивного ЭМИ ММ-диапазона.
2. Введение ницерголина вызвало значительное уменьшение аналгетического эффекта ЭМИ ММ-диапазона на 30,26 % ( $p < 0,001$ ), особенно проявившееся в первой острой фазе болевой реакции, что является доказательством участия  $\alpha$ -адренергических рецепторов в механизмах антиноцицептивного действия ЭМИ ММ-диапазона.
3. Блокада  $\beta$ -адренорецепторов не вызвала снижения аналгетического эффекта низкоинтенсивного ЭМИ ММ-диапазона относительно общей продолжительности болевой реакции и ее тонического компонента. Уменьшение аналгетической эффективности ММ-воздействия на 60,30 % регистрировалось только в первой острой фазе болевого стресса.
4. При введении галоперидола отмечалось частичное подавление антиноцицептивного эффекта ЭМИ ММ-диапазона (особенно продолжительности первой фазы болевой реакции – на 72,69 %;  $p < 0,001$ ). Это доказывает участие ДА-ергической системы в механизмах антиноцицептивного действия данного физического фактора на ранних стадиях болевой реакции.

### Список литературы

1. Derbyshire S. W. Cerebral responses to pain in patients with atypical facial pain measured by positron emission tomography / Derbyshire S. W., Jones A. K., Devani P., Friston K. J., Feinmann C., Harris M., Pearce S., Watson J. D., Frackowiak R. S. // *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry*. – 1994. – Vol. 57(10). – P. 1166–1172.
2. Chrousos G. P. The concepts of stress system disorders: overview of behavioral and physical homeostasis / Chrousos G. P., Gold P. W. // *J. A. M. A.* – 1992. – Vol. 267. – P. 1244–1252.
3. Гоженко А. І. Вміст катехоламінів у міокарді хворих на природжені та набуті пороки серця / Гоженко А. І., Беляков О. В., Кавалевська Л. А. [і др.] // *Фізіол. журнал*. – 2001. – Т. 47. – № 3. – С. 47–53.
4. Ватаева Л. А. Влияние сроков отлучения от самки на поведение в открытом поле и состояние симпатoadреналовой системы у крыс, выращенных в условиях социальной изоляции / Ватаева Л. А., Михайленко В. А., Кассиль В. Г. // *Журнал эволюционной биохимии и физиологии*. – 2002. – Т. 38, № 1. – С. 66–70.
5. Чугунов В. С. Неврозы, неврозоподобные состояния и симпатико-адреналовая система / Чугунов В. С., Васильев В. Н. – М.: Медицина, 1984. – 192 с.
6. Carter C. S. Integrative functions of lactational hormones in social behavior and stress management / Carter C. S., Altemus M. // *Ann. N. Y. Acad. Sci.* – 1997. – V. 807. – P. 164 – 174.
7. Брагин Е. О. Нейрохимические механизмы регуляции болевой чувствительности / Брагин Е. О. – М.: Изд-во Ун-та дружбы народов, 1991. – 247 с.

8. Калюжный Л. В. Физиологические механизмы регуляции болевой чувствительности / Калюжный Л. В. // М.: Медицина, 1984. – 215 с.
9. Cheng T. C. Severe chest pain due to infectious mononucleosis / Cheng T. C. // Postgrad. Med. – 1983. – Vol. 73(1). – P. 149–154.
10. Яснецов В. В. Влияние нейротропных средств на электроakupунктурную анальгезию в эксперименте: Автореф. дис. ... канд. мед. наук / Яснецов В. В. – М., 1982. – 20 с.
11. Гордон Б. М. Цитобιοаминный статус тимуса крыс после болевого стресса и локального КВЧ-воздействия / Гордон Б. М., Меркулова Л. М., Девентра Карки, Гордон Д. С. // Сб. докладов 10 Российск. симпоз. с Междун. участием «Миллиметровые волны в биологии и медицине». – М.: МТА КВЧ. – 1995. – С. 115–117.
12. Чуян Е. Н. Нейроімуноендокринні механізми адаптації до дії низькоінтенсивного електромагнітного випромінювання надто високої частоти : автореф. дис... докт. біол. наук / Чуян Е. Н. – Київ, 2004. – 40 с.
13. Чуян Е. Н. Влияние миллиметровых волн нетепловой интенсивности на развитие гипокинетического стресса у крыс с различными индивидуальными особенностями: автореф. дис... канд. биол. наук / Чуян Е. Н. – Симферополь, 1992. – 25 с.
14. Логановский К. Н. Сермион. Актуальные вопросы применения в клинической практике / Логановский К. Н., Юрьев К. Л. // Український медичний часопис. – 2005. – № 1 (45). – С. 49–57.
15. Чуян Е. Н. Механизмы антиноцицептивного действия низкоинтенсивного миллиметрового излучения / Е. Н. Чуян, Э. Р. Джелдубаева. – Симферополь: ДИАЙПИ, 2006. – 458 с.
16. Oyama T. Dual effect of serotonin on formalin-induced nociception in the rat spinal cord / Oyama T., Ueda Y., Kuraishi Y., Akaike A., Saton V. // Neuroscience Research. – 1996. – V. C 25. – P. 129–135.
17. Dubuisson D. The formalin test: a quantitative study of the analgesic effects of morphine, meperidine and brainstem stimulation in rats and cats / Dubuisson D., Dennis S. G. – 1997. – C 4. – P. 161–164.
18. Shibata M. Modified formalin test: characteristic biphasic pain response / Shibata M., Ohkubo T., Takahashi H., Inoki R. // Pain. – 1989. – V. 38, № 3. – P. 347–352.

**ROLE IN THE MECHANISMS CATECHOLAMINERGIC OF  
ANTINOCICEPTIVE EFFECT OF LOW-INTENSITY ELECTROMAGNETIC  
RADIATION OF MILLIMETER RANGE**

*Dzheldubaeva E. R., Chuyan E. N.*

*V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Crimea, Russia  
E-mail: delviza@mail.ru*

Showing the role of catecholaminergic systems in the mechanisms of antinociceptive effect of low-intensity electromagnetic radiation (EMR), millimeter (mm) range Thus, when  $\beta$ -adrenoceptor blockade preparatomi propranolol not noted a significant decrease in the analgesic effect of low-intensity EMR MM range relative to the total duration of pain response and its tonic component. Reducing the analgesic effectiveness of EHF exposure to 60,30 % ( $p < 0,001$ ) when administered propranolol was detected only in the first phase of acute pain stress. Introduction of nicergoline has caused a significant decrease in the analgesic effect of EHF EMR at 30,26 % ( $p < 0,001$ ), especially manifested in the first acute phase of the pain response, which is a proof of the participation of  $\alpha$ -adrenergic receptors in the mechanisms of antinociceptive action of EHF EMR. Also shown in partial suppression of antinociceptive effect of EMR MM-diapanoza by administering

haloperidol, which proves that the dopaminergic system involved in the mechanisms of antinociceptive action of physical factors in the early stages of the pain reaction.

**Keywords:** low-intensity electromagnetic radiation of millimeter range, formalin test, pain reaction, noradrenaline, dopamine, catecholamines.

### References

1. Derbyshire S. W., Jones A. K., Devani P. et al., Cerebral responses to pain in patients with atypical facial pain measured by positron emission tomography, *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry*, **57**, **10**, 1166 (1994).
2. Chrousos G. P., Gold P. W., The concepts of stress system disorders: overview of behavioral and physical homeostasis – *JAMA*, **267**, 1244 (1982).
3. Gozhenko A. I., Belyakov O. V., Kavalevska L. A. et al., Kateholmine content in the myocardium of patients with congenital and acquired heart defects, *Fiziol. Journal*, **47**, **3**, 47 (2001).
4. Vataeva L. A., Mikhailenko V. A., Kassil V. G., Effect of timing of weaning of female behavior in the open field and the state of the system simpatoadrenalovoj rats reared in social isolation, *Evolutionary Biochemistry and Physiology*, **38**, **1**, 66 (2002).
5. Chugunov V. S., Vasiliev V. N., *Neuroses, neurosis-like states and sympathetic-adrenal system*, 192 p. (M., Medicine, 1984).
6. Carter C. S., Altemus M., Integrative functions of lactational hormones in social behavior and stress management, *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, **807**, 164 (1997).
7. Bragin E. O., *The neurochemical mechanisms of regulation of pain sensitivity*, 247 p. (M., Publishing House of the University Press of Friendship of Peoples, 1991).
8. Kalyuzhny L., *Physiological mechanisms of regulation of pain sensitivity*, 215 p. (M., Medicine, 1984).
9. Cheng T. C., Severe chest pain due to infectious mononucleosis, *Postgrad. Med.*, **73**, **1**, 149 (1983).
10. Yasnetsov V. V., *Effect of neurotrophic agents on electroacupuncture analgesia in the experiment*, 20 p. (M., 1982).
11. Gordon B. M., Merkulova L. M., Daventry Karki, Gordon D. S., Tsitobioaminny status thymus of rats after local pain and stress of EHF-influence, *Coll. 10 Russian reports. Sympos. with Internat. participation "Millimeter waves in biology and medicine"*, p. 115–117 (M., MTA EHF, 1995).
12. Chuyan E. N., *Neyroimmunoendokrynni mechanisms of adaptation to low intensive electromagnetic radiation of extremely high frequency*, 40 p. (Kyiv, 2004).
13. Chuyan E. N., *Influence of millimeter waves on the development of non-thermal intensity hypokinetic stress in rats with various individual characteristics*, 25 p. (Simferopol, 1992).
14. Loganovsky K. N., Yuryev K. L., Pressing questions of application in clinical practice, *Ukrainsky medichny chasopis*, **1**, **45**, 49 (2005).
15. Chuyan E. N., Dzheldubaeva E. R., *The mechanisms of antinociceptive effect of low-intensity millimeter radiation*, 458 p. (Simferopol, DIAYPI, 2006).
16. Oyama T., Ueda Y., Kuraishi Y., Akaike A., Saton V., Dual effect of serotonin on formalin-induced nociception in the rat spinal cord, *Neuroscience Research*, **25**, 129 (1996).
17. Dubuisson D., Dennis S. G., The formalin test: a quantitative study of the analgesic effects of morphine, meperidine and brainstem stimulation in rats and cats, *Pain*, **54**, **C 4**, 161 (1997).
18. Shibata M., Ohkubo T., Takahashi H., Inoki R., Modified formalin test: characteristic biphasic pain response, *Pain*, **38**, **3**, 347 (1989).

**УДК 616.12:616.77**

## **ВЕСТИБУЛОСОМАТИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ У ДЕТЕЙ С НАРУШЕНИЕМ СЛУХА**

*Жукова Н. В., Сышко Д. В., Боговаров Е. С.*

*Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», Симферополь, Республика Крым, Россия  
E-mail: syshko@list.ru*

Аннотация.

Получены характеристики устойчивости тела у детей с нарушением слуха до и после вестибулярных раздражений. Исследована устойчивость тела в ортоградной позе до и после вестибулярных раздражений у 10 мальчиков с нарушением слуха, в возрасте 13–14 лет. Показатели стабиллограммы у детей с нарушением слуха после вестибулярных раздражений изменяются в зависимости от плоскости раздражения полукружных каналов, что приводит к уменьшению длины колебаний центра давления по фронтالي (при  $p \leq 0,05$ ), и к уменьшению, в итоге, площади статокинезиограммы (при  $p \leq 0,05$ ). Вестибулярные раздражения приводят к улучшению биомеханических показателей статической устойчивости у детей с нарушением слуха. Вестибулярная адекватная стимуляция полукружных каналов во фронтальной плоскости у детей с нарушением слуха приводит к улучшению статической устойчивости тела за счет дополнительного увеличения затрат энергии, связанных с регуляцией положения тела (при  $p \leq 0,05$ ).

Ключевые слова: нарушение слуха, устойчивость тела, стабиллография, вестибулярные раздражения, центр массы тела

### **ВВЕДЕНИЕ**

Изучение вестибулярной функции лиц с нарушением слуха представляет научный интерес в связи с тем, что нарушение деятельности слухового анализатора сказывается в том числе на функционировании органа равновесия. Вестибулярный анализатор влияет на реализацию двигательной функции, координационные способности и на особенности восприятия пространственно-временных характеристик движений [1]. Существуют данные о нарушениях висцерального обеспечения у глухих в связи угрозой потери равновесия и поддержания устойчивости [2]. Поэтому проблема исследования характеристик вестибулярной устойчивости и координационных способностей у детей с нарушением слуха особенно актуальна в современном обществе как с теоретической, так и с практической точек зрения. Устойчивость тела является интегральным показателем

функционального состояния человека, а тем более лиц с такой нозологией. Используя показатели устойчивости тела в качестве оценки функционального состояния, можно оптимизировать уровень здоровья и обеспечить более широкую адаптацию в деятельности анализаторов, связанных с функцией движения [3]. Низкий уровень здоровья и сохранных функций лимитирует двигательную активность детей, имеющих нарушение в работе анализаторных систем, в частности, слухового анализатора, и требует современного и дифференцированного подхода в выборе средств методов исследования. Одним из современных методов является стабилметрия – это один из способов объективизации особенностей взаимодействия человека с полем тяготения Земли [4]. Стабилметрия позволяет определить колебания центра давления массы тела, создаваемого человеком на плоскость опоры, с помощью специального прибора – стабилографа, или стабилметрической платформы [5]. Поэтому выявление нарушения устойчивости вертикальной позы и ее восстановление являются важными задачами физической реабилитации детей с нарушением слуха, обеспечения полноценной жизни в социуме.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Обследовано 10 мальчиков – обучающихся школы-интерната для глухих и слабослышащих детей 1–3 ступеней среднего школьного возраста (13–14 лет), имеющих разную степень потери слуха. Процедура тестирования колебания центра давления массы тела заключалась в следующем: испытуемый в положении основной стойки («европейская стойка») босиком находился на стабиллоплатформе (рис. 1), после чего регистрировали стабилографические показатели.

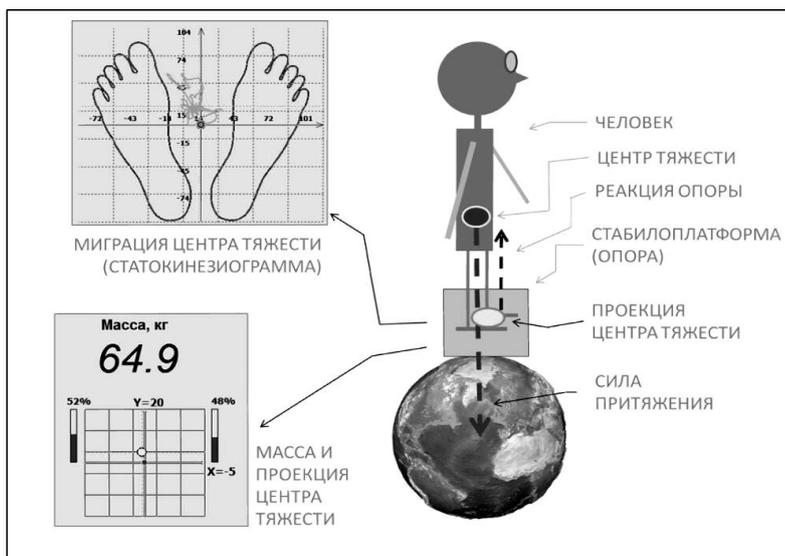


Рис. 1 Принцип получения статокинезиограммы с использованием стабиллоплатформы [5].

Далее с помощью кресла Барани производили пробу Воячека (10 вращений за 20 с., голова наклонена вперед под углом  $30^{\circ}$ , глаза закрыты, после остановки – выпрямление головы, глаза открываются). Регистрацию стабилотографических показателей повторяли.

Стабилометрическое исследование проводилось с помощью комплекса ST-150 («БиоМера», г. Москва). Регистрация проекции центра тяжести, т. е. центра давления, на плоскость опоры и его колебаний проводилась в течение 60 с в каждом положении: с открытыми и закрытыми глазами. Для представления данных использовалась Европейская система координат пациента. Анализировались следующие стабилотометрические показатели: площадь статокинезиограммы,  $S$ ,  $\text{мм}^2$ ; длина пути миграции центра давления,  $L$ , мм; длина колебаний центра давления по сагиттали,  $y$ , мм; длина колебаний центра давления по фронтالي,  $x$ , мм; энерготраты на поддержание устойчивости тела  $A$ , Дж. Статистическая обработка проводилась стандартными методами вариационной статистики с использованием  $t$ -критерия Стьюдента.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В практике исследований детей с нарушением слуха существует множество простых и доступных в выполнении диагностических проб, способных показать сохранность механизмов поддержания равновесия, но все они, как правило, носят субъективный характер и не могут дать точную и качественную оценку функции равновесия и функциональному состоянию организма. Метод стабилотографии позволяет количественно определить степень нарушения регуляции позы. Из записи статокинезиограммы методика позволяет извлечь много показателей, но наиболее информативными являются показатели, представленные в таблице 1. Исследование колебаний центра массы тела у детей с нарушением слуха показало, что показатели, характеризующие устойчивость тела в ортоградном положении, такие как площадь статокинезиограммы и длина колебаний центра по фронтالي, после применения пробы Воячека достоверно изменились.

Таблица 1.

Показатели колебаний центра массы тела детей с нарушением слуха до и после пробы Воячека

Показатели	Состояние	До вращений $\bar{x} \pm S \bar{x}$	После вращений $\bar{x} \pm S \bar{x}$	$p$
Площадь статокинезиограммы, $S$ , $\text{мм}^2$	Открытые глаза	$232,91 \pm 42,07$	$168,77 \pm 16,77$	$p \leq 0,05$
	Закрытые глаза	$208,82 \pm 44,53$	$189,92 \pm 40,96$	$p \leq 0,05$
Длина пути миграции центра давления, $L$ , мм	Открытые глаза	$261,6 \pm 21,79$	$231,4 \pm 17,85$	$p \geq 0,05$
	Закрытые глаза	$339,1 \pm 20,04$	$348,7 \pm 30,80$	$p \geq 0,05$

**ВЕСТИБУЛОСОМАТИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ У ДЕТЕЙ ...**

Длина колебаний центра давления по сагиттали, у, мм	Открытые глаза	7,90 ± 2,75	10,80 ± 3,71	p ≥ 0,05
	Закрытые глаза	9,1 ± 3,81	10,35 ± 3,65	p ≥ 0,05
Длина колебаний центра давления по фронтали, х, мм	Открытые глаза	28,65 ± 6,06	19,13 ± 7,07	p ≤ 0,05
	Закрытые глаза	28,17 ± 7,88	19,22 ± 5,26	p ≤ 0,05

Площадь статокинезиограммы у детей с нарушением слуха достоверно ( $p \leq 0,05$ ) снизилась после вестибулярных раздражений с  $232,91 \pm 42,07 \text{ мм}^2$  до  $168,77 \pm 16,77 \text{ мм}^2$  при открытых глазах и с  $208,82 \pm 44,53$  до  $189,92 \pm 40,96 \text{ мм}^2$  при закрытых. Известно, что показатель площади статокинезиограммы ( $S$ ) определяется как площадь эллипса, содержащего внутри себя 90 % или 95 % всех точек миграции центра давления [6]. Следовательно, снижение этого показателя свидетельствует об экономизации поддержания баланса тела у детей с нарушением слуха после вестибулярных раздражений. Полученный феномен парадоксальной на первый взгляд реакции детей с нарушением слуха на вестибулярное раздражение представляет большой научный интерес. Однако в какой-то мере эти данные согласуются с изученными нами ранее вестибуловегетативными реакциями у детей с нарушением слуха. Известно, что, в отличие от нормально слышащих детей, у детей с нарушением слуха показатели центральной гемодинамики после вестибулярных раздражений изменяются не достоверно [2]. Необходимо отметить, что длина пути миграции центра давления после вестибулярных раздражений как при открытых глазах, так и при закрытых, достоверно не изменялась. Длина колебаний центра давления по сагиттали у детей с нарушением слуха также достоверно не изменялась после вестибулярных раздражений как при открытых, так и закрытых глазах. Достоверными были изменения показателей длины колебаний центра давления во фронтальной плоскости в сторону снижения этого параметра ( $p \leq 0,05$ ). Таким образом, снижение площади статокинезиограммы у детей после вестибулярных раздражений произошло в основном за счет снижения длины колебаний центра давления по фронтали. Вероятно, это связано с тем, что вращение в кресле Барани при пробе Воячека, где голова наклонена вперед, происходит тоже во фронтальной плоскости. Таким образом, так как площадь статокинезиограммы и длина колебаний центра давления по фронтали уменьшаются, адекватная стимуляция полукружных каналов вестибулярного аппарата во фронтальной плоскости у детей с нарушением слуха приводит не к ухудшению статического равновесия, а, наоборот, к его улучшению. Однако для объективизации данных необходимо понимать, какова биологическая «цена» этой устойчивости. В связи с этим представляет интерес количество энергии, затраченное на миграцию центра давления, у детей с нарушением слуха после вестибулярных раздражений (рис. 2.)

Так, показатель расхода энергии  $A$  для поддержания ортоградной позы до вестибулярных раздражений у детей с нарушением слуха составлял при открытых глазах  $1,77 \pm 0,31$  Дж, тогда как после вестибулярных раздражений –  $2,79 \pm 0,3$  Дж (при  $p \leq 0,05$ ). Соответственно, при закрытых глазах –  $1,39 \pm 0,23$  Дж в покое и

после вестибулярных раздражений –  $2,89 \pm 0,53$  Дж. Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о том, что для поддержания статического равновесия после вестибулярных раздражений у детей с нарушением слуха для перераспределения мышечного тонуса затрачивается больше энергии. Однако биомеханические показатели устойчивости улучшаются, так как площадь статокинезиограммы,  $S$ , мм<sup>2</sup>, уменьшается, как и длина колебаний центра давления по фронтали,  $x$ , мм. Вестибулярная адекватная стимуляция полукружных каналов во фронтальной плоскости у детей с нарушением слуха приводит к улучшению статической устойчивости тела за счет увеличения затрат энергии, связанных с регуляцией положения тела. Полученные нами результаты согласуются с данными Даниловой Р. И. [7] о том, что функционирование проприоцептивной сенсорной системы является компенсационным механизмом для поддержания устойчивости тела у детей с нарушением слуха.



Рис. 2. Показатели расхода энергии для поддержания статической устойчивости тела в связи с «угрозой потери равновесия» у детей с нарушением слуха до и после вестибулярных раздражений.

Это даёт основания к использованию такого рода стимулов и раздражений для оптимизации деятельности вестибулярного и проприоцептивного анализаторов детей с нарушением слуха. В свою очередь, эта оптимизация может рассматриваться как фактор в расширении адаптационного потенциала детей с нарушением слуха.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Показатели стабиллограммы у детей с нарушением слуха после вестибулярных раздражений изменяются в соответствии с плоскостью раздражения полукружных каналов, что приводит к уменьшению длины колебаний центра давления по фронтали (при  $p \leq 0,05$ ) и в итоге – к уменьшению площади статокинезиограммы (при  $p \leq 0,05$ ).
2. Вестибулярные раздражения приводят к улучшению биомеханических показателей статической устойчивости у детей с нарушением слуха.

3. Вестибулярная адекватная стимуляция полукружных каналов во фронтальной плоскости у детей с нарушением слуха приводит к улучшению статической устойчивости тела за счет дополнительного увеличения затрат энергии, связанных с регуляцией положения тела (при  $p \leq 0,05$ ).
4. Использование вестибулярных стимулов и раздражений оптимизирует деятельность вестибулярного и проприоцептивного анализаторов, что расширяет адаптационный потенциал детей с нарушением слуха.

**Список литературы**

1. Лучихин Л. А. Критерии прогнозирования эффективности вестибуло-адаптационной терапии у больных с расстройством равновесия. / Лучихин Л. А., Ганичкина И. Я., Доронина О. М. // Вестник оториноларингологии. – 2004. – № 6. – С. 32–33.
2. Сышко Д. В. Влияние вестибулярных раздражений на показатели центральной кардиогемодинамики у спортсменов с нарушениями слуха / Д. В. Сышко, А. В. Мутьев // Наука в олимпийском спорте. – 2006. – № 1 – С. 82–83.
3. Кубряк О. В. Статические двигательные тесты с биологической обратной связью по опорной реакции / О. В. Кубряк, С. С. Гороховский // Практическая стабилметрия. – М., 2012. – 88 с.
4. Скворцов Д. В. Стабилметрия – функциональная диагностика функции равновесия, опорно-двигательной системы и сенсорных систем. / Скворцов Д. В. // Функциональная диагностика. – 2004. – № 3. – С. 78–84.
5. Кубряк О. В. Возможный маркер смены функционального состояния добровольцев после выполнения двигательной задачи с биоуправлением / О. В. Кубряк, А. В. Ковалева, Е. А. Бирюкова, С. С. Гороховский, А. К. Горбачева, Е. Н. Панова // Физиология человека. – 2016. – Т. 42, № 2. – С. 121.
6. Гороховский С. С. Метрологическое обеспечение измерений в исследованиях функции равновесия человека / Гороховский С. С., Кубряк О. В. – Мир измерений. – 2011. – № 11. – С. 37–38.
7. Данилова Р. И. Вертикальная устойчивость детей 7–9 лет с нарушением слуха в условиях снижения проприоцептивной чувствительности / Р. И. Данилова, С. В. Соболев // Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Серия: Естественные науки – 2014. – № 4. – С. 68–74.

**VESTIBULESOMATICS REACTION IN CHILDREN WITH HEARING IMPAIRMENT**

*Zhukova N. V., Syshko D. V., Bogovarov E. S.*

*V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Crimea, Russia  
E-mail: syshko@list.ru*

The obtained characteristics of stability of the body in children with hearing impairment before and after vestibular irritations. We investigated the stability of the body in orthograde position before and after vestibular irritations from 10 boys with hearing impairment at the age of 13–14 years. The stabilogram indices in children with hearing impairment after vestibular irritations vary depending on the plane of the irritation of the semicircular canals, which leads to a reduction in the length of oscillations of the center of pressure in frontal ( $p \leq 0,05$ ), and to reduce, in the end, square statokinesigram (at  $p \leq 0,05$ ). Vestibular stimulation lead to an improvement in the biomechanical parameters of static stability in children with hearing impairment. Adequate vestibular stimulation of the semicircular canals in the frontal plane in children with hearing impairment leads to an improvement of the static stability of the body due to an additional increase in the cost of energy associated with regulation of the position of the body (at  $p \leq 0,05$ ).

**Keywords:** hearing, body balance, stabilography, vestibular stimulation, the center of mass of the body

**References**

1. Lychihin L. A., Ganichkina I. Y., Doronina O. M. Kriterii prognozirovaniy effektivnosti vestibule-adaptacionoi terapii u bolnyh s rasstroistvom ravnovesiay, *Vestnik otorinolaringologii*, **6**, 32 (2004).
2. Syshko D. V. Vliyaniy vestibulayrnyh razdrazheniy na pokazateli centralnoi kardiogemodinamiki u sportsmenov s narusheniem sluha, *Nayka v olimpiiskom sporte*, **1**, 82 (2006).
3. Kubrayk O. V. *Sticheskie dvigatelno-kognitivnye testy s biologicheskoy obratnoy svyazu po oprnoy reakciey*, 88 (Prakticheskay stabilometriy. Moskva, 2012).
4. Skvorcov D. V. Stabolometriy – funktsionalnay diagnostika funktsii ravnovesiay, oporno-dvigatelnoi sistemy I sensoryh sistem, *Funktsionalnay diagnostika*, **3**, 78 (2004).
5. Kubrayk O. V., Kovaleva A. V. Vozmozhnyi marker smeny funktsionalnogo sostoayniay dobrovolcev posle vypolneniay dvigatelnoi zadachi s bioupravleniem, *Fiziologiy cheloveca*, **42**, **2**, 121 (2016).
6. Grohovskiy S. S., Kurayk O. B. Metrologicheskoe obespechenie izmereniy v isledovanii funktsii ravnovesiy cheloveka, *Mir Izmereniy*, **11**, 37 (2011).
7. Danilova R. I., Sobolev S. V. Vertikalnay ystoychivost detey 7-9 let s narusheniem sluha v usloviayh snizheniay propioceptivnoy chuvstvitelnosti, *Vestnik Severnogo federalnogo universiteta. Seriy: Estestvenye nauki*, **11**, 68 (2014).

