

Журнал основан в 1918 г.

**УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ**  
**ТАВРИЧЕСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО**  
**УНИВЕРСИТЕТА им. В. И. ВЕРНАДСКОГО**

Научный журнал

**Том 19 (58). № 4**

*Биология, химия.*

Симферополь, Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, 2006

**ISBN 1606-3715**

Журнал зарегистрирован 23 ноября 1999 года  
Серия КМ № 534

**Редакционная коллегия журнала:**

Багров Н. В. – главный редактор  
Бержанский В. Н. – заместитель главного редактора  
Ена В. Г. – ответственный секретарь

**Редакционная коллегия серии «Биология, химия»**

**Биологические науки**

Темурьянц Н.А., доктор биологических наук, профессор – *(редактор серии)*  
Чуян Е.Н., доктор биологических наук, профессор *(выпускающий редактор)*  
Кореньюк И. И., доктор биологических наук, профессор  
Бугара А.М., доктор биологических наук, профессор  
Павленко В.Б., доктор биологических наук, профессор  
Юрахно М. В., доктор биологических наук, профессор  
Коношенко С. В., доктор биологических наук, профессор

**Химические науки**

Шульгин В. Ф., доктор химических наук, профессор – *(редактор серии)*  
Гришковец В.И., доктор химических наук, профессор  
Земляков А. Е., доктор химических наук, профессор  
Федоренко А. М., доктор химических наук, профессор  
Чирва В. Я., доктор химических наук, профессор

© **Таврический национальный университет, 2006 г.**

Подписано в печать 26.12.2006. Формат 60x84 1/8 усл. изд. л. 10,6. Тираж 500. Заказ № 17/а.  
Отпечатано в информационно-издательском отделе ТНУ.  
Проспект Вернадского, 4, г. Симферополь, 95007

**„Учюньє запіскі Таврічєского національного університєта ім. В. І. Вернадського”**

Науковий журнал. Серія «Біологія, хімія». Том 19 (58), №4.  
Сімферополь, Таврійський національний університет ім. В.І.Вернадського, 2006  
Журнал заснований у 1918 р.

Адреса редакції: Проспект Вернадського, 4, м. Сімферополь, 95007  
Надруковано у інформаційно-видавничьому відділі Таврійського національного університету ім. В.І.Вернадського.  
Проспект Вернадського, 4, м. Сімферополь, 95007

# БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

---

Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского

Серия «Биология, химия». Том 19 (58). 2006. № 4. С. 3-11.

УДК 612.662-055.2

## ИНДИВИДУАЛЬНО-ТИПОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СТАНОВЛЕНИЯ И ХАРАКТЕРА МЕНСТРУАЛЬНОГО ЦИКЛА У ДЕВУШЕК С РАЗНЫМ СОМАТОТИПОМ

*Аносев И.П., Станишевская Т.И.*

В настоящее время проблема адаптации человека к меняющимся условиям среды является весьма актуальной. Конституциональный подход играет существенную роль в исследовании процессов адаптации. Известно, что конституция человека обусловлена, с одной стороны, его генетической нормой реакции на влияние окружающей среды, и с другой – модификации этой реакции, вызванной внешними воздействиями [1]. Поэтому в качестве конституциональной диагностики используется соматический тип или соматотип, каждый из которых имеет свои специфические структурно-функциональные особенности.

В Украине на сегодняшний день наблюдается ухудшение социально-экологической ситуации, которая сопровождается отрицательной динамикой демографических показателей прироста населения, низкий уровень соматического и репродуктивного здоровья коррелирует с низким уровнем функциональных резервов организма. Обеспечение репродуктивного здоровья населения при действии факторов изменённой внешней среды в силу стабильности этой важнейшей биологической функции имеет огромное значение для сохранения и поддержания численности этносов, проживающих в этих регионах. Одним из показателей состояния репродуктивного здоровья является становление характера менструального цикла.

Целью нашего исследования являлось комплексное анатомо-физиологическое изучение конституциональных типов девушек 16-17 лет юго-востока Украины, выявление индивидуально-типологических особенностей становления и характера менструального цикла у девушек с разными соматотипами.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Обследуемый контингент составили 340 девушек-студенток Мелитопольского государственного педагогического университета в возрасте 16-17 лет. В этническом

аспекте большинство обследуемых составляли украинки, постоянно проживающие на юго-востоке Украины.

Классификация конституциональных типов среди обследуемого контингента осуществлялась по В.П. Чтецову и соавт., в модификации В.Г. Николаева и соавт. [2, 3]. Данной методикой, адаптированной для диагностики соматотипов женщин от 17 до 60 лет, в отличие от схемы для мужчин, учитывается длина тела, степень развития костного и жирового компонентов. Оценка мышечной массы тела считается малодискриминативной. В соответствии с этой методикой у женщин выделяют 7 соматических типов (астенический, стенопластический, пикнический, мезопластический, эурипластический, субатлетический, атлетический), которые в соответствии с рекомендациями В.Г. Николаева с соавт. объединены в четыре конституциональных типа:

Лептосомный конституциональный тип; женщины, относящиеся к этому типу, характеризуются ростом ниже 165 см, низким развитием жировой и костной ткани.

Мезосомный конституциональный тип; женщины, относящиеся к этому типу, характеризуются ростом ниже 165 см, высокой балльной оценкой жировой ткани и низкой – костной ткани.

Мегалосомный конституциональный соматотип; женщины, относящиеся к этому типу, характеризуются высоким ростом (выше 165 см), средней и ниже средней степенью развития жира, высоким развитием костного компонента.

«Неопределённый» конституциональный тип; женщины, относящиеся к этому типу, характеризуются высоким ростом, большой массой тела и высокой балльной оценкой жировой ткани.

Определение веса тела проводилось на медицинских весах с точностью до 50 г. Длина тела определялась с помощью антропометра с точностью до 0,1 см. Для определения обхватных размеров (обхват плеча, предплечья, запястья, бедра, голени, грудной клетки, ягодиц и обхват над лодыжками) использовалась сантиметровая лента. Диаметры плеч, таза, поперечный и переднезадний размеры грудной клетки измерялись при помощи большого толстотного циркуля; дистальные диаметры плеча, запястья, бедра, лодыжки – при помощи скользящего циркуля. Кожно-жировые складки определялись с использованием калиперциркуля. Измерению подлежали кожно-жировые складки плеча спереди, сзади, предплечья, спины, грудной клетки, живота, бёдер и голени.

На основании полученных антропометрических данных вычислялась площадь поверхности тела, абсолютные показатели основных компонентов тела: абсолютная масса жировой ткани, абсолютная масса мышечной ткани, абсолютная масса костной ткани.

Площадь поверхности тела вычислялась с использованием формулы У.Исаксона [4]:

$$S(\text{см}^2) = (100 + W + (H - 160)) : 100, \quad (1)$$

где  $S$  – площадь тела ( $\text{см}^2$ ),  $W$  – вес тела (кг),  $H$  – длина тела (см).

Абсолютные значения основных компонентов тела рассчитывалось по формуле Я. Матейко [4, 5].

Определение жирового компонента. Жировая ткань очень лабильна и быстрее других реагирует на болезни, изменения в питании, физические нагрузки. Жировая ткань в теле человека располагается в подкожной клетчатке и на внутренних органах; около половины жира приходится на долю подкожной клетчатки. Толщина кожно-жировых складок в местах скопления подкожного жира, по мнению ряда авторов является надёжной характеристикой общего количества жировой ткани организме [6]. По толщине кожно-жировых складок можно судить о степени развития и локализации жиросотложения, а также определить количество жирового компонента в общей массе тела.

Общее количество жировой ткани рассчитывалось по формуле:

$$D = d \cdot S \cdot k, \quad (2)$$

где  $D$  – общее количество жира (кг),  $d$  – средняя толщина подкожного жира вместе с кожей (мм),  $S$  – поверхность тела (см<sup>2</sup>),  $k$  – константа, равная 0,13.

При этом толщина подкожной жировой клетчатки вместе с собственно кожей вычислялась по формуле:

$$d = d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6 + d_7 + d_8, \quad (3)$$

где  $d_1 - d_8$  – толщина кожно-жировых складок соответственно на плече спереди, плече сзади, предплечье, спине, животе, бедре, голени и груди (мм).

Определение мышечного компонента. Одним из основных компонентов состава тела является мышечная масса, на выраженность которой оказывают факторы внешней среды (социальные условия, питание, двигательный режим). Хотя по данным ряда исследователей мышечная масса не играет определяющей роли в женской конституции, мы, тем не менее, провели изучение мышечного компонента тела девушек [7].

Для определения абсолютного количества мышечной ткани использовалась следующая формула:

$$M = L \cdot r^2 \cdot k \quad (4)$$

где  $M$  – абсолютная масса мышечной ткани, кг;  $L$  – длина тела, см;  $r^2$  – квадрат средней величины радиусов плеча, предплечья, бедра и голени без подкожного жира и кожи, см;  $k$  – константа, равная 6,5.

Определение костного компонента. Процентное содержание костной ткани определяли по формуле:

$$Q = L \cdot O^2 \cdot k, \quad (5)$$

где  $Q$  – абсолютная масса костной ткани (кг),  $L$  – длина тела (см),  $O^2$  – квадрат средней величины дистальных диаметров плеча, предплечья, бедра, голени,  $k$  – константа, равная 1,2.

Кроме того, в данном исследовании из росто-весовых показателей был использован индекс Кетле (ИК), который вычислялся следующим образом:

$$ИК = W/L^2, \quad (6)$$

где  $W$  – вес тела (кг),  $L$  – длина тела (см).

Определение времени наступления менархе и характер менструального цикла проводилось с помощью специально разработанной анкеты-опросника.

Индекс Кетле характеризует индивидуальные особенности строения тела, указывая, какая величина массы тела соответствует 1 см длины тела.

По схеме В.П. Чтецова каждый признак оценивался в баллах. Баллы признаков, характеризующих развитие ткани, суммируются, и вычисляется средний балл, служащий основой для оценки соматотипа по нормативной таблице автора. Все полученные при измерениях и вычислениях данные заносились в карту индивидуального антропометрического обследования.

Оценка достоверности различий между данными, полученными в исследуемых группах, проводилась с использованием t-критерия Стьюдента для выборок с неравным числом наблюдений. Статистическая обработка результатов исследования проводилась на IBM-PC посредством стандартного программного продукта Microsoft Excel. Обработка полученных данных производилась с использованием базового пакета программ для статистической обработки данных.

### **РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ**

Общее антропометрическое исследование всего изучаемого контингента девушек включало анализ основных групповых размерных показателей и характеристик компонентного состава тела [8].

Среди обследуемых девушек нами выявлено 4 конституциональных типа: мегалосомный; лептосомный; мезосомный и неопределённый.

Девушки мегалосомной конституции были отнесены нами к трем соматотипам: атлетическому, субатлетическому и эурипластическому. Среднегрупповые параметры девушек указанных соматотипов представлены в таблице 1. Девушки атлетического и субатлетического соматотипов отличаются высоким ростом, относительно слабым развитием костной ткани, (1-2 балла), средней степенью развития жира и мышц (2-3 балла). Субатлетический соматотип наиболее приближен к идеалам женской красоты. Для представительниц эурипластического соматотипа в составе мегалосомного конституционального типа характерно ширококостное строение, то есть максимальное развитие костного, а также мышечного и жирового компонентов. Этот тип в классической схеме конституций назван «типом тучной атлетички». Среди 340 обследованных девушек представительницы мегалосомной конституции составили 47,1%, субатлетического соматотипа - 26,5% от всех обследованных, атлетического соматотипа – 13,2%, эурипластического соматотипа – 7,4%.

Девушки лептосомной конституции были отнесены нами к двум соматотипам: стенопластическому и астеническому (табл. 2).

Для девушек стенопластического соматотипа характерен узкосложенный тип фигуры со средней (или близкой к ней) степенью развития костного компонента, а также жира и мышц (2-3 балла). Девушки астенического соматотипа отличаются относительной высокорослостью в сравнении с представительницами своего конституционального типа, но более низкими (ниже среднего) показателями массы тела, а также сниженным содержанием жировой и костной ткани (1-2 балла).

**ИНДИВИДУАЛЬНО-ТИПОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СТАНОВЛЕНИЯ**

**Таблица 1.**  
**Антропометрические показатели и показатели компонентного состава тела девушек**  
**16-18 лет мегалосомного конституционального типа**

Измеряемый показатель	M±m (n=160)	Соматотипы		
		(1) субатлетический M±m (n=90)	(2) атлетический M±m (n=45)	(3) эурипластический M±m (n=25)
Рост, см	167,9±0,3	167,2±0,3*	169,0±0,7	168,3±0,8
Масса, кг	64,8±0,4	62,6±0,2*	64,9±0,6*	72,6±0,6*
Относительная масса жировой ткани, %	26,4±0,3	24,9±0,2	24,8±0,3	35,5±0,3
Абсолютная масса мышечной ткани, кг	24,7±0,2	22,6±0,2	26,7±0,3*	28,9±0,2*
Относительная масса мышечной ткани, %	38,1±0,2	36,1±0,1	41,1±0,4	39,8±0,3
Абсолютная масса костной ткани, кг	9,0±0,1	8,3±0,1*	10,8±0,2*	11,3±0,2
Относительная масса костной ткани, %	14,0±0,2	13,2±0,2	16,6±0,2	15,4±0,2
Индекс Кетле, кг/м <sup>2</sup>	23,0±0,2	21,0±0,2*	22,7±0,3*	25,7±0,3*
Поверхность тела, м <sup>2</sup>	1,7±0,02	1,7±0,02	1,7±0,03*	1,8±0,02*

Примечание: \* – достоверность  $p_{1,3} < 0,05$  между 1-2-3 соматотипами соответственно.

**Таблица 2.**

**Антропометрические показатели и показатели компонентного состава тела**  
**девушек 16-18 лет, отнесенных к лептосомному конституциональному типу**

Измеряемый показатель	M±m (n=88)	Соматотипы	
		(1) стенопластический M±m (n=36)	(2) астенический M±m (n=52)
Рост, см	160,1±0,4	156,4±0,5*	162,7±0,4
Масса, кг	49,5±0,2	48,6±0,4*	50,2±0,2
Абсолютная масса жировой ткани, кг	10,1±0,2	13,8±0,3*	7,6±0,1
Относительная масса жировой ткани, %	20,4±0,2	28,4±0,2	15,1±0,2
Абсолютная масса мышечной ткани, кг	19,9±0,2	22,1±0,3*	18,5±0,2
Относительная масса мышечной ткани, %	40,2±0,2	45,5±0,3	36,9±0,2
Абсолютная масса костной ткани, кг	8,7±0,2	9,3±0,3*	7,3±0,2
Относительная масса костной ткани, %	17,4±0,3	19,0±0,3	14,6±0,2
Индекс Кетле, кг/м <sup>2</sup>	19,3±0,3	19,8±0,3*	18,9±0,2
Поверхность тела, м <sup>2</sup>	1,5±0,02	1,5±0,02	1,5±0,02

Примечание: \* – достоверность  $p_{1,2} < 0,05$  между 1-2 соматотипами соответственно.

Среди 340 обследованных девушек представительницы лептосомной конституции составили 25,9 %, стенопластического соматотипа – 10,6 % от всех обследованных, астенического соматотипа – 15,3 %.

Девушки мезосомной конституции были отнесены нами к двум соматотипам: пикническому и мезопластическому (табл. 3).

Таблица 3.

**Антропометрические показатели и показатели компонентного состава тела девушек 16-18 лет, отнесенных к мезосомному конституциональному типу**

Измеряемый показатель	M± m (n=62)	Соматотипы	
		(1) пикнический M± m (n=17)	(2) мезопластический M±m (n=45)
Рост, см	156,4±0,6	154,0±0,8*	157,4±0,7
Масса, кг	58,3±0,5	55,0±0,6*	59,5±0,5
Абсолютная масса жировой ткани, кг	16,0±0,3	19,3±0,4*	15,7±0,2
Относительная масса жировой ткани, %	27,5±0,5	35,1±0,4	26,4±0,2
Абсолютная масса мышечной ткани, кг	26,0±0,2	26,4±0,3	25,8±0,3
Относительная масса мышечной ткани, %	44,6±0,5	36,2±0,4	43,3±0,3
Абсолютная масса костной ткани, кг	10,1±0,2	8,7±0,3*	10,6±0,2
Относительная масса костной ткани, %	17,4±0,3	15,8±0,3	17,6±0,3
Индекс Кетле, кг/м <sup>2</sup>	23,8±0,2	23,1±0,3*	24,0±0,3
Поверхность тела, м <sup>2</sup>	1,5±0,02	1,5±0,03	1,6±0,02

Примечание: \* – достоверность  $p_{1,2} < 0,05$  между 1-2 соматотипами соответственно.

Представительницы пикнического соматотипа в составе мезосомного конституционального типа телосложения по развитию костной ткани (1-2 балла) схожи с представительницами стенопластического соматотипа, но отличаются большим жиротложением (4-5 баллов). Девушки, отнесенные нами к мезопластическому соматотипу, по сравнению с показателями пикнического соматотипа отличаются в среднем более высоким ростом и мышечным компонентом (3 иногда 4 балла), а также меньшим развитием жировой ткани (3 балла).

Среди 340 обследованных девушек представительницы мезосомной конституции составили 18,2 %, пикнического соматотипа – 5,0 % от всех обследованных, мезопластического соматотипа – 13,2 %.

Девушки неопределённого конституционального типа характеризовались ростовыми показателями, как правило, выше 165 см, относительно слабым развитием костной ткани (1-2 балла), средней степенью развития мускулатуры и

## ИНДИВИДУАЛЬНО-ТИПОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СТАНОВЛЕНИЯ

максимальным развитием жировой ткани (4-5 баллов) (табл. 4). Представительницы неопределённого соматотипа составили 8,8% от всех обследованных.

Таблица 4.

### Антропометрические показатели и компонентный состав тела девушек 16-18 лет, отнесенных к неопределенному конституциональному типу

Изменяемый показатель	M± m (n=30)
Рост, см	171,7±0,5
Масса, кг	71,9±0,4
Абсолютная масса жировой ткани, кг	25,9±0,3
Относительная масса жировой ткани, %	36,0±0,3
Абсолютная масса мышечной ткани, кг	30,5±0,3
Относительная масса мышечной ткани, %	42,3±0,3
Абсолютная масса костной ткани, кг	14,3±0,2
Относительная масса костной ткани, %	19,8±0,2
Индекс Кетле, кг/м <sup>2</sup>	24,4±0,3
Поверхность тела, м <sup>2</sup>	1,8±0,05

Выявленное нами многообразие конституциональных типов, во многом обусловленных компонентным составом человеческого тела, детерминируемым генетически [9], по нашему мнению зависит также от доминирующих климато-географических и экологических факторов юго-востока Украины, а также этно- и социокультурных особенностей населения, что согласуется с данными литературы [10, 11].

Дифференцированный подход с учетом особенностей конкретного соматотипа позволил более точно охарактеризовать конституциональную специфику сроков созревания женского организма. Известно, что время наступления менархе детерминировано достижением определенной величины массы тела. Это достигается за счёт увеличения жировой ткани у девушек в пубертатный период и имеет важное значение в достижении синхронизации репродуктивной системы в будущем. Так, самые ранние сроки менархе оказались у девушек мегалосомного конституционального типа (эурипластический и атлетический соматотипы)-12,8±0,06 лет. За ними следуют субатлетический (мегалосомная конституция) и мезопластический (мезосомная конституция) соматотипы-13,0±0,11 лет, далее стенопластический (лептосомная конституция) и пикнический (мезосомная конституция)-13,2±0,06 лет, а наиболее поздними сроками выделяется астенический тип (лептосомный конституциональный тип)-13,4±0,09лет.

Наибольшая разница в сроках появления первой менструации отмечается между девушками астенического и эурипластического соматотипов и равняется 302-304 дням, т. е. 10 месяцам, астенического и атлетического соматотипов (291-296 дней, т. е. 9 мес.), пикнического и эурипластического соматотипов (223-225 дней, т.е. 5,5 мес.), наименьшая же – между девушками мезопластического и

субатлетического соматотипов (3-5 дней), стенопластического и пикнического (6-8 дней), атлетического и эурипластического (8-10 дней).

При сравнении возраста менархе у представительниц соматотипов в приведенных парах статистически значимых различий не выявлено. Сопряженность возраста менархе с соматотипом детерминирована генетической программой гормонального статуса и анаболической ролью половых гормонов в формировании особенностей телосложения [12]. Поэтому выявленное нами значительное попарное сходство по срокам менархе между указанными соматотипами, вероятно, отражает общность их генетической основы, которая проявляется в сходстве функционирования эндокринной системы, влияющей на формирование соматических особенностей индивидуума.

Регулярный цикл менструаций у обследуемых установился в течении 1-1,5 года после менархе. Продолжительность менструального цикла не имела достоверных различий между соматотипами и в среднем у девушек с регулярным менструальным циклом составила  $28,6 \pm 2,0$  дней. Необходимо отметить, что 60% девушек (от общего числа обследованных) не имеют регулярного менструального цикла. Ухудшение репродуктивного потенциала современных девушек обусловлено, вероятно, состоянием хронического психо-эмоционального напряжения, которое возникает вследствие влияния негативных, социально-экономических и экологических условий жизни [13].

### **ВЫВОДЫ**

1. Комплексное анатомо-физиологическое изучение конституциональных типов девушек 16-17 лет показало, что преобладающим среди них является мегалосомный соматотип (47%); лептосомный соматотип встречается в 26% случаев, мезосомный - в 18% и неопределенный - в 9% случаев.

2. В общей выборке обследованных отмечены поздние сроки появления первых менструаций и распространённость нарушения их ритма.

3. Самые ранние сроки менархе отмечены у девушек эурипластического и атлетического соматотипов мегалосомной конституции, наиболее поздние – у девушек астенического типа лептосомной конституции.

### **Список литературы**

1. Аршавский И.А. Физиологические механизмы и закономерности индивидуального развития. - М.: Наука, 1982. – 270 с.
2. Николаев В.Г., Егоров Е.Е. Региональные особенности физического развития девочек (12-14 лет) Якутского республиканского хореографического училища // Материалы X Междунар. симпозиума «Эколого-физиологические проблемы адаптации», 29-31 янв. 2001 г. – М.: Изд-во Российского университета дружбы народов, 2001. – С. 383 – 384.
3. Чтецов В.П. Соматические типы и состав тела у мужчин и женщин: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук: 03.00.13. – М.: МГУ, 1978.- 39 с.
4. Василенко Л.В. Особенности течения предменструального синдрома у женщин разных соматотипов // Автореф. дис. ... канд. мед. наук: 03.00.13, 14.00.01 / Российский ун-т дружбы народов. – М., 2002. – 22 с.

## ИНДИВИДУАЛЬНО-ТИПОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СТАНОВЛЕНИЯ

---

5. Козлов В.И., Гладышева А.А., Митин В.В. Методические указания к лабораторным занятиям по спортивной морфологии. – М.: Изд-во: Физкультура и спорт. – 1976. – 104 с.
6. Parnell R. Somatotyping by physical anthropology // Amer. J. Phys. Anthropol. – N.Y. – 1954. – V. 12, № 2. – P. 56 – 79.
7. Чтецов В.П., Лутовинова Н.Ю., Уткина М.И. Опыт объективной диагностики соматических типов на основе измерения признаков у женщин // Вопросы антропологии. – 1979. – Вып. 60. – С. 3 – 14.
8. Станишевская Т.И. Индивидуально-типологические особенности микроциркуляции крови у девушек-студенток с разным соматотипом. Дисс. на соиск. ... кандидата биол. наук: 03.00.13 / МГПУ. – Симферополь, 2006. – 174 с.
9. Маркова А.И., Мехович А.В. Образ жизни и здоровье студентов // Общественное здоровье и профилактика заболеваний. – 2004. – № 1. – С. 31-36.
10. Особенности физического воспитания дошкольников в условиях экологического неблагополучия / М.И. Сердцев, В.В. Борисов, Е.Л. Колычева, А.А. Фетисова // Материалы X Междунар. симпозиума «Эколого-физиологические проблемы адаптации», 29-31 янв. 2001 г. – М.: Изд-во Российского ун-та дружбы народов, 2001. – С. 476 – 477.
11. Экологические факторы и репродуктивное здоровье девушек / В.И. Циркин, В.С. Богатырёв, В.М. Сюткин, С.А. Дворянский. – Киров: Изд-во Кировского гос. мед. ин-та: Изд-во ВГПУ, 1999. – 186 с.
12. Титова Е.Н., Лизунова И.И., Савостьянова Е.Б. Гормоны как наиболее эффективный фактор, влияющий на дифференциацию конституци-ональных типов // III Конгресс этнографов и антропологов России: Тез. докл. – М., 1999. – С. 144–145.
13. Динаміка показників статевого розвитку дівчаток за останні 20 років / С.О. Левенець, В.О. Диннік, В.В. Перевозчиков та ін. // Педіатрія, акушерство та гінекологія / Україна, Інститут охорони здоров'я дітей та підлітків. - 2003. - №5. – С. 41 – 42.

*Поступила в редакцію 06.12.2006 г.*

**УДК 612.6 + 616.12**

## **СВЯЗЬ ИНДИВИДУАЛЬНО-ТИПОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ВНД С СЕНСОМОТОРНЫМИ И ВЕГЕТАТИВНЫМИ ФУНКЦИЯМИ ОРГАНИЗМА**

**Баев О.А.**

Изучение связи индивидуально-типологических свойств нервных процессов организма с успешностью в разнообразных сферах деятельности человека является особенной и одной из наиболее актуальных проблем психофизиологии. Результатами исследований людей разного возраста и рода занятий доказано, что индивидуально-типологические свойства высшей нервной деятельности (ВНД) существенно влияют на результативность труда и успешность обучения, связаны с функциями памяти, внимания и сенсомоторными реакциями [1 – 5]. Систематические занятия физической культурой и спортом способствуют усовершенствованию функционального состояния нервной системы, позитивным изменениям в характеристиках нейродинамических функций, более активному развитию свойств основных нервных процессов. Последние, как показали результаты исследований, находят свое проявление в характере вегетативного реагирования. Так, лицам с высоким уровнем развития функциональной подвижности нервных процессов свойственна более выраженная активация экономичности системы внешнего дыхания, при ортостатических нагрузках более быстрые, выраженные изменения гемодинамики и сердечного ритма [6 – 8].