**УДК 635.054:581.144:581.55**

**РОЛЬ ФИТОНЦИДНО АКТИВНЫХ ДРЕВЕСНО-КУСТАРНИКОВЫХ  
ПОРОД В САДОВО-ПАРКОВЫХ КОМПОЗИЦИЯХ НА ПРИМЕРЕ  
ПКИО ИМ. Ю. А. ГАГАРИНА (Г. СИМФЕРОПОЛЬ)**

*Коренькова О. О.*

*Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», Симферополь, Республика Крым, Россия  
E-mail: o.o.korenkova@mail.ru*

В работе рассмотрены 14 фитонцидно активных древесно-кустарниковых пород, образующих различные типы парковых композиций. Выявлены закономерности влияния фитогенного поля пород на сопутствующие виды, на основании чего изучаемые таксоны были разделены на три группы по степени их взаимодействия с другими породами в композиции. Кроме того, предложены рекомендации по оптимизации существующих парковых композиций.

**Ключевые слова:** типы садово-парковых композиций, древесно-кустарниковые породы, фитонцидная активность.

**ВВЕДЕНИЕ**

Озелененные зоны Симферополя с давних времен были его визитной карточкой. Самым крупным парком на территории города является Парк культуры и отдыха им. Ю. А. Гагарина. Заложен он в 60-х годах прошлого столетия, на месте некогда заболоченной территории вблизи слияния двух рек: Салгира и Малого Салгира.

В настоящее время площадь ПКиО им. Ю. А. Гагарина составляет около 36 га. Парк является объектом общего пользования и служит местом массового отдыха населения. Ежедневно его посещают сотни жителей города, улучшая свое физическое и психоэмоциональное состояние посредством общения с природой посреди мегаполиса [1].

Основой любого парка выступают типы садово-парковых композиций. Это, прежде всего, массивы, рощи, группы, аллеи, солитеры. Все они выполняют определенные функции на объектах озеленения [2].

В большей степени культурфитоцинозы парковых композиций слагаются интродуцированными породами. При разработке ассортимента озеленения и подборе пород в парковые насаждения, прежде всего, уделяют внимание декоративным качествам деревьев и кустарников и их устойчивости к городским условиям [3]. При этом совершенно не рассматривается тот факт, что все растения обладают фитогенным полем, оказывающим влияние на формирование растительного сообщества посредством фитонцидного воздействия, которое, в свою

очередь, определяет как нормальное развитие растений в композициях, так и их декоративный эффект в целом [4].

Целью настоящей работы является изучение влияния фитонцидно активных древесно-кустарниковых пород на формирование целостных декоративных садово-парковых насаждений различных типов.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследования выступают 14 фитонцидно активных древесно-кустарниковых пород: *Acer platanoides* L., *Acer pseudoplatanus* L., *Aesculus hippocastanum* L., *Albizia julibrissin* Durazz., *Betula pendula* Roth., *Chamaecyparis lawsoniana* (A.Murray bis) Parl., *Fraxinus excelsior* L., *Juglans regia* L., *Juniperus sabina* L., *Juniperus virginiana* L., *Picea abies* (L.) H. Karst., *Pinus nigra subsp. pallasiana* (Lamb.) Holmboe, *Quercus robur* L., *Taxus baccata* L. Все они образуют различные типы садово-парковых композиций на территории ПККиО им. Ю. А. Гагарина в городе Симферополе.

Исследования проводились в два этапа. На первом этапе осуществлялся подбор пород на основании существующих литературных сведений о степени фитонцидной активности деревьев и кустарников. За основу взяты работы Токина Б. П. [5], Кочергиной М. В. и Дарковской А. С. [3], Спелых В. В. [6], а также Руновой Е. М. и Гнаткович П. С. [2]. На втором этапе проводилось ландшафтно-визуальное обследование территории с выявлением садово-парковых композиций, сложенных фитонцидно активными видами, и их влияния на нормальное развитие сопутствующих пород. Кроме того, оценивались декоративные признаки сформированных парковых насаждений.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На территории ПККиО им. Ю. А. Гагарина присутствуют все типы садово-парковых композиций. При этом 14 исследуемых древесно-кустарниковых пород отмечены только в пяти из них (табл.1).

Большинство насаждений ПККиО им. Ю. А. Гагарина закладывались в период его создания, более пятидесяти лет назад. В настоящее время на территории парка периодически осуществляется санитарная обрезка деревьев и кустарников, но, к сожалению, масштабной реконструкции насаждений уже несколько десятков лет не проводилось.

Отмечено, что наиболее часто встречаемой породой на территории изучаемого парка выступает *Acer pseudoplatanus* и *Fraxinus excelsior*. Это устойчивые к городской среде породы. Они активно выполняют пыле- и шумозащитную функции [7].

В ходе исследований выявлено, что на территории ПККиО им. Ю. А. Гагарина различные типы садово-парковых насаждений сложены как фитонцидно активными древесно-кустарниковыми породами, например, группы из *J. regia*, *T. baccata*, *F. excelsior*, так и с участием других пород. Всего обнаружено 14 сопутствующих видов деревьев и кустарников: *Catalpa bignonioides* Walter, *Cedrus libani* A. Rich.,

*Corylus avellana* L., *Crataegus monogyna* Jacq., *Gymnocladus dioicus* (L.) K.Koch, *Koelreuteria paniculata* Laxm., *Platanus × hybrida* Brot., *Platycladus orientalis* (L.) Franco, *Populus nigra* subsp. *pyramidalis* Čelak., *Prunus cerasifera* subsp. *pissartii* (CarriŠre) Dost l, *Robinia pseudoacacia* L., *Salix babylonica* L., *Sambucus nigra* L., *Tilia cordata* Mill.

**Таблица 1**  
**Распределение древесно-кустарниковых пород по типам парковых насаждений**

Вид \ Тип парковой композиции	Аллея	Группа	Роца	Массив	Солитер
<i>Acer platanoides</i>	+	+		+	
<i>Acer pseudoplatanus</i>	+	+	+	+	
<i>Aesculus hippocastanum</i>	+	+		+	
<i>Albizia julibrissin</i>	+	+			
<i>Betula pendula</i>		+			
<i>Chamaecyparis lawsoniana</i>		+			
<i>Fraxinus excelsior</i>		+		+	
<i>Juglans regia</i>	+	+			
<i>Juniperus sabina</i>		+			
<i>Juniperus virginiana</i>		+			
<i>Picea abies</i>		+			+
<i>Pinus nigra</i> subsp. <i>pallasiana</i>		+	+		
<i>Quercus robur</i>		+			
<i>Taxus baccata</i>		+			

В большинстве случаев достаточно четко прослеживается влияние фитогенного поля одних видов на всю композицию. Признаком фитонцидного влияния отдельных пород на виды, сопутствующие им в композиции, является формирование неправильной асимметричной кроны и замедление роста последних. Так, показатель высоты растений в таких группах составлял на 20–30 % меньше, чем в чистых насаждениях или группах со слабофитонцидными породами. Во всех случаях композиции находились в одинаковых эдафических условиях.

Исследуемый ассортимент был разделен на три группы: породы, оказывающие угнетающее влияние; угнетаемые растения; «универсальные».

В первую группу (породы, оказывающие угнетающее влияние) вошли 5 видов: *Acer pseudoplatanus*, *Aesculus hippocastanum*, *Juniperus virginiana*, *Albizia julibrissin*, *Taxus baccata*.

*Acer pseudoplatanus* – наиболее яркий представитель первой группы пород. Отмечен практически во всех типах парковых насаждений (за исключением солитерной посадки). Наибольший интерес при оценке влияния *A. pseudoplatanus* на другие породы представляют смешанные группы. В пределах парка отмечены

следующие типы групп: *A. pseudoplatanus* – *Pinus nigra subsp. pallasiana*; *A. pseudoplatanus* – *Juglans regia* – *Aesculus hippocastanum*; *A. pseudoplatanus* – *J. regia* – *Picea abies*. Во всех группах, сложенных соответствующим породным составом, *A. pseudoplatanus* оказывал подавляющее влияние. Композиции выглядели разрозненно и недекоративно. В отдельных случаях у групп отмечалось не только снижение декоративности, но и отставание в росте отдельных ее элементов (группа *A. pseudoplatanus* – *Aesculus hippocastanum*). Необходимо отметить, что сочетание в группах таких пород, как *Fraxinus excelsior*, *Prunus cerasifera subsp. pissartii*, *Taxus baccata* с *A. pseudoplatanus*, является декоративным и подчеркивает особенности всех участников композиции. При этом доминирования *A. pseudoplatanus* над перечисленными выше породами не отмечалось.

Во вторую группу таксонов (угнетаемые растения) вошли 4 вида: *Betula pendula*, *Pinus nigra subsp. pallasiana*, *Picea abies*, *Acer platanoides*.

*Acer platanoides* – представлен в аллеях, группах и массивах. Группы с участием *A. platanoides* дополнены следующими породами: *Taxus baccata*, *Aesculus hippocastanum*, *Juniperus virginiana*. Все эти породы входят в первую группу (оказывающие угнетающее влияние). Группы, образованные данным сочетанием пород, недекоративны и нуждаются в оптимизации, т. к. *A. platanoides* испытывает сильное угнетение. При этом *A. platanoides*, будучи весьма декоративной породой (за счет резной и нежной листвы как в осенний период, так и на протяжении всего года) прекрасно себя чувствует в сочетании с такими породами, как *Chamaecyparis lawsoniana* и *Fraxinus excelsior*. Группа *A. platanoides* – *Ch.lawsoniana* декоративна за счет сочетания сразу нескольких факторов: форма кроны, форма и окраска листовой пластинки. Группу *A. platanoides* – *F. excelsior* отличает фактурность крон и контрастность форм листовых пластин. При этом отмечено негативное влияние *A. platanoides* на породы, не входящие в перечень фитонцидно активных: *Platycladus orientalis* и *Corylus avellana*. Последний, будучи породой подлеска, под пологом *A. platanoides* развивается слабо и отстает в размерах от других особей этого вида, произрастающих на территории парка.

Отдельно необходимо отметить еще одного представителя группы угнетаемых растений – *Pinus nigra subsp. pallasiana*. Этот таксон на территории парка встречается лишь в группах и рощах. В группе сочетается с: *Quercus robur*, *Taxus baccata*, *Acer pseudoplatanus*, *Aesculus hippocastanum*, *Fraxinus excelsior*, *Juglans regia* и *Acer platanoides*. Во всех группах с участием *P. nigra subsp. pallasiana* было отмечено не только влияние на эту породу фитогенного поля сопутствующих видов, но и загущенность садово-парковых композиций. *P. nigra subsp. pallasiana* – светолюбивая порода и не переносит затенения, в результате чего именно загущенность посадок является основной причиной угнетения этой породы и потери ею декоративности. В качестве приемов оптимизации композиций, образованных с участием *P. nigra subsp. pallasiana*, необходимо рекомендовать прореживание таких групп, кроме того, можно высаживать *P. nigra subsp. pallasiana* в сочетании с *Catalpa bignonioides* и *Corylus avellana*. Такие группы высокодекоративны и долговечны.

Третья группа – «универсальные» растения – представлена следующими породами: *Quercus robur*, *Chamaecyparis lawsoniana*, *Fraxinus excelsior*, *Juniperus sabina*, *Juglans regia*. Все эти таксоны в равной степени как испытывают угнетение, так и сами угнетают сопутствующие породы.

Одним из представителей этой группы выступает *Juglans regia*. Этот таксон представлен в аллеях и группах, в последних испытывает угнетение от *Q. robur*, *Taxus baccata*, *Acer pseudoplatanus*, *Aesculus hippocastanum*, *Acer platanoides*. В качестве доминирующей породы выступает в сочетании с *Betula pendula*, *Pinus nigra subsp. pallasiana*, *Picea abies*, *Fraxinus excelsior*, *Albizia julibrissin*. При этом как в первом случае, так и во втором композиции в равной степени не декоративны и нуждаются в оптимизации. Наиболее выигрышно *Juglans regia* выступает в сочетании с *Taxus baccata*, *Chamaecyparis lawsoniana*, *Juniperus virginiana* и *Juniperus sabina*, все эти хвойные породы будут украшать композицию в зимний период. Среди слабофитонцидных пород, произрастающих в группах с *J. regia*, наиболее декоративными являются *Salix babylonica*, *Catalpa bignonioides* и *Crataegus monogyna*.

Необходимо отметить, что в ходе проведения исследований было отмечено, что группы, образованные с участием основной породы (*Taxus baccata*) и поросли сопутствующих пород (*Acer platanoides* и *Fraxinus excelsior*), развиваются весьма гармонично и декоративно. Вероятно, причиной этого является то, что сопутствующие породы развивались под пологом зрелого, хорошо сформированного растения, в результате чего адаптировались к влиянию фитогенного поля последнего.

На основании проведенных исследований выявлено, что видом, наиболее устойчивым к воздействию фитонцидно активных пород, является *Catalpa bignonioides*. Это единственная среди изученных видов порода, не подвергающаяся негативному влиянию других пород. Кроме того, отличается декоративностью на протяжении всего вегетационного периода.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Эстетичность и долговечность садово-парковых композиций зависит от подбора растений с точки зрения не только их декоративности и устойчивости к городской среде, но и их взаимного влияния. Существующие садово-парковые насаждения наиболее четко демонстрируют эту связь. Для оптимизации слабодекоративных композиций необходимо своевременное проведение прореживания и санитарных рубок. При создании новых насаждений желательно использовать породы, наиболее устойчивые к влиянию других древесно-кустарниковых видов (*Catalpa bignonioides*, *Taxus baccata* и др.).

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 15–29–02596. «Биоэкологические основы оптимизации состава и структуры парковых сообществ»*

Список литературы

1. Коваленко И. Экскурсионный путеводитель по Крыму / И. Коваленко, Е. Голомолзин – СПб.: ООО «Первый издательско-полиграфический холдинг», 2015. – 43 с.
2. Рунова Е. М. Оценка типов садово-парковых насаждений и оптимизация пространственной структуры озелененных территорий г. Братска / Е. М. Рунова, П. С. Гнаткович // XIV Международная научно-техническая конференция «Лес-2014» (1 мая – 1 июня 2014, г. Брянск) – Брянск, 2014. – С. 164–167.
3. Кочергина М. В. Фитонцидные свойства насаждений петровского сквера г. Воронежа / М. В. Кочергина, А. С. Дарковская // IX Международная научно-техническая конференция «Лесной комплекс: состояние и перспективы развития» (1–30 ноября 2009, г. Брянск) – Брянск, 2009. – С. 258–261.
4. Горелов А. М. Роль фитогенного поля в формировании пространственных структур древесного растения / А. М. Горелова // *Modern Phytomorphology*. – 2012. – Т. 1. – С. 137–141.
5. Токин Б. П. Целебные яды растений. Повесть о фитонцидах / Токин Б. П. – Ленинград: Лениздат, 1974. – 344 с.
6. Спелых В. В. Антимикробные и ионизирующие свойства древесной растительности под влиянием абиотических факторов: автореф. дисс. на соиск. ученой степени канд. биол. наук: 06.03.02 / В. В. Спелых. – С.-Пб.: 2010. – 39 с.
7. Боговая И. О. Ландшафтное искусство: Учебник для вузов / И. О. Боговая, Л. М. Фурсова – М.: Агропромиздат, 1988. – 223 с.

**THE ROLE OF PHYTONCIDE ACTIVE TREES AND SHRUBS IN THE GARDEN-PARK ART THE EXAMPLE Y.A. GAGARIN PARK (SIMFEROPOL)**

*Korenkova O. O.*

*V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Crimea, Russia  
E-mail: o.o.korenkova@mail.ru*

Simferopol greening area has long been his trademark. The largest park in the city is the Park of Culture and Rest. Y. A. Gagarin. Every day it is visited by hundreds of residents, increasing their physical and psycho-emotional state through contact with nature in the middle of the metropolis.

The object of the study is 14 phytoncide active trees and shrubs. The studies were conducted in two phases. The first – carried out the selection of species based on existing literature data on the extent of trees and shrubs phytoncide activity. In the second phase - conducted landscape and visual inspection of the territory with the identification of landscape gardening compositions composed phytoncide active species and their impact on the normal development of related species.

On the territory of the recreation park them has all types of garden-park art. In this study 14 trees and shrubs are marked only in five of them. It was noted that the most frequent breed in the territory of the park stands studied *Acer pseudoplatanus* and *Fraxinus excelsior*. Aesthetics and durability of garden-park art is directly dependent on the selection of plants, not only in terms of decoration and sustainability to the urban environment, but also their mutual influence.

The existing garden and parkland demonstrate this relationship most clearly. To optimize slightly ornamental compositions must be timely thinning and sanitary felling. When creating a new breed of plants is desirable to use the most resistant to the influence of other tree and shrub species (*Catalpa bignonioides*, *Taxus baccata* and others.).

**Keywords:** types of garden-park art, trees and shrubs, phytoncide activity.

#### References

1. Kovalenko I., *Golomolzin Excursion Guide to Crimea*, 43 (First Publishing and Printing Holding, 2015).
2. Runova E. M., Gnatkovich P. S. *Evaluation types of landscaping plants and optimization of the spatial structure of green areas of Bratsk*, pp. 164–167 («Forest 2014», 2014).
3. Kochergin M. V., Darkovskaya A. S. *Phytoncidal properties plantations Peter's Square in Voronezh*, pp. 258–261 (Forestry: Status and Prospects for Development, 2009).
4. Gorelov A. M. *A role of the phytogenous field in formation of spatial structures of a wood plant*, pp. 137–141 (Modern Phytomorphology, 2012).
5. Tokin B. P. *Medicinal plant poisons. Tale of phytoncides*, 344 (Lenizdat, 1974).
6. Spelih V. V. *Antimicrobial and ionizing svoysva woody vegetation under the influence of abiotic factors: Author. diss. on soisk. scientific degree of Cand. biol. Sciences: 06.03.02*, 39 p (2010).
7. Bogovaya I. O., Fursova L. M. *Landscape art: Textbook for Universities*, 223 (Agropromizdat, 1988).

**УДК 616.89+615.82/615.85-053.4**

## **ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ КАНИСТЕРАПИИ В КОМПЛЕКСНОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ ДЕТЕЙ С РАССТРОЙСТВОМ АУТИСТИЧЕСКОГО СПЕКТРА**

*Малыгина В. И.<sup>1</sup>, Файер М. Г.<sup>1</sup>, Малыгин В. Д.<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», Симферополь, Республика Крым, Россия*

*<sup>2</sup>ФГБНУ «Агрофизического научно-исследовательского институт», Санкт-Петербург, Россия*

*E-mail: aloenika@rambler.ru*

Исследована эффективность влияния реабилитационного комплекса на психосоматическое здоровье детей 4–5 лет с РАС. В качестве средств реабилитации применялся массаж и различные формы ЛФК, в основной группе, дополнительно, – канистерапия. Установлено, что комплексная реабилитация способствовала повышению психосоматического здоровья детей с РАС. Дополнительное применение канистерапии обеспечило более выраженную эффективность реабилитационных мероприятий.

**Ключевые слова:** аутизм, синдром Аспергера, синдром Каннера, расстройство аутистического спектра (РАС), поведенческая терапия, канистерапия, арт-терапия, артикуляционная гимнастика, пальчиковая гимнастика.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Аутизм представляет собой серьезное расстройство психики, которое в значительной степени снижает уровень адаптации взрослых людей и их социализацию в окружающем мире. Аутизм относится к числу тех заболеваний, которые прогрессирует с каждым годом. Об этом свидетельствует мировая статистика. Более 80 % детей с аутизмом — инвалиды. И это не может не беспокоить. В раннем возрасте это заболевание довольно сложно диагностировать. Это связано с тем, что различные моторные и речевые особенности поведения ребенка можно отнести за счет возраста и особенностей характера [1]. Установлено, что если вовремя заметить болезнь и начать реабилитацию, во взрослом возрасте таким людям будет легче взаимодействовать с окружающим миром [2].

Целью настоящего исследования явилось исследование эффективности реабилитационных мероприятий для улучшения психосоматического здоровья детей с расстройством аутистического спектра (РАС).

### **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

Исследовательская часть работы проводилась на базе ГБУ РК «Центр социального обслуживания граждан и инвалидов» в течение 3 месяцев. В исследовании принимали участие 20 детей с РАС в возрасте от четырех до пяти лет.

Основные синдромы – Каннера и Аспергера легкой степени выраженности. Дети были разделены на контрольную и основную группы по 10 человек в каждой. В обеих группах в качестве средств реабилитации применялся массаж, лечебная гимнастика, подвижные игры, танцевальная терапия (музыкальная ритмика) [3], артикуляционная гимнастика, пальчиковая гимнастика, арт-терапия. В основной группе, помимо этого, применялась канистерапия. Канистерапия – нетрадиционная психотерапевтическая методика реабилитации, для которой используются специально отобранные животные. Терапия при помощи собак заключалась в непосредственном наблюдении и тесном контакте больного через общение, кормление, игры и уход за этими животными. В работе использовались собаки Крымского кинологоического центра в сопровождении волонтеров, занятия проводились 2–3 раза в неделю [4, 5]. Для оценки эффективности реабилитации у детей оценивали уровень физического развития, функциональные показатели дыхательной, сердечно-сосудистой систем, двигательные возможности, психологические показатели. Был проведен нейропсихологический скрининг нарушений развития координации движений у детей в процессе реабилитации (модификация метода Г. Ломакиной, 2013) [6]. Диагностика развития мелкой моторики рук была проведена по методике Гончаренко О. Н. [7]. Для оценки вербальной креативности был использован тест «Назови картинку» [8]. Также проводилась оценка функции речи: оценивался словарный запас, разборчивость речи, адекватность интонаций, темпа; наличие эхолалий и др. нарушений. Уровень тревожности определяли по Р. Тэмпл, М. Дорки [9]. Также проводили тест АТЕК для оценки динамики и выявления проблем детей с аутизмом.

#### **РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ**

Оценка уровня физического развития детей при помощи центильных таблиц показала, что до курса реабилитации исходный уровень физического развития детей примерно в половине случаев был незначительно ниже нормы. Очевидно, что программа реабилитации, связанная с повышением двигательной активности, способствовала гармонизации физического развития (рис. 1, 2). Сравнение данных 2-х групп детей после реабилитации показало, что в обеих группах имеет место улучшение антропометрических данных. Однако учитывая, что в контрольной группе исходный уровень физического развития был немного выше, несмотря на одинаковый конечный результат, эффективность реабилитации в основной группе будет незначительно выше.

Измерение экскурсии грудной клетки (ЭГК) у детей обеих групп до реабилитационных мероприятий выявило низкий результат. Курс реабилитации изменил изучаемые показатели: в контрольной группе рост составил 50 %, в основной – 88 %. При этом ЖЕЛ у детей первой группы вырос на 7 %, второй – на 10,4 % ( $p < 0,01$ ).

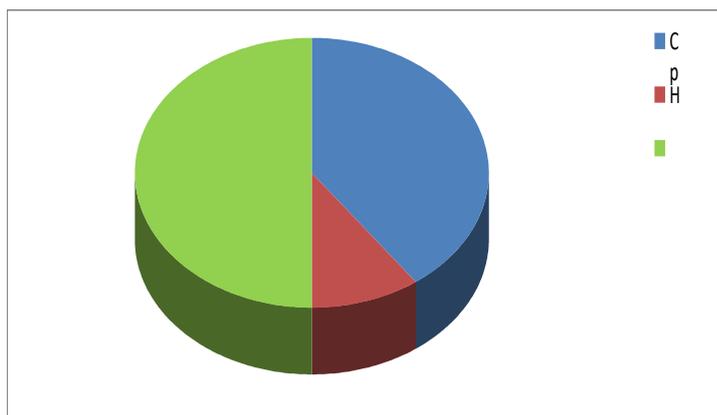


Рис. 1. Перцентили уровня физического развития детей основной группы до курса реабилитации. Обозначения: Ср – средний; Н – низкий; НС – ниже среднего.

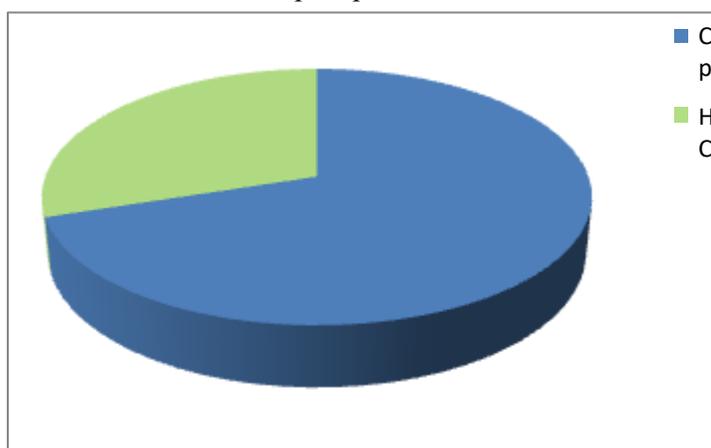


Рис. 2. Перцентили уровня физического развития детей основной группы после курса реабилитации. Обозначения: Ср – средний; НС – ниже среднего.

Установлено, что дыхательно-пульсовой коэффициент детей до курса реабилитации составил  $3,3 \pm 0,05$  в обеих группах. После курса реабилитации индекс Хильдебранта вырос на 5,2 % в контрольной группе и на 13,6 % ( $p < 0,05$ ) в основной, приблизившись к физиологической норме. Проба Штанге, изначально недостаточная в обеих группах, после курса реабилитации выросла в контрольной и основной группах на 29 % и 39 % ( $p < 0,001$ ) соответственно (рис. 3). Ортостатическая проба, проведенная до курса реабилитации, показала, что степень учащения пульса составила  $17,8 \pm 0,2$  % в контрольной и  $17,7 \pm 0,2$  % в основной группе. После курса восстановительной терапии улучшение по сравнению с исходными данными в контрольной группе составило 12 % ( $p < 0,001$ ), в основной – 17 % ( $p < 0,001$ ). Показатели, полученные после курса реабилитации,

свидетельствуют об улучшении сбалансированности возбуждительно-тормозных процессов в ЦНС и вегетативной нервной системе.

Как свидетельствует оценка двигательных навыков, у детей обеих групп до курса реабилитации наблюдалась недостаточная координация движений: неуклюжая походка, неумение преодолеть препятствие, плохая зрительно-моторная координация. Повторное тестирование детей зафиксировало значительное улучшение выполнения физических действий, связанное с повышением координации после курса реабилитации. Т. о., курс физической и психологической реабилитации в значительной мере повысил согласованность действий у детей, способствовал овладению двигательными навыками. В контрольной группе улучшение составило 21,4 % ( $p < 0,05$ ), а в основной – 36,6 % ( $p < 0,05$ ). Это подтверждают данные пальчикового теста. После курса реабилитации показатели ловкости у детей в обеих группах выросли. Дети контрольной группы улучшили прежний результат на 13 % ( $p < 0,05$ ), а основной – на 21,4 % ( $p < 0,05$ ). Это проявлялось в совершенствовании бытовых навыков: застегивании пуговиц, завязывании шнурков, пользовании вилкой и других действиях, требующих ловкости рук, особенно у детей основной группы.

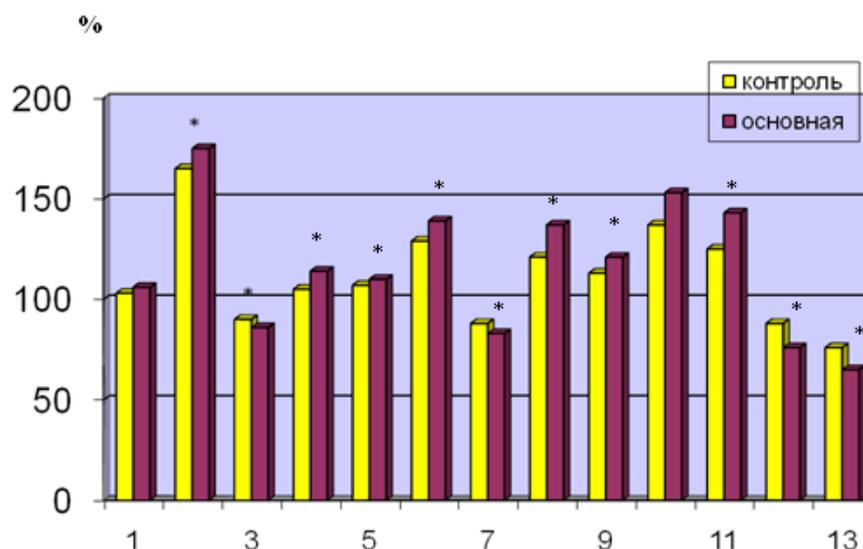


Рис. 3. Изменение морфофункциональных показателей у детей с РАС после курса физической реабилитации (относительно 1 дня). Обозначения: 1 – ОГК, 2 – ЭКГ, 3 – ЧД, 4 – индекс Хильдебранта, 5 – ЖЕЛ, 6 – проба Штанге, 7 – ортопроба, 8 – общая координация, 9 – пальчиковый тест, 10 – уровень воображения, 11 – речевое развитие, 12 – индекс тревожности, 13 – АТЕК.

\* – достоверность различий 2-х групп.

В обеих группах обследованных детей была проведена оценка вербальной креативности. Как показала оценка воображения, до курса реабилитации уровень вербальной креативности составил  $1,9 \pm 0,1$  балла. Это недостаточный уровень воображения для детей данного возраста. Отсутствие беглости, гибкости и оригинальности при описывании сюжетной картинке – критерии оценки при данном виде тестирования. Одновременно нами оценивался уровень речевого развития у детей [10]. Он составил в контрольной группе  $2,8 \pm 0,2$  балла, в основной –  $2,9 \pm 0,2$  балла в начале исследования. Это соответствует уровню ниже среднего и свидетельствует о наличии языкового отставания и даже некоторого речевого расстройства. Между группами разница недостоверна.

После курса реабилитации уровень воображения в контрольной группе вырос на 37 % ( $p < 0,05$ ), в основной – на 53 % ( $p < 0,05$ ). Таким образом, курс реабилитации способствовал повышению креативности – важнейшей характеристики психического развития ребенка.

Улучшение речевого навыка в контрольной группе составило 25 %, в основной – 43 %, приблизившись к хорошему результату. Речь детей значительно улучшилась. Реже стали присутствовать повторы, больше – оригинальные выражение. Улучшилась мелодика речи, интонации стали более адекватными, обогатился словарный запас детей. Оценка уровня тревожности показала, что на начальном этапе реабилитации у больных детей данный показатель составил  $48,8 \pm 0,7$  % в контрольной группе и  $49,3 \pm 0,5$  % – в основной, что соответствует высокому уровню тревожности. Разница между группами – недостоверна. После проведенного курса индекс тревожности детей понизился на 18 % ( $p < 0,001$ ) в контрольной группе и на 24 % – в основной ( $p < 0,001$ ). Психоэмоциональное состояние детей после курса реабилитации значительно улучшилось. Положительные эмоции постепенно стали вытеснять отрицательные. Обеспокоенность и проявление внутренней напряженности явно снизились, особенно в основной группе.

Для оценки эффективности реабилитации при аутизме нами применялся тест АТЕК [11]. Согласно полученным результатам, исходный уровень детей с РАС составил  $31,7 \pm 0,4$  балла в контрольной группе и  $31,5 \pm 0,5$  балла – в основной, что соответствует легкой степени аутизма (разница между группами незначительна). После курса реабилитации «уровень аутизма» значительно снизился. Для детей контрольной группы он составил 24 % ( $p < 0,001$ ), основной – 34,6 % ( $p < 0,001$ ).

Таким образом, проведенный курс комплексной реабилитации способствовал улучшению функционального состояния у детей обеих групп. Мы полагаем, это связано с положительным действием занятий ЛФК (различных его форм): музыкальной ритмики, артикуляционной гимнастики, пальчиковой и арт-терапии, проводимых на фоне массажа. Известно, что массажная терапия помогает расслабиться. Кроме того, ЛГ, занятия музыкальной ритмикой способствовали нормализации возбuditельно-тормозных процессов в ЦНС, восстановлению гормонального баланса.

Все занятия ЛФК включали элементы игры, способствовали не только физическому, но и речевому развитию, когнитивному, коммуникативному. В

процессе артикуляционной гимнастики и пальчиковой терапии дети осваивали двигательные и речевые навыки, учились познавать свойства предметов, описывать их [12–14]. Средства арт-терапии дополняли эти методики: рисование, лепка, терапия песком. Эти ежедневные занятия расширяли кругозор детей, стимулировали развитие речевых зон мозга и ВНД в целом. Все это в конечном счете способствовало коррекции поведения. Установлено, что мозг человека (и особенно ребенка) обладает огромными компенсаторными возможностями. Цель реабилитации – в активации этих возможностей. В нашем исследовании в поведении детей обеих групп заметна положительная динамика вследствие реабилитационной программы.

В основной группе, где использовалась канистерапия на фоне других средств реабилитации, ряд показателей продемонстрировал большую эффективность. Координации движений – на 15 %, уровня воображения – на 16 %, речевого развития – на 18 %, теста АТЕК – на 11 %, пробы Штанге – на 10 %, экскурсии грудной клетки – на 10 % достоверно выше, чем в контрольной группе.

Известно, что у детей с аутизмом часто встречается эмоциональная депривация. Она сопровождается нарушениями взаимоотношений со сверстниками, депрессивными состояниями, асоциальным поведением. Общение с животными помогает таким детям в развитии эмоциональной сферы, что дает полную возможность глубокого и качественного проживания эмоциональных состояний. Взаимодействие с собакой показано детям с РАС в связи с тем, что это способствует более быстрому налаживанию эмоционального контакта и доверительных отношений. Это повышает уровень ответственности, самостоятельности и «взрослости» детей. Это очень важно для детей с аутизмом, т. к. эти дети характеризуются отсутствием глубоких эмоциональных переживаний и чувственных привязанностей [15, 16].

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

1. В результате проведенных мероприятий у детей обеих групп повысился уровень физического развития, улучшилось функциональное состояние кардиореспираторной, вегетативной нервной системы, повысился индекс межсистемных отношений.
2. Курс реабилитации способствовал улучшению двигательной координации, в том числе мелкой моторики.
3. У детей обеих групп изменились психологические показатели: вырос уровень речевого развития и воображения, снизился индекс тревожности, тест АТЕК показал значительное улучшение (показатель приблизился к норме).
4. Комплексная реабилитация детей с РАС с использованием средств ЛФК, массажа, музыкальной ритмики и арт-терапии способствовала повышению психосоматического здоровья у детей. Дополнительное применение канистерапии обеспечило более высокую эффективность реабилитационных мероприятий.

Список литературы

1. Башина В. М. Аутизм в детстве / В. М. Башина. – М.: Медицина, 1999. – 236 с.
2. Каган В. Е. Аутизм у детей / В. Е. Каган. – Л.: Мед-на, 1981. – 126 с.
3. Завьялова В. Ю. Музыкальная релаксационная терапия: Практическое рук. / В. Ю. Завьялова. – Новосибирск: Наука, 1995. – 148 с.
4. Канистерапия и аутизм. Помощь детям с аутизмом. [Электронный ресурс] – Режим доступа: [www.fl-life.com.ua/wordpress/archives/tag/канис-терапия-и-аутизм](http://www.fl-life.com.ua/wordpress/archives/tag/канис-терапия-и-аутизм) (дата обращения: 05.01.2016).
5. Приемы канис-терапии при работе с пациентами. [Электронный ресурс] – Режим доступа: [forum.fes-russia.ru/images/priemi-kanis.doc](http://forum.fes-russia.ru/images/priemi-kanis.doc) (дата обращения: 03.03.2016).
6. Ломакина Г. Гиперактивный ребенок. Как найти общий язык с непоседой / Г. Ломакина. – М: Центрполиграф, 2009. – 192 с.
7. Гончаренко О. Диагностика уровня развития мелкой моторики у детей дошкольного возраста. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openclass.ru/node/430533> (дата обращения: 12.02.2016).
8. Данилов С. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.kama-rest.ru/psihologicheskie-metodiki/diagnostika-voobrazheniya-u-detey-5-let/> (дата обращения: 15.04.2016).
9. Шанько Г. Г. Неврология детского возраста / Г. Г. Шанько, Е. С. Бондаренко. – Минск: Высшая школа, 1985. – 343 с.
10. Начальные этапы работы с неговорящими (запуск речи) [Электронный ресурс] / Семинар по методике Новиковой-Иванцовой Т. Н. Часть 1. – Режим доступа: <http://logosystem.ru/novikova-tn-vebi>. (дата обращения: 25.01.2016).
11. Тест на аутизм АТЕК для оценки динамики и выявления проблем. [Электронный ресурс] – Режим доступа: [storaautism.ru/тест-атек/](http://storaautism.ru/тест-атек/) (дата обращения: 09.01.2016).
12. Шрам Р. Детский аутизм и АВА. АВА (Applied Behavior Analysis). Терапия, основанная на методах прикладного анализа поведения / Р. Шрам. – М.: Рама Пабблишинг, 2013. – 208 с.
13. Арт-терапия при аутизме. [Электронный ресурс] / Опубликовано 16th April 2014 – Режим доступа: [alsariyababy](http://alsariyababy) (дата обращения: 15.01.2015).
14. Вялова Л. Основные виды терапии аутизма [Электронный ресурс] //Терапия для аутистов. – Режим доступа: <http://semjadom.ru/terapiya/osnovnyye-vidy-terapii-autizma.html> (дата обращения: 05.02.2016).
15. Канистерапия: собаки-терапевты лечат людей [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://happy-womens.com/kanis-terapiya-sobaki-terapevti-lechat-lyudey.html#a\\_menu](http://happy-womens.com/kanis-terapiya-sobaki-terapevti-lechat-lyudey.html#a_menu) (дата обращения: 19.02.2016).
16. Канистерапия. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://autism.com.ua/therapy/alternate-kanistotherapy.html> (дата обращения: 05.01.2016).

JUSTIFICATION OF CANISTERAPY THE COMPLEX REHABILITATION OF CHILDREN WITH ASD

*Malygina V. I.<sup>1</sup>, Fayyer M. G.<sup>1</sup>, Malygin V. D.<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>V. I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russian Federation*

*<sup>2</sup>FGBNU "Agrophysical Research Institute", St. Petersburg, Russian Federation*

*E-mail: aloenika@rambler.ru*

Autism is a severe mental disorder, which significantly reduces the level of adult adaptation and socialization in the world. Autism is one of those diseases which are progressing from year to year. This is evidenced by the world statistics. More than 80 % of children with autism – people with disabilities. And it can not but be concerned. At an

early age the disease is difficult to diagnose. This is due to the fact that the various motor and speech features of the child's behavior can be attributed to the age and nature of the features [1]. It was found that if the time to notice the disease and begin rehabilitation in adulthood such people will be easier to communicate with the outside world [2].

The aim of the study was: to investigate the effectiveness of rehabilitation measures to improve the psychosomatic health of children with autism. The research part of the work carried out on the basis of SBD RK social service center and disabled people, for 3 months. The study involved 20 children between the ages of four to five years, with autistic spectrum disorder (ASD), a mild degree.

In both groups, as a means of rehabilitation applied massage, medical gymnastics, outdoor games, dance therapy, articulation exercises, finger gymnastics, art therapy [3]. In the study group, in addition, used Canistherapy. Therapy using dogs was direct observation and close contact of the patient through communication, feeding, play and care for these animals. We used the Crimean dogs Dog Training Center, accompanied by volunteers, classes were held 2–3 times a week [4, 5]. To evaluate the effectiveness of rehabilitation in children assessed level of physical development, functional indices of the respiratory, cardio-vascular systems, motor capabilities, psychological indicators [6–9].

Evaluation of physical development of children in both groups before rehabilitation course using centile tables showed that the initial level of physical development of children in about half of cases was slightly below normal. Data Comparison 2 after rehabilitation children groups showed that in both groups there is improvement of anthropometric data.

Comprehensive rehabilitation course contributed to the improvement of the functional state in children with ASD. We believe this is due to the positive effect of exercise therapy sessions (its various forms), and massage therapy. In addition, LH, musical rhythm exercises helped normalize the excitatory – inhibitory processes in the central nervous system, restore hormonal balance. All classes exercise therapy included elements of the game, have contributed not only physical, but also the development of speech, cognitive, communicative [10, 11]. In the process of articulating the finger gymnastics and therapy, children learn motor and language skills, learning to learn the properties of objects, describe them [12–14].

Comprehensive rehabilitation of children with ASD helped to improve the psychosomatic health of children. Additional application Canistherapy ensure greater effectiveness of rehabilitation measures [15, 16].

**Keywords:** Autism, Asperger's Syndrome, Kanner's syndrome, autism spectrum disorders, behavioral therapy, Canistherapy, art therapy, articulation exercises, finger gymnastics.

## References

1. Bashina V. M. *Autism as a child*, 236 (M.: Medicine, 1999).
2. Kagan V. E. *Autism in children*, 126 (L.: Honey-on 1981).
3. Zavyalova V. Y. *Music relaxation therapy. Practical hands*, 148 (Novosibirsk: Nauka, 1995).
4. *Canis therapy and autism. Help for children with autism*. [Electronic resource], Access mode: [www.fl-life.com.ua/wordpress/archives/tag/Canis-therapy-and-autism](http://www.fl-life.com.ua/wordpress/archives/tag/Canis-therapy-and-autism) (reference date: 01.05.2016).

5. *Receptions Canis therapy when working with patients.* [Electronic resource], Access mode: [forum.fes-russia.ru/images/priemi-kanis.doc](http://forum.fes-russia.ru/images/priemi-kanis.doc) (reference date: 03.03.2016).
6. Lomakin T. *Hyperactive child. How to find a common language with fidget*, 192 (M: Tsentrpoligraf 2009).
7. Goncharenko O. *Diagnosis of the level of development of fine motor skills in preschool children.* [Electronic resource], Access mode: <http://www.openclass.ru/node/430533> (reference date: 02.12.2016).
8. Daniel S. [electronic resource], Access mode: <http://www.kama-rest.ru/psihologicheskie-metodiki/diagnostika-voobrazheniya-u-detey-5-let/> (reference date: 04.15.2016).
9. Shan'ko G. G., Bondarenko E. S. *Childhood Neurology*, 343 (Minsk: High school, 1985).
10. *The initial stages of working with nonspeaking (speech start)* [electronic resource] / by the method Novikova-Ivantsova Seminar TN Part 1, Access: <http://logosystem.ru/novikova-tn-vebi>. (Reference date: 25.01.2016).
11. *Test for Autism ATEK to assess the dynamics and identifying problems.* [Electronic resource], Access mode: [stopautism.ru/rect-arek/](http://stopautism.ru/rect-arek/) (reference date: 01.09.2016).
12. Schramm R. *Children with autism and ABA. ABA (Applied Behavior Analysis). The therapy is based on the methods of applied behavior analysis*, 208 (M: Frame Publishing, 2013).
13. *Art therapy in autism.* [Electronic resource], Published 16th April 2014, Access: [alsariyababy](http://alsariyababy) (reference date: 01.15.2015).
14. Vyalov L. *The main types of treatment for autism* [Electronic resource], Therapy for access autistov, Mode: <http://semjadom.ru/terapiya/osnovnye-vidy-terapii-autizma.html> (reference date: 05.02.2016).
15. *Canistherapy dogs-therapists treat people* [electronic resource] - Access mode: [http:// happy-womens.com/kanis-terapiya-sobaki-terapevti-lechat-lyudey.html#a\\_menu](http://happy-womens.com/kanis-terapiya-sobaki-terapevti-lechat-lyudey.html#a_menu) (reference date: 02.19.2016)
16. Canistherapy. [Electronic resource], Access mode: <http://autism.com.ua/therapy/alternate/kanistotherapy.html> (reference date: 01.05.2016).

УДК 582.28 (476)

## ФИТОТРОФНАЯ ПАРАЗИТИЧЕСКАЯ МИКОБИОТА ГОРЫ АЮ-КАЯ (БАЛАКЛАВА, РЕСПУБЛИКА КРЫМ)

Просяникова И. Б., Новикова Т. М., Кравчук Е. А.

Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», Симферополь, Республика Крым, Россия  
E-mail: [aphanisomenon@mail.ru](mailto:aphanisomenon@mail.ru)

В результате проведенных микологических исследований за вегетационные сезоны 2014–2015 гг. на территории горы «Аю-Кая» (441 м н. у. м., пос. Балаклава, Республика Крым) обнаружены 40 видов фитотрофно-паразитических грибов, принадлежащих 18 родам из 12 семейств, 9 порядков и 3 отделов грибов и грибоподобных организмов.

**Ключевые слова:** фитотрофная паразитическая микобиота, аннотированный список, Балаклавские высоты, гора Аю-Кая, Предгорный Крым.

### ВВЕДЕНИЕ

Паразитические микромицеты являются неотъемлемой частью природных фитоценозов, выполняя в них важную регуляторную функцию. Приуроченность изученной группы облигатных возбудителей болезней к определенным родам и видам высших растений облегчает их инвентаризацию, дает возможность решать вопросы ареалогии грибов. Поэтому изучение видового состава этих организмов является актуальным, особенно в регионах, которые еще недостаточно изучены в микологическом отношении [1]. Одним из таких районов является Предгорная зона Крыма. В состав этой зоны входит гора Аю-Кая (441 м н. у. м., окрестности пос. Балаклава, г. Севастополь, Республика Крым). Это природный комплекс, относящийся к Балаклавскому низкогорному лесокустарниковому ландшафту, имеющему умеренные антропогенные изменения с типичной для Предгорного Крыма растительностью (рис. 1) [2].

В природном растительном покрове Балаклавских высот на карбонатных черноземах сочетаются остатки луговых и каменистых степей, дубово-можжевеловые редколесья, разреженные кустарниковые и лесные сообщества с участием *Quercus pubescens* Willd., *Fraxinus excelsior* L., *Pinus nigra* J. F. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe и др. Наряду с *Quercus pubescens* порослевого происхождения в рощицах изредка встречаются *Q. petraea* Liebl. Из других древесно-кустарниковых пород на горе Аю-Кая встречаются *Juniperus deltoides* R. P. Adams., *Carpinus orientalis* Mill., *Rhus cotinus* L., *Crataegus* L., *Paliurus spina-christi* Mill., *Rosa canina* L., *Pyrus communis* L., *Pyrus elaeagrifolia* Pall., *Cornus sanguinea* L. subsp. *australis* (C. A. Mey) Jav., *Berberis* L., *Frángula alnus* Mill., *Prunus spinosa* Kotov., *Jasminum fruticans* L. Lindl., *Ruscus aculeatus* L. и др. Обезлесенные

островные пространства между дубравами заняты степями; из ксерофильных полукустарничков и разнотравья встречаются виды родов *Thymus* L., *Achillea* L., *Euphorbia* L., *Inula* L., *Paeonia* L., *Stipa* L., виды *Bothriochloa ischaetum* (L.) Keng, *Crocus speciosus* M. Vieb. (рис. 2) и др. Микологические исследования фитотрофной микобиоты в окрестностях горы Аю-Кая ранее не проводились. В связи с этим целью нашей работы явилось исследование видового состава фитотрофных паразитических микромицетов горы Аю-Кая, расположенной в окрестностях поселка Балаклава г. Севастополя.

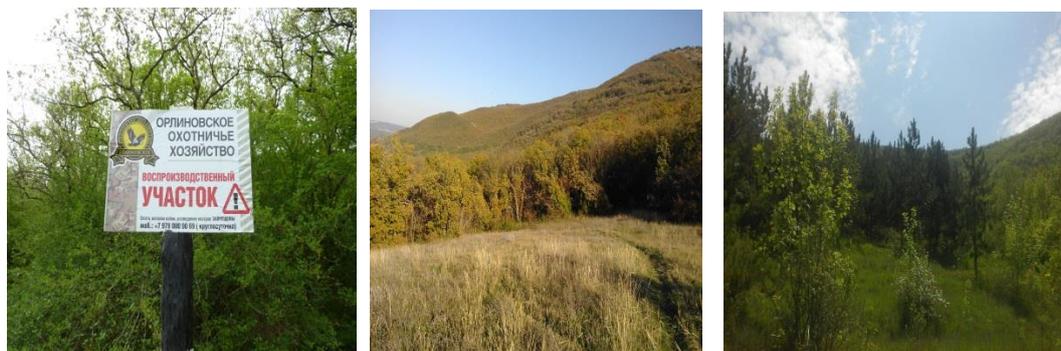


Рис. 1. Дубово-грабовый лес горы Аю-Кая с участком *Pinus nigra* J. F. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmbое (фото автора).



Рис. 2. А – Крокус прекрасный (*Crocus speciosus* M. Vieb.); Б – Ятрышник пурпурный (*Orchis purpurea* Huds.); В – Пион крымский (*Paeonia daurica* Andrews) (фото автора).

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Сбор гербарных образцов паразитических грибов производился в растительных сообществах горы Аю-Кая в течение вегетационных сезонов 2014–2015 гг. детально-маршрутным методом. Фитопатологическое исследование территории с отбором образцов осуществлялось регулярно, один раз в месяц на протяжении вегетационных сезонов всего периода исследований. Собранный гербарий обрабатывался по общепринятой методике [3]. Идентификацию образцов грибов на питающих растениях проводили стандартным методом с помощью определителей [4–8]. Названия микромицетов приведены в соответствии с международной сводкой [9]. Встречаемость фитопатогенных микромицетов определяли с использованием шкалы Гааса [10]. Видовые названия питающих растений представлены в соответствии с литературой [11].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Систематическая структура паразитической микобиоты растений исследуемой территории отражена в приведенном ниже списке видов грибов с указанием их обилия по шкале Гааса (индекс указан в скобках).

Для каждого вида паразитического гриба отмечался показатель обилия по шкале Гааса: 5 – всюду часто; 4 – во многих местах; 3 – неравномерно, рассеянно; 2 – очень рассеянно; 1 – единично; (+) – только в одном месте (один экземпляр или одна группа, скопление). Так, согласно грациям шкалы Гааса, ржавчинный гриб *Phragmidium mucronatum* (Pers.) Schltdl на *Rosa canina* L. встречался во многих местах; мучнисторосяные грибы *Neoerysiphe galeopsidis* (DC.) U. Braun, *Erysiphe alphitoides* (Griffon & Maubl.) U. Braun & S. Takam и ржавчинные грибы *Puccinia jasmini* DC. и *Gymnosporangium sabinae* (Dicks.) G. Winter встречались неравномерно, рассеянно; *Erysiphe heraclei* Schleich. DC., *Puccinia magnusiana* Körn. и *Uromyces muscari* Lévl. – очень рассеянно; *Erysiphe clandestina* Biv., *Coleosporium inulae* Rabenh., *Phyllactinia guttata* Lev. Ph. – единично, а *Peronospora aparines* (de Bary) Gäum. и *Puccinia lapsanae* Fuckel – только в одном месте.

### Отдел Oomycota, пор. Albuginales

*Albugo candida* f. *microspora* O. Sävul. на *Cardamine hirsuta* L., 02.05.2015 (1).

### пор. Peronosporales

*Peronospora aparines* (de Bary) Gäum. на *Galium aparine* L., 02.05.2015 (+).

*Peronospora ranunculi* Gäum. на *Ranunculus constantinopolitanus* (D & C.) D'Urv., 02.05.2015 (2).

### Отдел Ascomycota, Пор. Erysiphales

*Blumeria graminis* DC. на *Dactylis glomerata* L. 01.11.2014 (1).

*Erysiphe alphitoides* (Griffon & Maubl.) U. Braun & S. Takam. на *Quercus pubescens* Willd, 01.11.2014; 03.08.2015 (3).

*Erysiphe clandestina* Biv. на *Ulmus glabra* Huds., 03.08.2015 (1).

*Erysiphe heraclei* Schleich. DC. на *Falcaria vulgaris* Bernh., 03.08.2015 (2).

*Erysiphe polygoni* DC. на *Rumex* sp. 20.10.2015 (1); на *Polygonum aviculare* L., 20.10.2015 (3).

*Golovinomyces depressus* (Wallr.) V.P. Heluta на *Cirsium arvense* (L.) Scop., 03.08.2015 (2).

*Neoerysiphe galeopsidis* (DC.) U. Braun на *Lamium purpureum* L., 02.05.2015 (3).

*Phyllactinia guttata* Lev Ph. на *Cornus sanguinea* L. subsp. *australis* (C. A. Mey) Jav., 01.11.2014 (1); 03.08.2015 (1).

#### Поп. Botryosphaeriales

*Phyllosticta hypoglossi* (Mont.) Allesch. на *Ruscus aculeatus* L., 02.05.2015 (2).

#### Поп. Venturiales

*Venturia pyrina* Aderh. на *Pyrus communis* L., 03.08.2015 (1).

#### Поп. Capnodiales

*Ramularia agrestis* Sacc. на *Viola* sp., 03.08.2015 (3).

*Ramularia rhabdospora* (Berk. & Broome) Nannf на *Plantago lanceolata* L., 20.10.2015 (1).

#### Поп. Taphrinales

*Taphrina pruni* (Fuckel) Tul. на *Prunus spinosa* Kotov, 02.05.2015 (1).

#### Отдел Basidiomycota, Поп. Uredinales

*Coleosporium inulae* Rabenh. на *Inula aspera* Poir., 03.08.2015 (1).

*Gymnosporangium confusum* Dietel на *Sorbus torminalis* (L.) Crantz, 03.08.2015 (1).

*Gymnosporangium clavariiforme* (Wulfen) DC. на *Crataegus* sp., 02.05.2015;

*Crataegus pallasii* Grieseb., 03.08.2015 (2).

*Gymnosporangium sabiniae* (Dicks.) G. Winter на *Pyrus elaeagnifolia* Pall., 02.05.2015;

(3); *Pyrus communis* L. 01.11.2014 (2); 03.08.2015 (3); на *Juniperus deltoides* R.P.

Adams, 02.05.2015 (1).

*Phragmidium mucronatum* (Pers.) Schltdl на *Rosa canina* L., 02.05.2014 (3); 03.08.2015 (4).

*Phragmidium tuberculatum* Müll. Hal. на *Rosa canina* L., 03.08.2015 (2).

- Puccinia allii* (DC.) F. Rudolphi на *Allium* sp., 02.05.2015 (2).  
*Puccinia caricina* DC. на *Carex vesicaria* L. Host., 03.08.2015 (2); на *Carex liparocarpos* Gaudin, 01.11.2014 (1); 03.08.2015 (1); *Carex flacca* Schreb. subsp. *serrulata* (Biv) Greuter, 03.08.2015 (1).  
*Puccinia falcaria* (Pers.) Fuckel на *Falcaria vulgaris* Bernh., 02.05.2015 (3).  
*Puccinia jasmini* DC на *Jasminum fruticans* L., 01.11.2014 (3); 02.05.2015 (2); 03.08.2015 (3).  
*Puccinia lapsanae* Fuckel на *Lapsana communis* (L.) subsp. *intermedia* (M. Bieb.) Hayek, 03.08.2015 (+).  
*Puccinia magnusiana* Körn на *Ranunculus constantinopolitanus* (D & C.) D'Urv., 02.05.2015 (2).  
*Puccinia malvacearum* Bertero ex Mont. на *Malva neglecta* Wallr., 02.05.2015 (3).  
*Puccinia liliacearum* Duby на *Leopoldia comosa* L., 02.05.2015 (1).  
*Puccinia microsora* Körn. на *Carex vesicaria* L., 03.08.2015 (+).  
*Puccinia obscura f.sp. luzulinae* Gäum на *Luzula forsteri* (Smith) DC., 02.05.2015 (2).  
*Puccinia punctata* Link на *Galium verum* L., 20.10.2015 (1).  
*Puccinia scillae-rubrae* Cruchet на *Scilla bifolia* L., 02.05.2015 (2).  
*Puccinia tanacetii* DC. на *Artemisia absinthium* L., 20.10.2015 (2).  
*Uromyces dianthi* (Pers.) Niess на *Dianthus capitatus* Balb. ex DC., 03.08.2015 (1).  
*Uromyces geranii* (DC.) G.H. Oth & Wartm. на *Geranium purpureum* Vill., 02.05.2015 (+).  
*Uromyces muscari* Lévl. на *Scilla bifolia* L., 02.05.2015 (2).

#### Поп. Ustilaginales

- Schizonella melanogramma* (DC.) J. Schröt. на *Carex divulsa* Stokes, 02.05.2015 (1).  
*Sporisorium andropogonis* (Opiz) Vánky на *Bothriochloa ischaemum* (L.) Keng, 03.08.2015 (1).

В результате проведенных микологических исследований нами обнаружены 40 видов из 18 родов 12 семейств 9 порядков паразитических грибов, принадлежащих 3 отделам грибов и грибоподобных организмов (табл. 1). Как видно из данных таблицы, доминирующими являются представители отдела Basidiomycota – 24 вида (60,0 %) из 7 родов (38,9 %), меньшее количество составляют виды грибов-паразитов, принадлежащие отделу Ascomycota, – 13 видов (что составляет 32,5 % от

общего числа видов) из 7 родов (50,0 %); отдел Oomycota – 3 вида (7,5 %) и 2 рода (11,1 %) соответственно.

**Таблица 1**  
**Количественное распределение фитотрофных микромицетов окрестностей горы Аю-Кая по отделам, родам и видам**

№ п/п	Название отдела грибов	Количество родов	% к общему числу родов	Количество видов	% к общему числу видов
1.	Oomycota	2	11,1	3	7,5
2.	Ascomycota	9	50,0	13	32,5
3.	Basidiomycota	7	38,9	24	60,0
	Итого:	18	100	40	100

Рассматривая микромицеты, которые паразитируют на дикорастущих растениях горы Аю-Кая с точки зрения органотропной специализации, следует отметить, что большинство из них развивалось на листьях и стеблях, вызывая появление на них налетов, некротических пятен (рис. 5, 6 и 8), пустул (рис. 1, 3 и 7), реже – на генеративных органах (рис. 2 и 4), поражая завязи, семена и плоды (рис. 2), а нередко вызывая полную гибель растений.