Несмотря на постоянное возрастание интереса ученых к проблемам психофизиологии, наши знания о закономерностях развития нейродинамических и психических функций, формирования связей между ними при адаптации организма юношей и девушек к интенсивной мышечной работе остаются крайне недостаточными. Почти отсутствуют сведения, касающиеся проявления свойств основных нервных процессов в характере реагирования системы кровообращения при разных видах физических нагрузок, в том числе, при дозированных нагрузках возрастающей мощности. Учитывая, что нервной системе принадлежит ведущая роль в формировании приспособительных реакций функциональной системы, а основное внимание теории функциональных систем обращено на процессы системной организации возбуждения в центральной нервной системе [1, 9 – 11], то особенное практическое и теоретическое значение приобретают исследования, которые направлены на выяснение роли типологических свойств ВНД в развитии адаптационно-компенсаторных механизмов сердечно-сосудистой системы.

В связи с этим целью исследования явилось выявление связи индивидуально-типологических свойств ЦНД с сенсомоторными функциями организма.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследовали индивидуально-типологические особенности высшей нервной деятельности у 120 практически здоровых юношей в возрасте от 18 до 20 лет. Основную группу составили студенты Института физического воспитания и спорта, тренировки которых имеют циклическую направленность, контрольную – студенты других факультетов соответствующего возраста, не занимающиеся спортом. Свойства основных нервных процессов (функциональную подвижность и силу – ФПНП и СНП) изучали по методике Н.В. Макаренко [1, 12], используя аппарат ПНДИ-1 в режиме “навязанного ритма”. С помощью этой же методики определяли длительность латентных периодов зрительно-моторных реакций разной степени сложности: простой зрительно-моторной реакции (ПЗМР), реакций выбора одного из трех (РВ 1-3) и двух из трех (РВ 2-3) раздражителей. Анализ вариабельности сердечного ритма (ВСР) осуществляли с помощью вариационной пульсометрии Р.М. Баевского в состоянии физиологического покоя и после выполнения велоэргометрических нагрузок возрастающей мощности (50 Вт, 100 Вт, 150 Вт) [13 – 15].

Полученный экспериментальный материал обрабатывали статистически с использованием программ Microsoft Excel 97 и Statistica for Windows 5.0.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Экспериментальными исследованиями выявлено, что у юношей в возрасте 18-20 лет продолжается формирование нейродинамических функции. Как видно из таблицы 1, при сравнении величин ФПНП и СНП, полученных на разных этапах исследования юношей, выявлены достоверные возрастные изменения. ФПНП у юношей основной и контрольной групп возрастает с  $113,3 \pm 2,9$  раздражение в минуту (разд/мин) и  $101,3 \pm 3,0$  разд/мин в 18 лет до  $122,7 \pm 3,2$  разд/мин и  $10,3 \pm 2,82$  разд/мин в 20 лет.

Средние значения показателей СНП у юношей основной и контрольной групп в возрасте 18 и 19 лет были достоверно более высокие, чем у юношей в возрасте 20 лет. Количество ошибок в процентах к общему числу предъявленных раздражителей, сделанных юношами-спортсменами возрастом 20 лет ( $4,2 \pm 0,55\%$ ) оказалось меньшим, чем в возрасте 18 лет ( $8,3 \pm 0,57\%$  при  $p < 0,001$ ) и 19 лет ( $6,9 \pm 0,67\%$  при  $p < 0,01$ ). Юноши контрольной группы в возрасте 20 лет также допускали меньшее количество ошибок ( $8,7 \pm 0,81\%$ ), чем в возрасте 18 лет ( $13,5 \pm 0,89\%$ ) и 19 лет ( $11,5 \pm 0,92\%$ ) (табл.1). Поскольку меньший процент ошибок при выполнении задания соответствует более высокому уровню СНП, то снижение средних величин указывает на ее повышение с возрастом. Результаты исследований других авторов также доказано, что развитие нейродинамических функций организма продолжается до 20-25 лет [7, 16 – 18]. Сопоставление нейродинамических показателей между основной и контрольной группами выявило, что величины ФПНП и СНП у юношей-спортсменов более высокие, чем у их ровесников, которые не занимаются спортом (табл. 1). Такую закономерность, очевидно, можно объяснить влиянием афферентных импульсов, поступающих в нервную

систему при систематических спортивных тренировках, что предъявляет повышенные требования к процессам возбуждения и торможения. Таким образом, более высокие показатели ФРНП и СНП у юношей основной группы могут являться результатом повышения выносливости основных нервных процессов к нагрузкам [7, 19, 20].

**Таблица 1.**  
**Свойства основных нервных процессов и сенсомоторные реакции исследуемых юношей ( $\bar{x} \pm S \bar{x}$ )**

Показатель	Этапы исследования					
	I (18 лет)		II (19 лет)		III (20 лет)	
	Группа (n = 30)					
	основная	Контроль	Основная	контроль	основная	контроль
ФПНП, разд/мин	113,3±2,9#	101,3±3,0**#	117,7±3,0	106,0±3,1**	122,7±3,2	110,3±2,8**
СНП, %	8,3±0,6###	13,5±0,9***###	6,9±0,7##	11,5±0,9***#	4,2±0,6	8,7±0,8***
ПЗМР, мс	240,2±5,7#	237,9±4,9	230,5±5,1	227,1±4,8	223,8±4,9	236,0±4,5
РВ 1-3, мс	345,5±3,3	351,9±4,1	343,4±3,3	346,4±4,3	338±3,5	341,3±4,3
РВ 2-3, мс	424,6±5,1###	443,9±5,3*###	402,0±4,8##	424,8±5,2**	382,3±4,7	410,6±4,9** *

Примечание. Достоверность разницы: между показателями исследуемых групп - \* (p<0,05), \*\* (p<0,01), \*\*\* (p<0,001); между показателями юношей в возрасте 18, 19 лет и юношей в возрасте 20 лет - # (p<0,05), ## (p<0,01), ### (p<0,001).

Сокращения расшифрованы в тексте.

Характер сенсомоторной реактивности исследуемых нами юношей основной и контрольной групп имеет следующие особенности. Достоверных отличий между временными характеристиками латентных периодов ПЗМР и РВ1-3 у юношей основной и контрольной групп не выявлено. Только длительность латентного периода РВ2-3 в наших исследованиях оказалась менее продолжительной у юношей-спортсменов (табл. 1). При сравнении длительности латентных периодов РВ2-3 в возрастном аспекте получены достоверные отличия. Так, длительность латентного периода РВ2-3 у исследуемых юношей-спортсменов в возрасте 20 лет оказалась достоверно более короткой при сравнении с периодом 18 и 19 лет (p<0,01-0,001). Наблюдалось также сокращение времени РВ2-3 у 19-летних юношей основной группы при сравнении с 18-летними. Возрастные изменения затрагивают и временные характеристики РВ2-3 в контроле. Длительность РВ2-3 сокращается у юношей контрольной группы в возрасте 20 и 19 лет при сравнении с периодом 18 лет (p<0,01-0,001). Следует отметить, что в длительности латентного периода РВ1-3 нами не выявлены достоверные возрастные изменения. Не наблюдались возрастные изменения временных характеристик ПЗМР в контрольной группе. Только у юношей основной группы длительность ПЗМР достоверно (p<0,05) сокращалась с 240,2±5,69 мс в 18 лет до 223,8±4,9 мс в 20 лет (табл. 1). Принимая во внимание полученные результаты исследований можем утверждать, что у юношей в возрасте 18-20 лет продолжается формирование сложных сенсомоторных реакций, а длительные тренировочные нагрузки способствуют более совершенному их

развитию. Полученные нами результаты исследований подтверждают существующие в литературных источниках сведения об улучшении с возрастом временных характеристик разных по сложности двигательных реакций с достижением наилучших результатов в 17-20 лет [19 – 21].

Проведенное исследование ВСР позволило выяснить некоторые особенности характера регуляции работы сердца при длительных физических нагрузках. В течении исследуемого периода у юношей основной группы, при сравнении с контролем, наблюдалось достоверное ( $p < 0,01-0,001$ ) увеличение моды ( $M_o$ ) – диапазона наиболее часто встречающихся кардиоинтервалов. Как видно из таблицы 2, величина  $M_o$  у юношей основной группы возрастает с  $0,88 \pm 0,02$  с в 18 лет до  $0,99 \pm 0,03$  с в 20 лет ( $p < 0,05$ ). На наш взгляд, выявленная динамика  $M_o$  свидетельствует о позитивных изменениях в характере вегетативной регуляции деятельности синусового узла при адаптации сердца юношей к тренировочным нагрузкам. Вариационный размах (ВР) считается показателем, который в значительной степени связан с состоянием парасимпатического отдела вегетативной нервной системы [13, 14]. В связи с этим, более высокие средние значения ВР у юношей основной группы ( $p < 0,05$ ) могут указывать на повышение уровня вагусной регуляции. Индекс напряжения регуляторных систем характеризует состояние центрального контура регуляции. Достоверное снижение ( $p < 0,05-0,01$ ) его величин в основной группе при сравнении с контролем является признаком снижения степени централизации в управлении сердечным ритмом.

**Таблица 2.**

**Параметры ВСР юношей основной и контрольной групп ( $\bar{x} \pm S \bar{x}$ )**

Показатели	Этапы исследований					
	I (18 лет)		II (19 лет)		III (20 лет)	
	Группа (n = 30)					
	основная	контроль	основная	контроль	основная	контроль
$M_o$ , с	$0,88 \pm 0,02$	$0,79 \pm 0,02^{**}$	$0,97 \pm 0,03$	$0,83 \pm 0,02^{**}$	$0,99 \pm 0,03\#$	$0,83 \pm 0,02^{***}$
$A_{mo}$ , %	$33,30 \pm 2,18$	$38,80 \pm 2,03$	$32,90 \pm 1,71$	$36,60 \pm 1,66$	$32,10 \pm 1,39$	$39,00 \pm 1,43^{**}$
ВР, с	$0,42 \pm 0,03$	$0,30 \pm 0,02^{**}$	$0,43 \pm 0,03$	$0,33 \pm 0,01^{**}$	$0,44 \pm 0,03$	$0,32 \pm 0,02^{**}$
ИН, у.е	$66,00 \pm 12,50$	$108,30 \pm 15,70^*$	$50,30 \pm 6,15$	$74,50 \pm 6,60^{**}$	$49,80 \pm 7,40$	$91,80 \pm 13,00^{**}$
ПАПР, у.е	$39,20 \pm 3,30$	$50,50 \pm 3,31^*$	$35,70 \pm 2,48$	$45,70 \pm 2,82^{**}$	$34,30 \pm 2,42$	$49,10 \pm 2,83^{***}$
ВР, у.е	$108,50 \pm 18,90$	$161,80 \pm 20,60$	$92,30 \pm 9,70$	$118,40 \pm 8,90$	$90,60 \pm 11,70$	$143,00 \pm 17,70^*$
ВПП, у.е	$3,49 \pm 0,41$	$5,12 \pm 0,50^*$	$2,86 \pm 0,23$	$3,92 \pm 0,22^{**}$	$2,83 \pm 0,30$	$4,40 \pm 0,44^{**}$

Примечание. Достоверность разницы: между показателями исследуемых групп- \* ( $p < 0,05$ ), \*\* ( $p < 0,01$ ), \*\*\* ( $p < 0,001$ ); между показателями юношей в возрасте 18 и 20 лет - # ( $p < 0,05$ ). Обозначения в тексте.

Вегетативный показатель ритма (ВПП) отражает вегетативный баланс с точки зрения оценки активности автономного контура регуляции [13, 14]. Исследования показали достоверное уменьшение величин ВПП у юношей-спортсменов ( $p < 0,05-0,01$ ), которое является следствием возрастания активности автономного контура регуляции сердечного ритма и сдвига вегетативного баланса регуляции в сторону

парасимпатического отдела вегетативной нервной системы. Снижение величин ( $p < 0,05-0,001$ ) показателей адекватности процессов регуляции (ПАПР), амплитуды моды (Амо) и индекса вегетативного равновесия (ИВР) также характеризует уменьшение роли центрального контура регуляции и снижение активности симпатических влияний (табл. 2).

Учитывая, что ФПНП и СНП находятся в тесной корреляционной взаимосвязи ( $r = -0,72$  при  $p < 0,001$ ), при выяснении особенностей проявления свойств нервных процессов в характере сенсомоторного и вегетативного реагирования мы пользовались анализом групп по уровню развития ФПНП. Все исследуемые юноши основной группы ( $n = 180$ ) были разбиты с помощью сигмальных отклонений на три группы: с высоким уровнем развития ФРНП (53,9%), средним (31%) и низким (15%). Из таблицы 3 видно, что между средними значениями временных характеристик ПЗМР у лиц с разным уровнем развития ФННП не выявлено достоверных отличий ( $p > 0,05$ ). Корреляционный анализ также не установил связи ПЗМР с ФРНП ( $p > 0,05$ ). В отличие от простой зрительно-моторной реакции, сопоставление длительности РВ1-3 в группах студентов с разным уровнем ФПНП выявило достоверные отличия: латентные периоды реакций выбора у лиц с высокой градацией ФРНП оказались достоверно ( $p < 0,01$ ) менее продолжительными, чем у лиц с низкой градацией (табл. 3).

**Таблица 3.**  
**Сенсомоторные реакции исследуемых юношей с разным уровнем ФПНП**  
( $\bar{x} \pm S \bar{x}$ )

Показатели	Уровень ФПНП		
	Высокий	Средний	Низкий
ПЗМР, мс	225±3,59	232±3,14	236±5,26
РВ 1-3, мс	334±4,32	342,7±3,69	352,3±4,84**
РВ 2-3, мс	390±5,42	411,5±4,66**	420,8±6,15***

Примечание. Достоверность разницы между показателями лиц со средним и низким уровнем ФПНП и показателями лиц с высоким уровнем: \* -  $p < 0,05$ , \*\* -  $p < 0,01$ , \*\*\* -  $p < 0,001$ .

Сравнение временных характеристик РВ2-3 у студентов с разным уровнем развития ФПНП позволило нам установить, что в группе исследуемых с высоким уровнем длительность латентных периодов реакции менее продолжительна, чем у студентов с средним ( $p < 0,01$ ) и низким уровнем ( $p < 0,001$ ). Полученные результаты сравнения длительности РВ2-3 в группах студентов с разным уровнем развития ФПНП подтверждаются и корреляционным анализом. Коэффициент корреляции между ФПНП и РВ2-3 статистически достоверен ( $r = -0,40$  при  $p < 0,001$ ). Отсутствие корреляционных связей между индивидуально-типологическими свойствами ВНД и временными характеристиками ПЗМР может быть обусловленным тем, что последняя является автоматизированным ответом, который может реализовываться и без особенного участия высших отделов мозга [7].

## СВЯЗЬ ИНДИВИДУАЛЬНО-ТИПОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ВНД

При сопоставлении средних значений показателей variability сердечного ритма, полученных в состоянии относительного физиологического покоя, у студентов с разным уровнем ФПНП достоверных отличий не выявлено ( $p > 0,05$ ). Статистически достоверные отличия у студентов с разным уровнем ФПНП обнаружены только между показателями ВСР, которые получены после выполнения студентами велоэргометрических нагрузок возрастающей мощности (табл. 4). После выполнения нагрузки мощностью 50 Вт величина  $M_0$  у юношей с высоким уровнем ФПНП составила  $0,84 \pm 0,03$  с, что оказалось достоверно большим, чем у студентов со средним ( $0,74 \pm 0,03$  с при  $p < 0,05$ ) и низким уровнем ( $0,66 \pm 0,03$  с при  $p < 0,001$ ). Амплитуда моды у юношей с высоким уровнем ФПНП составляет  $22,7 \pm 2,35\%$ , у юношей с низким уровнем она достигает  $37,4 \pm 4,8\%$  ( $p < 0,01$ ). После нагрузки мощностью 50 Вт величина ПАПР в группе исследуемых с высоким уровнем ФПНП ( $29,7 \pm 4,16$  у.е.) оказалась достоверно более низкой, чем у юношей с низким уровнем ( $59,5 \pm 9,7$  у.е при  $p < 0,05$ ). Отметим, что статистически достоверные отличия между показателями ВСР у студентов с низким и средним уровнем ФПНП не наблюдались. После выполнения первой ступени нагрузки между величинами показателей ВР, ИН и ВПР достоверных отличий не выявлено (табл. 4).

**Таблица 4.**

**Параметры ВСР у юношей с разным уровнем ФПНП после нагрузок возрастающей мощности ( $\bar{x} \pm S \bar{x}$ )**

Уровень ФПНП	Показатели ВСР					
	Mo, с	AMo, %	ВР, с	ИН, у.е.	ПАПР, у.е.	ВПР, у.е.
Мощность нагрузки 50 Вт						
Высокий	$0,84 \pm 0,03$	$22,7 \pm 2,35$	$0,54 \pm 0,04$	$42,7 \pm 10,2$	$29,7 \pm 4,16$	$3,17 \pm 0,51$
Средний	$0,74 \pm 0,03^*$	$27,5 \pm 3,6$	$0,53 \pm 0,03$	$78,8 \pm 19,5$	$44,2 \pm 6,9$	$4,44 \pm 0,69$
Низкий	$0,66 \pm 0,03^{***}$	$37,4 \pm 4,8^{**}$	$0,42 \pm 0,08$	$127,1 \pm 47,8$	$59,5 \pm 9,7^*$	$5,97 \pm 1,7$
Мощность нагрузки 100 Вт						
Высокий	$0,69 \pm 0,02$	$28,2 \pm 1,48$	$0,48 \pm 0,03$	$70,8 \pm 15,9$	$44,5 \pm 4,71$	$4,4 \pm 0,7$
Средний	$0,55 \pm 0,02^{**}$	$33,8 \pm 3,1$	$0,43 \pm 0,04$	$109,2 \pm 24,5$	$65,7 \pm 6,63^*$	$6,1 \pm 0,55$
Низкий	$0,52 \pm 0,02^{***}$	$41,1 \pm 4,24^{**}$	$0,33 \pm 0,06^*$	$157,5 \pm 30,2^{**}$	$79,8 \pm 9,37^{**}$	$8,0 \pm 1,19^*$
Мощность нагрузки 150 Вт						
Высокий	$0,56 \pm 0,02$	$31,2 \pm 1,84$	$0,44 \pm 0,03$	$85 \pm 10,8$	$58,6 \pm 4,2$	$5,33 \pm 0,49$
Средний	$0,48 \pm 0,02^{**}$	$32,6 \pm 1,92$	$0,37 \pm 0,02$	$131,2 \pm 14,4^*$	$72,9 \pm 4,86^*$	$7,55 \pm 0,58^{**}$
Низкий	$0,42 \pm 0,02^{***}$	$38,1 \pm 3,3$	$0,3 \pm 0,03^{**}$	$164,8 \pm 20,0^{**}$	$93,5 \pm 10,8^{**}$	$8,74 \pm 1,09^{**}$

Примечание. Достоверность разницы между показателями лиц со средним и низким уровнем ФПНП и показателями лиц с высоким уровнем: \* -  $p < 0,05$ , \*\* -  $p < 0,01$ , \*\*\* -  $p < 0,001$ .

Анализ результатов исследований срочных приспособительных реакций сердечного ритма у студентов с разным уровнем ФПНП при увеличении мощности нагрузки до 100 Вт показал, что величина  $M_0$  в группе с высоким уровнем ( $0,69 \pm 0,02$ ) превышает аналогичные величины в группе со средним ( $0,55 \pm 0,02$  при  $p < 0,01$ ) и низким уровнем ( $0,52 \pm 0,02$  с при  $p < 0,001$ ). В группе исследуемых с

высоким уровнем ФПНП величины ВР оказались более высокими, а величины Амо более низкими, чем в группе с низким уровнем ( $p < 0,05-0,01$ ). Сравнение величин показателей ПАПР, ИН и ВПР показало, что у студентов с высоким уровнем ФРНП после выполнения нагрузки мощностью 100 Вт они достигают более низких значений (табл. 4).

Как видно из таблицы 4, при повышении мощности выполняемой нагрузки до 150 Вт также выявлены достоверные различия между величинами показателей ВСР в группах исследуемых с разным уровнем развития ФПНП. Таким образом, выявленные нами отличия между средними значениями показателей ВСР у студентов с разным уровнем развития ФПНП и корреляционные связи между ними свидетельствуют о проявлении индивидуально-типологических свойств ВНД в характере срочных реакций сердечно-сосудистой системы организма. Более высокие показатели МО, ВР и менее высокие Амо, ИН, ПАПР, и ВПР у юношей с высокой ФПНП после велоэргометрических нагрузок указывают на большую активность разворачивания восстановительных процессов в регуляции сердечного ритма, более быстрое возвращение ее к оптимальному состоянию.

### ВЫВОДЫ

1. Периоду 18 - 20 лет свойственно дальнейшее формирование свойств основных нервных процессов и сенсомоторных функций организма студентов. Длительные физические нагрузки способствуют усовершенствованию и более интенсивному развитию функциональной подвижности, силы нервных процессов и сенсомоторных реакций разного уровня сложности.

2. Под влиянием систематических физических нагрузок происходит значительный сдвиг вегетативного баланса регуляции сердечного ритма в сторону парасимпатического отдела вегетативной нервной системы, снижение степени напряжения регуляторных систем и централизации в управлении работой синусового узла.

3. Свойства основных нервных процессов находят свое проявление в характере сенсомоторного и вегетативного реагирования, о чем свидетельствуют меньшая длительность латентного периода реакции выбора двух из трех раздражителей и большая активность восстановительных процессов в регуляции сердечного ритма у студентов с высоким уровнем развития ФРНП.

### Список литературы

1. Макаренко Н.В. Психофизиологические функции человека и операторский труд. – Киев.: Наукова думка, 1991. – 216с.
2. Давидова О.М. Стан властивостей основних нервових процесів, функцій пам'яті та уваги в учнів старшого шкільного віку: Автореф. дис. ...канд. біол. наук: 03.00.13 / Київський Національний університет ім. Т. Шевченка. – К., 1997. – 22 с.
3. Мацейко І.І. Стан психофізіологічних функцій та успішність навчання учнів середнього шкільного віку і їх зв'язок з властивостями основних нервових процесів: Автореф. дис. ... канд. біол. наук: 03.00.13 / Київський Національний педагогічний університет ім. Т. Шевченка. – К., 2003. – 18 с.

4. Никоненко О.П. Зв'язок властивостей основних нервових процесів з психофізіологічними функціями та успішністю льотного навчання: Автореф. дис. ... канд. біол. наук: 03.00.13. / Київський Національний університет ім. Т. Шевченка. – К., 1996. – 15 с.
5. Харченко Д.М. Стан психофізіологічних функцій у студентів з різними властивостями основних нервових процесів: Автореф. дис. ... канд. біол. наук: 03.00.13 / Київський національний університет ім. Т. Шевченка. – К., 1998. – 16 с.
6. Іванюра І.О. Динаміка адаптації організму учнів з різними типологічними властивостями вищої нервової діяльності до фізичних навантажень // Вісник проблем біології і медицини. – 1999. – № 11. С. 28-34.
7. Лизогуб В.С. Онтогенез психофізіологічних функцій людини: Автореф. дис. ... д-ра біол. наук: 03.00.13 / Київський Національний університет ім. Т. Шевченка. – К., 2001. – 29 с.
8. Раздайбедін В.М. Адаптація серцево-судинної системи і стан вищої нервової діяльності організму в учнів старшого шкільного віку під впливом тривалих фізичних навантажень: Автореф. дис. ... канд. біол. наук: 03.00.13. / Київський Національний університет ім. Т. Шевченка. – К., 2006. – 22 с.
9. Анохин П.К. Узловые вопросы теории функциональных систем. – М.: Наука, 1980. – 197 с.
10. Рождественская В.И. Индивидуальные различия работоспособности. – М.: Педагогика, 1980. – 173 с.
11. Солодков А.С., Судзиловский Ф. В. Адаптивные морфо-функциональные перестройки в организме спортсменов // Теория и практика физической культуры. – 1996. – №7. – С. 23-26.
12. Макаренко М.В. Методика проведення обстежень та оцінки індивідуальних нейродинамічних властивостей вищої нервової діяльності людини // Фізіологічний журнал. – 1999. – Т. 45, №4. – С. 123-121.
13. Баевский Р.М., Кириллов О.И. Клещкин С.М. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе. - М.: Наука, 1984. – 256 с.
14. Бабунц И.В. Азбука анализа variability сердечного ритма. – Ставрополь: Наука, 2002. – 111 с.
15. Преварский Б.П., Буткевич Г.А. Клиническая велоергометрия. – К.: Здоров'я, 1985. – 80 с.
16. Макаренко М.В., Борейко Т.І., Лизогуб В.С., Мацейко І.І., Никоненко О.П., Панченко В.М., Спринь О.Б. Вікові зміни вищої нервової діяльності у людини // Вісник Черкаського державного університету. Серія “Актуальні проблеми фізіології”. – 1996. – Вип. 1. – С. 49-54.
17. Макаренко М.В., Лизогуб В.С. Особливості формування та становлення психофізіологічних функцій в онтогенезі // Фізіологічний журнал. – 2000. – Т. 46, №3. – С. 92-95.
18. Макаренко М.В., Лизогуб В.С., Давидова О.М. Стан нейродинамічних функцій в учнів старшого шкільного віку з різним рівнем формування властивостей основних нервових процесів // Фізіологічний журнал. – 1999. – Т. 45, № 3. – С. 3-10.
19. Вікові особливості нейродинамічних функцій в учнів при тривалих фізичних тренуваннях // Фізіологічний журнал. – 1996. – Т. 42, №5-6. – С. 81-89.
20. Іванюра І.О. Особливості розвитку деяких функцій вищої нервової діяльності в учнів середнього шкільного віку при тривалих фізичних навантаженнях // Фізіологічний журнал. – 2000. – Т. 46, №1. – С. 94-100.
21. Лизогуб В.С. Формування сенсомоторних функцій в онтогенезі людини // Вісник Черкаського університету. – 1998. – Вип. 5. – С. 90-96.