А

Б

В

Рис. 1. *Albugo candida f. microspora* O. Săvul. на листьях *Cardamine hirsuta* L. (Brassicaceae): А – внешний вид пораженного растения; Б – пустулы на нижней стороне листа (увел. 40 х, ориг.); В – споры на нижней стороне листа (увел. 400 х, ориг.).



Рис. 2. Сумчатый гриб *Taphrina pruni* (Fuckel) Tul. на *Prunus stepposa* Kotoy (Rosaceae): А – внешний вид пораженного растения; Б – деформированный плод.

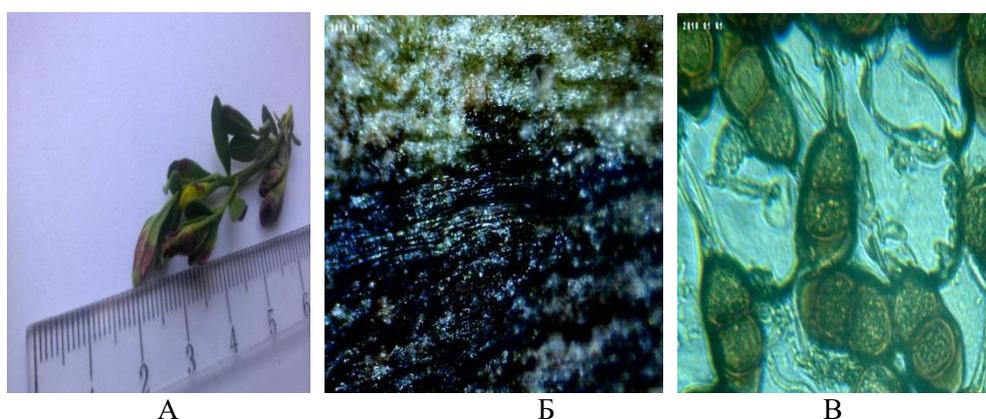


Рис. 3. Ржавчинный гриб *Puccinia jasmini* DC на *Jasminum fruticans* L. (Oleaceae): А – внешний вид пораженного растения; Б – пустулы гриба *P. jasmine* (увел. 40 х, ориг.); В – телиоспоры (увел. 400 х, ориг.).

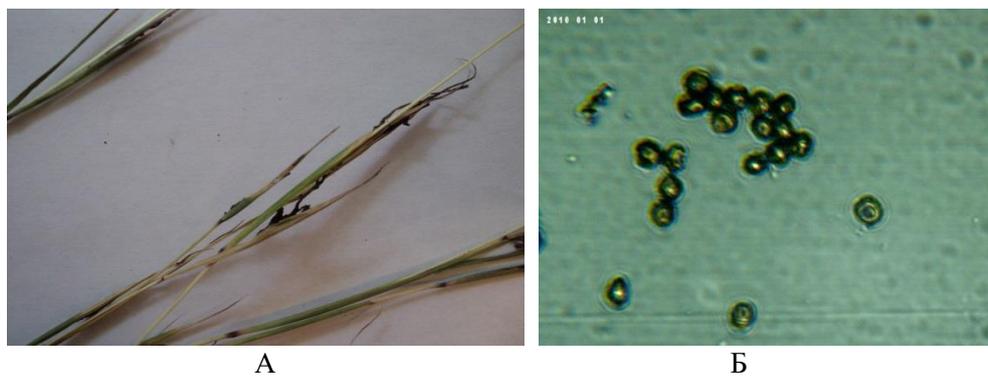
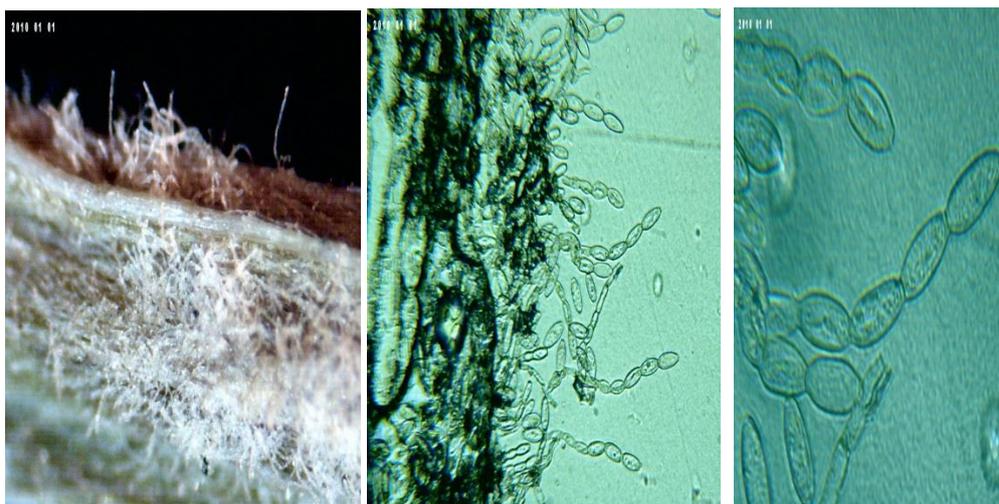


Рис. 4. Головневый гриб *Sporisorium andropogonis* (Opiz) Vánky на *Bothriochloa ischaetum* (L.) Keng (Poaceae): А – внешний вид пораженного соцветия; Б – устоспоры (увел. 400 х, ориг.).



А

Б

В

Рис. 5. Мучнисторосяный гриб *Blumeria graminis* DC. на листьях *Dactylis glomerata* L. (Poaceae): А – внешний вид пораженного листа; Б – мицелий, конидиеносцы с конидиями на листе (увел. 40 х); В – конидии (увел. 400 х, ориг.).



А

Б

В

Рис. 6. Мучнисторосяный гриб *Erysiphe alphitoides* (Griffon & Maubl.) U. Braun & S. Takam. на листьях *Quercus pubescens* Willd. (Fagaceae): А – внешний вид пораженного листа (нижняя сторона); Б – мицелий и хазмотеции (увел. 40 х); В – хазмотеции с придатками (увел. 400 х, ориг.).



А

Б

В

Рис. 7. Ржавчинный гриб *Gymnosporangium sabinae* (Dicks.) G. Winter на ветвях *Juniperus deltoides* R.P. Adams (Сupressaceae): А – внешний вид пораженных побегов с телиями; Б – деформация пораженных побегов; В – телиоспоры (увел. 400 х, ориг.).

Выявлена также филогенетическая приуроченность отдельных видов грибов к определенным питающим растениям или группам растений. В частности, некоторые облигатные грибы-паразиты встречались преимущественно на одном виде питающего растения, например: *Puccinia jasmini* DC на *Jasminum fruticans* L., *Sporisorium andropogonis* (Opiz) Vánky на *Bothriochloa ischaemum* (L.) Keng, а *Uromyces dianthi* (Pers.) Niess на *Dianthus capitato* Balb. ex DC.



А

Б

В

Рис. 8. Мучнисторосяный гриб *Phyllactinia guttata* Lev. Ph. на листьях *Cornus mas* L. (Сornaceae): А – внешний вид пораженного листа; Б – мицелий и хазмотеции (увел. 40 х); В – хазмотеции с придатками (увел. 400 х, ориг.).

Данные о связях паразитических грибов с семействами высших растений представлены в таблице 2. Обнаруженные нами виды грибов зарегистрированы на представителях 22 семейств высших растений, преимущественно класса Двудольные (Magnoliopsida) отдела Покрытосеменные (Magnoliophyta) – 16 семейств; класс Однодольные (Liliopsida) представлен 5 семействами: Poaceae, Cyperaceae, Juncaceae, Amaryllidaceae и Asparagaceae, отдел Голосеменные (Pinophyta) представлен одним семейством (Cupressaceae).

**Таблица 2**  
**Распределение фитотрофных микромицетов, обнаруженных на территории горы Аю-Кая, по семействам питающих растений**

Семейство питающих растений	Количество видов грибов	Семейство питающих растений	Количество видов грибов
Amaryllidaceae	1	Malvaceae	1
Asparagaceae	4	Juncaceae	1
Apiaceae	2	Lamiaceae	1
Asteraceae	4	Oleaceae	1
Brassicaceae	1	Plantaginaceae	1
Caryophyllaceae	1	Poaceae	2
Cornaceae	1	Ranunculaceae	2
Cyperaceae	5	Rosaceae	5
Cupressaceae	1	Rubiaceae	2
Fagaceae	1	Ulmaceae	1
Geraniaceae	1	Violaceae	1

Наибольшее количество обнаруженных видов грибов приходится на семейства Rosaceae и Cyperaceae – по 12,5 %, по 10 % на семейства Asteraceae и Asparagaceae, на остальные 18 семейств высших растений (67,5 %) приходится от 2 до 5 % соответственно. В целом, паразитические фитотрофные грибы были обнаружены на 44 видах питающих растений из 22 семейств, 16 порядков, трех классов и двух отделов высших растений. Следует отметить, что на территории горы Аю-Кая нами обнаружены 4 новых вида питающих растений для грибов-паразитов, из них 1 вид является новым питающим растением для Крыма (*Geranium purpureum* для ржавчинного гриба *Uromyces geranii* (DC.) G.H. Oth & Wartm) и 3 вида впервые зафиксированы на территории Предгорного Крыма (*Ranunculus constantinopolitanus* для ржавчинного гриба *Puccinia magnusiana* Körn, *Luzula forsteri* для *Puccinia obscura f.sp. luzulinae* Gäum и *Dianthus capitatus* для *Uromyces dianthi* (Pers.) Niess).

Следует отметить, что вышеуказанные семейства (Rosaceae, Cyperaceae, Asteraceae, Asparagaceae) играют большую роль в сложении растительных сообществ горы Аю-Кая, и, как показывают наши исследования, этим семействам сопутствует и значительное видовое разнообразие паразитических микромицетов, консортивно связанных с растениями-хозяевами. Таким образом, проведенные нами

исследования по выявлению видового состава паразитической микобиоты горы Аю-Кая имеют теоретическое значение для изучения процессов миграции грибов в пределах природных зон Крымского полуострова.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В результате проведенных микологических исследований за вегетационные сезоны 2014–2015 гг. нами обнаружены 40 видов из 18 родов, 12 семейств, 9 порядков, принадлежащих трем отделам грибов и грибоподобных организмов, что свидетельствует о достаточно разнообразном видовом составе паразитической микобиоты горы Аю-Кая Предгорной зоны Крыма.
2. Фитотрофные грибы горы Аю-Кая были обнаружены на 44 видах питающих растений из 22 семейств, 16 порядков, трех классов и двух отделов. Наибольшее количество видов грибов приходится на семейства Rosaceae, Superaceae, Asteraceae и Asparagaceae, что составляет 45 % от общего количества видов грибов-паразитов.

### Список литературы

1. Дудка І. О. Гриби природних зон Криму / Дудка І. О., Гелюта В. П., Тихоненко Ю. А. [та ін.] – під ред. І. О. Дудки, Київ: Фітосоціоцентр, 2004. – 452 с. (Інститут ботаніки ім М. Г. Холодного НАНУ).
2. Ена В. Г. Заповедные ландшафты Тавриды / Ена В. Г., Ена Ал. В., Ена Ан. В. – Симферополь: Бизнес-Информ, 2004. – С. 258.
3. Основные методы фитопатологических исследований: (под ред. А. Е. Чумакова). – М.: Колос, 1974. – 191 с.
4. Ульянищев В. И. Определитель ржавчинных грибов СССР / Ульянищев В. И. – Л.: Наука, 1978. – Ч. 2. – 384 с.
5. Купревич В. Ф. Определитель ржавчинных грибов СССР / Купревич В. Ф., Ульянищев В. И. – Минск: Наука и техника, 1975. – Ч. 1. – 485 с.
6. Гелюта В. П. Флора грибов Украины. Мучнисторосяные грибы / Гелюта В. П. – Киев: Наук. думка, 1989. – 256 с.
7. Каратыгин И. В. Семейство Устилаговые / Каратыгин И. В., Азбукина З. М. – Л.: Наука, 1989. – 220 с. (Определитель грибов СССР. Порядок Головневые; Вып. 1.).
8. Станявичене С. А. Пероноспорные грибы Прибалтики / Станявичене С. А. – Вильнюс: Мокслас, 1984. – 208 с.
9. Index Fungorum [электронный ресурс]. 2003. Режим доступа: <http://www.indexfungorum.org> [веб-сайт, версия 1.00] (дата обращения: 06.11.2016).
10. Леонтьев Д. В. Флористичний аналіз у мікології. / Леонтьев Д. В. – Харьков: Основа, 2007. – 160 с.
11. Ена А. В. Природная флора Крымского полуострова / Ена А. В. [Монография]. – Симферополь: Н. Оріанда, 2012. – 232 с.

PHYTOTROPHIC PARASITIC MYCOBIOTA OF AYU-KAI MOUNTAIN  
(BALAKLAVA, RESPUBLIKA KRYM)

*Prosyannikova I. B., Novikova T. M., Kravchuk E. A.*

*V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Crimea, Russian Federation*

*E-mail: aphanisomenon@mail.ru*

The aim of our work is to study the composition of phytotrophic obligate parasitic micromycetes of the Ayu-Kaya Kaya (441 m above sea level, pos. Balaklava, Republic Crimea), located near the village of Balaklava Sevastopol. The herbarium specimens of parasitic fungi on higher plants were collected during the vegetative seasons of 2014–2015 using a detailed-routing method in plant communities. The collected material was processed using the common method [3]. The nomenclature of micromycetes follows an international database «Index fungorum» [9]. As a result of mycological research 40 species phytotrophic parasitic fungi belonging to 18 genera of 12 families, 9 orders and 3 divisions fungi and fungi like of organisms were found.

The highest number of genera (9; 38.9 % of total number) and species (24; 60.0 % of total number) are recorded in the division Basidiomycota. The division Ascomycota are presented by 7 genera (50.0 % of total genera number) and 13 species (32.5 %). The division Oomycota – 2 genera (11.1 %) and 3 species (7.5 % of total species number). We observed species of fungi listed on the representatives of the 22 families of higher plants (division Magnoliophyta – 21), mostly class Dicotyledons (Magnoliopsida) – 16 families; class Monocots (Liliopsida) represented by five families – Poaceae, Cyperaceae, Juncaceae, Amaryllidaceae and Asparagaceae and one family (Cupressaceae) of division Gymnosperms (Pinophyta). Phytotrophic fungi of Ayu-Kaya on 44 species of host plants of 22 families, 16 orders, the three classes and two divisions were found.

**Keywords:** phytotrophic parasitic mycobiota, an annotated list of Balaklava, Ayu-Kaya mountain, Predgorny Crimea.

References

1. Dudka I. O., Geluta V. P., Tichonenko Y. A. that insh. ed. I. O. Dudka. *Fungi natural areas Crimea* (Institute of botany named after M.G. Cholododny), 452 p. (Phytosotsiotsentr, Kiev, 2004) (in Ukrainian).
2. Yena V. G., Yena A. V., Yena A. V. *Protected landscapes of Taurida*, 258 p. (Simferopol: Publishing House Business Inform, 2004). (in Russ.).
3. *Basic methods of phytopathological research* (ed. A. E. Chumakov), 191 p. (M.: Publishing house Kolos, 1974). (in Russ.).
4. Ulyanischev V. I. *Determinant of rust fungi of the USSR*, 384 p. (Leningrad: Publishing House of Science, 1978. Part 2.). (in Russ.).
5. Kuprevich V. F., Ulyanischev V. I. *Determinant of rust fungi of the USSR*, 485 p. (Science and Technology, Minsk, 1975). (in Russ.).
6. Gelyuta V. P. *Flora of Ukraine fungi. Powdery mildews fungi*, 256 p. (Publishing House of Sciences Dumka, Kiev, 1989). (in Russ.).
7. Karatygin I. V., Azbukina Z. M. *Ustilagaceae of family*. 220 p. (Publishing House of Science, 1989). (The determinant of the USSR Order of fungi Smut, Issue 1.). (in Russ.).
8. Stanyavichene S. A. *Peronosporales fungi*, 208 p. (Baltic.: Mokslas Publishing House, Vilnius, 1984). (in Russ.).

9. Index Fungorum [electronic resource]. 2003 Access: <http://www.indexfungorum.org> [web site, version 1.00] (reference date: 06.11.2016). (in English).
10. Leontiev D. V. Floral analysis in mykology, 160 p. (Kharkov: Publishing House of the foundation, 2007). (in Ukrainian).
11. Yena A. V. Natural flora of the Crimean Peninsula, 232 p. (N. Oreanda, Simferopol, 2012). (in Russ.).

**УДК 57.043**

## **МОДИФИЦИРУЮЩЕЕ ДЕЙСТВИЕ ГИПОКИНЕТИЧЕСКОГО СТРЕССА НА ИЗМЕНЕНИЕ БОЛЕВОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ КРЫС (ЧАСТЬ 2)**

*Чуян Е. Н., Заячникова Т. В., Раваева М. Ю., Миронюк И. С., Бирюкова Е. А.*

*Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», Симферополь, Республика Крым, Россия  
E-mail: m-ravaeva@rambler.ru*

Исследовано модифицирующее действие гипокинетического стресса на изменение поведенческих феноменов у крыс при экспериментально вызванных тонической соматической, висцеральной, острой термической боли и электростимуляции. Показано, что гипокинетический стресс модифицирует болевую чувствительность у животных при болевых стрессах различной этиологии. Однако модификация болевой чувствительности у крыс в экспериментальных болевых тестах зависит от продолжительности ограничения подвижности.

**Ключевые слова:** гипокинетический стресс, поведенческие реакции, тоническая боль, висцеральная боль, острая термическая боль, электростимуляция.

**3. Модифицирующее действие гипокинетического стресса на изменение болевой чувствительности крыс в тесте горячей пластинки.** Результаты проведенного исследования свидетельствуют о том, что при воздействии острого термического болевого стресса у животных, предварительно подвергавшихся хроническому ГК стрессу, происходило изменение БП и УВБ по сравнению со значениями соответствующих показателей у животных, подвергнутых изолированному термическому воздействию. Однако направленность изменений этих показателей зависела от продолжительности ГК стресса. Так, после суточного ограничения подвижности животных зарегистрированы повышения БП и УВБ на 4,66 % ( $P < 0,001$ ) и 2,28 % ( $P < 0,05$ ) соответственно относительно значений у крыс, подвергнутых изолированному воздействию болевого фактора. С третьих по пятые сутки ГК у животных (ГК+ТГП) отмечалось снижение БП и УВБ по сравнению с уровнем этих показателей, зарегистрированном в первые сутки. Однако их значения превышали в среднем на 2,03 % ( $P < 0,05$ ) и 2,71 % ( $P < 0,05$ ) данные у крыс пятой группы (ТГП). С седьмых по девятые сутки ограничения подвижности отмечалось более выраженное уменьшение БП и УВБ. При этом значения данных показателей снизились в среднем на 0,96 % ( $P < 0,05$ ) и 0,97 % ( $P < 0,05$ ) соответственно относительно значений у животных, подвергнутых изолированному термическому воздействию (рис. 1).

Следовательно, результаты данной серии исследований позволили выявить способность ГК стресса модифицировать уровень болевой чувствительности у крыс при острой термической боли, что проявлялось в изменении БП и УВБ. В зависимости от продолжительности ГК КМ при экспериментально вызванной острой термической боли с первых по пятые сутки составлял в среднем  $-0,02$  усл. ед., а с седьмых по девятые сутки  $+0,25$  усл. ед.

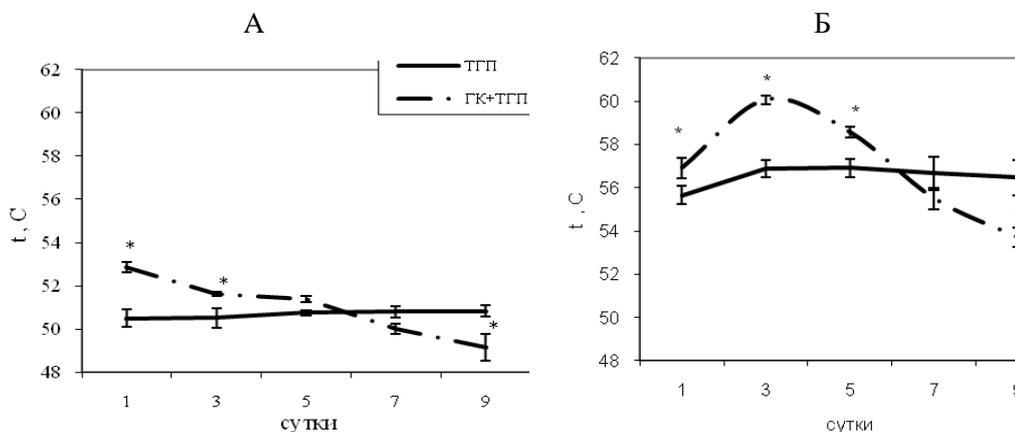


Рис. 1. Влияние гипокинетического стресса разной продолжительности на болевой порог (А) и уровень выносливости боли (Б) ( $t^{\circ}\text{C}$ ) у крыс в тесте горячей пластинки.

**4. Модифицирующее действие гипокинетического стресса на изменение болевой чувствительности крыс в тесте электростимуляции.** Результаты проведенного исследования свидетельствуют о том, что у крыс, предварительно подвергавшихся ГК стрессу (ГК+ТЭС), происходило достоверное изменение БП по сравнению со значениями данного показателя у животных седьмой группы (ТЭС) (рис. 2). Однако направленность этих изменений также зависела от продолжительности ГК стресса.

Так, у животных, подвергнутых комбинированному действию ГК и болевого фактора, с первых по шестые сутки наблюдения регистрировалось увеличение БП относительно данных у животных седьмой группы (ТЭС), наиболее выраженное после первых суток ГК (на 180,77 %;  $P < 0,01$ ) (рис. 2). Однако с седьмых по девятые сутки эксперимента у животных данной группы отмечалось уменьшение БП в среднем на 53,17 % ( $P < 0,05$ ) относительно значений у животных, подвергнутых изолированному электроболевого воздействию.

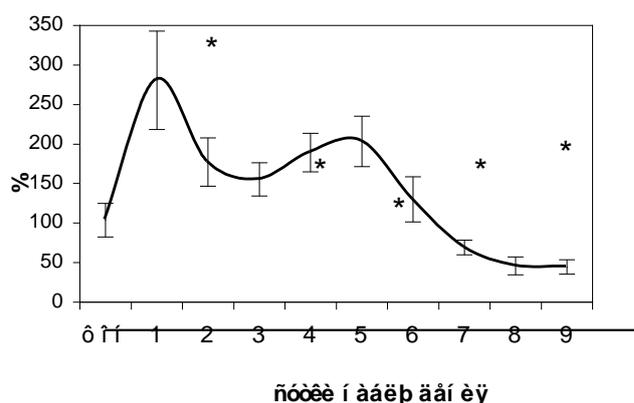


Рис. 2. Динамика болевого порога (мА) у крыс, подвергнутых комбинированному с гипокинетическим стрессом (ГК+ТЭС) действию болевого фактора в тесте электростимуляции в течение девяти суток наблюдения (за 100 % приняты значения у животных, подвергнутых изолированному действию болевого фактора).

*Примечание:* \* – достоверность различий по критерию Стьюдента относительно значений у животных, подвергнутых изолированному действию болевого фактора.

Следовательно, результаты проведенного исследования показали разнонаправленные изменения БП у крыс в ТЭС в зависимости от продолжительности ГК стресса. Это подтверждается КМ, который с первых по пятые сутки составлял в среднем  $-0,50$  усл. ед., а с седьмых по девятые сутки  $+0,85$  усл. ед.

Таким образом, как показали результаты проведенных исследований, ГК стресс оказывает модифицирующее действие на болевые синдромы различной этиологии.

Известно, что регуляция болевой чувствительности обеспечивается интегративным комплексом механизмов, имеющих избирательную, динамически изменяющуюся нейрохимическую и нейроморфологическую структуру, которая определяется видом действующего фактора. В частности, механизм развития острого болевого синдрома при термическом воздействии включает в себя эмоциональную реакцию на боль (в этой модели боли ведущую роль играют центральные механизмы формирования болевой реакции). При раздражении брюшной полости уксусной кислотой на первый план выступают гуморальные механизмы болевой чувствительности, а в случае использования формалинового теста, имитирующего хроническое болевое раздражение в результате образования воспалительного процесса в тканях и изменения функции нейронов дорсальных рогов спинного мозга, большое значение имеют центральные механизмы афферентации в условиях ноцицепции и антиноцицепции [1, 2].

Следовательно, полученные результаты свидетельствуют о модифицирующем действии ГК стресса на изменение болевой чувствительности животных вне зависимости от природы болевого раздражителя. Однако модифицирующий эффект

ГК стресса на уровень болевой чувствительности у крыс в экспериментальных болевых тестах зависел от продолжительности ограничения подвижности. При адаптации крыс к непродолжительному ГК стрессу (первые – пятые сутки) отмечено повышение резистентности к болевому стрессу, что проявлялось в уменьшении продолжительности болевых реакций в ФТ и АТ и увеличении БП и УВБ в ТГП и ТЭС. Полученные результаты исследования согласуются с литературными данными, в которых показано, что у животных, перенесших иммобилизационный стресс, болевой порог увеличился более чем вдвое [3], и подтверждаются отрицательными значениями КМ. Поскольку в результате действия модифицирующего фактора (ГК) проявления болевых реакций в различных тестах уменьшились, следовательно, имеет место позитивный эффект модификации. Наряду с уменьшением болевой чувствительности у животных с первых по пятые сутки ГК стресса, произошло увеличение двигательной активности в ФТ и АТ, что согласуется с исследованиями А. Д. Слонима и его школы [4], в которых показано, что относительно непродолжительное ограничение подвижности сопровождается компенсаторным увеличением двигательной активности в оставшееся время суток с целью поддержания постоянства суточного объема общей активности. Кроме того, в наших предыдущих исследованиях показано, что при действии ГК стресса у крыс со средним уровнем двигательной активности происходит увеличение двигательной активности в тесте «открытого поля» [5]. По-видимому, это связано с тем, что изменение поведения на первых этапах адаптации к действию различных экстремальных факторов является интегральным показателем характера ответа на воздействия разной природы и интенсивности. При этом чаще всего доминирует форма поведения, связанная с повышением общей возбудимости [11], которая обычно характеризует развитие первой стадии стресса [7, 8].

Следовательно, увеличение двигательной активности на фоне уменьшения продолжительности болевых реакций и увеличения БП и УВБ у животных с первых по пятые сутки ГК является оптимальным для развития адаптивного поведения и предохраняет организм от неблагоприятных последствий первого периода ограничения подвижности и болевого стресса, что свидетельствует о развитии в организме крыс перекрестной или кросс-адаптации [9]. Это означает, что адаптация к какому-либо стрессору, в частности к ГК, может не только повышать устойчивость организма к действию данного фактора, т. е. вызывать прямой защитный эффект, но и увеличивать устойчивость к действию других стрессоров, в данном случае к болевому. По-видимому, это связано с тем, что при ГК стрессе наряду с увеличением активности стресс-реализующих систем (симптоадреналовой (САС) и гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой (ГГНС)) [10] происходит активация стресс-лимитирующих систем организма, в частности, эндогенных опиоидных пептидов (ОпП) и серотонина (СТ), которые способны ограничивать активность стресс-реализующих систем и тем самым – чрезмерное развитие в организме стресс-реакции на центральном и периферическом уровнях [11] и одновременно являются основными антиноцицептивными системами организма [11]. Показано, что активация системы ОпП при стрессе прямо пропорциональна степени активности стресс-реализующих систем. Выделяющиеся при стрессе

катехоламины (КА) стимулируют выработку ОпП, которые в свою очередь уменьшают активность САС, главным образом за счет ограничения выработки КА надпочечниками (КА и энкефалины содержатся в одних и тех же хромоаффинных везикулах надпочечников) и угнетения через рецепторы ОпП процесса высвобождения норадреналина из симпатических терминалей [12]. Так, по механизму обратной связи снижается выраженность стресс-реакции и предотвращаются ее повреждающие эффекты, что сопровождается такими защитными явлениями, как изменение поведения [13], повышение болевого порога и развитие анальгезии [14] и др. Причем указанные явления предупреждаются блокаторами Оп рецепторов или ингибиторами синтеза пептидов.

Наши и литературные данные свидетельствуют также о том, что при развитии стресс-реакции на непродолжительное ограничение подвижности происходит быстрая активация СТ-ергической системы в мозге, увеличение содержания СТ в лейкоцитах периферической крови [15]. Благодаря наличию СТ рецепторов в корковом слое надпочечников СТ тормозит выделение железами глюкокортикоидов, снижая тем самым активность ГГНС [16].

Таким образом, возникающая при действии одного стрессорного фактора (ГК) активация системы ОпП и СТ и обусловленная этой активацией анальгезия способна защитить организм животного от повреждающего действия болевого стресса.

Однако длительное ограничение подвижности (седьмые – девятые сутки) привело к увеличению продолжительности болевых реакций в ФТ и АТ и уменьшению БП и УВБ в ТГП и ТЭС, что подтверждается динамикой КМ, значения которого начиная с седьмых суток ограничения подвижности стали положительными, то есть в результате действия модифицирующего фактора (ГК) проявления болевых реакций увеличивались, а следовательно, можно говорить об отрицательном эффекте модификации. Наряду с этим произошло существенное снижение двигательной активности в ФТ и АТ, что, по-видимому, связано с тем, что болевой стресс на фоне продолжительного ГК стресса вызывает у животных увеличение общего двигательного дефицита и развитие защитной реакции «затаивания», являющейся результатом эмоциональной реакции страха, состояния общего угнетения центральной нервной системы животного [17] или проявления депрессивно-подобного состояния [18].

Такие изменения поведенческих феноменов могут быть связаны с тем, что семи-девятисуточное ограничение подвижности крыс соответствует стадии тревоги – первому и наиболее тяжелому периоду ГК стресса [19]. При этом происходит значительное увеличение активности стресс-реализующих (ГГНС и САС) [10] и снижение активности стресс-лимитирующих систем организма [11]. В частности, показано, что после длительных стрессорных воздействий не наблюдается увеличения уровня СТ в мозге, происходит снижение содержания СТ в клетках периферической крови [20]. Аналогично этому продолжительный «патологический» стресс, в отличие от кратковременного «физиологического», приводит не к повышению, а к значительному снижению концентрации энкефалинов в крови, нарушению процессов секреции и депонирования их в надпочечниках [20]. По мнению Ю. Б. Лишманова с соавт. [21], такое изменение активности эндогенной

опиоидной системы отражает интенсивность развития стресс-реакции и может служить предикатором перехода «физиологического» стресса в «патологический».

Таким образом, можно предположить, что значительное увеличение активности стресс-реализующих систем (САС и ГГНС) и угнетение активности стресс-лимитирующих систем (ОпП, СТ) при длительной ГК приводят к повреждающим эффектам стресс-реакции и увеличению болевой чувствительности у животных. Следовательно, при длительной стресс-реакции на ограничение подвижности основные адаптивные эффекты трансформируются в повреждающие и могут стать основой стрессорных болезней.

Полученные результаты свидетельствуют о важной роли функционального состояния организма вообще и активности стресс-лимитирующих и стресс-реализующих систем, в частности в регуляции болевой чувствительности.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

1. Гипокинетический стресс изменяет поведенческие реакции у крыс как при действии болевых стрессов (в «формалиновом» и «уксусном» тестах), так и болевую чувствительность на пороговом уровне в тестах «горячей пластинки» и электростимуляции, что свидетельствует о модифицирующем действии гипокинезии на болевую чувствительность животных вне зависимости от природы болевого раздражителя.
2. При адаптации крыс к непродолжительному гипокинетическому стрессу (первые – шестые сутки) отмечается повышение резистентности к болевым факторам, что выражается в уменьшении продолжительности болевых реакций в среднем на 32,30 % ( $p < 0,01$ ) и 40,23 % ( $p < 0,01$ ) на фоне увеличения двигательной активности в среднем на 324,44 % ( $p < 0,001$ ) и 25,54 % ( $p < 0,01$ ) в «формалиновом» и «уксусном» тестах соответственно, болевого порога в среднем на 2,71 % ( $p < 0,01$ ) и 86,47 % ( $p < 0,01$ ) и уровня выносливости боли в среднем на 3,59 % ( $p < 0,01$ ) в тестах «горячей пластинки» и электростимуляции.
3. Продолжительное ограничение подвижности (седьмые – девятые сутки) приводит к уменьшению резистентности к болевым факторам, что проявляется в увеличении продолжительности болевых реакций в среднем на 9,95 % ( $p > 0,05$ ) и 37,45 % ( $p < 0,01$ ) на фоне уменьшения двигательной активности в среднем в 2,96 раза ( $p < 0,01$ ) и в 2,75 раза ( $p < 0,01$ ) в «формалиновом» и «уксусном» тестах соответственно, болевого порога в среднем на 3,50 % ( $p < 0,05$ ) и 55,56 % ( $p < 0,01$ ) и уровня выносливости боли в среднем на 2,89 % ( $p < 0,05$ ) в тестах «горячей пластинки» и электростимуляции.
4. Модифицирующий эффект гипокинетического стресса на болевую чувствительность у крыс в экспериментальных болевых тестах зависит от продолжительности ограничения подвижности. При этом изменение болевой чувствительности (уменьшение и увеличение) животных при гипокинетическом стрессе может служить критерием перехода эустресса в дистресс.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Министерства образования, науки и молодежи Республики Крым в рамках научного проекта № р\_а 16-44-910604 «Нейроиммуноэндокринные механизмы адаптации организма к условиям длительного ограничения подвижности».*

### Список литературы

1. Калюжный Л. В. Физиологические механизмы регуляции болевой чувствительности / Л. В. Калюжный – М.: Медицина, 1984. – 215 с.
2. Брагин Е. О. Нейрохимические механизмы регуляции болевой чувствительности / Е. О. Брагин. – М.: Изд-во Ун-та дружбы народов, 1991. – 248 с.
3. Olivero A. Anticonvulsant effects of stress: role of endogenous opioids / A. Olivero., C. Castellano, S. Puglisi-Allegra // Brain Research. – 1983. – Vol. 271. – P. 193–195.
4. Слоним А. Д. Виды и формы адаптивного поведения животных/ Слоним А. Д. // Руководство по физиологии «Физиология поведения. Нейрофизиологические закономерности» – М.: Наука, 1986. – С. 23–79.
5. Сантана Вега Л. Роль индивидуальных особенностей двигательной активности в развитии гипокINETического стресса у крыс: Автореф. дис. канд. биол. наук: 03.00.13 / Сантана Вега Л. – СГУ, Симферополь, 1991. – 21 с.
6. Женило В. М. Современные представления о функционировании ноцицептивной систем организма / В. М. Женило, И. А. Азнаурян, Ю. Б. Абрамов // Вестн. интенсив. терапии. – 2000. – № 2. – С. 30–35.
7. Чуян Е. Н. Влияние миллиметровых волн нетепловой интенсивности на развитие гипокINETического стресса у крыс с различными индивидуальными особенностями: Автореф. дис. канд. биол. наук. / Чуян Е. Н. – Симферополь, 1992. – С. 25.
8. Чуян О. М. Нейроімуноендокринні механізми адаптації до дії низькоінтенсивного електромагнітного випромінювання надвисокої частоти: Автореф. дис. докт. біол. наук. / Чуян О. М. – Київ, 2004. – 40 с.
9. Семагин В. С. Тип нервной системы, стрессоустойчивость и репродуктивная функция / В. С. Семагин, А. В. Зухарь, М. А. Куликов. – М.: Наука, 1988. – 134 с.
10. Чуян Е. Н. Модифицирующее действия гипокINETического стресса на изменение болевой чувствительности крыс в тесте «горячая пластинка» / Е. Н. Чуян, Т. В. Заячникова // Проблемы, достижения и перспективы развития медико-биологических наук и практического здравоохранения. – 2006. – Т. 142, часть 3. – С. 178–181.
11. Пшенникова М. Г. Феномен стресса. Эмоциональный стресс и его роль в патологии / Пшенникова М. Г. // Пат. физиол. – 2001. – № 2. – С. 26–30.
12. Calogero E. Neurotransmitter regulation of the hypothalamic corticotropin-releasing hormone neuron / E. Calogero // Ann. N. Y. Acad. Sci. – 1995. – 771. – P. 31–40.
13. Millan M. J. The neurobiology and control of anxious states / M. J. Millan // Progress in Neurobiology. – 2003. – 70. – P. 83–244.
14. Devoto P. Co-release of noradrenaline and dopamine in the prefrontal cortex after acute morphine and during morphine withdrawal / P. Devoto, G. Flore, L. Pira, M. Diana, G. L. Gessa // Psychopharmacology. – 2002. – 160. – P. 220–224.
15. Махонина М. М. Изменение содержания серотонина в лейкоцитах крови крыс при действии низкоинтенсивного электромагнитного излучения крайне высокой частоты / Махонина М. М., Чуян Е. Н., Бержанский В. Н., Попов В. В. // Учен. зап. Тавр. нац. ун-та им. В.И. Вернадского, Сер. Биология, химия. – 2005. – 19 (58), № 4. – С. 151–160.
16. Федосеева Г. В. Роль серотонина, гистамина и калликреин-кининовой системы в патогенезе приступов удушья при бронхиальной астме / Г. В. Федосеева, С. С. Жихарев, В. А. Гончарова, Т. А. Качанова, Т. Л. Разумовская // Тер. архив. – 1992. – № 1. – P. 47–53.
17. Симонов П. В. Эмоциональный мозг / П. В. Симонов – М.: Наука, 1981.

18. Pare W. P. Open field, learned helplessness, conditioned defensive burying, and forced-swim tests in WKY rats / W. P. Pare // *Physiol. Behav.* – 1994 – 55. – С. 433–439.
19. Михайлов А. В. Функциональная морфология нейтрофилов крови крыс в процессе адаптации к гипокинезии: Автореф. дис... канд. биол. наук / Михайлов А. В. – СГУ, Симферополь, 1985. – 25 с.
20. Joseph M. H. In vivo voltammetry in the rat hippocampus as an index of drug effects on extraneuronal 5-HT / M. H. Joseph, G. A. Kennet // *Neuropharmacology*, 20 (12B). – 1981. – P. 1361–1364.
21. Лишманов Ю. Б. Опиоидные пептиды в динамике «физиологического» и «патологического» стресса / Ю. Б. Лишманов, Л. Н. Маслов, Л. В. Маслова, Н. Г. Кривоногов // *Пат. физиология и Экспер. терапия.* – 1990. – № 4. – С. 7–9.

## **MODIFYING EFFECT OF HYPOKINETIC STRESS ON CHANGE PAIN SENSITIVITY OF RAT (Part 2)**

*Chuyan E. N., Zayachnikova T. V., Ravaeva M. Yu., Mironyuk I. S., Birukova E. A.*

*V. I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Crimea, Russian Federation  
E-mail: m-ravaeva@rambler.ru*

Modifying action of a hypokinetic stress is investigated on change of behavioral phenomena in rats with experimentally induced tonic somatic, visceral, acute heat pain and electrical stimulation.

It is shown that at adaptation of rats to short hypokinetic to a stress (the first – the sixth days) increase in resistance to painful factors is noted that is expressed in reduction of duration of painful reactions, and long restriction of mobility (the seventh – the ninth days) leads to reduction of resistance to painful factors that is shown in increase in duration of painful reactions.

Thus, the hypokinetic stress changes behavioural reactions at rats as at action of painful stresses (in «formalin» and «acetic» tests), and painful sensitivity at the threshold level in tests of «a hot plate» and electrostimulation that demonstrates the modifying action of a gipokineziya on painful sensitivity of animals regardless of the nature of a painful irritant.

However, the modifying effect of a hypokinetic stress on painful sensitivity at rats in experimental painful tests depends on mobility restriction duration. At the same time change of painful sensitivity (reduction and increase) of animals at a hypokinetic stress can serve as criterion of transition of an eustress to a distress.

**Keywords:** hypokinetic stress, behavioral reactions, tonic pain, visceral pain, acute thermal pain, electrical stimulation.

### **References**

1. Kalyuzhnyy L. V. *The physiological mechanisms of regulation of pain sensitivity*, 216 (M.: Meditsina 1984).
2. Bragin E. O. *The neurochemical mechanisms of regulation of pain sensitivity*, 248 (M.: Izd-vo Un-ta druzhbynarodov, 1991).
3. Olivero A., Castellano C., Puglisi-Allegra S. Anticonvulsant effects of stress: role of endogenous opioids, *Brain Research*, **271**, 193 (1983).

4. Slonim A. D. *Types and forms of adaptive behavior of animals: Rukovodstvo po fiziologii «Fiziologiya povedeniya. Neyrofiziologicheskie zakonomernosti»*, 23 (M.: Nauka, 1986).
5. Santana Vega L. *The part of individual characteristics of physical activity in the development hypokinetic stress in rats*: Avtoref. dis. kand. biol. nauk: 03.00.13, 21. (SGU, Simferopol, 1991).
6. Zhenilo V. M. The parts of individual characteristics of physical activity in the development hypokinetic stress in rats, *Vestn. intensiv. Terapii*, **2**, 30 (2000).
7. Chuyan E. N. *Influence of millimeter waves on the development of non-thermal intensity hypokinetic stress in rats with various individual characteristics* : Avtoref. dis. kandbiol.nauk, 25 (Simferopol', 1992).
8. Chuyan O. M. *Neyroimmunoendokrynni mechanisms of adaptation to low intensive electromagnetic radiation of extremely high frequency*: Avtoref. dis. dokt. biol. Nauk, (Kiiv, 2004).
9. Semagin V. S., Zukhar' A. V., Kulikov M. A. *Type of the nervous system, stress and reproductive function*, 134 (M.: Nauka, 1988).
10. Chuyan E. N., Zayachnikova T. V. Modifying actions hypokinetic stress on change in pain sensitivity of rats in the test «hot plate», *Problemy, dostizheniya I perspektivy razvitiya mediko-biologicheskikh nauk I prakticheskogo zdravookhraneniya*, **142**, **3**, 178 (2006).
11. Pshennikova M. G. The phenomenon of stress. Emotional stress and its role in pathology, *Pat. fiziol.*, **2**, 26 (2001).
12. Calogero E. Neurotransmitter regulation of the hypothalamic corticotropin-releasing hormone neuron, *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, **771**, 31 (1995).
13. Millan M. J. The neurobiology and control of anxious states, *Progress in Neurobiology*, **70**, 83 (2003).
14. Devoto P., Flore G., Pira L., Diana M., Gessa G. L. Co-release of noradrenaline and dopamine in the prefrontal cortex after acute morphine and during morphine withdrawal, *Psychopharmacology*, **160**, 220 (2002).
15. Makhonina M. M., Chuyan E. N., Berzhanskiy V. N., Popov V. V. Changing the content of serotonin in the blood leukocytes of rats under the influence of low-intensity electromagnetic radiation of extremely high frequency, *Scientific Notes of Taurida National V. I. Vernadsky University*, **19** (**58**), **4**, 151 (2005).
16. Fedoseeva G. V., Zhikharev S. S., Goncharova V. A., Kachanova T. A., Razumovskaya T. L. The parts of serotonin, histamine and the kallikrein-kinin system in the pathogenesis of asthma attacks in bronchial asthma, *Ter. Arkhiv.*, **1**, 47 (1992).
17. Simonov P. V. *Emotional brain* (M.: Nauka, 1981).
18. Pare W. P. Open field, learned helplessness, conditioned defensive burying, and forced-swim tests in WKY rats, *Physiol. Behav*, **55**, 433 (1994).
19. Mikhaylov A. V. *Functional morphology of rat blood neutrophils in the process of adaptation to hypokinesia*: Avtoref. dis. kand. biol. Nauk, 25 (SGU, Simferopol', 1985).
20. Joseph M. H., Kennet G. A. In vivo voltammetry in the rat hippocampus as in index of drug effects on extraneuronal 5-HT, *Neuropharmacology*, **20** (**12B**), 1361 (1981).
21. Lishmanov Yu. B., Maslov L. N., Maslova L. V., Krivonogov N. G. Opioidnyepeptidy v dinamike «fiziologicheskogo» i «patologicheskogo» stressa, *Pat. fiziologiyaeksper. Terapiya*, **4**, 7 (1990).

# ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

---

Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского  
Биология. Химия. Том 2 (68). 2016. № 4. С. 75–81.

**УДК 664.5:66.061.34:665.3**

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ И ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК МАСЛЯНЫХ ЭКСТРАКТОВ ПРЯНО-АРОМАТИЧЕСКИХ РАСТЕНИЙ

*Богодист-Тимофеева Е. Ю.<sup>1</sup>, Ножко Е. С.<sup>1</sup>, Брановицкая Т. Ю.,<sup>2</sup> Каневская А. А.<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Академия биоресурсов и природопользования (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», Симферополь, Республика Крым, Россия*

*<sup>2</sup>Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», Симферополь, Республика Крым, Россия  
E-mail: kafedra.essential.oil@gmail.com*

Получены масляные экстракты пряно-ароматических растений. Проведен их органолептический анализ, включающий определение вкуса, запаха, цвета и прозрачности. Определены основные физико-химические показатели качества образцов. Методом оценки потребительских предпочтений проведена оценка образцов масляных пряно-ароматических экстрактов.

**Ключевые слова:** масляные экстракты, пряно-ароматические растения, органолептический анализ, показатели качества.

### ВВЕДЕНИЕ

К пряно-ароматическим (пряно-вкусовым) относится большая группа культивируемых и дикорастущих растений, которые, благодаря содержанию летучих, приятно пахнущих веществ, используются для получения эфирного масла и для ароматизации пищевых продуктов. Еще в древние времена человек заметил особые свойства этих растений и начал использовать их в своем питании. Люди считали, что в пище без пряностей нет ни пользы, ни радости [1]. И сейчас невозможно представить ни одно кулинарное блюдо без пряностей. Установлено, что содержащиеся в этих растениях эфирные масла, глюкозиды, тонические и вкусовые вещества улучшают кулинарные качества продуктов, возбуждают деятельность пищеварительных органов, вызывают аппетит, усиливают усвояемость питательных веществ, благоприятно влияют на деятельность нервной и сердечно-сосудистой систем, а также на общее психическое состояние человека.

Фитонцидные, антисептические и бактерицидные свойства пряно-вкусовых растений позволяют использовать их в медицине в составе обыкновенных травяных сборов, в таблетированной форме, в виде настоек, экстрактов. Биологически

активные вещества (БАВ) из растений выделяются экстракцией полярными и неполярными растворителями. Использование в качестве неполярного растворителя растительных масел позволяет извлечь большинство ароматических компонентов и красящих веществ. Сохранение аромата, присущего исходному растению, является важным преимуществом масляных экстрактов. Инновационный способ [2], предусматривающий использование при мацерации этанола, позволяет извлекать дополнительные вещества с большей полярностью.

Таким образом, целью работы стало изучение характеристик масляных экстрактов, полученных выбранным способом из пряно-ароматического сырья. Для этого необходимо было решить определенные задачи: провести органолептический анализ полученных экстрактов, выявить потребительские предпочтения среди образцов, определить важнейшие физико-химические показатели качества.

### **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

Предметом исследований были масляные экстракты пряно-ароматического сырья (табл.1), полученные в лабораторных условиях кафедры технологии и оборудования жиров и эфирных масел Академии биоресурсов и природопользования КФУ имени В. И. Вернадского по способу, приведенному в патенте [2]. Данный способ включает замачивание сырья в водном растворе этилового спирта при  $20 \pm 5^\circ\text{C}$  и последующую экстракцию жирорастворимых БАВ путем обработки сырья маслом в присутствии спирта с одновременной дезинтеграцией сырья. Сырье измельчают до размера частиц не более 10 мм, замачивание осуществляют раствором этилового спирта с концентрацией не ниже 90 % в соотношении сырья и экстрагента 1:0.1–1, настаивают в течение 1–3 часов, а экстракцию БАВ осуществляют маслом в соотношении природного сырья и масла 1:5–14, причем проводят 30–250 экстракций.

**Таблица 1**

#### **Пряно-ароматическое сырье**

№ образца	Растительное сырье	
1	Бasilic душистый ( <i>Ocimum basilicum</i> )	Травянистое сырье
2	Укроп пахучий ( <i>Anethum graveolens</i> )	Травянистое сырье
3	Чабер горный ( <i>Satureja montana</i> )	Травянистое сырье
4	Кориандр посевной ( <i>Coriandrum sativum</i> )	Семена
5	Тимьян обыкновенный ( <i>Thymus vulgaris</i> )	Травянистое сырье
6	Полынь эстрагонная, эстрагон или тархун ( <i>Artemisia dracunculus</i> )	Травянистое сырье
7	Куркума длинная ( <i>Curcuma longa</i> )	Корневища

В качестве растворителя использовалось подсолнечное рафинированное дезодорированное вымороженное масло высшего сорта. Согласно ГОСТ 1129-2013 [3], масло должно обладать определенными показателями качества (табл. 2).

**Таблица 2**

**Нормы показателей качества масла подсолнечного рафинированного дезодорированного вымороженного высшего сорта**

Показатель	Значение
Прозрачность	прозрачное, без осадка
Запах, вкус	без запаха, вкус обезличенный
Кислотное число, мг КОН/г, не более	0,30
Перекисное число, ммоль О/г, не более	4,0

Органолептические показатели полученных масляных экстрактов определялись по нормативному документу на масло подсолнечное [3], потребительская оценка проводилась методом оценки потребительских предпочтений [4].

#### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Достоинством рассматриваемой технологии получения экстрактов является передача вкуса и аромата пряностей исходному растительному маслу. Для потребителя немаловажное значение имеют прозрачность и цвет, отвечающие за эстетичность и функциональность продукта (табл. 3).

**Таблица 3**

**Органолептический анализ масел**

№ образца	Запах	Вкус	Цвет	Прозрачность
Исходное масло	Без запаха	С еле заметным привкусом масличного сырья (подсолнечник)	Светло-желтый	прозрачный
1	Характерный для сырья	Приятный пряный	Темно-зеленый	
2		Пряный с горчинкой	Желтый	
3		Горьковатый	Болотный	
4		Вкус, присущий исходному маслу	Светло-желтый (цвет исходного масла)	
5		Травянистый	Зеленый	
6		Горький	Желто-зеленый	
7		Пресный, без привкуса исходного масла	Насыщенный желтый	

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ И ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ ...

Органолептический анализ образцов показал, что экстракты имеют запах, присущий соответствующему растительному сырью; экстракт кориандра имеет менее выраженный аромат, который, однако, нейтрализовал ноты подсолнечника, присущие исходному маслу; все масляные экстракты прозрачны и интенсивно окрашены, кроме кориандрового. Он получен из семенного сырья, практически не содержащего красящие вещества.

В работе изучено влияние веществ, перешедших в экстракт, на изменение физико-химических показателей подсолнечного рафинированного дезодорированного масла [3]. Основными физико-химическими характеристиками качества являются кислотное и перекисное числа (табл. 4).

Таблица 4

Физико-химические показатели масляных экстрактов

№ образца	Показатель преломления*	Кислотное число, мг КОН/г	Перекисное число, ммоль ½ О/г
Исходное масло	1,474	0,5	0,8
1	1,475	1,1	1,1
2	1,476	0,6	1,1
3	1,475	1,7	1,2
4	1,474	1,7	0,9
5	1,475	1,1	1,7
6	1,474	1,1	1,1
7	1,474	0,6	1,6

\* – значения показателя преломления приведены при температуре измерения 16 °С.

Выяснилось, что экстракция практически не повлияла на значение показателя преломления. Кислотное число изменилось, так как многие БАВ являются химически активными веществами и способны реагировать со щелочью, используемой при определении кислотного числа. Незначительно изменилось перекисное число, но осталось в пределах нормы (для рафинированного дезодорированного масла премиум-класса составляет не более 2,0 ммоль О/г).

Анализ потребительских предпочтений (рис. 1) выявил, что все образцы за цвет получили оценку, близкую к отличной (около 5 баллов). Болотный цвет экстракта чабера горного «смутил» некоторых опрашиваемых. Запах получил также хорошую

оценку, более 4 баллов, кроме экстракта кориандра, аромат которого практически не ощущался и при органолептическом анализе образцов. На вкусовые ощущения, скорее всего, повлияли предпочтения потребителей в той или иной пряности. По вкусу пришлись экстракты базилика, укропа, эстрагона и куркумы (около 4 баллов и выше), пожалуй, самые распространенные, а значит, привычные приправы на нашем столе.

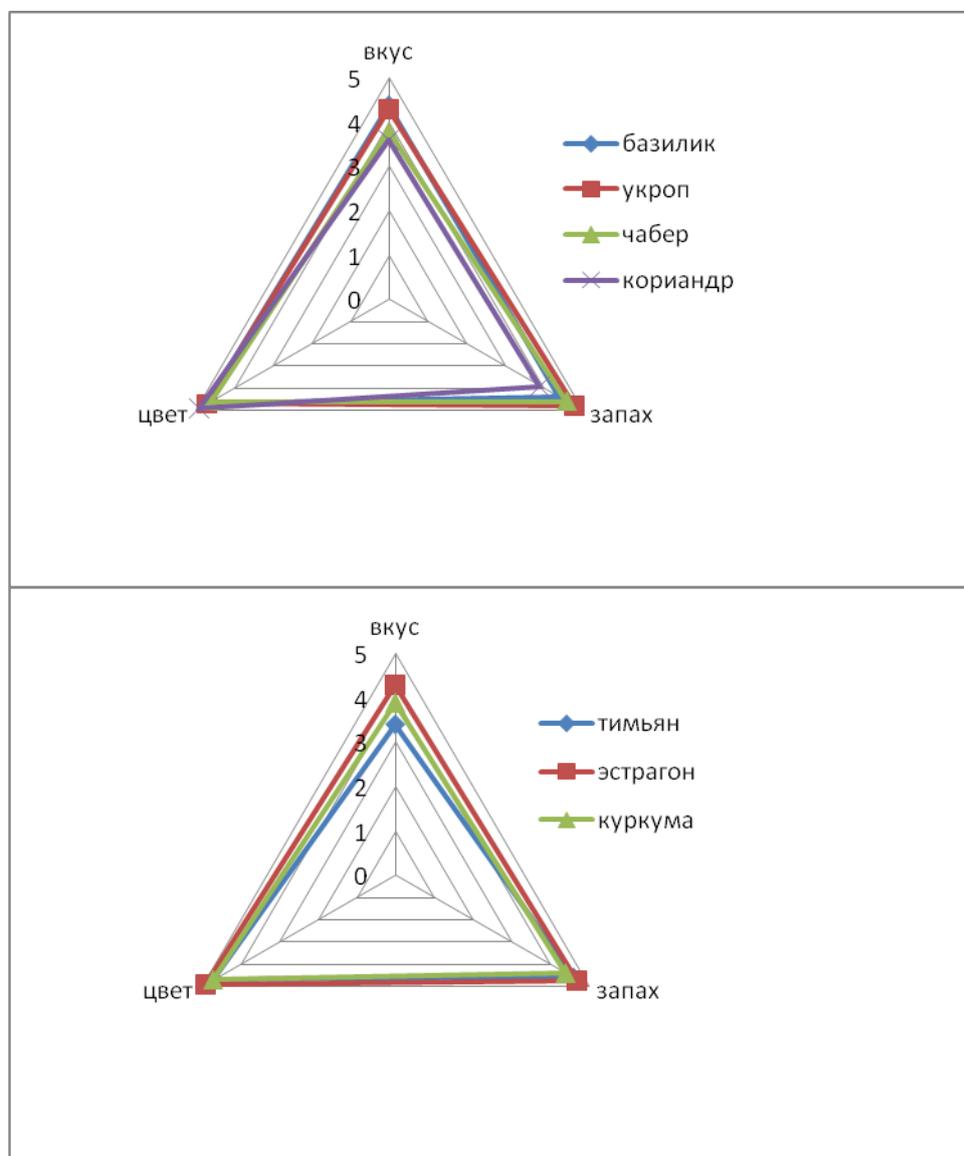


Рис. 1. Потребительская оценка образцов масляных экстрактов.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Проведена потребительская оценка образцов масляных экстрактов пряно-ароматических растений.
2. Выбранная технология позволила получить масляные экстракты пряно-ароматических растений с хорошими органолептическими и физико-химическими показателями.

### Список литературы

1. Кухарева Л. В. Местные пряно-ароматические растения, их применение и агротехника возделывания / Л. В. Кухарева, М. И. Ярошевич, Г. Б. Гредасова // Обзорная информация. Серия 68.35.45 – Минск: БелНИИИТИ, 1989. – 48 с.
2. Патент РФ № 2 373 266 Способ получения масляных экстрактов биологически активных веществ / Шиков А. Н., Пожарицкая О. Н., Макаров В. Г. Оpubл. 20.11. 2009.
3. ГОСТ 1129-2013 Масло подсолнечное. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2014. – 16 с.
4. Вытовтов А. А. Теоретические и практические основы органолептического анализа продуктов питания: учебное пособие / А. А. Вытовтов. – СПб.: ГИОРД, 2010. – 232 с.