*Поступила в редакцію 06.12.2006 г.*

УДК: [612.21 : 612.014 : 615.825] – 053.4

## **БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СИСТЕМЫ ВНЕШНЕГО ДЫХАНИЯ ДЕТЕЙ В ВОЗРАСТЕ 5-6 ЛЕТ В УСЛОВИЯХ АДАПТАЦИИ К РЕСПИРАТОРНОМУ ТРЕНИНГУ**

*Буков Ю.А., Алпеева А.В.*

Эффективность функционирования системы внешнего дыхания является обязательным условием, позволяющим организму человека обеспечить высокий уровень приспособляемости к факторам среды обитания. К числу важнейших критериев адаптационных возможностей респираторной системы следует отнести биоэнергетическую эффективность дыхательной функции, проявляющуюся в снижении энергетических трат респираторной системы по обеспечению метаболического запроса организма. При решении этих задач важное место принадлежит механике дыхания, поскольку наибольшие энергетические траты респираторной мускулатуры связаны, в первую очередь, с обеспечением дыхательных экскурсий легких и преодолением сопротивления со стороны аппарата вентиляции. Кроме того, существующий рост респираторных болезней напрямую связан со сниженными резервными возможностями системы внешнего дыхания, свойственными большинству людей. В этой связи формирование дыхательной недостаточности во многом определяется функциональными возможностями механики дыхания [1]. Сегодня крайне актуальным является создание программ дыхательной реабилитации, рассчитанных на широкий круг людей. При этом особое внимание должно быть уделено детям.

К числу наиболее эффективных методов корригирующих воздействий на систему внешнего дыхания относится респираторная тренировка. Корригирующие воздействия респираторной тренировки проявляются в оптимизации соотношения продуктивности внешнего дыхания к энергетической стоимости дыхательного акта. Большинство программ дыхательной реабилитации рассчитаны на взрослых людей [2]. Кроме того респираторную тренировку используют в программах подготовки спортсменов [3]. Что же касается детей и подростков, то имеется незначительное число публикаций, посвященных вопросам дыхательной реабилитации для этой категории населения [4]. Учитывая актуальность проблемы, целью нашей работы явилась оценка эффективности предложенной методики респираторной тренировки для детей 5-6 лет.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Нами были обследованы 14 девочек в возрасте 5-6 лет. Вентиляторную функцию легких исследовали спиро-пневмотахометрическим методом с помощью прибора “СпироТест РС” с компьютерной обработкой регистрируемых показателей. В качестве функциональных параметров использовали: объем форсированного выдоха в 1 секунду (ОФВ1), жизненную емкость легких (ЖЕЛ), резервный объем вдоха и выдоха (РОВд, РОВвд), тест Тиффно (ОФВ1/ЖЕЛ), пиковую и максимальные объемы скоростей форсированного выдоха при выдохе 25, 50, 75 % форсированной ЖЕЛ (ПОС, МОС25, МОС50, МОС75), среднюю объемную скорость на уровне 25-75 % ЖЕЛ (СОС25-75), максимальную вентиляцию легких (МВЛ), дыхательный объем (ДО), минутный объем дыхания (МОД), частоту дыхания (f). Все объемные показатели приведены к условиям ВTPS. Спиро-тахометрические исследования проводили как в состоянии покоя, так при выполнении однократной степ-нагрузки. Содержание кислорода и углекислого газа в пробах выдыхаемого воздуха ( $F_{E}O_2$ ,  $F_{E}CO_2$ ) определяли газоанализаторами ПГА-КМ, ПГ-ДУМ. Рассчитывали скорость потребления кислорода и выделения углекислого газа ( $VO_2$ ,  $VCO_2$ ). Показатели газообмена приведены к стандартным условиям (STPD). Для оценки бионергетической эффективности внешнего дыхания использовали индекс уровень экономичности внешнего дыхания (УЭВД), который определяли по формуле:

$$УЭВД = (УЖЕЛ + УМВЛ) / УМОД \times 50,$$

где УЖЕЛ – уровень ЖЕЛ - отношение фактической величины к должной; УМВЛ – уровень МВЛ - отношение фактической величины к должной; УМОД – уровень МОД - отношение фактической величины к должной.

Аэробные возможности дыхания количественно оценивали по показателям АПЭ1 и АПЭ2. АПЭ1 рассчитывали по величине потребления кислорода на единицу снижения МОД. АПЭ2 определяли по коэффициенту использования кислорода. Показатели выражали в единицах калориметрической стоимости (относительные килокалории) [5].

Респираторные тренировки проводили в течении пяти месяцев с использованием дыхательного тренажера [6].

Обработка и анализ полученных результатов были проведены с использованием пакета программ STATISTICA 5.0.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Обследования девочек 5-6-летнего возраста позволили выявить значительные отставания показателей механики дыхания от должных значений, свойственных этому возрасту. Так, скорость воздушного потока при форсированном выдохе на уровне 25 % ЖЕЛ (МОС25) составляла 57,2 % по отношению к должным значениям, МОС 50 – 69,4%, а МОС 75 – 90,2 %. На фоне снижения функциональных возможностей воздухоносных путей отмечалась выраженная гипервентиляция в состоянии относительного покоя. Уровень МОД достигал значений 182 %. Кроме того, уменьшение соотношения параметров РОВых и РОВд позволило сделать заключение о

низком уровне дыхания у девочек этого возраста. Количественно этот показатель равнялся в среднем 0,28 отн. ед. Низкие значения  $PO_{вд}$  по отношению к  $PO_{вд}$  создавали условия для усиления процессов элиминации метаболического  $CO_2$ , снижения уровня  $pCO_2$  в альвеолах легких. Гипервентиляционный синдром в состоянии покоя, очевидно, являлся компенсацией недостаточных резервов мощности системы внешнего дыхания девочек. Уровень МВЛ не превышал 51 %, а УЖЕЛ – 70%. Значительные энергетические траты, связанные с гипервентиляцией, способствовали снижению уровня экономичности внешнего дыхания. Отмечался дефицит УЭВД, величина которого равнялась 35 % (оптимально 100 %).

Четко выраженная дезэкономизация внешнего дыхания у детей, очевидно, определялась двумя основными составляющими. Во-первых, морфо-функциональными особенностями аппарата вентиляции. Для детей этого возраста характерным является высокое эластическое и неэластическое сопротивление дыханию, что создает условия для значительных энергетических затрат инспираторной мускулатуры по обеспечению вентиляции легких [7]. Во-вторых, снижением стимулирующих влияний внешних факторов на систему дыхания за счет ограниченного уровня двигательной активности детей. В комплексе выявленные особенности явились решающим фактором, лимитирующим аэробные возможности респираторной системы. Аэробная эффективность дыхания составляла в среднем  $0,12 \pm 0,01$  килокалории на один литр вентилируемого воздуха.

Проведенная респираторная тренировка обеспечила изменение уровня дыхания у девочек (рис. 1.).

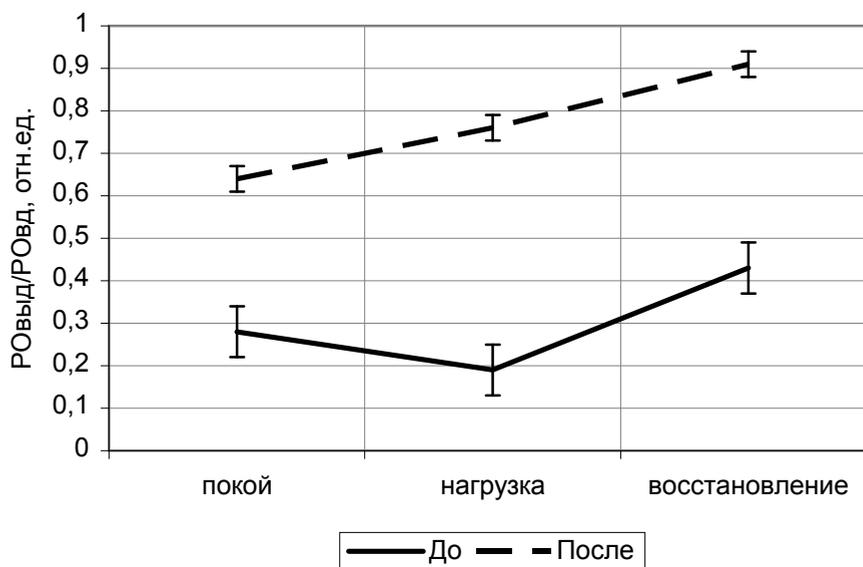


Рис. 1. Показатели уровня дыхания у девочек 5-6 лет в состоянии покоя, при выполнении физической нагрузки и в восстановительном периоде.

Под влиянием регулярных респираторных тренировок отмечено увеличение соотношения  $\text{P}_{\text{O}_{2\text{д}}}/\text{P}_{\text{O}_{2\text{вд}}}$  в состоянии покоя, при выполнении дозированной физической нагрузки, а также в восстановительном периоде. Изменение уровня дыхания способствовало ретенции метаболического  $\text{CO}_2$ , нормализации газового гомеостаза организма. В механизме регуляции и накопления метаболического  $\text{CO}_2$  важную роль играет резервный объём выдоха, который в функциональном отношении представляет собой буферную ёмкость проводящих путей, снижающих возможность выделения метаболического  $\text{CO}_2$  через легкие наружу [8].

Перевод дыхания детей на более высокий уровень обеспечивался и значительным ростом общей инспираторной активности. Величина общего объёма вдоха в состоянии покоя увеличилась с  $785,8 \pm 35,1$  до  $956,2 \pm 32,8$  мл ( $p < 0,001$ ), а при выполнении дозированной физической нагрузки достигла величины  $1066,0 \pm 45,1$  мл, значительно превысив показатели, зарегистрированные до начала респираторной тренировки ( $p < 0,001$ ).

Повышение инспираторной активности связано с ростом функциональных возможностей диафрагмы. Усиление диафрагмального дыхания способствовало увеличению легочных объёмов и ёмкостей. В первую очередь, значительно возросли показатели, характеризующие резервы мощности системы дыхания девочек. Так, ЖЕЛ в состоянии покоя увеличилась в среднем на 500 мл ( $p < 0,001$ ). Однако наиболее важным является стабилизация ЖЕЛ при выполнении физических нагрузок, зарегистрированная после проведения респираторных тренировок, что может быть свидетельством значительного увеличения сократительной способности респираторной мускулатуры. Максимальная вентиляция легких при этом возросла на 60,0 % ( $p < 0,001$ ).

Пиковая объёмная скорость форсированного выдоха увеличилась с  $1,56 \pm 0,15$  до  $2,46 \pm 0,04$  л/с ( $p < 0,001$ ). Почти линейно возросли показатели бронхиальной проходимости на уровнях МОС25, МОС50, МОС75, достигнув значений возрастной нормы. Повышение пропускной способности бронхов обеспечилось ростом диапазона объёмной скорости воздушного потока. Так, если в начале исследований показатель  $\Delta\text{МОС}_{25-75}$  составлял  $0,52 \pm 0,03$  л/с, то после проведенной коррекции увеличился до  $1,15 \pm 0,04$  л/с ( $p < 0,01$ ).

Проведенные корригирующие воздействия способствовали росту функциональных возможностей воздухоносных путей. Зарегистрировано усиление скорости воздушного потока при форсированном выдохе на всех уровнях бронхиального дерева (рис.2).

Важнейшим показателем функционального состояния бронхо-легочной системы является экспираторное закрытие дыхательных путей (ЭЗДП). В ходе выдоха, когда объём лёгких уменьшается и приближается к остаточному, в различных лёгочных зонах задерживается разное количество газа. Одним из ведущих физиологических механизмов этой задержки является экспираторное закрытие дыхательных путей [9]. Начало ЭЗДП можно связать с падением радиально направленного давления к стенке бронха вследствие увеличения осевого давления, наблюдаемое при сужении бронхов. Очевидно, низкие показатели бронхиальной проходимости у девочек при ограниченных параметрах резервного

объёма выдоха, являлись причиной раннего экспираторного закрытия дыхательных путей, что способствовало значительному увеличению количества невентилируемых участков легких.

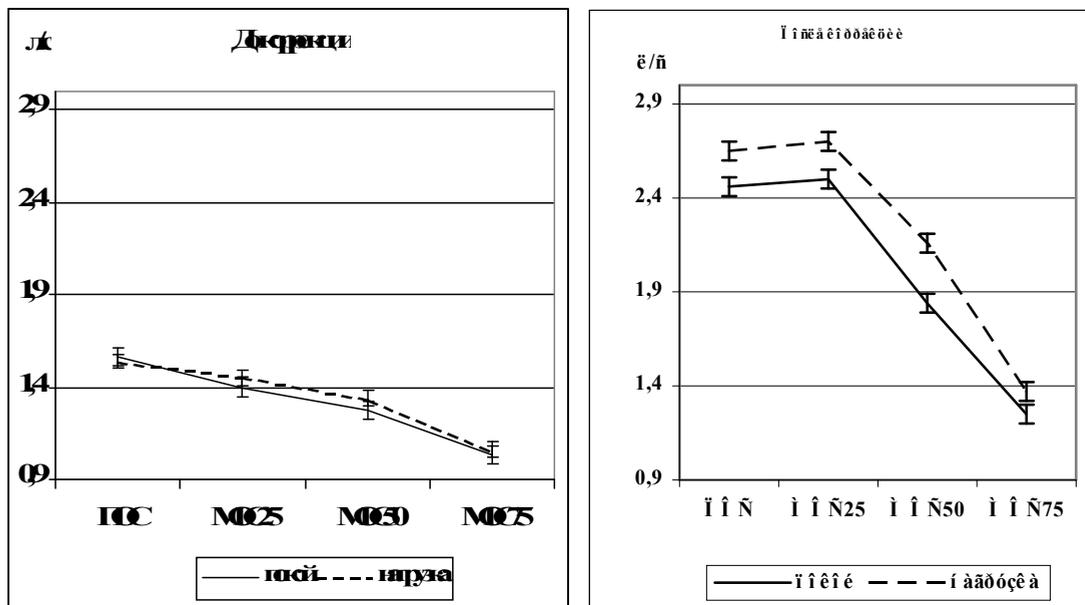


Рис.2. Показатели бронхиальной проходимости у девочек 5-6 лет в состоянии покоя и при выполнении физической нагрузки.

Рост бронхиальной проходимости в результате респираторной коррекции обеспечил смещение ЭЗДП, снижение количества плохо вентилируемых зон, создание благоприятных условий для осуществления газообмена в лёгких. Эффективность респираторной системы значительно возросла. Так, в состоянии относительного покоя снижение объёма лёгочной вентиляции сопровождалось ростом скорости потребления кислорода. На каждый литр вентилируемого воздуха приходилось  $45,0 \pm 2,9$  мл  $VO_2$ , тогда как при первичных обследованиях этот показатель не превышал значений  $23,0 \pm 2,0$  мл, ( $p < 0,01$ ). Этот процесс в полной мере соответствует принципу повышения экономичности функций системы внешнего дыхания: потенциальные возможности по поступлению энергии для полного обеспечения метаболического запроса растущего организма возрастали. Биоэнергетическая эффективность, определяемая показателем АПЭ2, составляла  $0,22 \pm 0,011$  ккал/л, что на 83,0 % больше исходных данных. Анализ изменения показателей АПЭ2 у детей при экономизации дыхания позволил выявить высокую корреляционную зависимость бронхиальной проходимости с уровнем аэробной эффективности дыхания (Рис.3).

Возможности обеспечения организма кислородом при низкой биоэнергетической эффективности системы дыхания определялись высокими показателями частотных характеристик вентиляторной функции, уровнем

напряжения кислорода и углекислого газа в выдыхаемом воздухе. После проведения респираторной тренировки направленность корреляционных взаимосвязей изменилась. Биоэнергетические возможности респираторной системы зависели в большей степени от функциональных характеристик механики дыхания.

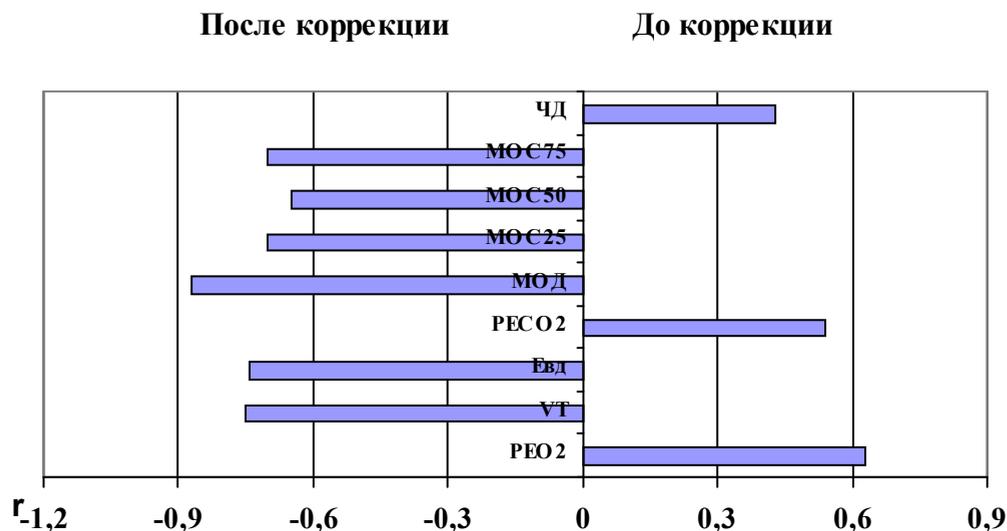


Рис. 3. Уровни корреляционных связей параметров вентиляции и газообмена с аэробной эффективностью респираторной системы у девочек 5-6 лет.

Наиболее выраженные корреляционные взаимосвязи зафиксированы между уровнем МОД в состоянии покоя и АПЭ2. Коэффициент корреляции составил  $-0,87$ , ( $p < 0,01$ ). Влияния инспираторной активности и величины дыхательного объема на аэробную эффективность дыхания определялись наличием отрицательной корреляционной зависимости при  $r = -0,74$  и  $r = -0,75$ , соответственно ( $p < 0,01$ ). Существенное значение имеет и величина объемной скорости воздушного потока. Наличие отрицательной зависимости показателей механики дыхания и биоэнергетической эффективностью дыхания укладывается в концепцию биологической экономизации функций организма как проявления эффективности механизмов адаптации к воздействию внешних факторов среды [10].

Таким образом, предлагаемая программа дыхательной реабилитации детей 5-6 летнего возраста является эффективным способом нормализации функциональных параметров системы внешнего дыхания, расширения адаптационных возможностей организма, профилактики респираторных заболеваний.

### ВЫВОДЫ

1. Предложенная методика респираторной тренировки обладает выраженным коррекционно – профилактическим эффектом и может быть использована в системе дыхательной реабилитации детей часто болеющих простудными заболеваниями.

2. Выявленный низкий уровень дыхания у девочек 5-6 лет, являлся причиной усиления процессов эмиляции метаболического CO<sub>2</sub>, снижения рСО<sub>2</sub> в альвеолах легких, развития гипервентиляции. Зарегистрировано резкое отставание показателей механики дыхания от возрастной нормы. Значительные энергетические траты по обеспечению вентиляции способствовали снижению экономичности дыхания. Отмечался дефицит УЭВД, величина которого не превышала 35 %.

3. Проведенные корригирующие воздействия обеспечили повышение функциональных возможностей бронхо-легочной системы. Бронхиальная проходимость значительно возросла, а показатели механики дыхания достигли возрастной нормы. Перевод дыхания на более высокий уровень обеспечивался ростом инспираторной активности. Величина общего объема вдоха повысилась на 45,5 %, (p<0,001). Биоэнергетическая эффективность дыхания увеличилась на 83,0%, (p<0,001).

4. Биоэнергетические возможности респираторной системы в значительной степени зависят от функциональных характеристик механики дыхания. Наиболее выраженные корреляционные взаимосвязи зафиксированы между МОД (r = -0,87), инспираторной активностью (r = -0,74), величинами объемной скорости воздушного потока (r = -0,72-0,60) и показателями аэробной эффективности дыхания.

#### **Список литературы**

1. Норейко Б.А., Норейко С.Б. Клиническая физиология дыхания. – Донецк: КИГИС, 2000. – 116 с.
2. Зильбер А.П. Респираторная медицина. – Петрозаводск.: Из-во Петрозаводского университета, 1996. – 487 с.
3. Мищенко В.С., Томяк Т., Виноградов В.Е. Дыхательная тренировка как средство коррекции тренировочного эффекта повторяющихся нагрузок у квалифицированных спортсменов // Медико-биологические аспекты физической культуры и спорта: Материалы Международной конференции. – Киев: Национальный университет физической культуры и спорта Украины, 2005. – С. 699.
4. Буков Ю.А., Алпеева А.В. Дыхательная гимнастика как необходимая составляющая профилактической работы с часто болеющими детьми // Физическая реабилитация в обеспечении качества жизни населения: Материалы научно-практической конференции. – Симферополь: Таврический национальный университет, 2005. – С. 21.
5. Агаджанян Н.А., Гневушев В.В., Катаев А.Ю. Адаптация к гипоксии и биоэкономика внешнего дыхания. – М.: Из-во университета дружбы народов, 1987. – 185 с.
6. Декларативный патент. 11373, U, 7A61B5/08, A61M16/00. Алпеева А.В., Буков Ю.А. Заявл.4.07.2005; Оpub.15.12.2005, Бюл. №12. 2005 г.
7. Физиология плода и детей. / Под ред. В.Д. Глебовского. – М.: Медицина, 1988. – 211 с.
8. Агаджанян Н.А., Полунин И.Н., Степков В.К. Человек в условиях гипоксии и гиперкапнии. – М.: Медицина, 2001. – 340 с.
9. Зильбер А.П. Дыхательная недостаточность. – М.: Медицина, 1989. – 510 с.
10. Меерсон Ф.З., Пшенникова М.Г. Адаптация к стрессовым ситуациям и физическим нагрузкам. – М.: Медицина, 1986. – 250 с.

*Поступила в редакцию 15.12.2006 г.*

УДК:581.522.4:582.42/.47(477.75)

## **АНАЛИЗ УСПЕШНОСТИ АККЛИМАТИЗАЦИИ И ПЕРСПЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЯХ г. СИМФЕРОПОЛЯ ДЕРЕВЬЕВ И КУСТАРНИКОВ ОТДЕЛА *PINOPHYTA* ИЗ АРБОРЕТУМА БОТАНИЧЕСКОГО САДА ТНУ им. В.И. ВЕРНАДСКОГО**

*Вахрушева Л.П., Калинушкина Е.А., Котов С.Ф.*

К настоящему времени в г. Симферополе, в связи с интенсивным использованием автотранспорта, сокращением площадей зеленых насаждений, для здоровья и психики человека сложилась крайне неблагоприятная обстановка, что не соответствует его статусу как столицы Крыма. Одной из причин этого является неудовлетворительная санитарно – гигиеническая функция городских зеленых насаждений в связи с их низким фиторазнообразием и недостаточным количеством. Это в первую очередь касается представителей отдела Голосеменные (*Pinophyta*), обладающих высоким бальнеологическим эффектом.

Потенциальным источником пополнения новыми видами дендрофлоры г. Симферополя являются посадки в арборетуме Ботанического сада Таврического национального университета им. В.И. Вернадского.

С целью оценки успешности акклиматизации видов отдела *Pinophyta* Ботсада ТНУ и выявления перспективности их использования в озеленении г. Симферополя решались задачи по изучению флористического состава дендрофлоры Голосеменных и установлению ареалогической принадлежности ее видов, исследованию степени развития вегетативной сферы деревьев и кустарников отдела *Pinophyta*, выявлению их биоэкологических особенностей, фитосанитарного состояния и репродуктивного потенциала.

### **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

Исследования проводились в период с ноября 2002 года по апрель 2006 года. Произведена оценка успешности акклиматизации 19 видов растений и одной садовой формы отдела *Pinophyta*, находящихся в зрелом состоянии и произрастающих на территории нынешнего Ботсада ТНУ немногим более 30 лет. Эти виды были высажены при организации и эксплуатации парка «Салгирка» [1]. Оставшиеся 6 видов – представители дендрофлоры Голосеменных - не изучались, поскольку они были включены в ее состав в 2005 году с созданием розария и закладкой сиренгария в Ботсаду ТНУ.

Выявление таксономического состава дендрофлоры отдела *Pinophyta* и идентификация входящих в нее видов растений осуществлялось с использованием общеизвестных определителей деревьев и кустарников [2 – 5]. По данным естественного ареала вида определялась его принадлежность к той или иной флористической области по классификации А.Л. Тахтаджяна [6].

Исследование вегетативной сферы заключалось в измерении морфометрических параметров габитуса растения: высоты [7 – 9], диаметра главного ствола [10, 11] и сезонного прироста боковых побегов [12].

Определение фитосанитарного состояния, включая степень усыхания кроны и механические повреждения габитуса, проводилось по унифицированной шкале [13].

Степень обмерзаемости побегов устанавливалась с использованием 8 – бальной шкалы [14, 15], а оценка засухоустойчивости – с помощью 3 – бальной шкалы [16, 15].

Исследование и оценка репродуктивного потенциала производились по 5 важнейшим генеративным признакам, позволившим выявить перспективность исследуемых видов как источников посадочного материала: обилию микростробилов и женских шишек, жизнеспособности пыльцевых зерен, качеству семян, а также способности к семенному возобновлению. Обилие мужских стробилов визуально оценивалось по 5 – бальной шкале Н.Е. Булыгина [17]. Жизнеспособность мужского гаметофита определялась путем проращивания свежесобранных пыльцевых зерен в условиях влажной камеры в 5 % - ном, 10 % - ном, 20 % - ном растворах сахарозы и в дистиллированной воде в термостате при  $t + 27^{\circ} \text{C}$  [18]. Обилие мегастробилов устанавливалось с помощью визуальной 5 – бальной шкалы А. Г. Головача [19]. Жизнеспособность семян исследуемых видов, исключая *Juniperus sabina* L., *Juniperus scopulorum* Sarg., *Taxus baccata* L. и *Ginkgo biloba* L., определялась методом их проращивания в лабораторных условиях (в чашках Петри на влажной фильтровальной бумаге, при  $t + 20 - + 21^{\circ} \text{C}$ , на свету) с последующим распределением в зависимости от качества по 3 категориям: проросшие семена (П.С.,%), непроросшие пустые семена (Н.П.С.,%) и непроросшие свежие семена (Н.С.С.,%). В дальнейшем определялись основные показатели жизнеспособных семян: техническая лабораторная всхожесть (Л.В. техн., %), абсолютная лабораторная всхожесть (Л.В. абс., %), средний семенной покой (С.С.П., дни) и энергия прорастания (Э.П., %) [20]. Условия прорастания семян каждого вида устанавливались согласно Международным правилам анализа семян [21]. Для выявления жизнеспособности семян можжевельников, тиса ягодного и гинкго двулопастного, имеющих длительный семенной покой и сложную предварительную обработку для лабораторного проращивания, использовался метод Н.В. Нелюбова – окрашивание срезов семян кислым фуксином [22]. Жизненное состояние интродуцентов как показатель их успешности акклиматизации к условиям Крымского Предгорья оценивали по специально разработанной нами шкале (таблица 5).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Отдел *Pinophyta* в Ботсаду ТНУ представлен 2 классами (*Ginkgoopsida* - Гинкговые и *Pinopsida* – Хвойные), 4 семействами (*Ginkgoaceae* Engelm. -

Гинкговые, *Pinaceae* Lindl. - Сосновые, *Cupressaceae* F. W. Neger - Кипарисовые, *Taxaceae* Lindl. - Тиссовые), 12 родами (17,3 %), 26 видами (18,1 % от общего количества видов дендрофлоры Ботсада) и 15 садовыми формами [1]. Отмеченные виды относятся к древесным формам, за исключением 2 видов (7,7 %): *Juniperus sabina* и *Juniperus horizontalis* Moench., являющихся стелющимися кустарниками. Три вида (11,5 %) являются аборигенными для Крымского полуострова (*Juniperus sabina*, *Juniperus oxycedrus* L. и *Pinus pallasiana* D. Don.), а остальные 23 (88,5 %) – интродуцированы из различных регионов Земного шара.