### THE DEFINITION OF QUALITY AND CONSUMER CHARACTERISTICS OF THE OIL EXTRACTS OF AROMATIC PLANTS

*Bogodist-Timofeeva E. Y., Nosko E. S., Branovitskay T. Y., Kanevskaya A. A.*

*V. I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Crimea, Russian Federation  
E-mail: kafedra.essential.oil@gmail.com*

It is known that aromatic plants contain various biologically active substances. It is essential oils, glycosides, tonic and flavoring substances. They improve the culinary quality of the products; cause appetite, a beneficial effect on the activity of the digestive system, as well as on the general mental condition of the person. Besides aromatic plants have antibacterial, antiseptic and antibacterial properties. Biologically active substances extracted from plants by extraction with various solvents. Use as a solvent of vegetable oils allows you to extract the most aromatic components and pigments. In laboratory conditions oil extracts obtained from various aromatic vegetable raw materials. Was conducted sensory analysis, including definition of taste, odor, color and transparency. Was identifies the main physical and chemical indicators of sample quality (acid and peroxide value). Method of consumer preferences was made evaluation of samples of oil aromatic extracts.

**Keywords:** oil extracts, aromatic plants, sensory analysis, quality metrics.

### **References**

1. Kukhareva L. V., Yaroshevich M. I., Gredasova G. B. Local aromatic plants, their use and cultivation of agricultural machinery, 48 p. (BelNIINTI, Minsk, 1989). *(in Russ.)*
2. RF Patent number 2373266 A process for preparing oil extracts of biologically active substances, Shikov A. N., Pozharitskaya O., Makarov V. G. Publ. 20.11. 2009. *(in Russ.)*
3. GOST 1129-2013 Sunflower oil. Specifications, 16 p. (Moscow, Standartinform, 2014). *(in Russ.)*
4. Vyotov A. A. Theoretical and practical bases of sensory analysis of food products, 232 p. (St. Petersburg: GIORD, 2010). *(in Russ.)*

**УДК 621.375.8**

## **АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ДВУХЛУЧЕВОЙ СПЕКТРОФОТОМЕТР С ИСТОЧНИКОМ СВЕТА В ВИДЕ МОДЕРНИЗИРОВАННОГО ТВЕРДОТЕЛЬНОГО ЛАЗЕРА НА КРАСИТЕЛЯХ ЛКИ-301**

*Деулин Б. И.*

*БОУ ОО СПО «Орловский технологический техникум», Орел, Россия  
E-mail: boris1967or@qip.ru*

В настоящей статье предлагается автоматизированный двухлучевой спектрофотометр с источником света в виде модернизированного твердотельного лазера на красителях ЛКИ-301, в котором используются активные лазерные элементы на эпоксиполимерах или пористых стеклах, выполненных в виде дисков, позволяющие проводить накачку «в одну точку» и установленные в автоматизированную стойку-радиатор. Изменение диапазона излучения происходит за счет смены активного лазерного элемента. Настройка излучения на требуемую длину волны внутри диапазона осуществляется с помощью перестраиваемого интерферометра. Установка рабочего диапазона оптических плотностей обеспечивается поляризационным ослабителем. Общее управление работой прибора и обработка результатов измерений выполняются компьютером по заданной программе.

**Ключевые слова:** оптическая плотность, автоматизация, красители, лазер, диапазон, спектрофотометр.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Физико-химические методы анализа веществ получили широкое распространение. Эти методы основаны на изменении физических свойств веществ, проявляющихся в результате химических реакций. К ним относится группа оптических методов анализа, для реализации которых отечественной промышленностью был освоен серийный выпуск приборов: фотоколориметров и спектрофотометров. Однако фотоколориметры и спектрофотометры, выпускаемые отечественной промышленностью до недавнего времени, например, ФЭК101, ФЭК54М, ФЭК60, ФЭК56, имели ламповые источники света, обладающие малой спектральной яркостью. Поэтому предел измеряемой оптической плотности, как правило, не превышал значение «2». Данным значением оптической плотности ограничивался верхний предел обнаружения исследуемых ингредиентов пробы и, кроме того, возникали определенные трудности при контроле мутных сред. Так, при определении меди фотоколориметрическим методом на перечисленных выше приборах с использованием пикрамина эpsilon исследуемый раствор должен содержать 0,5–40 мкг меди, с неокупраином – 2–200 мкг [1]. Если указанный раствор содержит большее количество меди, его необходимо разбавлять, на что требуются определенные временные затраты. Для преодоления этих трудностей необходимы приборы с большим значением измеряемой оптической плотности за счет применения более ярких источников света.

Повышение спектральной яркости спектрофотометров развивается по двум направлениям: создание более ярких ламп и применение лазерных источников света. В настоящее время отечественной промышленностью освоен выпуск спектрофотометров с ламповыми источниками света, которые измеряют оптическую плотность до значения «4», например СФ-56 [2, 3]. Ознакомиться с характеристиками современных спектрофотометров можно на электронных ресурсах [2, 3].

При создании спектрофотометров с лазерными источниками света определенный интерес представляют твердотельные перестраиваемые лазеры на красителях, т. к. широкий набор красителей позволяет охватить всю видимую область спектра от ближнего ультрафиолета, до ближней инфракрасной.

В конце прошлого века отечественная промышленность освоила выпуск твердотельного лазера на красителях ЛКИ-301 с матрицей из полиметилметакрилата в виде диска, оптическая схема которого приведена на рис. 1 [4, 5]. Матрицы из полиметилметакрилата обладают рядом недостатков: низкой теплопроводностью, тепло- и фото стойкостью, невысокой твердостью; они сильно поглощают излучение в ближней УФ-области, что вызывает трудности при накачке от азотного лазера и ксеноновых ламп. Перечисленные недостатки вызывают необходимость сканирования при накачке пучком света по поверхности лазерного элемента [4, 5], что увеличивает нестабильность излучения лазера. Для обеспечения большей стабильности излучения накачка должна производиться «в одну точку».

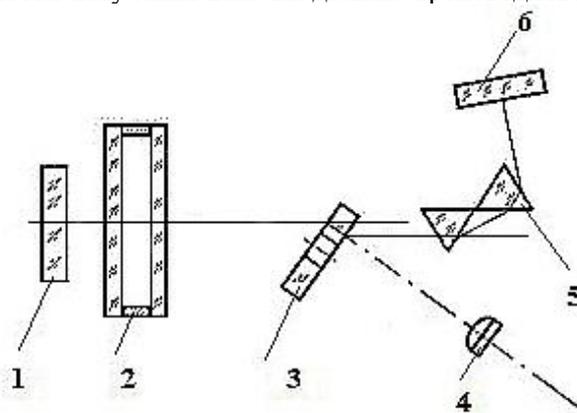


Рис. 1. Оптическая схема твердотельного лазера на красителях ЛКИ-301: 1 – зеркало оптического резонатора; 2 – интерферометр; 3 – активный лазерный элемент; 4 – линза; 5 – призма; 6 – выходное зеркало оптического резонатора.

С этой целью красители были внедрены в ряд других материалов, например в эпоксиполимеры и пористые стекла [4, 5].

Выходное излучение лазера ЛКИ-301 зависит от многих факторов: типа красителя, лазера накачки, материала матрицы, ее рабочей температуры и т. п.

В работах [4, 5] были представлены результаты испытаний эпоксиполимерных матриц. Лазерные элементы на эпоксиполимерах, активированные красителями с

концентрацией порядка  $10^{-4}$  г/г, выполненные в форме параллелепипеда размерами  $3 \times 10 \times 25$  мм, вводились в лазер с недисперсионным резонатором. Накачка производилась второй гармоникой лазера ИАГ:  $\text{Nd}^{+3}$ . Матрица с родамином Ж показала следующие результаты: КПД достигал 15–20 %, пороговая мощность накачки оставляла  $0,15$  мВт/см<sup>2</sup>, спектр широкополосной генерации лежал в области 580–596 нм с максимумом в районе 587 нм. Расходимость излучения генерации в режиме одиночных импульсов при небольшом превышении над порогом составляла 1,5 мрад. При частоте повторения импульсов накачки 12,5 Гц расходимость выросла вдвое. Матрица с внедренным в нее красителем родамин С показала следующие результаты: КПД – 25 %, пороговая плотность мощности –  $0,13$  мВт/см<sup>2</sup>, спектр широкополосной генерации лежал в диапазоне 612–640 нм с максимумом в районе 626 нм.

В работе [1] рассматривался двухлучевой спектрофотометр с источником света на твердотельном РОС-лазере на красителях, внедренных в эпоксиполимеры. Лазеры на основе генерации РОС отличаются миниатюрностью, т. к. миниатюрны сами активные лазерные элементы, и они не требуют перестраиваемых интерферометров.

Использовались опытные образцы из эпоксиполимера, активированного органическими красителями – родамином Ж, родамином С и оксазином 17, с размерами блоков  $10 \times 15 \times 3$  мм и концентрацией красителя  $10^{-3}$  г/г при накачке от лазера ИАГ: $\text{Nd}^{3+}$  с частотой повторения импульсов от 1 Гц до 25 Гц. При ширине спектральной линии накачки 0,001 нм была получена генерация на основе РОС с частотой следования импульсов, повторяющих накачку. Ширина спектральной линии генерации составляла 0,04 нм. Диапазон перестройки РОС-лазера на основе родамина Ж – 554–601 нм. Максимальный КПД на длине волны генерации 584 нм – 10 %. Для родамина С диапазон перестройки составил 605–667 нм, максимальный КПД на длине волны 628 нм – 12 %. Лазер на основе оксазина 17 перестраивался в пределах 635–672 нм. [1].

Как видно из вышеприведенных опытных данных, при одних и тех же красителях и при одном и том же лазере накачки КПД РОС-лазера примерно в два раза меньше, чем у лазера с недисперсионным резонатором. Поэтому можно сделать вывод, что мощность выходного излучения лазера ЛКИ-301 примерно в два раза выше, чем у РОС-лазера.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для уменьшения временных затрат на проведение анализов проб и увеличения диапазона рабочих оптических плотностей на Рис. 2 представлен автоматизированный спектрофотометр с лазерным источником света. В качестве источника света был взят модифицированный лазер на красителях на базе ЛКИ-301, представленный в работе [8].

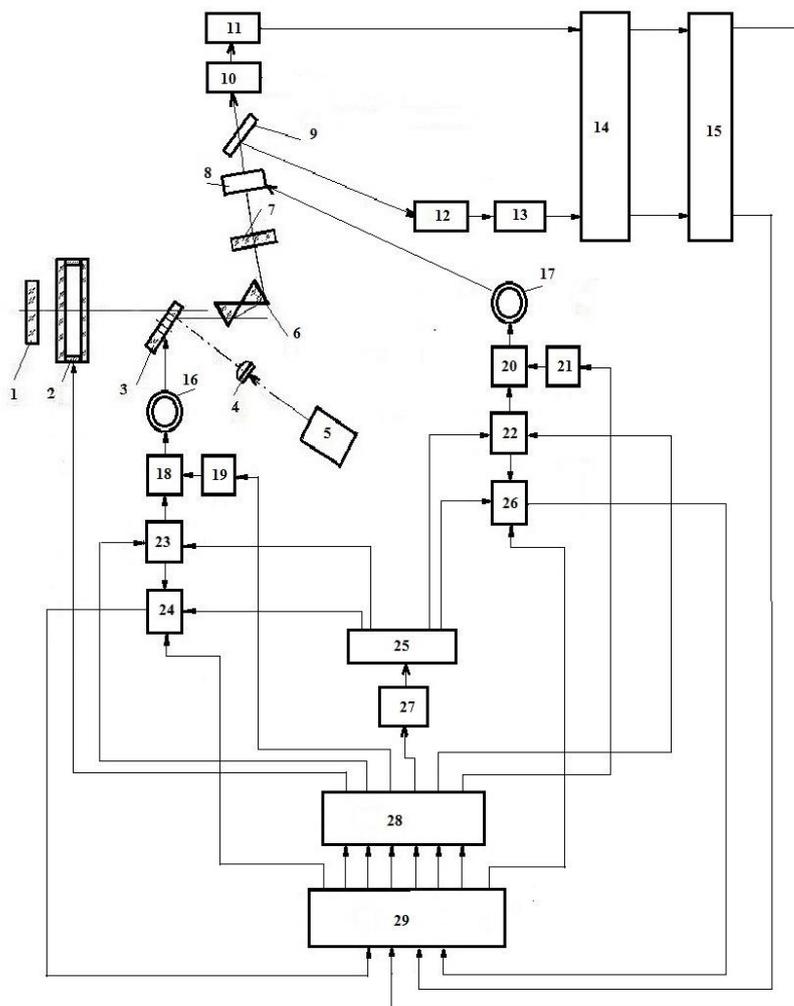


Рис. 2. Автоматизированный спектрофотометр на базе твердотельного лазера на красителях ЛКИ-301: 1 – зеркало; 2 – интерферометр; 3 – стойка-радиатор; 4 – линза; 5 – лазер накачки; 6 – призма; 7 – выходное зеркало; 8 – поляризационный ослабитель; 9 – светоделительное зеркало; 10 – кювета; 11 – фотопреобразователь; 12 – кювета; 13 – фотопреобразователь; 14 – двухканальный усилитель; 15 – двухканальный аналого-цифровой преобразователь (АЦП); 16 – шаговый двигатель; 17 – шаговый двигатель; 18 – электромагнитное реле; 19 – ключ; 20 – электромагнитное реле; 21 – ключ; 22 – ключ; 23 – ключ; 24 – счетчик импульсов; 25 – генератор импульсов; 26 – счетчик импульсов; 27 – ключ; 28 – цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП); 29 – компьютер.

Спектрофотометр, представленный на рис. 2, выполнен по двухлучевой схеме, как и спектрофотометр с источником света в виде РОС-лазера из работы [1]. Выше было показано, что КПД РОС-лазера примерно в два раза меньше КПД лазера ЛКИ-301. В работе [1] было показано, что представленный в ней двухлучевой спектрофотометр с источником света в виде РОС-лазера на красителях может измерять верхний предел оптической плотности до значения «4». Спектрофотометр, представленный на рис. 3, имеет источник света, интенсивность которого в два раза выше, чем у РОС-лазера, следовательно, он может работать с образцами, верхний предел оптической плотности которых достигает значения «4,3» (т. к.  $\lg 2 = 0,3$ ).

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Устройство работает следующим образом. Излучение от лазера накачки 5 через линзу 4 падает на активный лазерный элемент, находящийся в стойке 3. Под действием излучения накачки краситель в активном лазерном элементе люминесцирует. Глухое зеркало 1 и выходное зеркало 7 составляют оптический резонатор. Внутри него находится перестраиваемый интерферометр 2, который служит для выделения из широкополосного излучения люминесценции красителя, узкой линии выходного излучения лазера. Необходимая длина волны выходного излучения лазера внутри диапазона устанавливается за счет подачи на перестраиваемый интерферометр 2 с компьютера 29 через цифро-аналоговый преобразователь 28 требуемого уровня напряжения. Призма 6 служит для поворота выходного излучения на требуемый угол.

За выходным зеркалом 7 установлен съемный поляризационный ослабитель 8, подавляющий лазерное излучение до требуемого уровня. Это решение делает прибор универсальным, то есть способным работать с образцами в широком диапазоне оптических плотностей.

Прибор выполнен по двухлучевой схеме, поэтому на выходе поляризационного ослабителя 8 установлено светоделительное зеркало, делящее выходное излучение лазера на два равных световых потока. Одна часть светового потока проходит через кювету 10 с исследуемой пробой или эталонным образцом и далее попадает на фотопреобразователь 11, где преобразуется в пропорциональное напряжение. Другая часть светового потока после прохождения светоделительного зеркала 9 поступает на кювету 12, в которой может находиться исследуемая проба либо эталонный образец, и затем поступает на фотопреобразователь 13, который преобразует ее в напряжение. Для увеличения чувствительности прибора напряжение с фотопреобразователей 11 и 13 поступает на двухканальный усилитель 14, с выхода которого оно поступает на двухканальное АЦП 15, где аналоговый сигнал преобразуется в цифровой код и далее поступает на компьютер 29 для дальнейшей обработки сигнала по соответствующей программе.

Смена диапазона длин волн излучения, на которых работает прибор, происходит путем смены активных лазерных элементов. Это выполняется за счет поворота барабана стойки 3 с лазерными элементами. Стойка 3 изготавливается из материала с высокой теплопроводностью, поэтому она также выполняет функции радиатора охлаждения активных лазерных элементов. С ее устройством можно

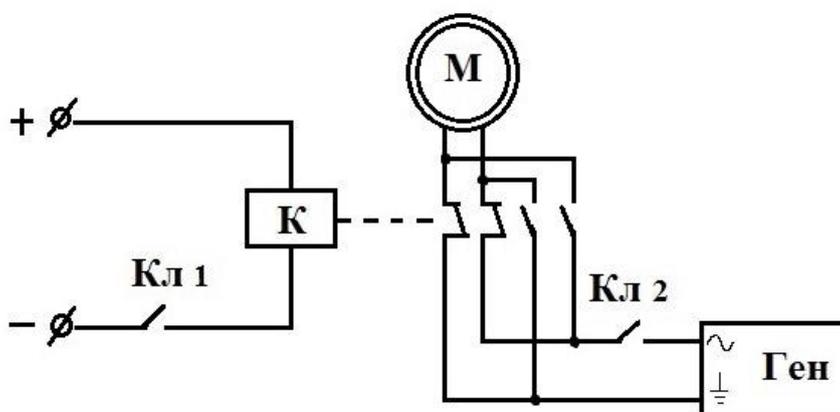
ознакомиться в работах [6, 7]. Поворот барабана стойки 3 осуществляется за счет вращения шагового двигателя 16. Для вращения шагового двигателя 16 с компьютера 29 через цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП) 28 подается сигнал на ключ 27 с целью включения генератора импульсов 25. Одновременно компьютер 29 подает сигнал через ЦАП 28 на ключ 23, который замыкает цепь, и сигнал с генератора импульсов 25 может поступать на контакты электромагнитного реле 18, к которому подключены выводы шагового двигателя 16 (ключ 2, рис. 3). Синхронно с замыканием цепи, на которую поступает сигнал с генератора импульсов 25, ключ 23 включает счетчик импульсов 24, который служит для контроля угла поворота шагового двигателя 16.

Импульсы с генератора 25 поступают на контакты электромагнитного реле постоянного тока 18, к которому подключены выводы шагового двигателя 16, рис. 2. Будем считать, что для вращения шагового двигателя 16 по часовой стрелке выводы генератора импульсов 25 и шагового двигателя 16 подключены на нормально замкнутые контакты электромагнитного реле 18, рис. 2.

Под действием импульсов генератора 25 шаговый двигатель 16 начинает осуществлять вращение. К генератору прямоугольных импульсов 25 подключен счетчик импульсов 24, с помощью которого можно контролировать угол поворота шагового двигателя 16. Данные со счетчика импульсов 24 поступают на компьютер 29. При повороте шагового двигателя 16 на требуемый угол с компьютера 29 через цифро-аналоговый преобразователь 28 поступает сигнал на ключ 27 с целью его закрытия и выключения генератора импульсов 25, а также на счетчик импульсов 24 для его обнуления.

При необходимости вращения шагового двигателя 16 против часовой стрелки с компьютера 29 через цифро-аналоговый преобразователь 28 поступает сигнал на ключ 19, который замыкает цепь катушки электромагнитного реле 18 (ключ 1, рис. 3). В результате этого электромагнитное реле 18 срабатывает. При этом нормально замкнутые контакты размыкаются, а нормально разомкнутые замыкаются, рис. 3. Далее с помощью компьютера 29 через цифро-аналоговый преобразователь 28 открывается ключ 27, который включает генератор импульсов 25. Теперь импульсы от генератора 25 поступают на нормально разомкнутые контакты электромагнитного реле 18, к которым подключается шаговый двигатель 16, рис. 2. Таким образом, меняется полярность импульсов, поступающих на шаговый двигатель 16, и он начинает вращаться против часовой стрелки. Для контроля угла поворота шагового двигателя 16 служит счетчик импульсов 24, подключенный к генератору прямоугольных импульсов 25. Данные со счетчика импульсов 24 поступают на компьютер 29. При повороте шагового двигателя 16 на требуемый угол с компьютера 29 через цифро-аналоговый преобразователь 28 поступает сигнал на ключ 27 с целью выключения генератора импульсов 25 и на ключ 19, который размыкает цепь катушки электромагнитного реле постоянного тока 18. Далее с компьютера 29 поступает сигнал на счетчик импульсов 24 с целью его обнуления. Если нет необходимости выключения генератора импульсов, то с компьютера 29 через ЦАП 28 поступает сигнал на ключ 23, который размыкает

цепь, по которой на электромагнитное реле постоянного тока 18 поступает сигнал с генератора 25 (ключ 2, рис. 3). При этом генератор 25 продолжает работать.



К - катушка электромагнитного реле; М - шаговый двигатель; Ген - генератор импульсов; Кл 1 - ключ; Кл 2 - ключ

Рис. 3. Подключение шагового двигателя к генератору импульсов через электромагнитное реле

Изменение диапазона рабочих оптических плотностей осуществляется ослаблением интенсивности лазерного излучения, за счет поворота поляроида поляризационного ослабителя 8 в соответствии с законом Малюса. Поворот поляроида осуществляется за счет вращения шагового двигателя 17. Для этого с компьютера 29 через ЦАП 28 подается сигнал на ключ 27 с целью включения генератора импульсов 25. Одновременно компьютер 29 подает сигнал через ЦАП 28 на ключ 22, который замыкает цепь, и сигнал с генератора импульсов 25 может поступать на контакты электромагнитного реле 20, к которому подключены выводы шагового двигателя 17 (ключ 2, рис. 3). Синхронно с замыканием цепи, на которую поступает сигнал с генератора импульсов 25, ключ 22 включает счетчик импульсов 26, который служит для контроля угла поворота шагового двигателя 17.

Импульсы с генератора 25 поступают на контакты электромагнитного реле постоянного тока 20, к которому подключены выводы шагового двигателя 17, рис. 2. Будем считать, что для вращения шагового двигателя 17 по часовой стрелке выводы генератора импульсов 25 и шагового двигателя 17 подключены на нормально замкнутые контакты электромагнитного реле 20, рис. 3.

Под действием импульсов генератора 25 шаговый двигатель 17 начинает осуществлять вращение. К генератору прямоугольных импульсов 25 подключен счетчик импульсов 26, с помощью которого можно контролировать угол поворота шагового двигателя 17. Данные со счетчика импульсов 26 поступают на компьютер 29. При повороте шагового двигателя 17 на требуемый угол с компьютера 29 через

цифро-аналоговый преобразователь 28 поступает сигнал на ключ 27 с целью его закрытия и выключения генератора импульсов 25, а также на счетчик импульсов 26, для его обнуления.

При необходимости вращения шагового двигателя 17 против часовой стрелки с компьютера 29 через цифро-аналоговый преобразователь 28 поступает сигнал на ключ 21, который замыкает цепь катушки электромагнитного реле 20 (ключ 1, рис. 3), в результате чего электромагнитное реле 20 срабатывает. При этом нормально замкнутые контакты размыкаются, а нормально разомкнутые замыкаются, рис. 3. Далее с помощью компьютера 29 через цифро-аналоговый преобразователь 28 открывается ключ 27, который включает генератор импульсов 25. Теперь импульсы от генератора 25 поступают на нормально разомкнутые контакты электромагнитного реле 20, к которым подключается шаговый двигатель 17, рис. 2. Таким образом, меняется полярность импульсов, поступающих на шаговый двигатель 17, и он начинает вращаться против часовой стрелки. Для контроля угла поворота шагового двигателя 17 служит счетчик импульсов 26, подключенный к генератору прямоугольных импульсов 25. Данные со счетчика импульсов 26 поступают на компьютер 29. При повороте шагового двигателя 17 на требуемый угол с компьютера 29 через цифро-аналоговый преобразователь 28 поступает сигнал на ключ 27 с целью выключения генератора импульсов 25 и на ключ 21, который размыкает цепь катушки электромагнитного реле постоянного тока 20. Далее с компьютера 29 поступает сигнал на счетчик импульсов 26 с целью его обнуления. Если нет необходимости выключения генератора импульсов, то с компьютера 29 через ЦАП 28 поступает сигнал на ключ 22, который размыкает цепь, по которой на электромагнитное реле постоянного тока 20 поступает сигнал с генератора 25 (ключ 2, рис. 3). При этом генератор 25 продолжает работать.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

1. Спектрофотометр автоматически устанавливает выходное излучение на необходимую длину волны и требуемый рабочий диапазон оптических плотностей, что облегчает проведение анализа и сокращает временные затраты.
2. Прибор позволяет работать с пробами, верхний предел оптической плотности которых достигает значения «4, 3».

### **Список литературы**

1. Деулин Б. И. Спектрофотометр с источником света в виде РОС-лазера на органических красителях / Б. И. Деулин // Волгоград: Известия ВолГТУ, серия «Электроника, измерительная техника, радиотехника и связь» – 2013. – № 23, Т. 8. – С. 90–95.
2. ОКБ «Спектр». Спектральные приборы для вашей лаборатории [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.okb-spectr.ru/>.
3. Сигма Lab. Лабораторное оборудование и аналитическое оборудование [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.sigma-lab.ru/>.
4. Деулин Б. И. Модернизация твердотельного лазера на органических красителях ЛКИ-301 / Б. И. Деулин // Известия Орловского государственного технического университета. Серия: «Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии» – Орел: Изд-во ОрелГТУ – 2013. – № 5 (301). – С. 145–149.

5. Деулин Б. И. Сравнительные характеристики твердотельных лазеров на красителях с различными матрицами / Б. И. Деулин // *Материалы VI Международной заочной научно-практической интернет-конференции «Инновационные, фундаментальные и прикладные исследования в области химии сельскохозяйственному производству»*. – Орел: ОрелГАУ, 2013. – С. 162–166.
6. Деулин Б. И. Стойка-радиатор для твердотельного лазера на красителях / Б. И. Деулин, В. В. Филиппов // Орел: Изд-во ОрелГАУ, «Агротехника и энергообеспечение», 2015. – № 5 (9). – С. 87–94.
7. Деулин Б. И. Автоматизированная стойка для твердотельных лазерных элементов с мембранными радиаторами / Б. И. Деулин, В. В. Филиппов // Орел: Изд-во ОрелГАУ, «Агротехника и энергообеспечение», 2015. – № 5 (9). – С. 95–101.
8. Деулин Б. И. Автоматизированный твердотельный лазер на красителях / Б. И. Деулин // *Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. Биология. Химия*. – Симферополь: КФУ, 2015. – Т. 1 (67), № 4. – С. 109–118.

## AUTOMATED DOUBLE-BEAM SPECTROPHOTOMETER WITH A LIGHT-SOURCE UPGRADED SOLID-STATE LASER DYE LCI-301

*Deulin B. I.*

*Orel Technology College. Orel, Russia  
E-mail: boris1967or@qip.ru*

The problem of creating spectrophotometers many papers. In this paper we propose an automated dual-beam spectrophotometer with a laser light source. As, which selected an upgraded solid-state dye laser LCI-301 with active laser elements on the porous epoxy or glass doped with organic dyes, disc-shaped, allowing to carry out pumping «at one point». These elements are installed in the drum automated rack driven by a stepper motor. Reception is made of a material with high thermal conductivity. Therefore, it also performs the function of the radiator. Changing the emission range is performed by changing the laser-active element, by rotation of the drum stands at the desired angle. The rotation of the drum is realized stepper motor on the computer team. Setting the desired wavelength within a range achieved using a tunable interferometer piezoelectric element by supplying a suitable voltage level.

To change the operating range of optical densities in the instrument set the polarization attenuator that attenuates the laser light by rotating the polarizers in accordance with the law of Malus. Rotation of polaroids to the desired angle stepper motor is carried out by the computer team. Using a computer, the same processing is performed on the measurement results corresponding program.

**Keywords:** optical density, automation, dyes, laser range spectrophotometer.

### References

1. Deulin B. I. Spectrophotometer with a light source in the form of a DFB laser based on organic dyes, *Volgograd: News VolGTU series «Electronics, measuring equipment, radio and telecommunications»*, **8** (23), 90 (2013).
2. EDB «Spectrum». Spectral devices for your laboratory [Electronic resource], Access mode: <http://www.okb-spectr.ru/>

3. Sigma Lab. Laboratory equipment and analytical equipment. [Electronic resource], Access mode: <http://www.sigma-lab.ru/>
4. Deulin B. I. Modernization of the solid-state laser based on organic dyes LKI-301. Proceedings of the Oryol State Technical University. Series: *Fundamental and applied problems of technique and technology*, **301** (5), 145 (2013).
5. Deulin B. I. Comparative characteristics of solid-state dye lasers with different matrix. Proceedings of the VI International correspondence scientific and practical Internet-conference *Innovative, fundamental and applied research in the chemistry of agricultural production*, 162 (Publisher house *OrelGAU*, Orel, 2013).
6. Deulin B. I., Filippov V. V. The front radiator for a solid-state dye laser. *Farming and power supply*, **5** (9), 87 (Publisher house *OrelGAU*, Orel, 2015).
7. Deulin B. I., Filippov V. V. Automated stand for solid-state laser elements with membrane radiators. . *Farming and power supply*, **5** (9), 95 (Publisher house *OrelGAU*, Orel, 2015).
8. Deulin B. I. *Automated solid-state dye laser*, Scientific notes of the Crimean Federal University named after V. I. Vernadsky. *Biology. Chemistry*, **1** (4), 109 (2015).