Согласно классификации А.Л. Тахтаджяна (1974) [6], древесные интродуценты отдела Голосеменных Ботсада ТНУ по происхождению и принадлежности к флористическим областям распределяются следующим образом: Мадреанская флористическая область представлена - 4 видами (15,3 %): *Calocedrus decurrens* (Torr.) Florin., *Chamaecyparis lawsoniana* (Murr.) Parl., *Cupressus arizonica* Greene., *Abies balsamea* (L.) Mill.; Карибская – 1 видом (3,9 %) - *Cupressus lusitanica* Mill.; Ирано–Туранская – также 1 видом (3,9 %) - *Platycladus orientalis* (L.) Franko; Циркумбореальная – 11 видами (42,3 %) – самая многочисленная область по числу видов отдела *Pinophyta* Ботсада ТНУ: *Abies alba* Mill., *Pinus pallasiana*, *P. sylvestris* L., *P. pithyusa* Stev., *P. montana* Mill., *P. nigra* Arn., *Picea abies* (L.) Karst., *Juniperus sabina*, *J. communis* L., *J. oxycedrus*, *Taxus baccata*; область Скалистых Гор – 3 видами (11,5 %) - *Picea pungens* Engelm. *Juniperus scopulorum* Sarg и *Thuja plicata* D. Don; Средиземноморская – 3 видами (11,5 %) - *Cedrus libanii* A. Rich., *Abies pinsapo* Boiss. и *Cupressus sempervirens* L.; Атлантическо – Северо–Американская – 3 видами (11,5%): *Thuja occidentalis* L., *Juniperus virginiana* L. и *Juniperus horizontalis* и Восточно – Азиатская – 1 видом (3,9 %) – *Ginkgo biloba*.

В условиях Ботсада ТНУ голосеменные, за исключением садовой формы *C. sempervirens*, характеризуются морфометрическими параметрами габитуса, близкими по своей величине к этим же показателям данного возрастного состояния в естественных условиях произрастания. Исследуемые виды характеризуются регулярным образованием боковых побегов, длина которых варьирует у представителей разных родов, среди видов одного рода, а также у растений одного вида. Наибольшая величина сезонного прироста побегов отмечена у *P. pallasiana* (15,9 см), а минимальная – у *J. scopulorum* (5,9 см). У *A. alba* (3,2 см) и *P. abies* (4,7 см) зафиксирован регулярный вторичный рост боковых побегов (табл. 1).

В условиях г. Симферополя низкие отрицательные температуры в зимний период и недостаток почвенного увлажнения летом часто являются лимитирующими климатическими факторами, сдерживающими широкое внедрение интродуцентов в городские зеленые насаждения.

Исследуемые виды, за исключением представителей родов *Cedrus* и *Cupressus*, обладают высокой морозоустойчивостью, оцененной нами 0 баллом (побеги не повреждаются даже в самые суровые зимы). Устойчивость к низким отрицательным температурам *C. libanii* и *C. arizonica* оценивается 1 баллом: у кедра

Таблица 1.

Количественные показатели высоты, диаметра главного ствола и сезонного прироста побегов видов отдела *Pinophyta* ( $\bar{x} \pm S \bar{x}$ )

Вид (количество экземпляров)	Морфометрические параметры		
	Средняя высота ствола (мин.- макс.), м	Средний диаметр ствола, (мин. – макс.), см	Средний сезонный прирост побегов, см
Семейство <i>Ginkgoaceae</i>			
<i>Ginkgo biloba</i> (3)	3,30 ± 0,01 (2,71 – 3,92)	17,00 ± 0,01 (15, 63 – 18,40)	14,60 ± 0,53
Семейство <i>Taxaceae</i>			
<i>Taxus baccata</i> (3)	3,60 ± 0,80 (1,22– 6,01)	13,20± 2,42 (4,10 – 22,31)	7,20 ± 1,00
Семейство <i>Pinaceae</i>			
<i>Abies alba</i> (7)	9,00 ± 0,23 (7,31 - 11,50)	26,40 ± 1,01 (22,30 – 36,01)	7,30 ± 0,05 (3,21 ± 0,12)
<i>A. pinsapo</i> (6)	6,50 ± 0,19 (2,51 - 8,41)	17,80 ± 1,13 (15,02 – 25,2)	8,10 ± 0,10
<i>Cedrus libanii</i> (113)	9,00 ± 0,19 (3,81 – 13,30)	36,70 ± 1,40 (14,03 – 76,01)	8,60 ± 0,61
<i>Picea abies</i> (28)	11,00 ± 0,34 (6,51 – 13,80)	27,00 ± 1,48 (12,03 – 29,71)	8,80 ± 0,40 (4,71 ± 0,77)
<i>P. pungens</i> (117)	5,10 ± 0,13 (1,41 – 9,59)	19,60 ± 1,22 (11,01- 34,40)	8,40 ± 0,13
<i>Pinus Montana</i> (1)	2,10	11,30	7,10 ± 1,01
<i>P. pallasiana</i> (1259)	6,50 ± 0,30 (1,82 – 11,10)	17,81 ± 1,02 (9,61 - 48,41)	15,91 ± 0,26
<i>P. pithuysa</i> (11)	8,40 ± 0,19 (3,41 – 8,72)	18,70 ± 1,60 (11,79 – 47,61)	6,40 ± 0,64
<i>P. sylvestris</i> (1)	6,30	17,91	9,21 ± 0,06
Семейство <i>Cupressaceae</i>			
<i>Cupressus arizonica</i> (2)	6,51 ± 0,01 (6,40 - 6,63)	24,00 ± 0,02 (22,02 – 26,01)	14,10 ± 0,08
<i>C. lusitanica</i> (1)	6,0	21,00	10,90 ± 0,23
<i>C. sempervirens</i> (1)	10,11	42,01	12,91 ± 0,02
<i>C. sempervirens f. horizontalis</i> (3)	3,81 ± 0,32 (3,51– 4,12)	16,01 ± 0,01 (15,02 – 17,01)	7,40 ± 0,03
<i>Calocedrus decurrens</i> (1)	4,51	20,01	10,80 ± 0,21
<i>Juniperus scopulorum</i> (36)	3,10 ± 0,03 (2,71 - 6,23)	12,00 ± 0,03 (9,01 – 19,30)	5,92 ± 0,06
<i>J. sabina</i> (24)	0,56 ± 0,01 (0,20 – 0,70)	-	11,71 ± 0,03
<i>Chamaecyparis lawsoniana</i> (42)	4,30 ± 0,15 (2,01 - 4,90)	10,01 ± 0,02 (7,00 – 15,03)	11,91 ± 0,03
<i>Platycladus orientalis</i> (115)	4,50 ± 0,70 (2,27 – 5,20)	11,02 ± 0,09 (4,00 – 16,24)	10,30 ± 0,64

ливанского отмечено повреждение 5 – 40 % хвоинок на однолетних побегах, а у кипариса аризонского под действием низких температур единично повреждаются однолетние побеги (10 – 15 %). Меньшей морозоустойчивостью обладает *C. lusitanica*, у которого отмечено массовое повреждение однолетних побегов (80 – 100 %), что соответствует 2 баллам. Наибольшую чувствительность к действию низких отрицательных температур проявляют *C. sempervirens* и его садовая форма. Морозоустойчивость данных растений оценивается 3 баллами в связи с массовым обмерзанием и однолетних, и двухлетних побегов (80 – 100 %), которые в последующем осыпаются.

Представители отдела *Pinophyta*, кроме *C. decurrens*, являются засухоустойчивыми растениями (3 балла): переносят недостаток влаги без видимых повреждений и способны успешно развиваться без искусственного орошения в летний засушливый период. *Calocedrus* свойственна относительная засухоустойчивость, оцениваемая 2 баллами, так как данный вид требует полива в условиях крайнего почвенного иссушения. Следствием этого является низкая всхожесть формируемых им семян (21 %), а также усыхание до 30 % побегов.

Анализ фитосанитарного состояния видов отдела *Pinophyta* показал отсутствие признаков поражения их болезнями и вредителями. 11 видов имеют незначительное усыхание кроны (менее 5%) – 1 балл; у остальных видов степень усыхания побегов оценивается 1 - 5 баллами:

- *Pinus pallasiana*: 1 балл – 1214 экз. (96,82 %), 2 балла – 36 экз. (2,9 %), 3 балла – 4 экз. (0,28 %);
- *P. pithyusa*: 3 балла – 8 экз. (72,7 %), 5 баллов – 3 экз. (27,3 %);
- *Picea pungens*: 1 балл - 85 экз. (72,7 %), 2 балла – 31 экз. (26,45 %), 3 балла – 1 экз. (0,85 %);
- *P. abies*: 1 балл – 21 экз. (75 %), 2 балла – 7 экз. (25 %);
- *Taxus baccata*: 1 балл – 3 экз. (75 %), 3 балла – 1 экз. (25 %);
- *Cedrus libanii*: 1 балл – 74 экз. (65,5 %), 2 балла – 33 экз. (29,2 %), 3 балла – 4 экз. (3,6 %);
- *Chamaecyparis lawsoniana*: 1 балл – 23 экз. (54,8 %), 2 балла – 18 экз. (42,9 %), 3 балла - 1 экз. (2,3 %);
- *Juniperus scopulorum*: 1 балл – 31 экз. (86,11 %), 2 балла – 5 экз. (13,89 %);
- *Platycladus orientalis*: 1 балл – 89 экз. (77,4 %), 2 балла – 17 экз. (14,8 %), 3 балла - 9 экз. (7,8 %);

Следует отметить факт угасания популяции *P. pithyusa*, вследствие сильного и массового усыхания отдельных ее экземпляров. Причинами данного явления может быть: 1) поражение сосен фитопатогенами; 2) произрастание в неподходящих почвенных условиях; 3) реакция растения на загазованность городской атмосферы.

Среди исследуемых 20 видов, включая садовую форму *C. sempervirens*, 19 видов (95 % от общего числа исследуемых видов и 73 % от общего числа видов отдела *Pinophyta* Ботсада ТНУ) в настоящее время находятся в репродуктивной стадии своего онтогенеза. У *A. alba* и *G. biloba* в 2005 году впервые было отмечено образование генеративных структур. Остальные 7 видов (27 %) – представители дендрофлоры Голосеменных (хвойные розария и сиренгария, а также взрослые

экземпляры *A. pinsapo*) - в своем онтогенетическом развитии еще не достигли того возрастного состояния, когда они вступают в фазу репродукции.

*T. baccata*, *G. biloba*, *J. sabina* и *J. scopulorum* (4 вида - 20 %) относятся к двудомным растениям, а остальные 16 видов (80 %) в пределах одного растения развивают как женские шишки, так и микростробилы

Деревья и кустарники отдела *Pinophyta*, в зависимости от оценки обилия микростробилов, распределяются следующим образом:

- 5 баллов – 15 видов (80 %);
- 4 балла – 1 вид (5 %): *C. lusitanica*;
- 3 балла – 1 вид (5 %): *J. sabina*;
- 2 балла – 1 таксон (5 %): *C. sempervirens f. horizontalis*;
- 1 балл - 1 вид (5 %): *C. sempervirens*.

Процесс прорастания пыльцевых зерен происходит неодинаково у голосеменных растений разных семейств. При прорастании мужского гаметофита видов семейства *Cupressaceae* были выявлены следующие стадии: сбрасывание экзины (внешней оболочки пыльцевого зерна) в растворе сахарозы; появление зачатка пыльцевой трубки на одном из полюсов пыльцевого зерна; линейный рост пыльцевой трубки.

Проросшими считались пыльцевые зерна, сбросившие внешнюю оболочку и развившие пыльцевые трубки.

У представителей семейств *Ginkgoaceae*, *Taxaceae* и *Pinaceae* процесс прорастания мужского гаметофита происходил без первой стадии (сбрасывания экзины не наблюдалось). В этом случае проросшими считались пыльцевые зерна, сформировавшие пыльцевые трубки. Нами была выявлена прямая зависимость между диаметром пыльцевого зерна и длиной развиваемой им трубки. Выявлено также, что у всех исследуемых видов, исключая *C. libanii*, размеры мужского гаметофита не влияют на его жизнеспособность (так, например, более мелкие пыльцевые зерна *P. orientalis* характеризуются большей жизнеспособностью, чем более крупная пыльца *C. decurrens*). Пыльца кедра ливанского неоднородна по размерам: соотношение мелких и крупных пыльцевых зерен составляет 1:2. При этом мелкие пыльцевые зерна нежизнеспособны. Наибольшая жизнеспособность мужского гаметофита выявлена у представителя природной флоры Крыма – *P. pallasiana* (93 %), а наименее жизнеспособными оказались пыльцевые зерна теплолюбивого *C. sempervirens f. horizontalis* (37 %) (табл. 2).

16 видов (84 %) характеризуются обильным развитием женских стробилов, соответствующим максимальной оценке – 5 баллам. *P. pithyusa* и *T. baccata* развивают мегастробилы в меньшем обилии, что оценено 4 баллами, а *A. alba* формирует незначительное количество женских шишек (2 балла).

Диапазон варьирования качества семенного материала (по показателям Л.В. техн. и доле полнозернистых окрашенных семян) довольно широк: от 98 % у *P. orientalis* до 7 % у *C. sempervirens* (табл. 3,4).

Причиной низкой жизнеспособности семян *T. baccata* может быть пространственная разобщенность мужских и женских экземпляров на территории Ботсада ТНУ.

Таблица 2.  
Морфометрические параметры и жизнеспособность пыльцевых зерен деревьев и кустарников отдела *Pinophyta* ( $\bar{x} \pm S \bar{x}$ )

Вид растения	Форма пальцевого зерна	Средний диаметр пыльцы, мкм	Средняя длина пыльцевой трубки, мкм	Жизнеспособность пыльцы, % (р-р сахарозы)
<i>Ginkgo biloba</i>	округлая	9,230± 1,014	6,011± 0,759	74,021 ± 0,747 (20 % - ный)
<i>Taxus baccata</i>	округлая	3,870± 0,543	0,930 ± 0,475	59,015 ± 0,131 (20 % - ный)
<i>Pinus pallasiana</i>	овальная (ПМ)	7,120± 0,141	5,361± 0,108	93,011 ± 0,001 (20 % - ный)
<i>P. sylvestris</i>	овальная (ПМ)	6,574± 0,644	4,283 ± 0,776	74,003 ± 0,296 (20 % - ный)
<i>P. pithyusa</i>	овальная (ПМ)	6,431 ± 0,001	4,379± 1,004	48,012 ± 0,174 (20 % - ный)
<i>P. montana</i>	овальная (ПМ)	5,931± 1,017	4,012± 0,601	63,017 ± 0,712 (20 % - ный)
<i>Picea pungens</i>	округло-овальная (ПМ)	6,821± 0,132	4,857± 0,011	81,024 ± 0,141 (20 % - ный)
<i>P. abies</i>	округло-овальная (ПМ)	6,131± 0,619	4,021± 0,447	69,031 ± 0,743 (20 % - ный)
<i>Abies alba</i>	округло-овальная (ПМ)	5,742± 1,007	4,001± 0,312	62,004 ± 0,597 (20 % - ный)
<i>Cedrus libanii</i>	округлая (ПМ)	13,170±4,621	11,240± 0,123	84,109 ± 0,124 (20 % - ный)
<i>Cupressus arizonica</i>	округлая	4,501 ± 0,011	1,001± 0,312	58,201 ± 0,731 (20 % - ный)
<i>C. lusitanica</i>	округлая	4,127 ± 0,135	0,950± 0,10	51,009 ± 1,314 (20 % - ный)
<i>C. sempervirens</i>	округлая	4,125± 0,414	0,940± 0,069	49,127 ± 0,918 (20 % - ный)
<i>C. sempervirens f. horizontalis</i>	округлая	4,014± 0,127	0,870± 0,213	37,125 ± 1,527 (20 % - ный)
<i>Juniperus sabina</i>	округлая	4,938± 0,112	0,875± 0,001	61,009 ± 2,134 (5 % - ный)
<i>J. scopulorum</i>	округлая	4,621± 0,132	0,875± 0,003	57,003 ± 1,731 (5 % - ный)
<i>Calocedrus decurrens</i>	округло-овальная	6,301± 0,521	1,062± 1,312	68,065 ± 0,011 (20 % - ный)
<i>Chamaecyparis lawsoniana</i>	округлая	3,451 ± 0,001	0,617± 0,116	56,043 ± 0,173 (20 % - ный)
<i>Platycladus orientalis</i>	округлая	3,794 ± 0,017	0,644± 0,087	85,032 ± 0,003 (20 % - ный)

Таблица 3.

Качество семян растений отдела *Pinophyta* Ботанического сада ТНУ ( $\bar{x} \pm S \bar{x}$ )

Вид растения	Л.В. техн., %	Л.В. абс., %	Э.П., %	С.С.П., дни	Н.П.С., %	Н.С. С., %
<i>Pinus pallasiana</i>	94,02±0,10	95,90	26,00	6	1,96	4,02
<i>P. sylvestris</i>	66,11±0,32	77,64	15,00	10	14,72	19,27
<i>P. pithyusa</i>	31,00±1,08	65,95	7,00	10	53,00	16,00
<i>P. montana</i>	59,01±0,57	64,84	14,00	10	8,63	32,36
<i>Picea pungens</i>	73,04±0,01	93,59	16,00	11	21,73	5,23
<i>P. abies</i>	68,21±0,26	73,12	12,00	11	6,54	25,25
<i>Abies alba</i>	54,11±1,31	62,07	11,00	12	12,71	33,18
<i>Cedrus libanii</i>	69,31±1,05	77,53	18,00	10	22,44	8,25
<i>Calocedrus decurrens</i>	21,16±0,02	70,00	4,00	13	69,52	9,32
<i>Cupressus arizonica</i>	61,22±2,79	66,30	11,00	11	7,51	31,39
<i>C. sempervirens</i>	7,01±0,11	70,00	1,00	17	89,75	3,24
<i>C. sempervirens f. horizontalis</i>	14,32±0,34	73,68	3,00	17	80,43	5,25
<i>C. lusitanica</i>	32,12±3,16	38,55	7,00	14	16,68	51,20
<i>Chamaecyparis lawsoniana</i>	63,19±2,97	63,23	13,00	10	8,72	28,09
<i>Platycladus orientalis</i>	98,04±0,01	98,00	28,00	5	0,02	1,94

Таблица 4.

Жизнеспособность семян *Ginkgo biloba*, *Taxus baccata*, *Juniperus scopulorum* и *J. sabina* (по методу Нелюбова, 1949) ( $\bar{x} \pm S \bar{x}$ )

Вид растения	Полно зернистые окрашенные семена, %	Полно зернистые неокрашенные семена, %	Пустые семена, %
<i>Ginkgo biloba</i>	89,00 ± 0,02	8,00	3,00
<i>Taxus baccata</i>	34,00 ± 0,60	61,00	5,00
<i>Juniperus scopulorum</i>	52,00 ± 1,43	37,00	11,00
<i>J. sabina</i>	58,00 ± 0,74	35,00	7,00

Качественная оценка жизнеспособности семян видов отдела *Pinophyta*, определенная по показателю Л.В. техн. и доле окрашенных полнозернистых семян, выглядит следующим образом:

1) высокая жизнеспособность: 80 % и более (*P. orientalis* – 98 %, *P. pallasiana* – 94 %, *G. biloba* – 89 %) - 3 вида (16 %);

2) хорошая жизнеспособность: 50 - 79 % (*P. pungens* – 73 %, *C. libanii* – 69 %, *P. abies* – 68 %, *P. sylvestris* – 66 %, *Ch. lawsoniana* - 63 %, *C. arizonica* – 61 %, *P. montana* – 59 %, *J. sabina* – 58 %, *A. alba* – 54 %, *J. scopulorum* – 52 %) - 10 видов (53 %);

3) удовлетворительная жизнеспособность: 20 - 49 % (*T. baccata* – 34 %, *C. lusitanica* – 32 %, *P. pithyusa* - 31 %, *C. decurrens* - 21 %) – 4 вида (21 %);

4) неудовлетворительная жизнеспособность: 0 – 19 % (*C. sempervirens f. horizontalis* – 14 %, *C. sempervirens* – 7 %) – 2 вида (10 %).

Несмотря на высокие показатели всхожести семян в лабораторных условиях, случаи естественного самовозобновления в Ботсаду ТНУ для исследуемых видов зафиксированы лишь у *P. pallasiana*, *C. libanii* и *C. arizonica*, под материнскими деревьями которых регулярно появляются несколько всходов, не проходящих дальнейших этапов своего развития. Возможная причина их элиминации - действие экологического отбора.

Жизненное состояние голосеменных как показатель степени их акклиматизации к условиям Крымского Предгорья определялось с помощью специально разработанной нами шкалы, включающей 11 важнейших признаков, отражающих степень развития их вегетативной сферы, репродуктивный потенциал и экологическую пластичность, каждый из которых оценивался по 3 – бальной системе (таблица 5).

Суммарный балл по комплексу признаков каждого из исследуемых видов определял класс успешности его акклиматизации и класс перспективности использования в зеленом строительстве г. Симферополя (рис. 1, табл. 6, 7).

Перспективность исследуемых видов для зеленого строительства столицы Крыма оценивалась по 2 направлениям:

- с позиции перспективности их искусственного семенного размножения с целью сохранения фиторазнообразия в культуре.
- с позиции использования исследуемых видов для улучшения санитарно – гигиенического состояния в урбосреде.

На основании проведенных исследований составлены рекомендации для практического использования видов отдела *Pinophyta* Ботсада ТНУ в озеленении г. Симферополя с анализом их репродуктивного потенциала, указанием возможных способов размножения в культуре, характеристикой декоративности и количественного состава в дендрофлоре города.

Таблица 5.

Шкала оценки успешности акклиматизации видов отдела *Pinophyta*

Показатель успешности акклиматизации	Оценка в баллах		
	1	2	3
Морфометрические параметры габитуса растения (высота и диаметр главного ствола)	Значительно отличаются от таких же показателей в природных условиях	По своей величине близки к показателям в естественных условиях произрастания в данном возрастном состоянии	
Сезонный прирост боковых побегов (побегообразовательная способность)	Регулярный, но в зимний период побеги массово вымерзают	Регулярный, но единично повреждаются однолетние побеги низкими отрицательными температурами	Регулярный. Однолетние побеги успевают одревеснеть и не повреждаются зимой
Степень повреждения болезнями или вредителями	Пораженные особи составляют 40 – 100 % от общей численности вида	Доля пораженных растений достигает 1–39 %	Все растения данного вида являются здоровыми
Степень неинфекционного усыхания кроны	5 - 3 баллов	2 балла	1 балл
Степень морозоустойчивости	3 - 8 баллов	1 - 2 балла	0 баллов
Оценка засухоустойчивости	0 - 1 балл	2 балла	3 балла
Обилие микростробилов	1 –2 балла	3 - 4 балла	5 баллов
Обилие женских шишек	1 - 2 балла	3 – 4 балла	5 баллов
Жизнеспособность мужского гаметофита	Менее 20 %	21 – 49 %	50 % и более
Всхожесть семян	Менее 19 %	20 – 59 %	60 % и более
Семенное или вегетативное самовозобновление	Не выявлено	Отмечены единичные всходы, в дальнейшем не развивающиеся	Происходит и приводит к увеличению численности данного вида

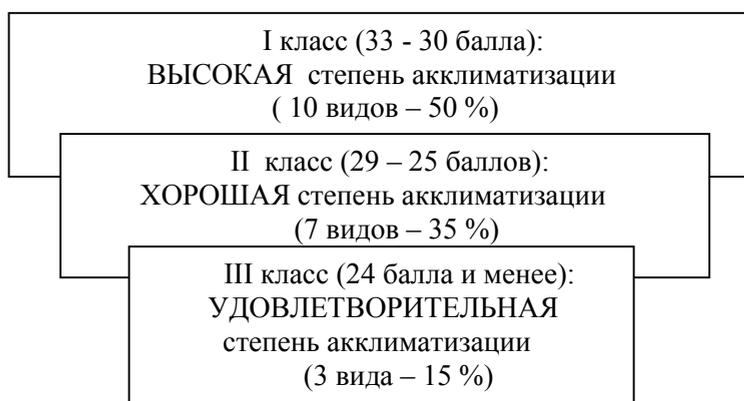


Рис. 1. Распределение видов отдела *Pinophyta* по классам успешности акклиматизации.

Таблица 6.

**Классы перспективности использования деревьев и кустарников отдела *Pinophyta* Ботанического сада ТНУ для озеленения г. Симферополя**

Класс перспективности	Кол-во баллов	Кол-во видов (% от общего числа исследуемых)	Характеристика класса
I	32	1 (5 %)	Высокоперспективные растения с позиции сохранения фиторазнообразия в культуре (репродуктивный потенциал очень высок), а также в отношении оптимизации санитарно - гигиенического состояния городской среды.
II	30 - 31	12 (60 %)	Достаточно перспективные виды для использования в двух вышеназванных направлениях.
III	26 - 29	4 (20 %)	Малоперспективны для семенного размножения и сохранения фиторазнообразия, но достаточно перспективны для нормализации экологического состояния урбосреды
IV	25 - 20	2 (10 %)	Неперспективны для сохранения фиторазнообразия в культуре (репродуктивный потенциал практически отсутствует), но достаточно перспективны для оптимизации санитарно - гигиенического состояния в городской среде
V	Менее 20	1 (5 %)	Неперспективны в отношении репродукции и по показателям бальнеологического эффекта.

Таблица 7.

Успешность акклиматизации и перспективность для озеленения г. Симферополя видов отдела *Pinophyta* Ботанического сада ТНУ

Вид растения	Класс успешности акклиматизации (балл)	Класс перспективности
<i>Ginkgo biloba</i>	I (31)	II
<i>Taxus baccata</i>	II (29)	III
<i>Abies alba</i>	II (30)	II
<i>A. pinsapo</i>	III (18)	IV
<i>Picea abies</i>	I (31)	II
<i>P. pungens</i>	I (31)	II
<i>Cedrus libanii</i>	I (31)	II
<i>Pinus pallasiana</i>	I (32)	I
<i>P. sylvestris</i>	I (31)	II
<i>P. montana</i>	I (30)	II
<i>P. pithyusa</i>	II (26)	III
<i>Platycladus orientalis</i>	I (31)	II
<i>Calocedrus decurrens</i>	II (29)	III
<i>Cupressus arizonica</i>	I (30)	II
<i>C. lusitanica</i>	II (26)	III
<i>C. sempervirens</i>	III (20)	IV
<i>C. sempervirens f. horizontalis</i>	III (17)	V
<i>Chamaecyparis lawsoniana</i>	I (30)	II
<i>Juniperus sabina</i>	II (30)	II
<i>Juniperus scopulorum</i>	II (30)	II

**ВЫВОДЫ**

1. В настоящее время отдел *Pinophyta* в Ботсаду ТНУ представлен 26 видами и 15 садовыми формами деревьев и кустарников (на момент организации Ботсада ТНУ дендрофлора Голосеменных парка «Салгирка» насчитывала 21 вид и характеризовалась отсутствием садовых форм).

2. Исследованные виды обладают регулярной побегообразовательной способностью и хорошо развитой вегетативной сферой (за исключением *C. sempervirens f. horizontalis*).

3. Среди голосеменных растений Ботсада ТНУ 16 видов (80 %) успешно переносят воздействие зимних отрицательных температур, а у 4 видов в неодинаковой степени повреждаются одно – и двухлетние побеги. Деревья и кустарники отдела *Pinophyta* в условиях Крымского Предгорья являются устойчивыми к недостатку почвенного увлажнения, и лишь *Calocedrus decurrens* обладает относительной засухоустойчивостью.

4. Для исследуемых видов отмечена резистентность к фитопатогенам и незначительная степень неинфекционного усыхания кроны. Исключение составляет

*P. pithyusa*, вопрос о причинах массового усыхания которой на сегодняшний день, остается открытым.

5. Семенной материал 2 видов (11%) оказался неперспективным в отношении получения всходов; 5 видов (26 %) более перспективны для искусственного семенного размножения и 12 видов (63 %) рекомендуются для широкого использования как источники посадочного материала.

6. 10 видам (50 %) свойственна высокая степень акклиматизации; хорошо акклиматизировались к условиям Крымского Предгорья 7 видов (35 %) и удовлетворительная степень акклиматизации установлена для 3 видов (15 %). Высокая адаптационная пластичность в условиях г. Симферополя представителей крымской дендрофлоры (*P. pallasiana* и *J. sabina*) – гарантия успешности работ по восстановлению их природных популяций в случае их угасания в естественных местообитаниях.

7. К I классу перспективности для озеленения г. Симферополя отнесен 1 вид (5 %), ко II классу – 12 видов (60 %), к III классу – 4 вида (20 %), к IV классу – 2 вида (10%) и к V классу – 1 таксон (5 %) - садовая форма *C. sempervirens*.

**БЛАГОДАРНОСТИ.** Авторы выражают искреннюю благодарность за консультации при проведении комплексного исследования дендрофлоры Голосеменных Ботсада ТНУ Епихину Д.В. (вопросы оценки виталитета деревьев и кустарников), Лысяковой Н.Ю. (анализ качества пыльцевых зерен), Просянной И.Б. (фитопатологическое исследование корней *Pinus pithyusa*).

#### Список литературы

1. Епихин Д.В., Котов С.Ф., Вахрушева Л.П., Карпенко С.А. и др. Парк «Салгирка»: предварительный анализ дендрофлоры // Экосистемы Крыма, их оптимизация и охрана – 2003. - №13. – С.113–123.
2. Васильев Я.Я., Малеев В.П., Уханов В.В. Деревья и кустарники СССР (Голосеменные). – Москва: Издательство АН СССР, 1949. – 460 с.
3. Ванин А.И. Определитель деревьев и кустарников. – Москва: Гослесбумиздат, 1956. – 211 с.
4. Лыпа О.Л. Определитель деревьев и кустарников. - Киев: Изд-во Киевского ун-та, 1957. – 386 с.
5. Барбарич А.И., Лыпа А.Л. Определитель Высших Растений Украины (*Cupressaceae, Ephedraceae, Ginkgoaceae, Pinaceae, Taxaceae*). – Киев: Наукова думка, 1987. – С. 38–43.
6. Тахтаджян А.Л. Жизнь растений. – Москва: Просвещение, 1974. – Т.1 – 485 с.
7. Захаров В.К. Лесотаксационный справочник. – Минск: Гос. изд – во БССР, 1959. – 300 с.
8. Атрохин В.Г. Лесоводство. – Москва: Лесная промышленность, 1979. – 277 с.
9. Белов С.В. Лесоводство. – Москва: Лесная промышленность, 1983. – 341 с.
10. Анненкова А.А., Ларина Т.Г. Методические рекомендации по геоботаническому изучению парковых сообществ– Ялта: ГНБС, 1980. – 27 с.
11. Исиков В.П., Корнилова М.М., Эйдельберг Ю.Г. Методические рекомендации по оценке состояния зеленых насаждений в городах и других населенных пунктах Крыма. – Ялта: ГНБС, 1997. – 47 с.
12. Молчанов А.А., Смирнов В.В. Методика изучения прироста древесных растений. – Москва: Наука, 1967. – 99 с.
13. Инструкция по технической инвентаризации зеленых насаждений городов и поселков городского типа. – Киев: Госстрой Украины, 2002. – 20 с.

14. Ахматов К.А. Методы определения зимостойкости древесных растений. –Фрунзе: Илим, 1968. – 40 с.
15. Каменских Л.А., Потапенко И.Л. Итоги инвентаризации дендропарка Карадагской биостанции // Карадаг: история, геология, ботаника, зоология. – 2004. – С. 264–265.
16. Фалькова Т. В. Методические рекомендации по комплексной оценке засухоустойчивости декоративных растений. – Ялта: ГНБС, 1985. – 40 с.
17. Булыгин Н.Е. К методике фенологических наблюдений за повторным цветением и плодоношением деревянистых растений. – Москва: Наука, 1967 – 49 с.
18. Паушева З.П. Практикум по цитологии растений. – Москва: Агропромиздат, 1988. – 271 с.
19. Головач А.Г. Фенологические наблюдения в садах и парках. – Москва: Просвещение, 1951. – 58 с.
20. Дебринюк Ю.М., Калинин М.І., Гузь М.М. Лісове насінництво. - Львів: Світ, 1998. – 432 с.
21. Мак – Кей Д.Б., Адер Ф., Гордон А.Г. Международные правила анализа семян: Пер. с англ. – Москва: Колос, 1984. – 309 с.
22. Огиевский В.В., Браузе И.Д., Дьяченко Е.П. и др. Лесные культуры. – М.: Гослесбумиздат, 1949. – 715 с.

*Поступила в редакцию 05.12.2006 г..*

УДК 612:57.017.4:550.383.4:613.168

## ИНДИВИДУАЛЬНАЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ЧЕЛОВЕКА К ГЕЛИОГЕОФИЗИЧЕСКИМ ФАКТОРАМ

*Верко Н.П., Григорьев П.Е., Темурьянц Н.А., Кокарева М.А., Добрева И.И.*

Одной из актуальных проблем экологической физиологии является изучение неодинаковой чувствительности к действию различных факторов [1]. Особый интерес представляет исследование индивидуальной чувствительности к действию малоизученных факторов, в частности, геофизических. В литературе существуют разноречивые данные об изменении различных физиологических систем здоровых и, особенно, больных лиц при геофизических возмущениях [2, 3]. Неоднозначность сведений может быть связана с индивидуальной чувствительностью. Природа индивидуальной чувствительности изучена совершенно недостаточно.

Индивидуальную чувствительность организма может определять состояние вегетативной нервной системы, от которой значительно зависит степень реакции индивидуумов на действие разнообразных факторов. Однако этот вопрос не изучен. В связи с этим целью настоящей работы явилось исследование индивидуальной чувствительности лиц с различным вегетативным статусом к гелиогеофизическим факторам.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Обследовано 60 студентов (возраст - 18-20 лет; пол – юноши и девушки) лечебного, педиатрического и фармацевтического факультетов КГМУ им. С.И.Георгиевского. Вегетативный статус оценивали по индексам Кердо и Хильдебрандта [4]. На основании значений этих индексов все обследуемые были распределены на группы ваготоников, симпатотоников и лиц с вегетативным равновесием (эйтоники). Среди обследуемых большинство составили ваготоники (30 человека), меньшинство – эйтоники (10 человек).

Для решения поставленных задач проведено две серии экспериментов. В первой серии (проводилась в весеннее время года) изучали корреляции показателей психоэмоционального состояния (тревожность, работоспособность, активность, настроение и самочувствие) у лиц с различным вегетативным статусом с вариациями солнечной активности. Психоэмоциональное состояние обследуемых оценивали по модифицированной методике самооценки «САН» [5]. Тестирование проводилось ежедневно, в одно и то же время дня в течение 33 суток.

Во второй серии (проводилась в осеннее время года) исследовали динамику адаптационных реакций, содержания миелопероксидазы в нейтрофилах

периферической крови и индекса регенерации нейтрофилов у ваготоников, симпатотоников и лиц с вегетативным равновесием в дни с различной солнечной и геомагнитной активностью: день спокойного солнца (СС) (числа Вольфа = 13 усл.ед.), день высокой солнечной активности (ВСА) (числа Вольфа = 60 усл.ед.), день высокой геомагнитной активности (ВГА) (Ар-индекс геомагнитного возмущения = 55 нТл), день низкой солнечной и геомагнитной активности (НСГА) (числа Вольфа = 1 усл.ед., Ар-индекс = 15 нТл). Значения чисел Вольфа и Ар-индекса взяты из Всемирного банка данных.

Тип адаптационной реакции определяли по сигнальному показателю – отношение лимфоцитов к сегментоядерным нейтрофилам (л/сн) [6]. Морфологический состав лейкоцитов определяли в мазках крови, окрашенных по Романовскому-Гимза. Цитохимическое содержание миелопероксидазы в нейтрофилах крови определяли с помощью реакции Грэхема [7]. Количественную оценку содержания миелопероксидазы в нейтрофилах крови производили в соответствии с принципом Карлов [8]. Индекс регенерации нейтрофилов рассчитывали как отношение суммы процентного содержания всех несегментированных форм нейтрофилов к сегментированным. Забор периферической крови осуществляли через день (в утренние часы) в течение месяца.

Результаты исследования подвергались статистической обработке с использованием корреляционного анализа. Оценку достоверности наблюдаемых изменений проводили с помощью t-критерия Стьюдента.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ**

Анализ результатов исследования позволил установить наличие достаточно высокой корреляционной связи ( $r=+0,76$ ) между показателями психоэмоционального состояния и числами Вольфа у лиц с различным вегетативным статусом (рис. 1). Более подробный корреляционный анализ данных выявил достоверные корреляционные связи между всеми психоэмоциональными показателями и числами Вольфа в группе ваготоников. В группе симпатотоников достоверная корреляционная связь с вариациями солнечной активности отмечена только со стороны показателей настроения и тревожности. У эйтоников отсутствовали достоверные корреляционные связи между параметрами психоэмоционального состояния и вариациями солнечной активности. Этот факт позволяет высказать предположение, что данная категория людей, очевидно, является наиболее чувствительной к влиянию каких-то других факторов, например, социальных. В пользу этого указывает наличие более четких границ социальной недели (период 7 дней), установленных динамикой психоэмоциональных показателей.

Результаты исследования динамики индекса регенерации нейтрофилов показали (табл.1), что в дни с различной солнечной и геомагнитной активностью наименьшие сдвиги в значениях данного показателя отмечены в группе симпатотоников, тогда как наибольшие – зарегистрированы у ваготоников. Важно отметить, что сдвиг лейкоцитарной формулы влево отмечен в дни спокойного

солнца (у ваготоников и симпатотоников) и сниженной солнечной и геомагнитной активности (у ваготоников). Этот факт указывает на стимуляцию лейкопоза и регенерацию нейтрофилов в эти дни у обследуемых указанных групп. Сдвиг лейкоцитарной формулы вправо у представителей всех исследуемых групп особенно заметен в дни повышенной солнечной и геомагнитной активности, что свидетельствует о повышении функциональных возможностей нейтрофилов.

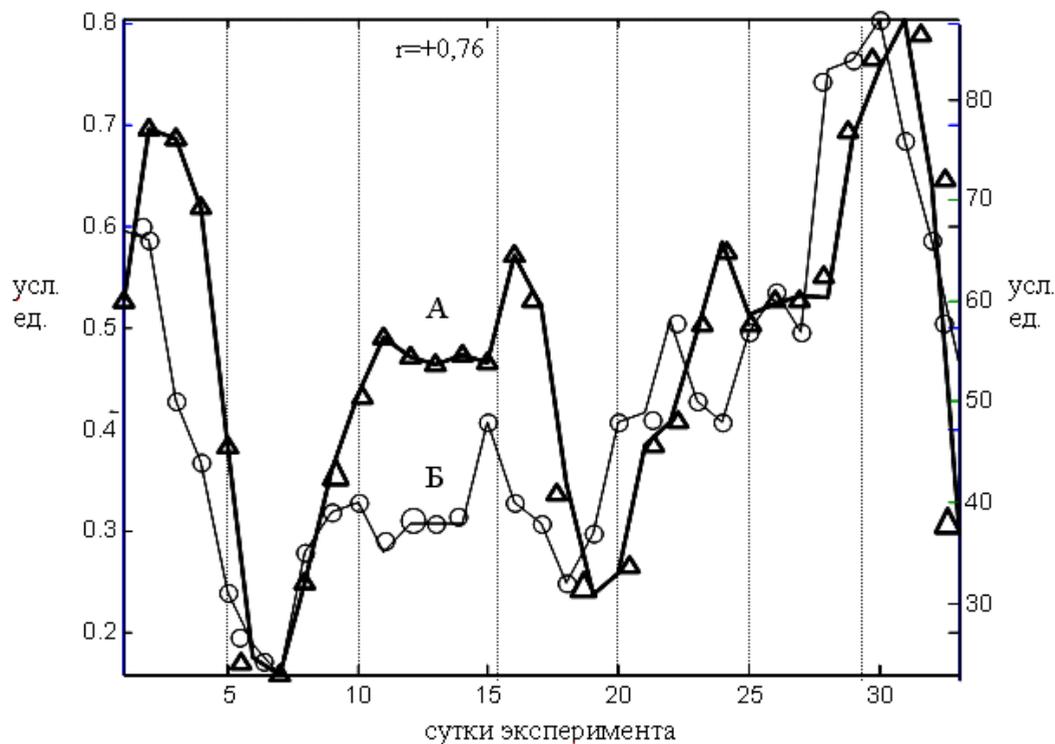


Рис. 1. Сопоставление динамики интегрального показателя САН (А) и чисел Вольфа (Б).

Анализ динамики неспецифических адаптационных реакций (рис. 2) у лиц с различным вегетативным статусом показал, что в условиях повышенной солнечной и геомагнитной активности адаптационная реакция стресса развивалась у ваготоников и эйтоников. В условиях сниженной солнечной и геомагнитной активности, а также в условиях спокойного солнца, ваготоники пребывали в состоянии адаптационной реакции повышенной активации. В эти же дни сигнальный показатель развивающихся адаптационных реакций у лиц с вегетативным равновесием находился в зонах антистрессорных реакций тренировки и спокойной активации. У симпатотоников в дни с различной гелиогеофизической активностью развивалась адаптационная реакция повышенной активации.

Таблица 1.  
Индекс регенерации нейтрофилов в дни с различной гелиогеофизической активностью

Дни с различной гелиогеофизической активностью	Группы лиц с различным вегетативным статусом		
	Симпатотоники 1	Ваготоники 2	Эйтоники 3
НСГА	0,06±0,004	0,12±0,001 $p_{2,1}<0,01$	0,06±0,002 $p_{3,2}<0,05$
ВСА	0,04±0,003	0,05±0,002 $p_{2,1}<0,05$	0,02±0,001 $p_{3,1}<0,05$
СС	0,12±0,004	0,11±0,004	0,03±0,0001 $p_{3,1}<0,001$ $p_{3,2}<0,001$
ВГА	0,05±0,002	0,02±0,001	0,05±0,001

p- достоверность различий между группами

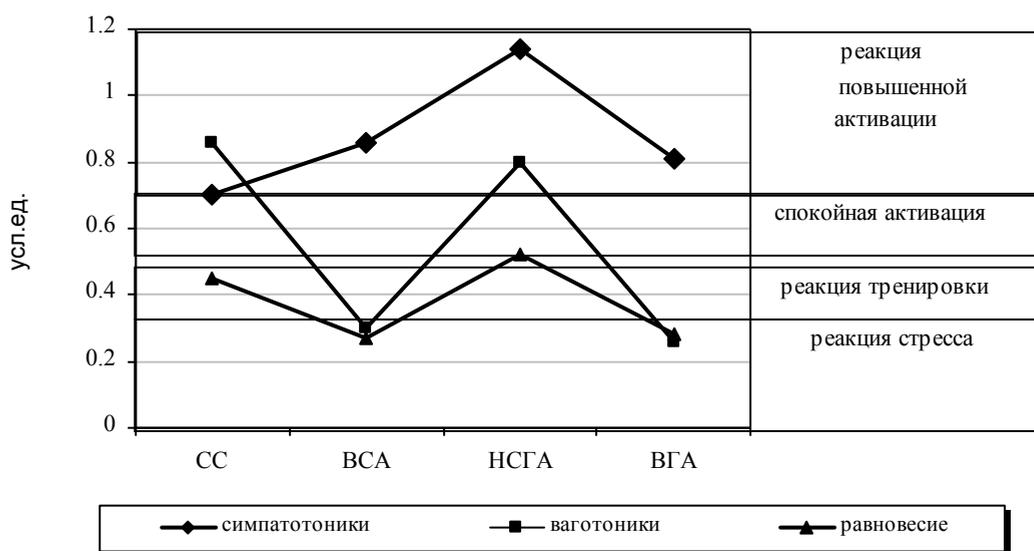


Рис. 2. Динамика адапционных реакций в условиях различной гелиогеофизической активности.

Анализ результатов содержания миелопероксидазы в нейтрофилах крови лиц с различным вегетативным статусом позволил выделить следующие моменты. Низкая солнечная и геомагнитная активность не вызывали существенных отклонений в содержании этого показателя от значений физиологической нормы. У лиц с вегетативным равновесием содержание миелопероксидазы в нейтрофилах крови вообще находилось в зоне физиологической нормы. В дни высокой геомагнитной и

солнечной активности цитохимическое содержание миелопероксидазы снижалось относительно нормы в нейтрофилах крови симпатотоников и, особенно, ваготоников. В дни с беспокойной гелиогеомагнитной обстановкой ЦПС миелопероксидазы в нейтрофилах крови эйтоников находился вблизи зоны физиологической нормы этого параметра (недостаточно отличался от нее). Обнаруженный факт дополняет вышеизложенные сведения о низкой чувствительности лиц с вегетативным равновесием к гелиогеофизическим факторам.

### **ВЫВОДЫ**

1. Индивидуальная чувствительность к гелиогеофизическим факторам зависит от вегетативного статуса человека.
2. Наиболее чувствительной категорией людей к гелиогеофизическим факторам являются ваготоники.
3. Повышенная солнечная и геомагнитная активность вызывают наиболее неблагоприятные изменения в организме лиц с различным вегетативным статусом, нежели низкая солнечная и геомагнитная активность.

### **Список литературы**

1. Новиков В.С., Деряпа Н.Р. Биоритмы, космос, труд. – СПб.: Наука, 1992. – 256 с.
2. Владимирский Б.М., Темурьянц Н.А., Мартынюк В.С. Космическая погода и наша жизнь. – Фрязино: «Век 2», 2004. – 224с.
3. Владимирский Б.М., Темурьянц Н.А. Влияние солнечной активности на биосферу-ноосферу. – М.: Изд-во МНЭПУ, 2000. – 374с.
4. Вегетативные расстройства: клиника, диагностика, лечение. / Под ред. А.М. Вейна. – М.: ООО «Медицинское информационное агентство», 2003. – 752с.
5. Бачериков Н.Е., Воронцов М.П., Добромилль Э.И. Психогигиена умственного труда учащейся молодежи. – Киев: Здоровье, 1988. – 165с.
6. Гаркави Л.Х., Квакина Е.Б., Кузьменко Т.С. Адаптационные реакции и активационная терапия. – М.: Имедис, 1998. – 655с.
7. Лили Р. Патогистологическая техника и практическая гистохимия. – М.: Мир, 1969. – 645с.
8. Kaplow L.S. A histochemical procedure for localizing and evaluation leukocyte alkaline phosphatase activity in smears of blood and marrow // Blood. – 1995. - № 10. – С.1023-1029.

*Поступила в редакцию 22.10.2006 г.*

УДК 577.115.3: 591

## ВЛИЯНИЕ ХЛОРОФОРМА И БЕНЗОЛА НА ЭЛЕКТРОФОРЕТИЧЕСКУЮ ПОДВИЖНОСТЬ ГЕМОГЛОБИНА

*Гидулянов А.А., Жданова Е.Г*

Загрязнения окружающей среды современных промышленных городов представляют собой многокомпонентные смеси ксенобиотиков, поступающих в организм человека с атмосферным воздухом, питьевой водой [1, 2]. Повышение качества воды, используемой населением в хозяйственно-питьевых целях, является важнейшей задачей гигиены питьевого водоснабжения [3, 4].

Увеличение содержания органических соединений в объектах окружающей среды, важнейшей особенностью которых является липофильность, позволяет им в значительной мере накапливаться и концентрироваться в живых организмах даже при незначительном содержании в окружающей среде [5].

В настоящее время большое внимание уделяется потенциальной опасности хлорорганических соединений, образующихся на различных этапах очистки и обеззараживания питьевой воды на водопроводных станциях. В наибольших количествах образуется хлороформ, для которого не установлена научно обоснованная ПДК в питьевой воде [6, 7]. Органические вещества широко используются в качестве растворителей. Среди таких веществ – хлороформ и бензол [2, 8, 9].

Проблема влияния хлороформа и бензола на живые организмы в последнее время привлекает все большее внимание. Известны системные и клеточные механизмы токсического действия, однако молекулярные механизмы мало изучены. Нарушения в нормальном функционировании живых организмов заставляют задуматься о механизмах действия указанного фактора, реализующихся на молекулярном и клеточном уровнях и связанных с изменениями структуры биологических молекул, а, следовательно, и с выполняемыми ими функциями [10, 11].

Поэтому гигиеническая оценка хлороформа и бензола и выяснение механизмов его воздействия на живые организмы остается немаловажной задачей биологии и медицины.

В частности большой интерес представляет выяснение механизмов воздействия низкомолекулярных углеводов и их галогенпроизводных гидрофобной природы на конформационные переходы биополимеров, осуществляющиеся на молекулярном и клеточном уровне.

Выяснение механизма взаимодействия гидрофобных низкомолекулярных веществ с белками требует проведения исследований на белковых моделях с использованием разных веществ гидрофобной природы [12, 13].

В связи с этим целью данной работы было проведение сравнительного анализа влияния хлороформа и бензола на электрофоретическую подвижность гемоглобина.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалом исследования служил гемолизат эритроцитов крови человека, как модельный раствор гемоглобина. Гемолизат получали методом "осмотического шока". После этого в полученный гемолизат добавляли дистиллированную воду до конечной концентрации гемоглобина 0,03% [14].

Раствор белка насыщали бензолом и хлороформом в стеклянных бюксах объёмом 5 мл путем наслаивания 3 мл раствора белка на 1,5 мл лиганда с последующей инкубацией образцов при комнатной температуре. Инкубацию образцов проводили в течение 1, 2, 4 и 24 часов.

Электрофорез проводили в пробочках в 7% ПААГ. Разделение проводили при 250-340 В при силе тока 2-5 мА на каждую трубку. Продолжительность разделения составляла 2,5-3 часа [15].

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Низкомолекулярные растворители, к числу которых относится хлороформ и бензол, оказывают сильное денатурирующее действие на биополимеры. Однако в данном исследовании использовали насыщения гемоглобина, при которых медленно устанавливается равновесие в системе хлороформ (бензол) - вода-белок и происходит связывание лигандов гидрофобными участками молекулы белка. Возникает естественный вопрос о том, какое влияние на структуру белка оказывает связывающийся с ним хлороформ и бензол. Поэтому представляется важным оценка влияния углеводов на структуру молекулы гемоглобина и обратимость действия данных денатурирующих агентов. В связи с этим проведены исследования электрофоретических свойств белка, насыщенного хлороформом и бензолом.

Как видно из таблицы 1 и рисунков 1, 2, 3 в случае связывания хлороформа с гемоглобином наблюдается достоверное снижение электрофоретической подвижности ( $p < 0,05$ ).

Электрофоретическая подвижность первой фракции гемоглобина при взаимодействии с хлороформом по сравнению с нативным гемоглобином уменьшилась в 1 час на 11%, во 2 час увеличилась на 2,8%, в 4 час уменьшилась на 22%. Как видно, в случае связывания хлороформа с белком, при 24-часовой экспозиции 1 фракция не идентифицирована.

Электрофоретическая подвижность второй фракции гемоглобина при взаимодействии с хлороформом, по сравнению с нативным гемоглобином, уменьшилась в 1 час на 17%, во 2 час - на 5%, в 4 час - на 20% и 24 час - на 14%.