**УДК 664.1:665.1**

## **ГИДРОЛАТЫ ЭФИРОМАСЛИЧНЫХ РАСТЕНИЙ – ПЕРСПЕКТИВНОЕ СЫРЬЕ ДЛЯ КОНДИТЕРСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

*Калиновская Т. В.<sup>1</sup>, Брановицкая Т. Ю.<sup>2</sup>, Подлесный А. А.<sup>1</sup>, Менасетов Э. С.<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Академия биоресурсов и природопользования (структурное подразделение) ФГАОУ ВО ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», Симферополь, Республика Крым, Россия*

*<sup>2</sup>Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», Симферополь, Республика Крым, Россия  
E-mail: tat.br@mail.ru*

В последнее время тренд здорового питания и желание потребителей видеть в составе изделий натуральные продукты являются очень популярными. Производители пищевых продуктов, в том числе кондитерских, все чаще отдают предпочтение растительному сырью с повышенным содержанием биологически активных веществ. Использование гидролатов эфиромасличных растений дает возможность создать новый ассортимент кондитерских изделий с натуральными ароматизаторами, антиоксидантами, с повышенной пищевой и биологической ценностью и оригинальными органолептическими свойствами.

**Ключевые слова:** гидролаты эфиромасличных растений, кондитерские изделия, жележный мармелад.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Одной из приоритетных отраслей экономики Республики Крым является эфиромасличное производство. Эфиросодержащие растения выращивали в Крыму с древних времен, так как местный климат является подходящим для этих растений. На данный момент в Крыму выращивают более десятка видов растений, из которых производят эфирное масло.

К факторам, определяющим выбор продуктов переработки эфирных масел в качестве сырьевого источника для кондитерской промышленности, можно отнести значительные площади выращивания ароматических растений в Республике Крым, наличие предприятий переработки эфиромасличных растений, а также тренд здорового питания и желание потребителей видеть в составе изделий натуральные ингредиенты. Среди инновационных сырьевых ингредиентов, нетрадиционных для кондитерской отрасли, гидролаты эфиромасличных растений перспективны для создания новых видов кондитерских изделий.

Гидролат – это продукт паровой экстракции, который образуется в процессе производства эфирных масел. Проходя через растительный материал, пары воды насыщаются водорастворимыми компонентами, которые содержатся в растениях: эфирные масла, кислоты, флавоноиды, витамины. По сравнению с отварами

экстракционные вещества в гидролатах содержатся в большей концентрации, при этом гидролаты не содержат соли и окрашенные вещества.

Целью работы является определение целесообразности включения гидролатов в рецептуры сахаристых кондитерских изделий в качестве ценного сырья для получения нового ассортимента изделий.

#### **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

Объектами исследований были гидролаты ароматических растений (розы, лаванды, мяты), полученные в лабораторных условиях кафедры технологии и оборудования жиров и эфирных масел Академии биоресурсов и природопользования КФУ, а также структурообразователи: агар и высокометоксилированный пектин.

В процессе исследований нового нетрадиционного для производства мармелада исходного сырья и готовых изделий использовали известные методы исследований, среди которых титриметрические, рефрактометрические [1] и органолептическая оценка [2].

#### **РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ**

При разработке кондитерских изделий, кроме уникальных биохимических свойств, нетрадиционные виды сырья должны выполнять определенные функционально-технологические свойства для создания изделий с оригинальными органолептическими свойствами (вкусом, ароматом, структурой), обеспечивать их качество в процессе хранения.

Анализ современного ассортимента и объемов производства кондитерских изделий со студнеобразной структурой свидетельствует об их популярности среди производителей и высоком спросе у потребителей. Группа желеино-мармеладных изделий является перспективной, так как позволяет получить изделия с оригинальными вкусами, разнообразной структурой и высокой пищевой ценностью. Кроме того, мармеладные изделия являются диетическим продуктом благодаря наличию в их составе студнеобразователей, способных выводить из организма ионы тяжелых металлов и радионуклиды. Однако лечебно-профилактический эффект этих изделий можно усилить использованием в технологии их производства природных биологически активных добавок.

Рецептуры большинства мармеладных изделий предусматривают использование фруктово-ягодного и овощного сырья (пюре, соков, подварок), а также искусственных ароматизаторов и красителей. Желейным мармеладом называются изделия, изготовленные путем уваривания раствора агара, агароида или пектина, сахара и патоки, в который в зависимости от рецептуры добавляются вкусо-ароматические вещества.

Выбор конкретного студнеобразователя зависит от необходимых вязкости и прочности геля, реологических свойств, значения рН, температуры переработки, взаимодействия с другими ингредиентами, текстуры и стоимости сырья. Каждый пищевой структурообразователь характеризуется своими особыми, уникальными свойствами, которые определяют его выбор для промышленного применения.

Нами принято решение в качестве структурообразователей использовать агар и высокометоксилированный пектин. Важным заданием в исследовании был анализ литературных данных по строению и изучению функционально-технологических свойств выбранных полисахаридов [3].

Полисахариды группы агара получают из видов наиболее ценных родов водорослей: *Gelidium*, *Gracilaria*, *Gelidiella*, *Pterocladia*, *Pterocladia*. Химически агар состоит из двух фракций: агарозы и агаропектина. Исследуемый агар представляет собой порошок белого цвета с кремовым оттенком, в холодной воде набухает, а в горячей – образует коллоидный раствор [4].

Понимание образования и разрушения систем желеобразной структуры позволяет управлять технологическим процессом и выбрать рекомендуемые параметры. При высоких температурах молекулы образуют произвольные конформации, которые при охлаждении снова переходят в упорядоченные спирали. Эти спирали агрегируются с образованием геля, процесс является термически обратимым. Температура плавления часто выше, чем температура структурообразования, поскольку плавление происходит лишь после неупорядоченности спиралей [5].

Свойства пектинов определяются линейной структурой их молекул, состоящих из остатков  $\alpha$ -D-галактуроновой кислоты, связанных 1,4-гликозидными связями [6]. Пектины, которые выпускаются промышленно, делят на высокометоксилированные H-пектины (CE 55–77 %) и низкометоксилированные L-пектины (CE 20–45 %). В зависимости от времени застывания различают пектины сверхбыстрой, быстрой, умеренно быстрой, медленной и очень медленной садки.

Образование геля ВМ-пектина происходит благодаря формированию связей между недиссоциированными карбоксильными группами и вторичными спиртовыми группами, а также гидрофобных взаимодействий метильных эфирных групп. Студнеобразованию способствует повышение степени этерификации, низкие значения рН (2,5–3,8), концентрация сахара 55–85 %. Сегодня пектин получил широкое применение благодаря не только функциональным, но и оздоровительным свойствам.

Вышеупомянутые функциональные свойства приведенных гидроколлоидов и их смесей представляют интерес в проведении исследований с целью создания новых агрегативно-устойчивых кондитерских масс с железной структурой на основе натуральных ингредиентов.

Исследованиями определяли концентрации агара и пектина с учетом их способности образовывать студень определенной прочности. Полученные экспериментальные данные показали, что концентрация 7 % агара к массе железной массы образует с сахаром студень прочностью 1300–1354 г по Валенту [5], что является необходимой прочностью студня для получения мармелада высокого качества.

На студнеобразующие характеристики гидроколлоидов влияет значение рН раствора. Установлено, что с увеличением кислотности в системе «агар – гидролат – сахар» прочность желе снижается. В присутствии кислоты начинается гидролиз

студнеобразователя агара, в результате чего ухудшаются его свойства и уменьшается прочность студня.

Поскольку сахар является основным рецептурным компонентом желеобразных кондитерских изделий, мы исследовали влияние сахара на процесс формирования желе. Была выбрана концентрация сахара 35 % от массы желе с учетом рецептурного состава кондитерской железной продукции.

В рецептурном составе мармелада, где в качестве студнеобразователя используется пектин, для создания рекомендованных условий студнеобразования необходимо соблюдение двух условий: содержание значительного количества сахара и кислая среда. Первое условие выполняется за счет введения в рецептурную смесь значительного количества сахара. В промышленном производстве мармеладных изделий для создания среды с низким значением рН используют введение органических кислот в мармеладную массу.

**Таблица 1**

**Оценка структуры мармелада, полученного на основе гидролатов**

Показатели	Мармелад на гидролате розы	Мармелад на гидролате лаванды	Мармелад на гидролате мяты
Упругость	Гибкий, однородной консистенции		
Отлипание	Не прилипает к стенкам формы, отдельные частицы не слипаются между собой		
Легкость выбора из форм	Легко выбирается из форм		
Способность сохранять форму	Сохраняет форму при отливке, не растекается поверхность гладкая, ровная		

Мармелад из гидролатов ароматических растений по показателям качества удовлетворяет требованиям нормативной документации (ГОСТ 6442-2014 Мармелад. Общие технические условия), сохраняет форму (таблица 1).

Проведенными исследованиями установлено, что при содержании в мармеладной массе 1,0–1,1 % яблочного пектина и сахара 60–63 %, содержание органических кислот в уваренной мармеладной массе должно составлять 7 % для обеспечения хорошего структурообразования. Гидролаты имеют слабокислую реакцию рН 4,5–5,5. Большое количество дополнительно вносимых органических кислот сильно влияет на вкус мармелада, поэтому высокометоксилированный пектин в качестве структурообразователя для мармелада с использованием гидролатов использовать нецелесообразно. Необходимо провести дополнительные исследования с использованием низкометоксилированного пектина, у которого процесс гелеобразования протекает в присутствии двухвалентных катионов, обычно  $\text{Ca}^{2+}$ .

Для гидролатов характерно высокое содержание различных летучих соединений, однако в большинстве случаев характерный аромат и вкус этому

растительному сырью придают конкретные летучие соединения, присутствующие в высоких и низких концентрациях. Вкусо-ароматические соединения в мармеладе взаимодействуют с полисахаридами. В зависимости от структуры летучих и захватывающих их соединений их связь обеспечивается гидрофобными взаимодействиями, а также водородными, ионными и ковалентными связями. Такой «захват» снижает летучесть молекул и тем самым уменьшает скорость потери вкуса и аромата при хранении мармелада [3].

Полученный мармелад был представлен на Молодежном инновационном конвенте (г. Симферополь, 3–4 декабря 2016 г.), где проводилось определение качества продукции методом оценки потребительских предпочтений. Полученные данные представлены на рисунке 1.

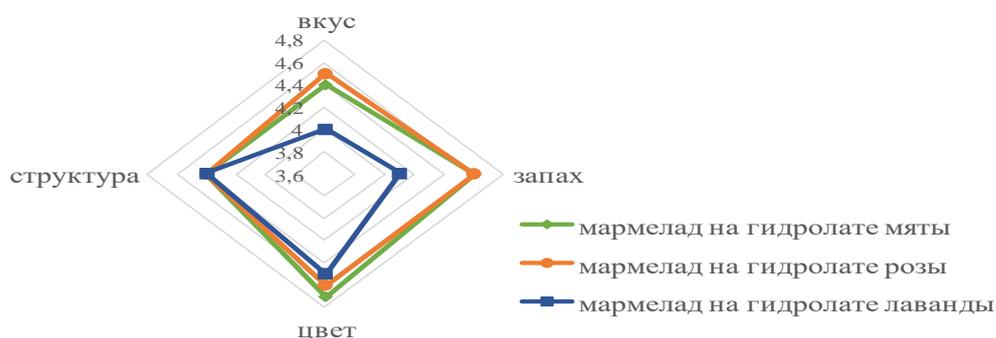


Рис. 1. Потребительская оценка образцов мармелада на основе гидролатов.

Анализ потребительских предпочтений показал, что все образцы получили высокие оценки органолептических показателей мармелада. Большинство потребителей охарактеризовали вкус и запах мармелада как ясно выраженные, характерные для каждого наименования, без посторонних привкусов. Наивысший балл за вкусовые качества получил мармелад на гидролате розы, наименьший – на гидролате лаванды. Запах и цвет мармелада на гидролате розы и мяты получили по 4,6–4,7 баллов соответственно. Мармелад на лавандовом гидролате за запах получил 4,1, за цвет – 4,5 балла. Структура мармелада для всех образцов была оценена одинаково (4,4 балла).

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Показана возможность использование гидролатов ароматических растений в производстве кондитерских изделий.

2. Получены новые сорта кондитерских изделий с натуральными ароматизаторами, антиоксидантами и оригинальными органолептическими свойствами.

#### Список литературы

1. Лурье И. С. Технохимический и микробиологический контроль в кондитерском производстве: Справочник / И. С. Лурье, Л. Е. Скокан, А. П. Цитович – М.: КолосС. – 2003. – 416 с.
2. Выговтов А. А. Теоретические и практические основы органолептического анализа продуктов питания: учебное пособие // А. А. Выговтов – СПб.: ГИОРД, 2010. – 232 с.
3. Феннема О. Р. Химия пищевых продуктов / Ш. Дамодаран, К. Л. Паркин, О. Р. Феннема; пер. с англ. – СПб.: Профессия, 2012. – 1040 с.
4. Филлипс Т. О. Справочник по гидроколлоидам / Т. О. Филлипс, П. А. Вильямс. – СПб.: 2006. – 536 с.
5. Аймесон А. Пищевые загустители, стабилизаторы, гелеобразователи / А. Аймесон; пер. с англ. С. В. Макарова. – СПб.: Профессия, 2012. – 408 с.
6. Донченко Л. В. Пектин: основные свойства, производство и применение / Л. В. Донченко, Г. Г. Фирсов. – М.: ДеЛи принт, 2007. – 276 с.

### HYDROLATS OF AROMATIC PLANTS IS A PROMISING RAW MATERIAL FOR CONFECTIONERY INDUSTRY

*Kalinovskaya T., Branovitskaya T., Podlesnyi A., Menasetov E.*

*V. I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Crimea, Russian Federation  
E-mail: tat.br@mail.ru*

Recently, the trend of healthy eating and consumers desire to see part of products natural products is very popular. Manufacturers of food products, including confectionery, increasingly prefer plants raw materials with a high content of biologically active substances. Using by hydrolat aromatic plants gives the opportunity to create a new range of confectionery products containing natural flavors, antioxidants, high nutritional and biological value and original organoleptic properties.

Hydrolat – a vapor extraction product that formed during the production of essential oils. Passing through the plant material, water vapor is saturated by water soluble components containing in plants: essential oils, acids, flavonoids, vitamins.

Analysis of consumer preferences showed that all samples were highly evaluated by the organoleptic characteristics of marmalade. Most consumers describe the taste of jujube as a distinct, characteristic for each item, without other flavors. The highest score for quality of taste was marmalade on hydrolat of rose, the smallest – in the hydrolat of lavender.

**Keywords:** hydrolat aromatic plants, confectionery, jelly jujube.

#### References

1. Lurie J. S., Skokan L. E., Tsitovich A. P. *Technical-chemical and microbiological control in the confectionery industry*, 416 p. (KolosS, Moscow, 2003) (in Russ.)

2. Vytovtov A. A. *Theoretical and practical bases of sensory analysis of food products*, 232 p. (GIORD, Occupation, Sain , 2010) (in Russ.)
3. Fennema O. R., Damodaran S., Parkin K. L. *Chemistry food*, 1040 p. (Occupation, Saint Petersburg, 2012) (in Russ.)
4. Phillips T. O., Williams P. A. *Handbook of hydrocolloids*, 536 p. (Saint Petersburg, 2006) (in Russ.)
5. Aymeson A. *Food thickeners, stabilizers, gelling agents*, 408 p. (Occupation, Saint Petersburg, 2012) (in Russ.)
6. Donchenko L. V., Firsov G. G. *Pectin: basic properties, production and use*, 276 p. (DeLi print, Moscow, 2007) (in Russ.)

УДК 547.918:547.466.2:543.42

## СУПРАМОЛЕКУЛЯРНЫЕ КОМПЛЕКСЫ ТРИТЕРПЕНОВЫХ ГЛИКОЗИДОВ ПЛЮЩА И СОЛОДКИ С *L*-ГИСТИДИНОМ

Яковишин Л. А.<sup>1</sup>, Гришкова В. И.<sup>2</sup>, Корж Е. Н.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», Севастополь,  
Республика Крым, Россия

<sup>2</sup>Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный  
университет имени В. И. Вернадского», Симферополь, Республика Крым, Россия  
E-mail: chemsevntu@rambler.ru

Получен новый молекулярный комплекс, включающий моноаммонийную соль глицирризиновой кислоты (глицирам) и аминокислоту *L*-гистидин. Методом спектрофотометрии исследовано комплексообразование глицирама с гистидином в водных растворах при pH 7,2. Показано, что глицирам образует с гистидином комплекс состава 1:1, имеющий константу устойчивости  $K_{GS-His}=7,03 \cdot 10^4 \text{ M}^{-1}$ . Впервые методом ИК-спектроскопии изучены молекулярные комплексы гистидина с хедерасапонином С (главным тритерпеновым гликозидом плюща) и глицирамом.

**Ключевые слова:** плющ, солодка, тритерпеновые гликозиды, глицирризиновая кислота, глицирам, хедерасапонин С, *L*-гистидин, супрамолекулярный комплекс, спектрофотометрия, ИК-спектроскопия, константа устойчивости.

### ВВЕДЕНИЕ

Аминокислоты выполняют различные биологические функции и применяются в качестве лекарственных средств [1]. Так, незаменимая протеиногенная аминокислота *L*-гистидин (His, рис. 1) в виде гидрохлорида используется для лечения гепатитов, язвы желудка и двенадцатиперстной кишки [1]. Остаток His входит в состав дипептида карнозина, обладающего антиоксидантными свойствами [2]. Начато исследование супрамолекулярных комплексов сапонинов с различными аминокислотами [3–7]. Недавно были получены новые комплексы, состоящие из His и преобладающих тритерпеновых гликозидов плюща  $\alpha$ -хедерина (3-*O*- $\alpha$ -*L*-рамнопиранозил-(1→2)-*O*- $\alpha$ -*L*-арабинопиранозид хедерагенина, гликозида **1**) и хедерасапонины С (3-*O*- $\alpha$ -*L*-рамнопиранозил-(1→2)-*O*- $\alpha$ -*L*-арабинопиранозил-28-*O*- $\alpha$ -*L*-рамнопиранозил-(1→4)-*O*- $\beta$ -*D*-глюкопиранозил-(1→6)-*O*- $\beta$ -*D*-глюкопиранозид хедерагенина, гликозида **2**, рис. 1) [6, 7]. Комплексы были исследованы методом масс-спектрометрии с ионизацией электрораспылением. Дополнительно методом ИК-спектроскопии было подтверждено межмолекулярное взаимодействие гликозида **1** с His [7].

Глицирризиновая кислота (3-*O*- $\beta$ -*D*-глюкуронопиранозил-(1→2)-*O*- $\beta$ -*D*-глюкуронопиранозид глицирретиновой кислоты), преобладающий тритерпеновый гликозид корней солодки *Glycyrrhiza glabra* L. и ее моноаммонийная соль

(глицирам, GC, рис. 1) часто используются для клатрирования фармаконов [8]. Синтезирован тройной комплекс гепатопротекторного действия глигисцин, включающий глицирризиновую кислоту, His и цинк [9, 10].

Особенности межмолекулярных взаимодействий His с GC и гликозидом **2** ранее не рассматривались. В настоящей статье приведены результаты спектрофотометрического и ИК-спектроскопического исследования их молекулярных комплексов.

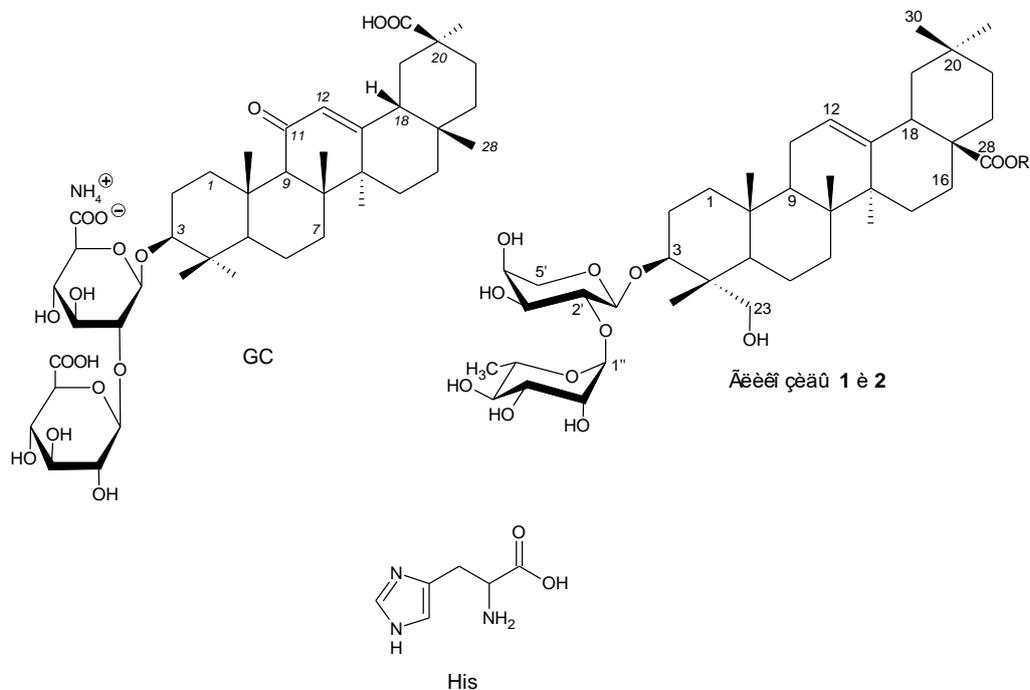


Рис. 1. *L*-гистидин (His), моноаммонийная соль глицирризиновой кислоты (глицирам, GC) и гликозиды плюща α-хедерин (**1**; R=H) и хедерасапониин С (**2**; R=←βGlc<sub>p</sub>-(6←1)-βGlc<sub>p</sub>-(4←1)-αRha<sub>p</sub>).

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Использовали образец GC фирмы Calbiochem (США) без предварительной подготовки. Гликозид **2** выделяли из листьев плющей крымского *Hedera taurica* Carr. и канарского *Hedera canariensis* Willd. и подтверждали их строение по методикам, приведенным в работах [11, 12].

Комплексы гликозидов с His препаративно получали жидкофазным способом. Для этого смешивали растворы, содержащие по 1 ммоль гликозида и 1 ммоль His (растворитель – 70 % водный этанол-хлороформ, взятые в соотношении 3:1 по объему). Смесь выдерживали при 50°C в течение 1,5 ч при постоянном перемешивании. Органические растворители отгоняли в вакууме.

УФ-спектры получены при температуре 26 °С на спектрофотометре Unicó UV-Vis 4802 (США) в кварцевых кюветах ( $l=1$  см). Для составления изомолярной серии использовали  $10^{-4}$  М водные растворы His и GC (рН 7,2, фосфатный буфер  $\text{Na}_2\text{HPO}_4\text{-NaH}_2\text{PO}_4$ ). Полученные смеси выдерживали при температуре 26 °С в течение 40 мин. при постоянном перемешивании.

Погрешность определения константы устойчивости комплекса  $K$  не превышала 10 %. Расчет  $K$  выполнен при  $\lambda = 258$  нм.

ИК-спектры сняты с твердых образцов на ИК-Фурье-спектрометре ФТ-801 (Россия) с универсальной оптической приставкой НПВО (нарушенного полного внутреннего отражения) и ЗДО (зеркального и диффузного отражения) с элементом из селенида цинка и встроенной системой визуализации на внешнем мониторе. Для работы с ИК-спектрометром ФТ-801 использовали программу ZAIR 3.5.

*ИК-спектр His* ( $\nu$ ,  $\text{см}^{-1}$ ): 3125 (NH,  $\text{NH}_3^+$ ), 3000 (NH,  $\text{NH}_3^+$ ), 2963 (CH), 2918 (CH), 2847 (CH), 2706 ( $\text{NH}_3^+$ ), 2620 ( $\text{NH}_3^+$ ), 2442 ( $\text{NH}_3^+$ ), 2016 ( $\text{NH}_3^+$ ), 1631 (аминокислотная полоса I –  $\text{NH}_3^+$ ), 1589 ( $\text{COO}^-$ ), 1566 (имидазольное кольцо, аминокислотная полоса II –  $\text{NH}_3^+$ ), 1496 (NH), 1454 (имидазольное кольцо), 1410 ( $\text{COO}^-$ ), 1340 (имидазольное кольцо), 1314 (CH), 1269 (CH,  $\text{NH}_3^+$ ), 1249 (C(CO)O,  $\text{CH}_2$ ,  $\text{NH}_3^+$ ), 1170 (CH, NH), 1140 (CH, NH, C–N= имидазольного кольца), 1110 (CH,  $\text{NH}_3^+$ ), 1083 (CN, CH), 1063 (CH,  $\text{NH}_3^+$ ), 966 (CH,  $\text{NH}_3^+$ ), 918 (CN, NH), 833 (CH), 774 (CH), 683 (CH), 650 (CH), 622 (имидазольное кольцо).

*ИК-спектр гликозида 2* ( $\nu$ ,  $\text{см}^{-1}$ ): 3351 (OH), 2924 (CH), 1728 (C=O), 1623 (C=C), 1455 (CH), 1386 (CH), 1363 (CH), 1260 (CH), 1231 (CH), 1202 (CH), 1048 (C–O–C, C–OH), 1027 (C–O–C и C–OH), 981 ( $\delta_{\text{CH}}$ ).

*ИК-спектр комплекса гликозида 2 и His* ( $\nu$ ,  $\text{см}^{-1}$ ): 3337 (OH), 3123 (NH,  $\text{NH}_3^+$ ), 2998 (NH,  $\text{NH}_3^+$ ), 2966 (CH), 2958 (CH), 2919 (CH), 2865 (CH), 2712 ( $\text{NH}_3^+$ ), 2626 ( $\text{NH}_3^+$ ), 2443 ( $\text{NH}_3^+$ ), 2024 ( $\text{NH}_3^+$ ), 1732 (C=O), 1632 (аминокислотная полоса I –  $\text{NH}_3^+$ ), 1590 ( $\text{COO}^-$ ), 1567 (имидазольное кольцо, аминокислотная полоса II –  $\text{NH}_3^+$ ), 1497 (NH), 1456 (CH, имидазольное кольцо), 1414 ( $\text{COO}^-$ ), 1342 (имидазольное кольцо), 1314 (CH), 1270 (CH,  $\text{NH}_3^+$ ), 1251 (C(CO)O,  $\text{CH}_2$ ,  $\text{NH}_3^+$ ), 1171 (CH, NH), 1145 (CH, NH, C–N= имидазольного кольца), 1109 (CH,  $\text{NH}_3^+$ ), 1056 (CH,  $\text{NH}_3^+$ , C–O–C, C–OH), 1027 (C–O–C, C–OH), 976 (=CH), 967 (CH,  $\text{NH}_3^+$ ), 923 (CN, NH), 835 (CH), 776 (CH), 684 (CH), 651 (CH), 623 (имидазольное кольцо).

*ИК-спектр GC* ( $\nu$ ,  $\text{см}^{-1}$ ): 3204 (OH, NH), 2931 (CH), 1715 (C=O), 1698 (C=O), 1646 (C(11)=O, C=C), 1590 ( $\text{COO}^-$ ), 1455 ( $\text{CH}_2$ ,  $\text{CH}_3$ ), 1410 ( $\text{COO}^-$ ), 1421 ( $\text{NH}_4^+$ ), 1387 (CH), 1362 (CH), 1349 (CH), 1306 (CH), 1260 (CH), 1212 (CH), 1164 (C–O–C, C–OH), 1074 (C–O–C, C–OH), 1039 (C–O–C, C–OH), 980 (=CH).