Электрофоретическая подвижность третьей фракции гемоглобина при взаимодействии с хлороформом по сравнению с нативным гемоглобином уменьшилась в 1 час на 34%, во 2 час - на 16%, в 4 час - на 42% и 24 час - на 18%.

Таблица 1.  
Изменение электрофоретической подвижности гемоглобина под влиянием хлороформа  
( $\bar{x} \pm S \bar{x}$ , R<sub>p</sub>)

Время экспозиции (час)	Фракции	Контрольные образцы	Взаимодействие с хлороформом
1	1	0,73±0,05	0,65±0,03
	2	0,65±0,03	0,54±0,03*
	3	0,59±0,02	0,39±0,01*
2	1	0,71±0,05	0,73±0,04
	2	0,61±0,03	0,58±0,03
	3	0,49±0,02	0,41±0,02*
4	1	0,73±0,05	0,57±0,03*
	2	0,65±0,03	0,51±0,03*
	3	0,59±0,02	0,34±0,02*
24	1	0,75±0,05	–
	2	0,67±0,03	0,58±0,02*
	3	0,6±0,02	0,49±0,02*

Примечание: \* – достоверность различий показателей по сравнению с контрольными образцами (p<0,05).

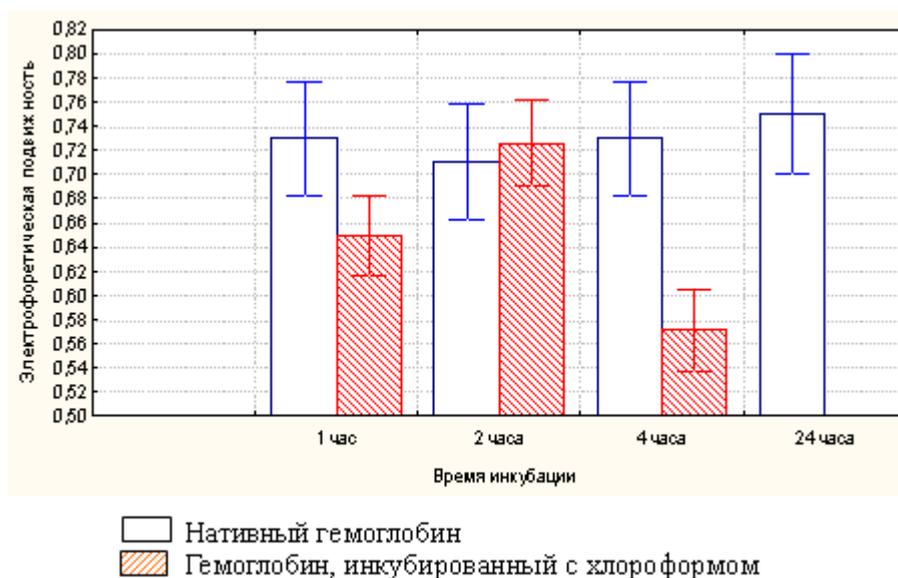


Рис. 1. Электрофоретическая подвижность 1 фракции гемоглобина при взаимодействии с хлороформом через 1, 2, 4, 24 часа инкубации.

## ВЛИЯНИЕ ХЛОРОФОРМА И БЕНЗОЛА

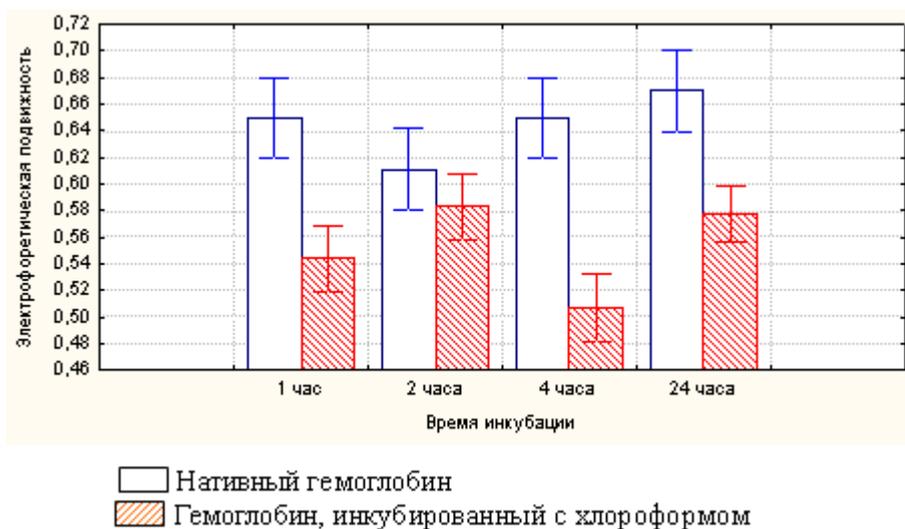


Рис. 2. Электрофоретическая подвижность 2 фракции гемоглобина при взаимодействии с хлороформом через 1, 2, 4, 24 часа инкубации.

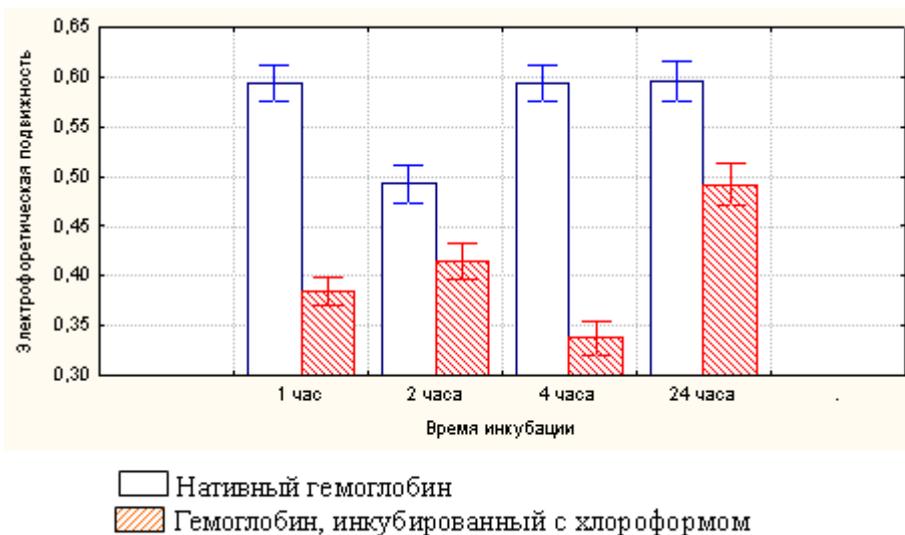


Рис. 3. Электрофоретическая подвижность 3 фракции гемоглобина при взаимодействии с хлороформом через 1, 2, 4, 24 часа инкубации.

Практически во всех 4 экспозициях в случае связывания хлороформа с гемоглобином, наблюдается достоверное снижение электрофоретической подвижности. Увеличение электрофоретической подвижности первой фракции гемоглобина во второй час по сравнению с нативным гемоглобином недостоверны ( $p > 0,05$ ). Во всех поставленных экспериментах при 24-часовой экспозиции происходила денатурация гемоглобина, были видны хлопьяподобные структуры.

При анализе электрофоретической подвижности взаимодействия белковых молекул с хлороформом, т.е. за все время экспозиции, наиболее выраженные изменения электрофоретической подвижности наблюдаются в 4-ый час.

Полученные данные о влиянии бензола на электрофоретическую подвижность гемоглобина представлены в таблице 2 и на рисунках 4, 5, 6.

**Таблица 2.**  
**Изменение электрофоретической подвижности гемоглобина под влиянием бензола**  
( $\bar{x} \pm S \bar{x}$ , Rf)

Время экспозиции (час)	Фракции	Контрольные образцы	Взаимодействие с бензолом
1	1	0,73±0,05	0,58±0,03*
	2	0,65±0,03	0,58±0,02*
	3	0,59±0,02	0,50±0,02*
2	1	0,71±0,05	0,63±0,03*
	2	0,61±0,03	0,56±0,02
	3	0,49±0,02	0,43±0,01*
4	1	0,73±0,05	0,56±0,03*
	2	0,65±0,03	0,51±0,02*
	3	0,59±0,02	0,4±0,03*
24	1	0,75±0,05	–
	2	0,67±0,03	0,61±0,02
	3	0,6±0,02	0,54±0,01*

Примечание: \* – достоверность различий показателей по сравнению с контрольными образцами ( $p < 0,05$ ).

Как следует из данных таблицы 2 и рисунков 4, 5, 6 в случае связывания гемоглобина с бензолом, наблюдается снижение электрофоретической подвижности. Электрофоретическая подвижность первой фракции гемоглобина при взаимодействии с бензолом, по сравнению с нативным гемоглобином, уменьшилась в 1 час на 21%, во 2 час - на 12%, в 4 час - на 23%. Как видно в случае связывания бензола с белком при 24-й экспозиции 1 фракция не идентифицирована.

Электрофоретическая подвижность второй фракции гемоглобина при взаимодействии с бензолом, по сравнению с нативным гемоглобином, уменьшилась в 1 час на 11%, во 2 час - на 8%, в 4 час - на 22% и 24 час - на 9%.

Электрофоретическая подвижность третьей фракции гемоглобина при взаимодействии с бензолом, по сравнению с нативным гемоглобином, уменьшилась в 1 час на 15%, во 2 час - на 12%, в 4 час - на 32% и 24 час - на 10%.

Практически во всех 4 экспозициях в случае связывания бензола с гемоглобином наблюдается достоверное снижение электрофоретической подвижности ( $p < 0,05$ ). При анализе электрофоретической подвижности взаимодействия белковых молекул с бензолом, т.е. за все время экспозиции, наиболее выраженные изменения электрофоретической подвижности наблюдаются в 4-ый час.

## ВЛИЯНИЕ ХЛОРОФОРМА И БЕНЗОЛА

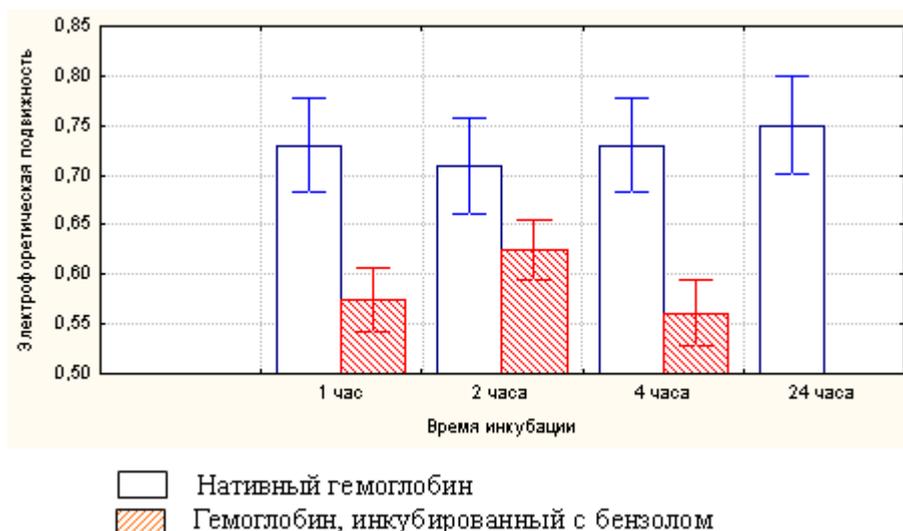


Рис. 4. Электрофоретическая подвижность 1 фракции гемоглобина при взаимодействии с бензолом через 1, 2, 4, 24 часа инкубации.

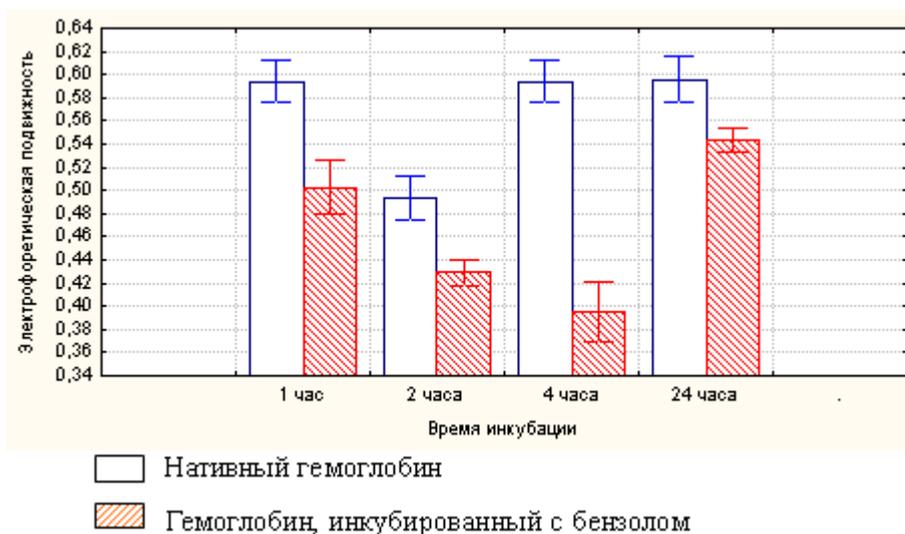


Рис. 5. Электрофоретическая подвижность 2 фракции гемоглобина при взаимодействии с бензолом через 1, 2, 4, 24 часа инкубации.

Данные явления воспроизводятся во всех электрофоретических экспериментах, как при инкубации гемопротеида с хлороформом, так и при инкубации с бензолом. Это позволяет выдвинуть предположение о том, что насыщение гемоглобина, как хлороформом, так и бензолом оказывает денатурирующее действие на структуру изучаемого белка.

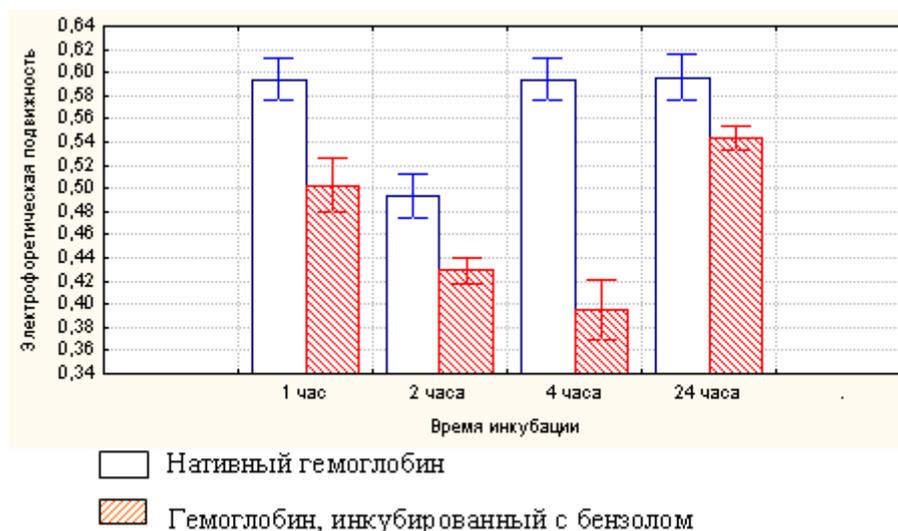


Рис. 6. Электрофоретическая подвижность 3 фракции гемоглобина при взаимодействии с бензолом через 1, 2, 4, 24 часа инкубации.

Можно предположить возможность образования полимерных форм белка, что свидетельствует об усилении агрегации белковых молекул, о чем свидетельствует более плотная окраска исследуемого белка.

Образование полимеров зависит от дисульфидных мостиков S-S за счет SH-группы. SH-группы, входящие в состав гемоглобина, по одной  $\alpha$ -цепи и по две в  $\beta$ -цепи, играют весьма существенную роль в выполнении основной функции гемоглобина [16]. При взаимодействии лигандов с белком возможно происходит изменение заряда белка, в следствии лиганд-индуцированных конформационных изменений полипептидной цепи, приводящих к соответствующим изменениям в пространственном расположении аминокислотных радикалов.

Как видно из таблицы 3 и рисунков 7, 8, 9 при сравнении электрофоретической подвижности гемоглобина, инкубированного с бензолом и хлороформом, оба денатурирующих агента оказывают равнозначное воздействие на гемопротеид.

Электрофоретическая подвижность первой фракции гемоглобина при взаимодействии с хлороформом, по сравнению с гемоглобином, взаимодействующим с бензолом, была выше в 1 час на 12%, во 2 час на 14%, в 4 час на 2%. При 24 часовой экспозиции 1 фракция не идентифицирована.

Электрофоретическая подвижность второй фракции гемоглобина при взаимодействии с хлороформом, по сравнению с гемоглобином, взаимодействующим с бензолом в 1 час была меньше на 7%, во 2 час была больше на 4%, в 4 час на 2% и через 24 часа инкубации была меньше на 5%.

Электрофоретическая подвижность третьей фракции гемоглобина при взаимодействии с хлороформом, по сравнению с гемоглобином, взаимодействующим с бензолом в 1 час была меньше на 22%, во 2 час на 5%, в 4 час на 15% и через 24 часа инкубации на 9%.

Таблица 3.

Изменения электрофоретической подвижности гемоглобина под влиянием хлороформа и гемоглобина под влиянием бензола ( $\bar{x} \pm S \bar{x}$ , R<sub>f</sub>)

Время экспозиции (час)	Фракции	Взаимодействие с бензолом	Взаимодействие с хлороформом
1	1	0,58±0,03	0,65±0,03
	2	0,58±0,02	0,54±0,03
	3	0,50±0,02	0,39±0,01*
2	1	0,63±0,03	0,73±0,04*
	2	0,56±0,02	0,58±0,03
	3	0,43±0,01	0,41±0,02
4	1	0,56±0,03	0,57±0,03
	2	0,51±0,02	0,52±0,03
	3	0,4±0,03	0,34±0,02
24	1	–	–
	2	0,61±0,02	0,58±0,02
	3	0,54±0,01	0,49±0,02*

Примечание: \* – достоверность различий показателей электрофоретической подвижности гемоглобина взаимодействующего с хлороформом относительно гемоглобина взаимодействующего с бензолом.

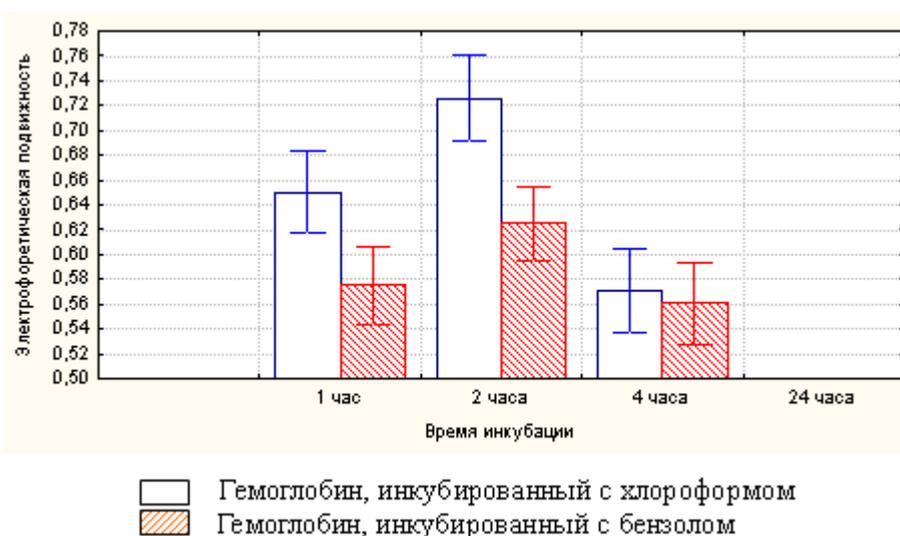


Рис. 7. Электрофоретическая подвижность 1 фракции гемоглобина при взаимодействии с бензолом и хлороформом через 1, 2, 4, 24 часа инкубации.

Полученные данные свидетельствуют о том, что как бензол, так и хлороформ являются равнозначными денатурирующими агентами. Сложно оценить степень различий их воздействия, поскольку изменение электрофоретической подвижности фракций гемоглобина под их влиянием находится практически на одном уровне.

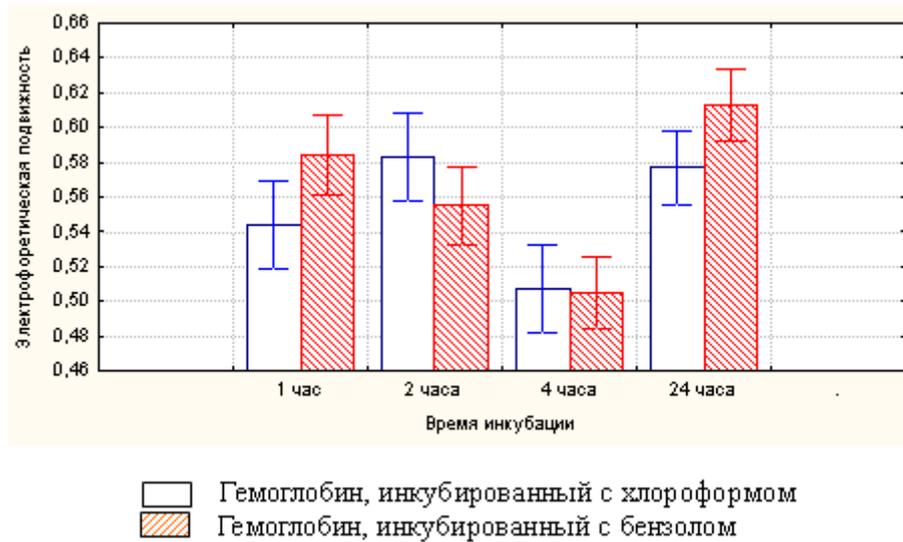


Рис. 8. Электрофоретическая подвижность 2 фракции гемоглобина при взаимодействии с бензолом и хлороформом через 1, 2, 4, 24 часа инкубации.

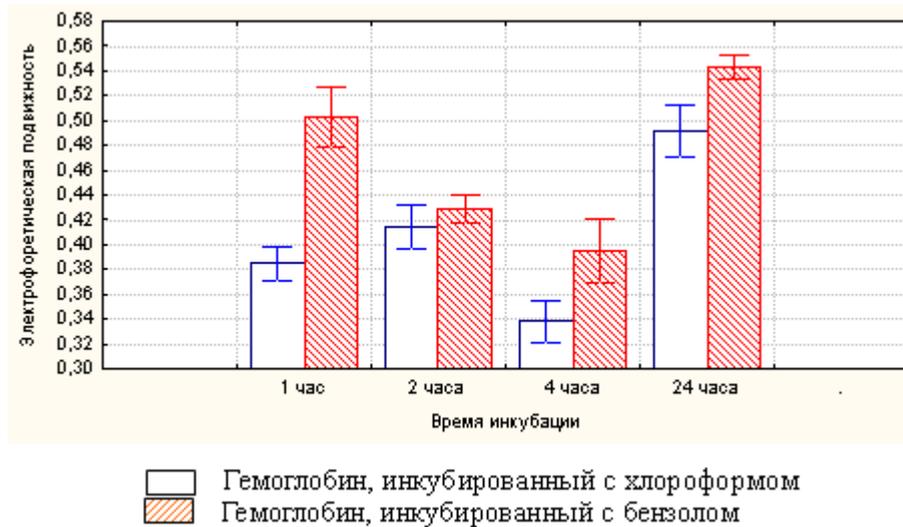


Рис. 9. Электрофоретическая подвижность 3 фракции гемоглобина при взаимодействии с бензолом и хлороформом через 1, 2, 4, 24 часа инкубации.

### ВЫВОДЫ

1. Установлено, что насыщение гемоглобина хлороформом и бензолом сопровождается снижением электрофоретической подвижности гемоглобина, что свидетельствует об их денатурирующем эффекте.

2. Показано, что хлороформ и бензол обладают сходным денатурирующим эффектом, что выражается в близкой электрофоретической подвижности фракций гемоглобина, инкубированных с изученными углеводородами.

#### Список литературы

1. Безуглая Э. Ю. Метеорологический потенциал и климатические особенности загрязнения воздуха городов. – Л.: Гидрометеиздат, 1980. – С. 184.
2. Бонашевская Т.И., Пинигин М.А. Морфологическая оценка изолированного и сочетающего действия химических и физических факторов окружающей среды // Гигиена и санитария. – 1991. – № 2. – С. 54.
3. Красовский Г.Н., Ильницкий А.П., Воронин В.М. Обоснование предельно допустимой концентрации хлороформа в питьевой воде // Гигиена и санитария. – 1991. – №2. – С. 14-15.
4. Скворцов А.Ф., Сергеев Э.П., Елаховская Н.Г. К гигиенической оценке содержания хлороформа в питьевой воде // Гигиена и санитария. – 1983. – №3. – С. 10-13.
5. Савенко В. С. Природные и антропогенные источники загрязнения атмосферы. – М.: Наука, 1991. – С. 191-207.
6. Жиряков В.Г. Органическая химия. – М.: Издательство «ХИМИЯ», 1978. – 407 с.
7. Красовский Г. Н., Егорова Н.А. Хлорирование воды как фактор повышенной опасности для здоровья населения // Гигиена и санитария. – 2003. – № 1. – С. 140.
8. Воронин В.М., Литвинов Н.Н., Казачков В.И. Изучение канцерогенности хлороформа // Вопросы онкологии. – 1987. – Т. 33, № 8. – С. 81-85.
9. Лазарева Н. В, Левина Э. Н. Вредные вещества в промышленности. – М.: Наука, 1976. – С. 272-274.
10. Васьковская Л. Ф. Циркуляция и трансформация хлорфосфатов, ртутьпроизводных препаратов в системе окружающая среда биологический объект. – К.: Наукова думка, 1985. – С. 156.
11. Лукьянчук В.Д. Молекулярные механизмы взаимодействия сывороточного альбумина с динитрокрезолом // Вопросы медицинской химии. – 1983. – № 2. – С. 8-12.
12. Измайлова В.Н., Ребиндер П.А. Структурообразование в белковых системах. – М.: Наука, 1974. – 329 с.
13. Кяйвярайнен А.И. Динамическое поведение белков в водной среде и их функции. – Л.: Наука, 1980. – 272 с.
14. Drabkin D. A simplified technique for large scale crystallization of myoglobin and haemoglobin in the crystalline // Arch. Biochem. – 1949.– V.21 – P.224 – 226.
15. Гааль Э, Медыша Г, Верецкий А. Электрофорез в разделении биологических макромолекул. – М.: Мир, 1982. – 446 с.
16. Рубина Х.М. Физиология системы крови. Физиология эритропоэза. – Л.: Наука, 1979. – С. 211-232.