*ИК-спектр комплекса GC и His* ( $\nu$ ,  $\text{см}^{-1}$ ): 3232 (OH,  $\text{NH}_4^+$ ), 3123 (NH,  $\text{NH}_3^+$ ), 3004 (NH,  $\text{NH}_3^+$ ), 2967 (CH), 2946 (CH), 2909 (CH), 2862 (CH), 2710 ( $\text{NH}_3^+$ ), 2625 ( $\text{NH}_3^+$ ), 2442 ( $\text{NH}_3^+$ ), 2024 ( $\text{NH}_3^+$ ), 1717 (C=O), 1698 (C=O), 1652 (C(11)=O, C=C), 1631 (аминокислотная полоса I –  $\text{NH}_3^+$ ), 1587 ( $\text{COO}^-$ ), 1568 (имидазольное кольцо, аминокислотная полоса II –  $\text{NH}_3^+$ ), 1498 (NH), 1458 (имидазольное кольцо), 1424 ( $\text{NH}_4^+$ ), 1412 ( $\text{COO}^-$ ), 1341 (имидазольное кольцо), 1314 (CH), 1270 (CH,  $\text{NH}_3^+$ ), 1250 (C(CO)O,  $\text{CH}_2$ ,  $\text{NH}_3^+$ ), 1170 (CH, NH), 1145 (CH, NH, C–N= имидазольного кольца), 1110 (CH,  $\text{NH}_3^+$ ), 1084 (CN, CH), 1061 (CH,  $\text{NH}_3^+$ ), 1042 (C–O–C, C–OH), 976 (=CH),

966 (CH, NH<sub>3</sub><sup>+</sup>), 922 (CN, NH), 835 (CH), 775 (CH), 683 (CH), 651 (CH), 623 (имидазольное кольцо).

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Состав комплекса GC с His определен методом изомолярных серий (методом Остромысленского – Жоба) [13]. На основе изомолярной кривой (рис. 2) установлено молярное отношение для компонентов комплекса, равное  $\approx 1,0$ , что указывает на состав комплекса 1:1. Спектр поглощения изомолярной серии GC с His обладает изобестическими точками при 221 и 291 нм (рис. 3).

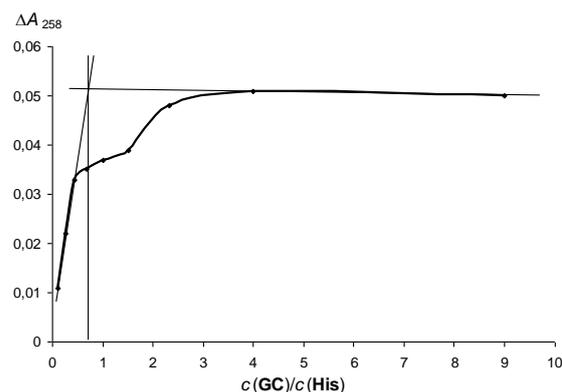


Рис. 2. Зависимость изменения оптической плотности  $\Delta A$  от соотношения компонентов изомолярной серии при  $\lambda=258$  нм ( $c(\text{His})=10^{-4}$  М,  $c(\text{GC})=10^{-4}$  М, pH 7,2).

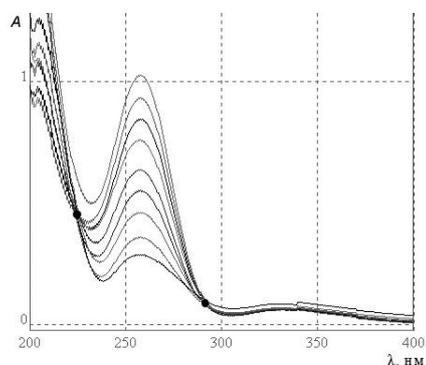


Рис. 3. Кривые поглощения изомолярной серии растворов ( $c(\text{His}) = 10^{-4}$  М,  $c(\text{GC}) = 10^{-4}$  М, pH 7,2).

В растворе устанавливается равновесие между GC и His:



$$K_{\text{GC-His}} = \frac{[\text{GC} \cdot \text{His}]}{[\text{GC}][\text{His}]}, \quad (1)$$

где  $K_{\text{GC-His}}$  – константа равновесия, являющаяся константой устойчивости комплекса.

Константа устойчивости комплекса  $K$  была рассчитана по методу А. К. Бабко на основе изомолярной кривой по формуле 2 [14].

$$K = \frac{\Delta A_0 \Delta A_1}{c(\Delta A_0 - \Delta A_1)^2}, \quad (2)$$

где  $c$  – суммарная концентрация веществ, равная  $10^{-4}$  М,  $\Delta A_0$  – изменение оптической плотности, соответствующее комплексу при полном отсутствии диссоциации, а  $\Delta A_1$  – изменение оптической плотности, соответствующее значению на фактической кривой.

GC является солью, а аминокислоты существуют в форме цвиттер-ионов. Поэтому при образовании комплексов между ними могут происходить ионные взаимодействия. В результате таких взаимодействий в ИК-спектре комплекса His с GC наблюдается смещение полосы поглощения валентных колебаний связей NH в  $\text{NH}_4^+$  GC на  $+28 \text{ см}^{-1}$ . Отмечены незначительные смещения нескольких комбинационных полос поглощения  $\text{NH}_3^+$  His и полос асимметричных валентных колебаний CO в  $\text{COO}^-$  His и GC. Ранее на основе ИК-спектроскопии было показано, что образование межмолекулярного комплекса His с гликозидом **1** также происходит при участии цвиттер-ионной формы аминокислоты [7]. Карбоксильные группы GC в комплексообразовании не участвуют. При взаимодействии с His поглощение C=O в их составе практически не изменяется.

В комплексе His и гликозида **2** образуются водородные связи и наблюдаются ион-дипольные взаимодействия между OH-группами гликозида и  $\text{NH}_3^+$  аминокислоты:  $-\text{NH}_3^+ \cdots \text{O}-\text{H}$  и  $\text{N}^+ \cdots \text{OH}$ . В результате этого в ИК-спектре комплекса происходит изменение частоты поглощения связей OH (валентные колебания) на  $-14 \text{ см}^{-1}$ . Также сдвигается полоса C–O в C–O–C и C–OH гликозида с  $1048$  до  $1056 \text{ см}^{-1}$  и комбинационные полосы  $\text{NH}_3^+$  His с  $2620$  до  $2626 \text{ см}^{-1}$  и с  $2016$  до  $2024 \text{ см}^{-1}$ . Проведенные недавно исследования комплексообразования аминокислот с кислородсодержащими лигандами, в том числе и углеводной природы, показали, что между ними образуются водородные связи и наблюдаются электростатические взаимодействия между группой  $\text{NH}_3^+$  и донорными атомами кислорода [15–17].

Имидазольное кольцо His обладает кислотно-основной двойственностью. За счет атома азота пиридинового типа His является акцептором  $\text{H}^+$ . Пиррольная группа NH обладает донорными свойствами. Поэтому ароматическое кольцо His может образовать две водородные связи:  $\text{N}:\cdots\text{HO}$  и  $\text{NH}\cdots\text{OH}$ . Однако существенных изменений поглощения NH связей в ИК-спектре комплекса, обычно наблюдающихся при участии NH в формировании водородных связей, не установлено. Поэтому в комплексообразовании с OH-группами моносахаридных

остатков гликозидов может участвовать пиридиновый атом азота: N:…НО–. В результате такого взаимодействия несколько смещаются полосы поглощения, вызванные колебаниями имидазольного кольца.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Впервые получен комплекс GC с His. Методом изомолярных серий установлено, что GC образует с His комплекс состава 1:1. Константа устойчивости комплекса  $K_{GC-His}=7,03 \cdot 10^4 \text{ M}^{-1}$ .
2. При взаимодействии GC с His происходят ионные взаимодействия.
3. В комплексе His и гликозида **2** образуются водородные связи и наблюдаются ион-дипольные взаимодействия между ОН-группами гликозида и  $\text{NH}_3^+$  аминокислоты:  $-\text{NH}_3^+ \cdots \text{O}-\text{H}$  и  $\text{N}^+ \cdots \text{OH}$ .
4. В комплексообразовании с гидроксильными группами моносахаридных остатков GC и гликозида **2** может участвовать пиридиновый атом азота His: N:…НО–.

### Список литературы

1. Машковский М. Д. Лекарственные средства: в 2 т. / М. Д. Машковский. – [13-е изд.]. – Харьков: Торсинг, 1997. – Т. 2. – 592 с.
2. Effect of carnosine and its components on free-radical reactions / G. I. Klebanov, Yu. O. Teselkin, I. V. Babenkova [et al.] // Membr. Cell. Biol. – 1998. – Vol. 12, № 1. – P. 89–99.
3.  $^{252}\text{Cf}$  Plasma desorption mass spectrometric study of interactions of steroid glycosides with amino acids / V. V. Pilipenko, L. F. Sukhodub, S. A. Aksyonov [et al.] // Rapid Commun. Mass Spectrom. – 2000. – Vol. 14. – P. 819–823.
4. Complexation of triterpene and steroid glycosides with aromatic proteinogenous amino acids / L. Yakovishin, V. Grishkovets, A. Kovalenko [et al.] // From molecules to functional architecture. Supramolecular interactions; ed. V. I. Rybachenko. – Donetsk: East Publisher House, 2012. – 538 p. – Chapter 4. – P. 71–86.
5. Яковішин Л. О. Молекулярні комплекси тритерпенового глікозиду  $\alpha$ -хедерину з аліфатичними протеїногенними амінокислотами / Л. О. Яковішин, М. А. Рубінсон // Ukr. Bioorg. Acta. – 2009. – Т. 7, № 1. – С. 32–35.
6. Молекулярные комплексы тритерпеновых гликозидов с L-гистидином и их биологическая активность / Л. А. Яковишин, А. В. Лекарь, Е. В. Ветрова [и др.] // Biopolym. Cell. – 2011. – Т. 27, № 4. – С. 300–305.
7. Комплексообразование тритерпенового гликозида  $\alpha$ -хедерина с гидрофильными протеиногенными аминокислотами / Л. А. Яковишин, В. И. Гришконец, М. А. Рубинсон, Е. Н. Корж // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Сер. «Биология, химия». – 2009. – Т. 22 (61), № 1. – С. 208–213.
8. Tolstikova T.G. The complexes of drugs with carbohydrate-containing plant metabolites as pharmacologically promising agents / T.G. Tolstikova, M.V. Khvostov, A.O. Bryzgalov // Mini Rev. Med. Chem. – 2009. – Vol. 9, № 11. – P. 1317–1328.
9. Ризаева Н. М. Выбор состава и разработка технологии таблеток глигисцин: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. фарм. наук (спец. 15.00.01 – технология лекарств и организация фармацевтического дела). – Ташкент, 2009. – 20 с.
10. Махмуджанова К. С. Разработка состава и технологии таблеток глигисцин / К. С. Махмуджанова, Н. М. Ризаева // Матер. VII Нац. з'їзду фармацевтів України «Фармація України. Погляд у майбутнє». – 15–17 верес. 2010 р. – Харків (Україна). – 2010. – Т. 1. – С. 522.

11. Тритерпеновые гликозиды *Hedera taurica* I. Строение таурозида E из листьев *Hedera taurica* / А. С. Шашков, В. И. Гришковец, А. А. Лолойко [и др.] // Химия природ. соедин. – 1987. – № 3. – С. 363–366.
12. Тритерпеновые гликозиды *Hedera canariensis* I. Строение гликозидов L-A, L-B<sub>1</sub>, L-B<sub>2</sub>, L-C, L-D, L-E<sub>1</sub>, L-G<sub>1</sub>, L-G<sub>2</sub>, L-G<sub>3</sub>, L-G<sub>4</sub>, L-H<sub>1</sub>, L-H<sub>2</sub> и L-I<sub>1</sub> из листьев *Hedera canariensis* / В. И. Гришковец, Д. Ю. Сидоров, Л. А. Яковишин [и др.] // Химия природ. соедин. – 1996. – № 3. – С. 377–383.
13. Булатов М. И. Практическое руководство по фотометрическим методам анализа / М. И. Булатов, И. П. Калинин. – [5-е изд.]. – Л.: Химия, 1986. – 432 с.
14. Бабко А. К. Физико-химический анализ комплексных соединений в растворах / А. К. Бабко. – К.: Изд-во АН УССР, 1955. – 328 с.
15. Терехова И. В. Объемные изменения, происходящие при комплексообразовании 18-краун-6 с аминокислотами в водном растворе / И. В. Терехова, О. В. Куликов, А. В. Агафонов // Журн. общ. хим. – 2003. – Т. 73, вып. 2. – С. 336–338.
16. Kulikov O. V. Interactions of  $\beta$ -cyclodextrin with nonpolar and aromatic amino acids in water / O. V. Kulikov, P. V. Lapshev // Mendeleev Commun. – 1996. – Vol. 6, № 6. – P. 255–256.
17. Sebestyén Z. pH-dependent complex formation of amino acids with  $\beta$ -cyclodextrin and quaternary ammonium  $\beta$ -cyclodextrin / Z. Sebestyén, Á. Buvári-Barcza, J. J. Rohonczy // Incl. Phenom. Macrocycl. Chem. – 2012. – Vol. 73, № 1. – P. 199–210.

## SUPRAMOLECULAR COMPLEXES OF IVY AND LICORICE TRITERPENE GLYCOSIDES WITH L-HISTIDINE

*Yakovishin L. A.<sup>1</sup>, Grishkovets V. I.<sup>2</sup>, Korzh E. N.<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>*Sevastopol State University, Sevastopol, Crimea, Russian Federation*

<sup>2</sup>*V. I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Crimea, Russian Federation*

*E-mail: chemsevtu@rambler.ru*

A new molecular complex of monoammonium salt of glycyrrhizic acid (glycyram) with amino acid *L*-histidine was prepared. The complexation of glycyram with histidine in aqueous solution at pH 7.2 was investigated by spectrophotometric method.

The complex of monoammonium salt of glycyrrhizic acid (glycyram) with *L*-histidine determined by isomolar series (Ostromyslensky-Zhoba method). Based on isomolar curve is set for the molar ratio of the complex component equal 1,0, indicating that the complex of 1: 1 molar ratio. The absorption spectrum of isomolar series of monoammonium salt of glycyrrhizic acid (glycyram) with *L*-histidine has isobestic points at 221 and 291 nm. The stability constant *K* was calculated by the method of Babko based on isomolar curve.

It was shown that histidine and glycyram forms a 1:1 complex, having a stability constant  $K_{GC-His} = 7.03 \cdot 10^4 \text{ M}^{-1}$ . Molecular complexes of histidine with hederasaponin C (mainly triterpene glycoside from ivy) and glycyram were studied by IR spectroscopy for the first time.

**Keywords:** ivy, licorice, triterpene glycosides, glycyrrhizic acid, glycyram, hederasaponin C, *L*-histidine, supramolecular complex, spectrophotometry, IR spectroscopy, stability constant.

## References

1. Mashkovskii M. D., *Drugs*, 2 vols., 13 ed., 2, 592 p. (Torsing, Kharkov, 1997). (in Russ.).
2. Klebanov G. I., Teselkin Yu. O., Babenkova I. V., Lyubitsky O. B., Rebrova O. Yu., Boldyrev A. A., Vladimirov Yu. A., Effect of carnosine and its components on free-radical reactions, *Membr. Cell. Biol.*, **12** (1), 89 (1998).
3. Pilipenko V. V., Sukhodub L. F., Aksyonov S. A., Kalinkevich A. N., Kintia P. K.  $^{252}\text{Cf}$  Plasma desorption mass spectrometric study of interactions of steroid glycosides with amino acids, *Rapid Commun. Mass Spectrom.*, **14**, 819 (2000).
4. Yakovishin L., Grishkovets V., Kovalenko A., Schroeder G., Rybachenko V., Complexation of triterpene and steroid glycosides with aromatic proteinogenous amino acids, in *From molecules to functional architecture. Supramolecular interactions*, edited by Rybachenko V.I., 538 p. (East Publisher House, Donetsk, 2012).
5. Yakovishin L. A., Rubinson M. A., Molecular complexes of the triterpene glycoside  $\alpha$ -hederine with aliphatic proteinogenous amino acids, *Ukr. Bioorg. Acta*, **7** (1), 32 (2009). (in Ukr.).
6. Yakovishin L. A., Lekar A. V., Vetrova E. V., Borisenko N. I., Grishkovets V. I., Molecular complexes of the triterpene glycosides with *L*-histidine and their biological activity, *Biopolym. Cell*, **27** (4), 300 (2011). (in Russ.).
7. Yakovishin L. A., Grishkovets V. I., Rubinson M. A., Korzh E. N., The complex's formation of triterpene glycoside  $\alpha$ -hederin with hydrophilic proteinogenous amino acids, *Sci. Notes Taurida V.I. Vernadsky Nat. Univ., ser. «Biol. Chem.»*, **22** (1), 208 (2009). (in Russ.).
8. Tolstikova T. G., Khvostov M. V., Bryzgalov A. O., The complexes of drugs with carbohydrate-containing plant metabolites as pharmacologically promising agents, *Mini Rev. Med. Chem.*, **9** (11), 1317 (2009).
9. Rizaeva N. M., Choice of composition and development of technology for glyhiszine tablets, *Thesis of on the scientific degree competition of the candidate of pharmaceutical sciences* (speciality 15.00.01 – drug manufacturing technology and pharmacy organizing), 20 p. (Tashkent, 2009). (in Russ.).
10. Mahmudzhanova K. S., Rizaeva N. M., Development of composition and of technology for glyhiszine tablets, Proceedings of the VII Nat. Pharmacists Congress of Ukraine "Pharmacy of Ukraine. Looking to the future", **1**, 522 (Kharkov, 2010). (in Russ.).
11. Shashkov A. S., Grishkovets V. I., Loloyko A. A., Chirva V. Ya., Triterpene glycosides of *Hedera taurica* I. Structure of tauroside E from the leaves of *Hedera taurica*, *Khim. Prirod. Soedin.*, **3**, 363 (1987). (in Russ.).
12. Grishkovets V. I., Sidorov D. Yu., Yakovishin L. A., Arnautov N. N., Shashkov A. S., Chirva V. Ya., Triterpene glycosides of *Hedera canariensis* I. Structures of glycosides L-A, L-B<sub>1</sub>, L-B<sub>2</sub>, L-C, L-D, L-E<sub>1</sub>, L-G<sub>1</sub>, L-G<sub>2</sub>, L-G<sub>3</sub>, L-G<sub>4</sub>, L-H<sub>1</sub>, L-H<sub>2</sub>, and L-I<sub>1</sub> from the leaves of *Hedera canariensis*, *Khim. Prirod. Soedin.*, **3**, 377 (1996). (in Russ.).
13. Bulatov M. I., Kalinkin I. P., *Practical guide of photometric methods of analysis*, 5 ed., 432 p. (Khimiya, Leningrad, 1986). (in Russ.).
14. Babko A. K., *Physico-chemical analysis of complex compounds in the solutions*, 328 p. (Izd-vo AN USSR, Kiev, 1955). (in Russ.).
15. Terehova I. V., Kulikov O. V., Agafonov A. V., The volume changes occurring at the complexation 18-crown-6 with amino acids in aqueous solutions, *Zhurn. Obsh. Khim.*, **73** (2), 336 (2003). (in Russ.).
16. Kulikov O. V., Lapshev P. V., Interactions of  $\beta$ -cyclodextrin with nonpolar and aromatic amino acids in water, *Mendeleev Commun.*, **6** (6), 255 (1996).
17. Sebestyén Z., Buvári-Barcza Á., Rohonczy J. J., pH-dependent complex formation of amino acids with  $\beta$ -cyclodextrin and quaternary ammonium  $\beta$ -cyclodextrin, *Incl. Phenom. Macrocycl. Chem.*, **73** (1), 199 (2012).

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

- Бирюкова  
Елена Александровна** Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», кандидат биологических наук, доцент кафедры физиологии человека и животных и биофизики
- Боговаров  
Егор Сергеевич** Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», магистр факультета физической культуры и спорта, e-mail: syshko@list.ru
- Богодист-Тимофеева  
Елена Юрьевна** Академия биоресурсов и природопользования (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», кандидат технических наук, доцент кафедры технологии и оборудования производства жиров и эфирных масел факультета механизации производства и технологии переработки сельхозпродукции, e-mail: kafedra.essential.oil@gmail.com
- Брановицкая  
Татьяна Юрьевна** Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», к. с-х. н., доцент кафедры органической и биологической химии факультета биологии и химии; e-mail: tat.br@mail.ru
- Вахрушева  
Людмила Павловна** Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», кандидат биологических наук, доцент кафедры ботаники и физиологии растений и биотехнологии
- Галкин  
Дмитрий  
Владимирович** Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», обучающийся факультета психологии, e-mail: dmitryv\_galkin@mail.ru
- Гришковец  
Владимир Иванович** Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», доктор химических наук, профессор кафедры общей и физической химии, e-mail: vladgri@ukr.net
- Деулин  
Борис Иванович** БОУ ОО СПО «Орловский технологический техникум», преподаватель, e-mail: boris1967or@qip.ru
- Джелдубаева  
Эльвиза Рашидовна** Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», кандидат биологических наук, доцент кафедры физиологии человека и животных и биофизики

- Жукова  
Нина Витальевна** Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», аспирант кафедры теории и методики физической культуры, e-mail: syshko@list.ru
- Заячникова  
Татьяна Валентиновна** Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», кандидат биологических наук, доцент кафедры физиологии человека и животных и биофизики
- Кайда  
Анна Ивановна** Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», аспирантка кафедры физиологии человека и животных и биофизики, e-mail: kaydaanna@gmail.com
- Калиновская  
Татьяна Витальевна** Академия биоресурсов и природопользования (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры технологии и оборудования производства жиров и эфирных масел факультета механизации производства и технологии переработки сельхозпродукции, e-mail: kafedra.essential.oil@gmail.com
- Каневская  
Алина Александровна** Академия биоресурсов и природопользования (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», обучающийся 4 курса кафедры технологии и оборудования производства жиров и эфирных масел факультета механизации производства и технологии переработки сельхозпродукции, e-mail: kafedra.essential.oil@gmail.com
- Коренькова  
Олеся Олеговна** Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», ассистент кафедры лесного и садово-паркового хозяйства, e-mail: o.o.korenkova@mail.ru
- Корж  
Елена Николаевна** ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», доцент кафедры химии, кандидат химических наук, доцент, e-mail: korzhen-sev@mail.ru
- Кравчук  
Елена Александровна** Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», Ботанический сад имени Н. В. Багрова, младший научный сотрудник
- Крайнюк  
Екатерина Степановна** ФГБУН «Никитский ботанический сад – Национальный научный центр», ведущий научный сотрудник лаборатории природных экосистем, кандидат биологических наук

<b>Малыгина Вера Ильинична</b>	Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», кандидат биологических наук, доцент кафедры теории и методики адаптивной физической культуры, физической реабилитации и оздоровительных технологий, e-mail:aloenika@ Rambler.ru
<b>Малыгин Виталий Дмитриевич</b>	ФГБНУ «Агрофизический научно-исследовательский институт», аспирант
<b>Менасетов Эдем Серверович</b>	Академия биоресурсов и природопользования (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», магистрант кафедры технологии и оборудования производства жиров и эфирных масел факультета механизации производства и технологии переработки сельхозпродукции
<b>Миронюк Ирина Сергеевна</b>	Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», аспирант кафедры физиологии человека и животных и биофизики
<b>Новикова Татьяна Михайловна</b>	Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», факультет биологии и химии, кафедра биохимии, обучающаяся 3 курса
<b>Ножко Елена Семеновна</b>	Академия биоресурсов и природопользования (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», кандидат технических наук, доцент кафедры технологии и оборудования производства жиров и эфирных масел факультета механизации производства и технологии переработки сельхозпродукции
<b>Павленко Владимир Борисович</b>	Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой общей психологии
<b>Подлесный Александр Александрович</b>	Академия биоресурсов и природопользования (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», заведующий лабораторией кафедры технологии и оборудования производства жиров и эфирных масел факультета механизации производства и технологии переработки сельхозпродукции

- Присянникова  
Ирина Борисовна** Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», кандидат биологических наук, доцент кафедры ботаники и физиологии растений и биотехнологии
- Раваева  
Марина Юрьевна** Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», кандидат биологических наук, доцент кафедры физиологии человека и животных и биофизики
- Сышко  
Дмитрий  
Владимирович** Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», доктор наук по физическому воспитанию и спорту, профессор, заведующий кафедрой теории и методики физической культуры, e-mail: syshko@list.ru
- Файер  
Марина Геннадиевна** Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», магистр кафедры теории и методики адаптивной физической культуры, физической реабилитации и оздоровительных технологий
- Чуян  
Елена Николаевна** Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», доктор биологических наук, профессор, заведующая кафедрой физиологии человека и животных и биофизики
- Эйсмонт  
Евгения Владимировна** Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», кандидат биологических наук, доцент кафедры физиологии человека и животных и биофизики, e-mail: evgenija.eismont@mail.ru
- Яковишин  
Леонид Александрович** ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», заведующий кафедрой химии, кандидат химических наук, доцент, e-mail: chemsevntu@rambler.ru

## СОДЕРЖАНИЕ

### БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

*Вахрушева Л. П., Крайнюк Е. С.*

К 90-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ ИЗВЕСТНОГО РУССКОГО  
БОТАНИКА-БИОМОРФОЛОГА В. Н. ГОЛУБЕВА ..... 7

*Галкин Д. В., Эйсмонт Е. В., Кайда А. И., Павленко В. Б.*

РЕАКТИВНОСТЬ СЕНСОМОТОРНОГО БЕТА-РИТМА ЭЭГ У ДЕТЕЙ  
ЧЕТЫРЕХ-ЧЕТЫРНАДЦАТИ ЛЕТ ..... 8

*Джелдубаева Э. Р., Чуюн Е. Н.*

РОЛЬ КАТЕХОЛАМИНЕРГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ В МЕХАНИЗМАХ  
АНТИНОЦИЦЕПТИВНОГО ДЕЙСТВИЯ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО  
ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ МИЛЛИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА .....21

*Жукова Н. В., Сышко Д. В., Боговаров Е. С.*

ВЕСТИБУЛОСОМАТИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ У ДЕТЕЙ С НАРУШЕНИЕМ СЛУХА...30

*Коренькова О. О.*

РОЛЬ ФИТОНЦИДНО АКТИВНЫХ ДРЕВЕСНО-КУСТАРНИКОВЫХ ПОРОД В  
САДОВО-ПАРКОВЫХ КОМПОЗИЦИЯХ НА ПРИМЕРЕ  
ПКИО ИМ. Ю. А. ГАГАРИНА (Г. СИМФЕРОПОЛЬ).....37

*Малыгина В. И., Файер М. Г., Малыгин В. Д.*

ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ КАНИСТЕРАПИИ В КОМПЛЕКСНОЙ  
РЕАБИЛИТАЦИИ ДЕТЕЙ С РАССТРОЙСТВОМ АУТИСТИЧЕСКОГО СПЕКТРА ..44

*Просяникова И. Б., Ноеикова Т. М., Кравчук Е. А.*

ФИТОТРОФНАЯ ПАРАЗИТИЧЕСКАЯ МИКОБИОТА ГОРЫ АЮ-КАЯ  
(БАЛАКЛАВА, РЕСПУБЛИКА КРЫМ).....53

*Чуюн Е. Н., Заячникова Т. В., Разаева М. Ю., Миронюк И. С., Бирюкова Е. А.*

МОДИФИЦИРУЮЩЕЕ ДЕЙСТВИЕ ГИПОКИНЕТИЧЕСКОГО СТРЕССА НА  
ИЗМЕНЕНИЕ БОЛЕВОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ КРЫС (часть 2).....66

### ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

*Богодист-Тимофеева Е. Ю., Ножко Е. С., Брановицкая Т. Ю., Каневская А. А.*

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ И ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК  
МАСЛЯНЫХ ЭКСТРАКТОВ ПРЯНО-АРОМАТИЧЕСКИХ РАСТЕНИЙ .....75

*Деулин Б. И.*

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ДВУХЛУЧЕВОЙ СПЕКТРОФОТОМЕТР С  
ИСТОЧНИКОМ СВЕТА В ВИДЕ МОДЕРНИЗИРОВАННОГО ТВЕРДОТЕЛЬНОГО  
ЛАЗЕРА НА КРАСИТЕЛЯХ ЛКИ-301 .....82

*Калиновская Т. В., Брановицкая Т. Ю., Подлесный А. А., Менасетов Э. С.*

ГИДРОЛАТЫ ЭФИРОМАСЛИЧНЫХ РАСТЕНИЙ – ПЕРСПЕКТИВНОЕ СЫРЬЕ  
ДЛЯ КОНДИТЕРСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ .....92

**Яковешин Л. А., Гришковец В. И., Корж Е. Н.**

СУПРАМОЛЕКУЛЯРНЫЕ КОМПЛЕКСЫ ТРИТЕРПЕНОВЫХ ГЛИКОЗИДОВ ПЛЮЩА И СОЛОДКИ С L-ГИСТИДИНОМ .....	99
<b>СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ</b> .....	107
<b>СОДЕРЖАНИЕ</b> .....	111