*Поступила в редакцию 20.10.2006 г.*

УДК 577.115.3: 591

## **ЖИРНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ ПЛАЗМЫ И МЕМБРАН ЭРИТРОЦИТОВ БОЛЬНЫХ ХРОНИЧЕСКИМ ГЛОМЕРУЛОНЕФРИТОМ**

*Гидулянова К.В., Коношенко С.В.*

При многих заболеваниях усиливаются процессы перекисного окисления липидов (ПОЛ) [1 – 4]. Значительное повышение активности свободнорадикального окисления может привести к нарушению функции клеток и как следствие к развитию патологии. Мишенью реакций ПОЛ становятся, прежде всего, клеточные мембраны, содержащие большое количество ненасыщенных жирных кислот, характеризующихся биоэффекторными свойствами, в частности, мембрана эритроцитов [1 – 3, 5, 6]. Жирные кислоты, как в свободном состоянии, так и в комплексе с фосфолипидами играют важную роль в жизнедеятельности клеток и организмов. Эти компоненты мембран принимают участие в регуляции многих процессов как в норме, так и при патологическом состоянии организма.

Мембрана эритроцитов является наиболее удобной моделью для изучения мембранопатологических процессов при заболеваниях внутренних органов. Это обусловлено как простотой организации зрелых клеток красной крови, так и доступностью их для проведения лабораторных исследований [7].

Однако до сих пор остается недостаточно глубоко изученным вопрос о взаимосвязи структурных изменений, происходящих в эритроцитарной мембране и плазме при интенсификации окислительных процессов, в условиях окислительного стресса при патологических процессах, в частности при хроническом гломерулонефрите.

В связи с этим, целью настоящей работы явилось изучение жирнокислотного состава плазмы и мембран эритроцитов у больных хроническим гломерулонефритом.

### **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

Материалом для исследований служила кровь 30 больных хроническим гломерулонефритом в стадии ремиссии в возрасте 30-45 лет. Контрольную группу составили 30 практически здоровых людей – доноров. Эритроцитарные мембраны (ЭМ) выделяли по методу Сербиновой Т.А. [8]. Экстракцию липидов из эритроцитарных мембран и плазмы осуществляли по методу Folch I. et al. [9]. Метилирование выделившихся жирных кислот проводили методом переэтерификации 14 % раствором  $\text{BCl}_3$  в безводном метаноле [10]. Газохроматографический анализ метиловых эфиров ЖК проводили на

хроматографе Agilent Technologies 6890 с масс-спектрометрическим детектором 5973 (США). Использовали кварцевую колонку INNOWAX (Agilent Technologies, США) длиной 30 м и внутренним диаметром 0.25мм

Газ-носитель – гелий. Расход газа-носителя – 1мл/мин. Температура детектора 100-230°C, температура испарителя - 270°C. Идентификацию компонентов проводили методом хромато-масс-спектрометрии (база данных NIST02).

### **РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ**

При изучении жирнокислотного состава плазмы и мембран эритроцитов больных хроническим гломерулонефритом были получены данные, представленные в таблице 1.

Анализ жирнокислотного состава мембран эритроцитов показал, что у больных хроническим гломерулонефритом были выявлены сдвиги в жирнокислотном обмене – достоверное повышение содержания насыщенных жирных кислот с 26,2% у доноров до 29,2% у больных (в среднем на 12%). Данное увеличение насыщенности мембраны происходит за счет повышения уровня содержания пальмитиновой и стеариновой кислот на 21% и 46% соответственно.

Уровень лауриновой (12:0), миристиновой (14:0) и пентадекановой кислот (15:0) был достоверно ниже относительно содержания данных кислот в группе доноров. Так, уровень содержания лауриновой кислоты был на 72% ниже, чем в контрольной группе, уровень миристиновой – на 60% и уровень пентадекановой – на 53% ниже соответственно.

В целом повышение уровня содержания насыщенных жирных кислот в мембране эритроцитов может быть проявлением компенсаторных реакций, направленных на поддержания мембран в жидкокристаллическом состоянии, что отмечается в ряде источников [6, 11, 12].

В группе больных хроническим гломерулонефритом коэффициент отношения насыщенных жирных кислот к ненасыщенным был на 21,5% выше, чем в контроле.

Сравнение уровня содержания ненасыщенных жирных кислот показало, что уровень их содержания в мембранах эритроцитов больных составляет 40,3%, что на 8% ниже уровня контрольной группы. При изучении относительного содержания отдельных ненасыщенных жирных кислот были обнаружены статистически достоверные различия между группой больных и контрольной группой ( $p < 0,05$ ).

Уровень моноеновых жирных кислот находится на 19% ниже уровня контрольной группы и составляет 17,7%. Это связано со снижением содержания таких кислот как миристолеиновая (14:1) - на 77% и пальмитолеиновая (16:1) - в среднем на 78% относительно уровня содержания в контрольной группе.

По общему содержанию полиненасыщенных жирных кислот группа больных и здоровых людей достоверно не отличались, но различия в содержании жирных кислот представителей семейств  $\omega 3$ ,  $\omega 6$  и  $\omega 9$  были статистически достоверны.

Содержание жирных кислот семейства  $\omega 3$  была на 41,6% ниже, чем в контрольной группе. Отмечено достоверное снижение всех представителей данного семейства. Процент снижения увеличивается в ряду 18:3 → 20:5 → 22:5 → 22:6. Так, уровень содержания  $\alpha$ -линоленовой кислоты (18:3 $_{\omega 3}$ ) снижен на 25%

относительно контроля, эйкозапентаеновой (20:5<sub>ω3</sub>) – на 29%, докозапентаеновой (22:5<sub>ω3</sub>) – на 37% и докозагексаеновой (22:6<sub>ω3</sub>) – на 51% соответственно.

Таблица 1.

**Жирнокислотный состав липидов плазмы и мембран эритроцитов больных хроническим гломерулонефритом ( $\bar{x} \pm S \bar{x}$ )**

Жирные кислоты	Мембрана, %		Плазма, %	
	Доноры	Больные	Доноры	Больные
лауриновая 12:0	0,48±0,015	0,13±0,004*	0,19±0,006	0,24±0,009*
миристиновая 14:0	2,37±0,056	0,95±0,010*	1,71±0,037	2,26±0,013*
миристолеиновая 14:1	1,3±0,045	0,30±0,012*	0,74±0,023	0,50±0,013*
пентадекановая 15:0	2,29±0,046	1,08±0,061*	1,65±0,022	2,28±0,011*
пальмитиновая 16:0	14,84±0,220	18,00±0,411*	22,33±0,286	25,06±0,200*
пальмитоолеиновая 16:1 <sub>7i</sub>	2,17±0,069	0,46±0,008*	0,32±0,006	0,23±0,008*
пальмитоолеиновая 16:1 <sub>9i</sub>	7,8±0,086	1,70±0,035*	4,17±0,023	2,97±0,082*
стеариновая 18:0	6,20±0,069	9,05±0,190*	7,81±0,085	8,36±0,015*
олеиновая 18:1 <sub>9i</sub> (ω9)	8,64±0,12	12,45±0,145*	14,80±0,172	19,69±0,101*
олеиновая 18:1 <sub>7i</sub> (ω9)	0,96±0,036	1,61±0,035*	1,62±0,016	2,16±0,032*
линолевая 18:2 (ω6)	9,23±0,076	8,48±0,089*	20,42±0,194	14,43±0,089*
γ-линоленовая 18:3 (ω6)	3,21±0,124	2,65±0,117*	4,65±0,133	3,86±0,013*
α-линоленовая 18:3 (ω3)	1,15±0,020	0,86±0,013*	1,35±0,032	4,05±0,046*
эйкозеновая 20:1	0,26±0,014	0,37±0,010*	0,27±0,008	0,35±0,012*
эйкозодиеновая 20:2	0,21±0,017	0,18±0,005	0,31±0,010	0,44±0,006*
эйкозатриеновая 20:3 (ω9)	1,2±0,031	1,50±0,029*	2,05±0,059	1,57±0,011*
арахидоновая 20:4 (ω6)	2,28±0,045	6,39±0,051*	5,18±0,025	4,50±0,018*
эйкозапентаеновая 20:5 (ω3)	0,55±0,011	0,39±0,014*	0,61±0,004	0,39±0,011*
докозеновая 22:1 (ω9)	0,72±0,015	0,79±0,020*	0,87±0,011	0,73±0,010*
докозапентаеновая 22:5 (ω3)	0,94±0,018	0,59±0,012*	1,09±0,031	0,50±0,015*
докозагексаеновая 22:6 (ω3)	3,27±0,077	1,61±0,006*	4,53±0,010	1,95±0,016*
Насыщенные	26,18±0,406	29,21±0,676*	33,69±0,436	38,2±0,248*
Ненасыщенные	43,89±0,804	40,33±0,601*	62,98±0,757	58,32±0,483*
Моноеновые	21,85±0,385	17,68±0,265*	22,79±0,259	26,63±0,258*
Полиненасыщенные	22,04±0,419	22,65±0,336	40,19±0,498	31,69±0,225*
∑ω 3	5,91±0,126	3,45±0,045*	7,58±0,077	6,89±0,088*
∑ω 6	14,72±0,245	17,52±0,257*	30,25±0,352	22,79±0,120*
∑ω 9	11,52±0,202	16,35±0,229*	19,34±0,258	24,15±0,154*
∑ω6/∑ω3	2,49	5,08	3,99	3,31
Коэффициент насыщенности	0,60	0,72	0,54	0,66
Углеводороды	29,93±0,189	30,45±0,304	3,33±0,077	3,48±0,138

Примечание: \* – достоверность различий показателей по сравнению с контрольной группой (доноров) (p<0,05).

Эту динамику изменений можно объяснить, во-первых, тем, что при различных патологических состояниях интенсифицируются процессы перекисного окисления липидов и активные формы кислорода, образующиеся в ходе свободнорадикальных реакций, атакуя мембрану, разрушают ненасыщенные жирные кислоты с наибольшим содержанием двойных связей, тем самым, способствуя элиминации их из мембран в описанном выше направлении. Помимо этого, такие кислоты, как 22:5 и 22:6 являются предшественниками для синтеза биологически активных соединений, с чем так же может быть связано их более выраженное снижение [6, 12, 14].

Однако наряду со снижением уровня содержания жирных кислот представителей семейства  $\omega 3$  наблюдается увеличение в содержании жирных кислот семейств  $\omega 6$  и  $\omega 9$ . Содержание жирных кислот семейства  $\omega 6$  было на 19% выше относительно контроля. Данное повышение происходит за счет арахидоновой кислоты (20:4 $_{\omega 6}$ ), уровень которой превышает показатель контроля в 2,8 раза. Уровень содержания других представителей данного семейства был ниже относительно контроля. Так, содержание линолевой кислоты (18:2 $_{\omega 6}$ ) на 8% ниже показателя доноров, а содержание  $\gamma$ -линоленовой (18:3 $_{\omega 6}$ ) кислоты - на 17%.

Возможно, что в условиях патологии линолевая кислота (18:2 $_{\omega 6}$ ) более активно используется для синтеза арахидоновой кислоты, которая может включаться в процессы ферментативного и неферментативного перекисного окисления липидов, интенсивность которого при патологических процессах повышается [6].

При этом отношение  $\sum \omega 6 / \sum \omega 3$  в мембранах больных превышает уровень контрольной группы в 2 раза и составляет 5,08 против нормы 2,94.

Наблюдается увеличение в содержании жирных кислот семейства  $\omega 9$  (в целом на 42% относительно уровня в контроле). Отмечается статистически значимое повышение содержания олеиновой кислоты (18:1 $_{\omega 9}$ ), эйкозатриеновой (20:3 $_{\omega 9}$ ) и докозеновой (22:1 $_{\omega 9}$ ) кислот ( $p < 0,05$ ). Наиболее выраженные изменения зафиксированы в содержании олеината (в среднем 56% от уровня контрольной группы). Уровень эйкозатриеновой и докозеновой кислот повышается на 25% и 9% соответственно.

Повышение уровня содержания жирных кислот семейства  $\omega 9$  может быть обусловлено тем, что в условиях патологии в связи с развивающимся окислительным стрессом, основной мишенью для действия активных форм кислорода являются жирные кислоты семейств  $\omega 3$  и  $\omega 6$ , содержащие наибольшее количество двойных связей. Помимо этого возможен более активный синтез кислот семейства  $\omega 9$  в связи с недостаточностью содержания кислот семейств  $\omega 3$  и  $\omega 6$ , в частности таких их представителей как линолевая кислота (семейство  $\omega 3$ ) и  $\alpha$ -линоленовая кислота (семейство  $\omega 6$ ) [5]. Об этом свидетельствует не только рост содержания кислот семейства  $\omega 9$ , но так же их предшественника – пальмитиновой кислоты (16:0).

При исследовании жирнокислотного состава липидов плазмы крови при хроническом гломерулонефрите получены данные, представленные в таблице 1. Из таблицы следует, что у больных хроническим гломерулонефритом достоверно увеличено содержание насыщенных жирных кислот – на 13% по сравнению с данными контрольной группы.

В целом подобная картина изменения в содержании насыщенных жирных кислот отмечена и для мембраны эритроцитов. Данные изменения проявляются в плазме у больных гипертонической болезнью [13], вирусным гепатитом [14], хроническим панкреатитом [15], при подпеченочной желтухе [16], при раке желудка [17] и других патологических состояниях.

Данное повышение характерно для всех жирных кислот этой группы. Так, уровень содержания лауриновой кислоты (12:0) превышает данный показатель у доноров на 26% и составляет  $0,24 \pm 0,009\%$ , концентрация миристиновой (14:0) кислоты увеличена на 32% и составляет  $2,26 \pm 0,013\%$ , пентадекановой кислоты (15:0) – на 38%. Увеличение пальмитиновой (16:0) и стеариновой кислот (18:0) менее выражено и составляет 12% и 7% соответственно.

Наряду с увеличением уровня содержания насыщенных жирных кислот происходит достоверное снижение уровня содержания ненасыщенных жирных кислот, в среднем на 7%. Данное снижение происходит за счет снижения содержания полиненасыщенных жирных кислот (на 21% относительно контроля), что так же характерно для ряда патологических состояний [13-19]. В частности, отмечено снижение уровня содержания жирных кислот представителей семейств  $\omega 3$  и  $\omega 6$ .

Жирные кислоты  $\omega 3$  семейства снижаются на 9% по сравнению с данным показателем контрольной группы, жирные кислоты  $\omega 6$  семейства снижены на 24,7% соответственно. Снижение содержания жирных кислот семейства  $\omega 3$  происходит в основном за счет эйкозапентаеновой (20:5 $_{\omega 3}$ ) - на 36%, докозапентаеновой (22:5 $_{\omega 3}$ ) - на 54% и докозагексаеновой (22:6 $_{\omega 3}$ ) - на 57%, кислот соответственно [20]. Однако уровень  $\alpha$ -линоленовой кислоты 18:3 превышает данный показатель в норме в 2 раза и составляет  $3,86 \pm 0,013\%$ . Это можно объяснить тем, что данная кислота является предшественником для синтеза последующих кислот данного семейства, которые в свою очередь используются для синтеза биологически активных соединений. Поскольку уровень содержания этих кислот снижен,  $\alpha$ -линоленовая кислота синтезируется более активно.

Семейство  $\omega 6$  характеризуется тем, что все кислоты, входящие в его состав, снижаются в плазме больных хроническим гломерулонефритом. Содержание линолевой кислоты (18:2 $_{\omega 6}$ ) снижается на 29%,  $\gamma$ -линоленовой (18:3 $_{\omega 6}$ ) – на 17% и арахидоновой (20:4 $_{\omega 6}$ ) – на 13% соответственно относительно уровня содержания данных кислот в контрольной группе. Отношение  $\sum \omega 6 / \sum \omega 3$  у больных составило 3,31, что ниже показателя контроля на 2,4%.

Необходимо отметить, что в плазме больных происходит достоверное увеличение содержания жирных кислот семейства  $\omega 9$  – на 24,8%. Это происходит за счет увеличения уровня содержания олеиновой кислоты (18:1 $_{\omega 9}$ ) на 33% относительно контроля.

Для эйкозатриеновой (20:3 $_{\omega 9}$ ) и докозеновой (22:1 $_{\omega 9}$ ) кислот характерно снижение уровня их содержания. Так, уровень эйкозатриеновой кислоты снижен на 23%, а уровень докозеновой – на 16%.

Анализируя изменения, происходящие в мембранах эритроцитов и плазме крови, можно отметить повышение коэффициента насыщенности как в мембранах

эритроцитов (на 20% относительно контрольной группы), так и в плазме крови (на 22% соответственно). Это может являться показателем того, что в условиях патологии в мембране эритроцитов осуществляются перестройки, направленные на поддержание структуры и вязкости мембраны в условиях недостатка ненасыщенных жирных кислот за счет повышения уровня насыщенных жирных кислот, а именно за счет жирных кислот с 16 и 18 углеродными атомами. Возможно, увеличение содержания длинноцепочечных насыщенных жирных кислот приводит к стабилизации мембраны, атакуемой активными формами кислорода. В плазме происходит более значительное увеличение короткоцепочечных жирных кислот, которые идут на синтез длинноцепочечных, активно используемых мембраной.

Более выраженное снижение ненасыщенных жирных кислот отмечено для плазмы крови. Очевидно, что жирные кислоты плазмы крови в большей степени атакуются активными формами кислорода и вместе с этим плазма является источником насыщенных и ненасыщенных жирных кислот, которые необходимы мембране для нормального функционирования и могут не только использоваться для поддержания структуры мембраны, но так же в качестве предшественников для синтеза биологически активных соединений.

Полученные данные свидетельствуют о возможности использования длинноцепочечных жирных кислот плазмы крови для поддержания структуры и вязкости мембраны эритроцитов.

Отмеченные изменения в жирнокислотном составе мембран эритроцитов и плазмы крови при хроническом гломерулонефрите свидетельствует о глубоких нарушениях липидного обмена при развитии данного заболевания.

### ВЫВОДЫ

1. В плазме крови и мембранах эритроцитов больных хроническим гломерулонефритом прослеживаются изменения в жирнокислотном составе. Отмечается снижение уровня содержания ненасыщенных жирных кислот: в мембранах - за счет моноеновых жирных кислот, в плазме – в большей степени за счет полиненасыщенных жирных кислот, в частности, жирных кислот семейства  $\omega 3$ . В плазме отмечено так же снижение жирных кислот семейства  $\omega 6$ .

2. У больных хроническим гломерулонефритом происходит сдвиг в сторону увеличения насыщенности мембраны, о чем свидетельствует коэффициент насыщенности. В мембранах увеличение происходит за счет длинноцепочечных насыщенных жирных кислот, в плазме – за счет короткоцепочечных.

### Список литературы

1. Владимиров Ю.А., Арчаков А.И. Перекисное окисление липидов в биологических мембранах. – М.: Наука, 1972. – С. 39-40.
2. Зенков Н.А., Меньшикова Е.Б. Активированные кислородные метаболиты в биологических системах // Успехи современной биологии. – 1993. – Т.113, вып. 3. – С. 286-296.
3. Кармен Н.Б. Окислительная модификация мембран эритроцитов в остром периоде тяжелой черепно-мозговой травмы и ее коррекция клонидином // Бюлл. эксп. биол. и мед. – 2003. – Т.136, № 10.–С. 410-414.

4. Осочук С.С. Сравнительная характеристика изменений спектра жирных кислот липопротеинов высокой плотности больных аппендицитом мужчин разного возраста // Клинич. лаб. диагностика. – 2003. – № 8. – С. 22-35.
5. Титов В.Н. Транспорт липопротеидами насыщенных и полиеновых жирных кислот // Успехи соврем. биол. – 1997. – Т.117, вып.2. – С. 240-253.
6. Хышиктуев Б.С., Хышиктуева Н.А., Иванов В.Н. и др. Жирно-кислотный состав липидов плазмы крови и эритроцитов у больных раком легкого // Вопр. мед. химии.– 1994. – Т.40.– Вып.5. – С. 48-50.
7. Журавлева Т.Д., Долгов В.В., Суплютов С.Н. и др. Особенности липидного состава мембран эритроцитов у здоровых людей разного возраста // Клинич. лаб. диагностика. – 2003. – №5. – С. 50-52.
8. Сербинова Т.А. Получение свободной от гемоглобина мембраны эритроцитов и изменение ее структуры при повреждающих воздействиях и хранении консервируемой крови: Автореф. дисс... канд. мед. наук. – М., 1980.– 19 с.
9. Folch J., Less V., Slean-Stanley G.H. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues // J. Biol. Chem.– 1957. – V. 226, № 2.– P. 494-509.
10. K.Blau, J.Halket. Handbook of Derivatives for Chromatography (2<sup>nd</sup> ed.). – John Wiley & Sons, NY, 1993. – P.600-608.
11. Томчук В.А., Мельничук Д.О. Природа та склад жирних кислот ліпідів крові новонароджених телят при диспепсії // Укр. біохім. журнал. – 2003. – Т. 75. №1. – С. 72-77.
12. Друккер Н.А., Погорелова Т.Н. Жирно-кислотный состав фосфолипидов мембран плаценты у женщин с гипофункцией яичников в анамнезе // Вопр. мед. химии.– 1996. – Т.42. – Вып. 1. – С. 54-58.
13. Говорин А.В., Ларева Н.В., Хышыктуев Б.С., Филев А.П. // Российский кардиологический журнал. – 2003. – №3. – С. 19-24.
14. Левина Л.Д., Зуева В.В., Аствацатурьян А.Т. Жирные кислоты в крови больных острым вирусным гепатитом // Лаб. дело. – №11. – 1981. – С. 649-652.
15. Мансурова И.Д., Султанова У.К. Определение содержания высших жирных кислот в сыворотке крови здоровых и больных хроническим панкреатитом методом газовой хроматографии // Лаб.дело.– 1985. – №9. – С. 524-527.
16. Левина Л.Д., Зуева В.В. Высшие жирные кислоты крови при вирусном гепатите В и подпеченочной желтухе опухолевого генеза // Клин. медицина.– 1985. – №5. – С. 106-108.
17. Геворкян И.Ю., Аббасов Ф.С., Панахов Д.М. Жирно-кислотный спектр плазмы крови у больных раком желудка в отдаленном послеоперационном периоде // Эксп. и клинич. медицина.– 1990. – Т.30, № 1. – С. 7-10.
18. Брюзгина Т.С., Амосова Е.Н., Лыховский О.И., Вретик Г.М., Голод А.Г., Рева С.Н. Жирно-кислотный состав липидов в липопротеинах сыворотки крови при хронических заболеваниях печени // Клиническая лаб. диагн. – 1999. – № 7. – С. 5-6.
19. Кузин М.И., Шимкевич Л.Л., Истратов В.Г., Амирасланов Ю.А. Диагностическая роль определения спектра жирных кислот плазмы крови у больных с гнойной хирургической инфекцией // Вестник хирургии им. И.И.Грекова. – 1984. – Т.132, №5. – С. 3-7.
20. Блюдзин Ю.А., Липатова Т.А., Опарина Т.И. Жирнокислотный состав отдельных фракций липидов опухолевой ткани при раке молочной железы // Вопр. мед. химии.–1994. – Вып.5. – С. 50-53.

*Поступила в редакцию 20.10.2006 г.*

УДК 616.1/9-02:614.7

## **РЕАКТИВНОСТЬ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОДЕРЖАНИЯ ТОКСИЧЕСКИХ И ЭССЕНЦИАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ОРГАНИЗМЕ У ФИЗИЧЕСКИ ТРЕНИРОВАННЫХ И НЕТРЕНИРОВАННЫХ СТУДЕНТОВ**

*Гливенко А.В., Решетняк О.А., Чегодарь А.Я.*

Хорошо известна взаимосвязь состояния окружающей среды, социальных и экономических условий жизни человека с показателями здоровья. Но прогрессирующее глобальное загрязнение биосферы в последние десятилетия приводит к увеличению роста болезней, в этиологии которых четко прослеживаются факторы экологического загрязнения. Достаточно широко изучается влияние поллютантов антропогенного происхождения, которые негативно действуют на организм. К таким факторам относятся и тяжелые металлы [1 – 3]. Известно, что, накапливаясь в биосубстратах, тяжелые металлы могут не только вызывать дисфункцию рабочих органов и систем, но и приводить к дефициту эссенциальных микроэлементов, находясь с ними в конкурентных отношениях. Одной из физиологических систем, которая может реагировать на нарушение равновесия между токсичными и биофильными элементами, является сердечно-сосудистая система, однако, в условиях фонового загрязнения окружающей среды это реагирование может носить компенсаторный характер [4, 5].

Ранее было показано влияние Pb и Cd на реактивность сердечно-сосудистой системы 15-летних подростков, проживающих в условиях городской среды [6, 7]. Целью настоящей работы явилось изучение физиологической значимости Pb, Cd, Ca, K и Sr для системы кровообращения в условиях фонового загрязнения городской среды при предъявлении физической нагрузки.

Выбор Ca, K и Sr в настоящем исследовании обусловлен антагонистическими отношениями Ca и Sr между собой и со Pb и Cd, а также влиянием обоих элементов на возбудимость миокарда и гладкомышечных волокон.

### **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

Проведено исследование системы кровообращения у студентов Крымского медицинского университета, проживающих и обучающихся в районе с интенсивным транспортным движением и студентов-спортсменов (футболистов) Таврического национального университета, проживающих и обучающихся в менее загрязненном районе г. Симферополя.

В исследовании приняло участие 46 юношей 17-20 лет, у которых определяли содержание тяжелых и эссенциальных элементов в волосах и физиологические параметры, характеризующие состояние сердечно-сосудистой системы.

Для регистрации показателей деятельности системы кровообращения был использован метод тетраполярной грудной компьютерной реографии в покое (п), при заданной нагрузке (н) и после 5-минутного периода восстановления (в). Нагрузка предъявлялась из расчета 2Вт на 1 кг тела длительностью 5 мин (частота вращения педалей 60 об/мин).

Регистрировали показатели центральной гемодинамики: систолическое и диастолическое артериальное давление (САД и ДАД), среднее АД (срАД), частоту сердечных сокращений (ЧСС), ударный объем (УО), минутный объем крови (МОК), общее периферическое сопротивление сосудов (ОПСС), ударный индекс (УИ), сердечный индекс (СИ).

Металлы (свинец, кадмий, стронций, кальций, калий) определены с помощью иммуно-флюоресцентного анализа в прикорневой части волос в НТЦ «Вірія Ltd» г. Киева. Статистическую обработку данных проводили посредством непараметрического корреляционного анализа по Спирмену.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Среднее содержание изученных элементов в волосах студентов-медиков (нетренированных) не превышало допустимых норм для токсичных металлов (табл. 1). Однако в отдельных случаях максимальные значения выходили за границы условной нормы для свинца (8,8 мкг/г при норме 0-5 мкг/г). Концентрация кадмия не выходила за допустимые границы даже в единичных случаях.

В то же время средняя концентрация калия в этой группе находилась ниже допустимой границы (37,5 мкг/г), а кальция – на нижней границе нормы.

Таблица 1.

#### Концентрация (мкг/г) тяжелых и эссенциальных металлов в волосах нетренированных студентов (медиков)

Элемент	Максимальная	Минимальная	Средняя	Норма
Свинец	<b>8,88</b>	0,001	1,72±0,42	0-5
Кадмий	0,17	0,001	0,05±0,009	0-1
Кальций	<b>929,69</b>	<b>149,64</b>	302,63±34,84	300-700
Калий	<b>301,21</b>	<b>0,001</b>	<b>37,5±12,17</b>	70-170
Стронций	<b>3,22</b>	0,47	1,29±0,14	0-3

Среднее содержание определяемых металлов у спортсменов находилось в пределах условной нормы, а дефицит эссенциальных элементов был менее выражен, чем у нетренированных (табл. 2). Концентрации тяжелых металлов не превышали допустимые даже в отдельных случаях.

Таблица 2.

Концентрация (мкг/г) тяжелых и эссенциальных металлов в волосах тренированных студентов (футболистов)

Элемент	Максимальная	Минимальная	Средняя	Норма
Свинец	2,03	0,32	1,057±0,10	0-5
Кадмий	0,28	0,001	0,092±0,01	0-1
Кальций	<b>718,19</b>	<b>183,67</b>	381,22±30,96	300-700
Калий	<b>185,34</b>	<b>0,001</b>	73,06±11,64	70-170
Стронций	<b>5,25</b>	0,52	2,023±0,32	0-3

Таким образом, полученные результаты не выявили дисбаланса, но тенденция к снижению эссенциальных элементов, особенно у нетренированных, является очевидной.

Изучение данных регистрации показателей сердечно-сосудистой системы и их корреляции с содержанием биоэлементов в волосах позволило констатировать следующее (табл. 3): в состоянии физиологического покоя не обнаружена связь исследуемых показателей у нетренированных студентов с содержанием свинца и кадмия в волосах. В то время как такие показатели гемодинамики как САД, ДАД, СрАД, ЧСС с кальцием и МОК, ОПСС, УИ, СИ с калием имели статистически достоверные корреляции.

В группе спортсменов выявлена отрицательная корреляция УИ в покое и кадмия (табл. 4).

В отношении стронция не выявлено корреляций в обеих группах.

Известно, что при длительном воздействии химических факторов в низких дозах в организме развиваются компенсированные изменения (частичная или компенсированная адаптация), выявить которую можно посредством функциональных нагрузок [6, 7].

Действительно, выполнение физической нагрузки позволило обнаружить достоверную положительную связь некоторых исследуемых показателей (САД, ДАД, СрАД - у нетренированных и ОПСС – в обеих группах обследуемых) с содержанием свинца в организме, что позволяет говорить о значимости этого тяжелого металла для функционирования сосудистой системы даже в низких количествах. Эта связь носила положительный характер, то есть чем выше было содержание свинца в волосах испытуемых, тем более выраженные изменения артериального давления, диаметра сосудов и периферического сопротивления имели место вследствие физической нагрузки. Известно, что физическая нагрузка снижает симпатический тонус, что приводит к расширению сосудов и снижению ОПСС. Следовательно, и эти результаты эксперимента косвенно свидетельствуют о том, что у обследованных студентов имело место повышение симпатического тонуса, степень которого зависела от уровня свинца [6].

Таблица 3.  
Данные корреляционного анализа показателей сердечно-сосудистой системы и содержания химических элементов у нетренированных студентов

Показатели	Металлы							
	Pb		Cd		Ca		K	
	R	p	R	p	R	p	R	p
САД-п					-0,49	---		
САД-н	0,5	+++						
САД-в					-0,39	--		
ДАД-п					-0,46	---		
ДАД-н	0,46	+++						
ДАД-в							0,5	+++
СрАД-п					-0,56	---		
СрАД-н	0,5	+++						
СрАД-в			-0,39	-			0,51	+++
ЧСС-п					-0,4	--		
ЧСС-н								
ЧСС-в							0,64	+++
УО-п								
УО-н								
УО-в							0,53	+++
МОК-п							0,55	+++
МОК-н								
МОК-в							0,49	+++
ОПСС-п							-0,5	---
ОПСС-н	0,4	++						
ОПСС-в	0,38	+						
УИ-п							0,59	+++
УИ-н			0,35	+				
УИ-в							0,46	+++
СИ-п							0,53	+++
СИ-н								
СИ-в							0,41	++

*Примечание:* (+) или (-) означает наличие положительной или отрицательной корреляционной связи при уровнях достоверности (+) или (-)-92-94%, (++) или (--) - 95-98%, (+++) или (---) – 98-99,9%.

Однако, у тренированных студентов имели место отрицательные корреляции ЧСС ( $p < 0,05$ ), МОК и СИ и содержанием свинца в волосах, что может быть связано с повышенным тонусом вагуса, развивающегося в результате постоянных физических тренировок [8].

**Таблица 4.**

**Данные корреляционного анализа показателей сердечно-сосудистой системы и содержания химических элементов для тренированных студентов**

Показатели	Металлы							
	Pb		Cd		Ca		K	
	R	p	R	p	R	p	R	p
МОК-п					0,450	++		
МОК-н	-0,389	-						
ЧСС-н	-0,499	---						
ОПСС-н	0,379	+						
ОПСС-в	0,401	+					0,418	+
СИ-п					0,409	+		
СИ-н	-0,385	-						
УИ-п			- 0,554	---				

*Примечание:* (+) или (-) означает наличие положительной или отрицательной корреляционной связи при уровнях достоверности (+) или (-)-92-94%, (++) или (--) - 95-98%, (+++) или (---) – 98-99,9%.

В период восстановления были выявлены высоко достоверные корреляционные связи для калия с такими показателями, как ДАД, СрАД, ЧСС, УО, МОК, УИ, СИ (при  $p < 0,05$ ) и кальция с САД (при  $p < 0,05$ ) в группе нетренированных студентов, что подтверждает значимость этих биоэлементов для хронотропной функции сердца и тонуса сосудов.

### **ВЫВОДЫ**

1. Определение токсичных и эссенциальных металлов в организме исследуемых в условиях фоновой экспозиции выявило средние концентрации калия ниже нормы, а кальций на уровне нижней границы нормы в волосах нетренированных студентов. Средние концентрации других элементов находились в пределах физиологической нормы в обеих группах. Однако у тренированных студентов имело место превышение содержания стронция.

2. Выявлена устойчивая положительная корреляционная связь между концентрацией свинца в волосах и изменениями САД ( $r=0,50$ ), ДАД ( $r=0,46$ ), СрАД ( $r=0,50$ ) и ОПСС ( $r=0,40$ ) при физической нагрузке в группе нетренированных и отрицательная связь ЧСС ( $r= -0,49$ ), МОК, СИ – у тренированных обследуемых.

3. Обнаружена достоверная корреляционная связь основных параметров гемодинамики (САД, ДАД, СрАД, ЧСС ( $0,39 < r < 0,56$ ;  $0,05 < p < 0,064$ )) с содержанием кальция в покое; МОК, УИ, СИ, ОПС ( $0,64 < r < 0,5$ ,  $0,01 < p < 0,01$ ) в покое и ДАД, СрАД, ЧСС, УО, УИ, СИ ( $0,5 < r < 0,41$ ,  $0,07 < p < 0,1$ ) в периоде восстановления для калия в группе нетренированных. У спортсменов – МОК, СИ ( $0,45 < r < 0,4$ ,  $0,073 < p < 0,046$ ) для кальция в покое и ОПСС ( $r=0,41$ ,  $p=0,06$ ) для калия в период восстановления.

4. Реактивность сердечно-сосудистой системы для эссенциальных элементов проявляется в состоянии покоя, в то время как для токсических элементов такая значимость проявляется в основном при физической нагрузке.

#### Список литературы

1. Скальный А.В. Химические элементы в физиологии и экологии человека. – М.: ОНИКС 21 век Мир. – 2004. – 21 с.
2. Смоляр В.И. Гипс - и гипермикроэлементозы. – Киев: Здоровье, 1989. – 150 с.
3. Авцын А.П., Жаворонков А.А., Риш М.А., Строчкова Л.С. Микроэлементозы человека. – М.: Медицина. – 1991. – 496 с.
4. Зербіно Д.Д., Соломенчук Т.Н. Свинець: ураження судинної системи // Український медичний часопис. – 2002. – №2 (28). – С. 79-84.
5. Y. James Kang. Molecular and cellular mechanisms of cardiotoxicity // Environ Health Perspect. - 2001. – №S1 (Vol. 109). – P. 27-34.
6. Євстаф'єва І.А. Особливості функціонального стану центральної нервової та серцево-судинної систем у зв'язку зі вмістом важких металів в організмі підлітків // Автореферат на здобуття...к.б.н. – Сімферополь: ТНУ, 2003. – 24 с.
7. Евстафьева Е.В., Павленко В.Б., Евстафьева И.А., Слюсаренко А.Е., Гружевская В.Ф., Демченко В.Ф. Особенности функционального состояния сердечно-сосудистой, нервной и иммунной систем в связи с содержанием свинца и кадмия в организме // Таврический медико-биологический вестник. – 2002. – №4. – С. 106-111.
8. Амосов Н.М., Бендет Я.А. Физическая активность и сердце. – Киев: Здоровье, 1989. – 215 с.

*Поступила в редакцию 20.10.2006 г.*

УДК 612.8:614.7

## **ХАРАКТЕРИСТИКИ КОГНИТИВНЫХ ПОТЕЦИАЛОВ МОЗГА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УРОВНЯ СВИНЦА, КАДМИЯ И ЦИНКА В ОРГАНИЗМЕ 12-13-ТИЛЕТНИХ ДЕТЕЙ**

*Евстафьева Е.В., Евстафьева И.А., Репинская Е.В.*

Нейротоксическое действие свинца и кадмия хорошо известно по данным экспериментальных и эпидемиологических исследований [1 – 4]. Сведения, подтверждающие их значимость для функционального состояния центральной нервной системы в условиях фоновой экспозиции, получены при обследовании 15-ти летних подростков и 18-ти летних и юношей [5 – 6]. Под такой экспозицией подразумевается действие относительно низких доз загрязнителей в обычных (натурных) условиях существования, однако в условиях глобального и локального загрязнения урбанизированной среды, концентрации тяжелых металлов при этом все же существенно выше природных. В таких условиях наиболее чувствительными к нейротропному действию тяжелых металлов могут быть дети на возрастном этапе активного развития мозга и формирования его познавательных функций. К такой возрастной группе следует отнести 12-13-летних детей, у которых мощные эндокринные перестройки способствуют нестабильности параметров ЭЭГ и вызванных потенциалов (ВП) при организации произвольного внимания, что отражает снижение адаптационных возможностей детского организма [7].

В то же время эти токсичные металлы имеют своих физиологических антагонистов среди основных биофильных элементов. К их числу относится цинк, который противодействует центральным и периферическим дисфункциям, вызванным действием свинца на рабочих в условиях профессиональной экспозиции. [8]. Он также может опосредованно влиять на мозговые функции через метаболизм токсичных и основных элементов [9].

В связи с этим целью настоящего исследования явилось определение характеристик когнитивных потенциалов 12-тилетних школьников в зависимости от уровня свинца, кадмия и цинка в организме. Были поставлены следующие задачи: зарегистрировать вызванные и связанные с событиями потенциалы 12-13-тилетних школьников; определить уровень свинца, кадмия и цинка в физиологически стабильных тканях (волосах); определить наличие и характер корреляционных связей характеристик когнитивных потенциалов и уровня исследуемых металлов.

## **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

Были обследованы 30 12-13-летних школьников обоего пола (15 мальчиков и 15 девочек), правши, проживающие и обучающиеся в Железнодорожном районе г.Симферополя, где имеет место интенсивное транспортное движение.

Связанные с событием ЭЭГ-потенциалы (ССП) отводили монополярно, с расположением электродов по системе «10-20». Локализация электродов была следующей: 1) С3 – левый центральный; 2) С4 – правый центральный; 3) два объединенных референтных электрода над сосцевидной костью черепа (позади уха); 4) заземляющий электрод на запястье левой руки.

Для регистрации ССП были подвергнуты модификации два канала ЭЭГ-16S, что обеспечило постоянную времени 10 с и верхнюю границу полосы пропускания 30 Гц. Частота оцифровки сигнала составляла 100 с<sup>-1</sup>. Для регистрации ССП в задаче на определение времени простой сенсомоторной реакции с предупреждением использовали программу, обеспечивающую автоматизированное предъявление пар звуковых стимулов (предупреждающего и императивного) с требованием реализации моторной реакции (нажатие на кнопку правой рукой) с максимально возможной скоростью после второго стимула в паре; общий вид ССП представлен на рис. 1.

Испытуемый располагался в удобном кресле в затемненной экранированной камере. Табло, на которое выводился сигнал обратной связи от компьютера, представляло собой светодиодную матрицу размером 5 x 5 см, находящуюся на одном уровне с глазами испытуемого на расстоянии 1,5 м. Для минимизации артефактов, связанных с движениями глаз, испытуемый должен был фиксировать взгляд на находящемся в центре табло включенном светодиоде. Контактная кнопка находилась в правой руке.

Испытуемый должен был как можно быстрее реагировать на предъявляемые стимулы. Звуковые сигналы, на которые реагировал испытуемый, подавали через динамики, размещенные внутри камеры; интервал между подачей пар сигналов варьировался экспериментатором случайным образом в пределах 5-15 с. В качестве первого (предупреждающего) стимула использовали тональную посылку длительностью 100 мс с частотой заполнения 2000 Гц. Второй (императивный) стимул представлял собой посылку с частотой 1000 Гц. Он предъявлялся через 2 с после предупредительного стимула и прекращался испытуемым путем нажатия на кнопку. Вероятность предъявления императивного сигнала составляла 0,7.

Об успешности выполнения задачи испытуемый узнавал из сигналов обратной связи, предъявляемых на светодиодном табло. Сигнал обратной связи (длительность 1 с) включался через 1 с после подачи императивного сигнала. Сигнал в виде вертикальной черты соответствовал времени реакции (ВР) меньше 180 мс, т.е. успешному выполнению задачи. Сигнал в виде горизонтальной черты указывал на более продолжительное время реакции.

Анализировали следующие компоненты ВП, связанных с восприятием звукового предупредительного сигнала: P1, N1, P2, N1-P2 (вертекс-потенциал), N2 рассматриваемые как среднелатентные компоненты акустических ВП. Кроме того анализировали УНВ, отражающую процессы психической концентрации и подготовки поведенческого акта, и волну P300, которая связана с восприятием

## ХАРАКТЕРИСТИКИ КОГНИТИВНЫХ ПОТЕЦИАЛОВ МОЗГА

визуального сигнала обратной связи, позволяющего оценить результат выполнения задания.

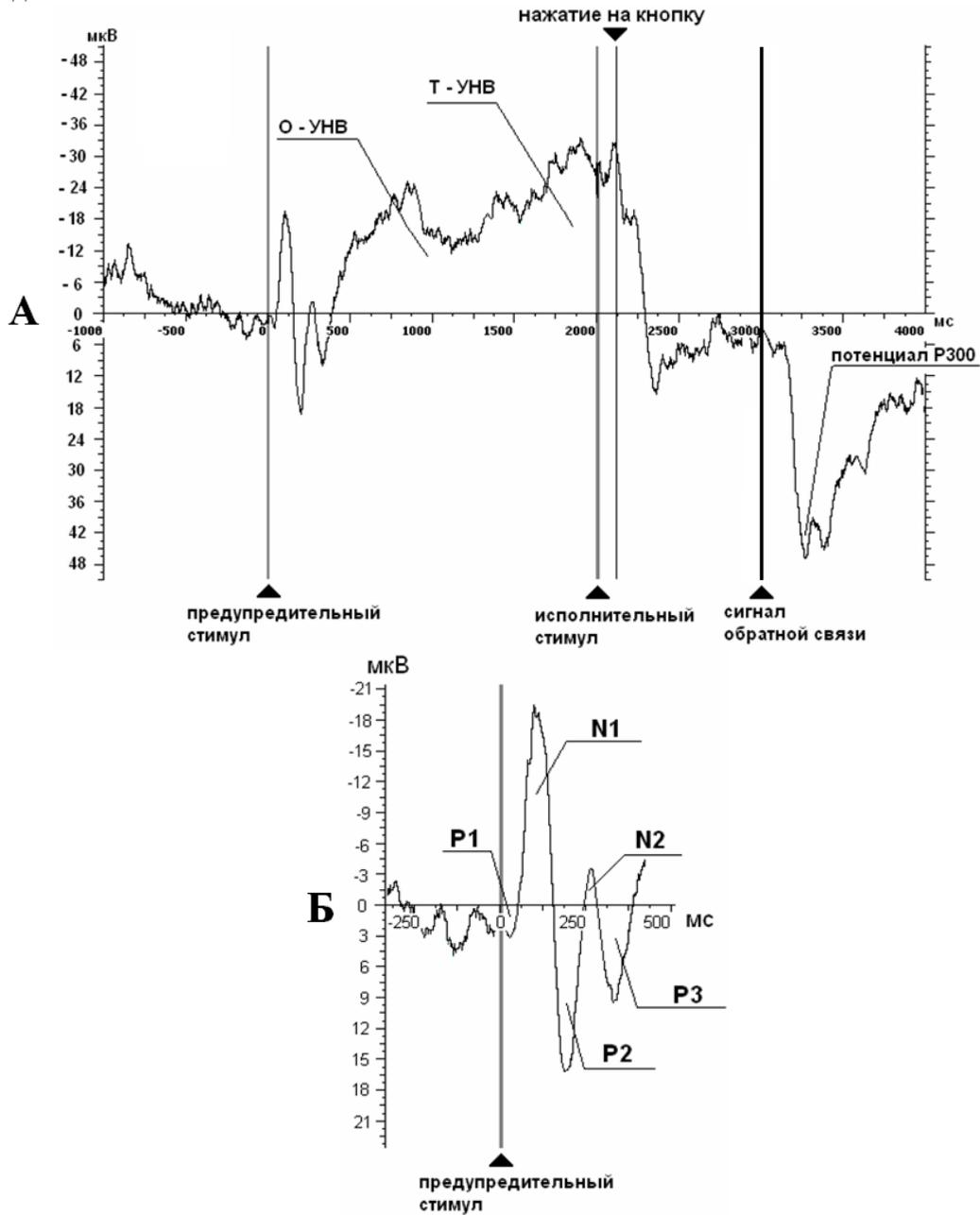


Рис. 1. Общий вид связанных с событием (А) вызванных (Б) потенциалов у испытуемого К.

Для УНВ определяли среднюю амплитуду (в интервале – от 0 до 2000 мс), ее начальную (О-УНВ, в интервале от момента предъявления предупредительного стимула 0 – 600 мс) и терминальную (Т-УНВ, 600 – 2000 мс) части. Для вызванных потенциалов и компонента Р300 определяли амплитуду и латентный период соответствующего пика в рисунке потенциала (рис. 1).

Содержание свинца, кадмия и цинка в волосах определяли рентгено-флуоресцентным методом в лаборатории ВИРИА при институте Медицины труда, г. Киев. Статистическую обработку результатов производили посредством непараметрического корреляционного анализа по Спирмену.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Амплитуды и латентные периоды зарегистрированных вызванных и связанных с событиями потенциалов у всей группы в целом и отдельно у мальчиков и девочек представлены в табл.1. Из приведенных данных следует, что при существующей высокой вариабельности показателей не отмечается достоверных различий. В то же время обращает внимание некоторая закономерность в отличиях величин характеристик регистрируемых потенциалов у мальчиков и девочек. Так, у девочек амплитуда Р1 была ниже, а у мальчиков выше среднего значения в обоих отведениях, а амплитуда Р3, N1 и N2 наоборот, выше у девочек. Латентный период всех потенциалов, за исключением Р3 был ниже у девочек.

Таблица 1.  
Амплитуды (А) и латентные периоды (ЛП) вызванных и связанных с событиями потенциалов у 12-тилетних мальчиков и девочек ( $\bar{x} \pm S \bar{x}$ )

Характеристики ВП и ССП	Вся группа		Девочки		Мальчики	
	С3	С4	С3	С4	С3	С4
А Р1	5,42± 0,90	5,44±1,10	4,55± 0,92	4,05± 0,81	6,16±0,97*	6,64±1,02*
ЛП Р1	73,8± 3,31	70,6±3,81	73,5±3,61	65,7± 2,88	74,0±4,02	74,8±3,98
А N1	-11,4± 1,44	-11,0±1,59	-12,4± 1,54	-12,2± 1,77	-10,5±2,93	-10,0±3,10
ЛП N1	140,3± 3,44	139,9±3,5	134,3± 2,422	134,2± 3,41	145,5± 4,84*	144,9± 4,70
А Р2	6,00± 1,59	5,14± 2,04	6,40 ± 2,86	4,09± 2,83	5,65± 2,98	6,04±3,61
ЛП Р2	215,9± 3,17	214,9± 3,79	210,2± 3,69	213,4 ± 4,06	220,8± 4,25	216,3± 4,82
N1-P2	17,4±1,44	16,2± 1,46	18,8± 2,68	16,3± 2,45	16,1± 2,81	16,1± 3,03
А N2	-3,07±1,65	-2,68±1,92	-3,75± 3,00	-3,58± 2,88	-2,47± 2,95	-1,91± 3,44
ЛП N2	292,5± 6,94	293,6± 7,53	288,9± 5,39	287,1± 6,05	295,6± 6,57	299,3± 6,55
А Р3	28,4±2,99	27,4±2,74	30,2± 4,09	28,5 ±3,9	26,8±3, 94	26,35±3,78
ЛП Р3	399,8±27,43	410,0±23,05	402,9±12,24	409,2± 12,0	397,1±12,01	410,7±11,2

Примечание: \* - достоверность различий между мальчиками и девочками при  $p < 0,05$ .

## ХАРАКТЕРИСТИКИ КОГНИТИВНЫХ ПОТЕЦИАЛОВ МОЗГА

Содержание токсичных элементов находилось в пределах условной физиологической нормы, однако в отдельных случаях наблюдалось превышение верхней ее границы приблизительно в 1,5 раза. Более существенные отклонения от условной нормы наблюдали для эссенциального цинка, в отношении которого во всей группе в целом имело место среднее значение более низкое, чем нижняя граница условной нормы. Иными словами, имело место цинкдефицитное состояние. Дефицит цинка выявлен нами ранее и у других возрастных категорий [6, 10].

Что касается содержания элементов у мальчиков и девочек, то существенных различий не обнаружено

**Таблица 2.**  
**Концентрация элементов в волосах школьников (мкг/г) ( $\bar{x} \pm S \bar{x}$ )**

Элементы	Группы			Условная норма
	Вся группа	Мальчики	Девочки	
Zn	113,2±4,30	115,1±4,72	110,8±7,84	115-250
Pb	1,51±0,25	1,58±0,17	1,44±0,46	0-5
Cd	0,04±0,001	0,05±0,01	0,03±0,007	0-2,7

Для определения физиологической значимости данных металлов при их содержании на уровне обнаруженных концентраций был выполнен корреляционный анализ, результаты которого представлены в таблице 3.

**Таблица 3.**  
**Корреляционная связь характеристик ВП и ССП с концентрацией металлов в волосах ( $\bar{x} \pm S \bar{x}$ )**

Показатели	Pb	Cd	Zn
P1 амплитуда справа		0,31*	
P1 латентный период (справа)		0,31*	
P2 латентный период (слева)	0,46***	0,46***	
P2 латентный период(справа)	0,42**	0,30*	
P3 амплитуда слева		-0,33*	
P3 амплитуда справа		-0,39**	
P3 латентный период слева		-0,52***	-0,44**
N1 латентный период (справа)	0,37**		
УНВ- Т слева	-0,36*	-0,33*	
УНВ амплитуда слева		-0,31*	
УНВ- И слева		-0,33*	

Примечание: "+" или "-" означают существование прямой или обратной корреляции при вероятности: "+" (" -") – 92-94 %, "++" (" -") – 95-97 %; "+++" (" -") – 98-99 %; \* -  $p < 0,05$ ; \*\* -  $p < 0,01$ ; \*\*\* -  $p < 0,001$

Прежде всего, обращает внимание наибольшее количество корреляционных связей как амплитуд, так и латентных периодов потенциалов с уровнем кадмия

притом, что его концентрация в волосах всех членов группы находилась в пределах условной нормы. Это особенно интересно в связи с тем, что считается, что гемато-энцефалический барьер не пропускает кадмий в мозговую ткань, а нейротоксические эффекты кадмия реализуются через изменение метаболизма цинка [11]. Для свинца также обнаружены достоверные или приближающиеся к ним связи, однако за исключением УНВ, только для латентных периодов P2 и N1. Корреляцию между латентными периодами слуховых потенциалов N1 и P3 другие авторы наблюдали у рабочих, профессионально подвергавшихся воздействию свинца [12].

Оба токсичных металла обнаружили положительную корреляционную связь с ЛП P1 при обоих отведениях и отрицательную связь с Т УНВ. Подобный характер корреляционных связей позволяет говорить об увеличении латентного периода потенциала готовности с увеличением концентрации токсичных свинца и кадмия. УНВ связана с подготовкой и реализацией целенаправленных движений.

Считают, что параметры P3 являются индикатором когнитивной зрелости мозга: чем более зрел мозг, тем больше амплитуда и меньше латентный период [13 – 14]. В отношении кадмия интерпретировать полученную негативную корреляцию и с амплитудой, и с латентными периодом этого потенциала, представляется затруднительным.

Что касается цинка, то, несмотря на тотально пониженное содержание этого элемента у детей, обнаружена единственная корреляционная связь ЛП P3, в то время как известна его существенная роль в синаптической передаче и других нервных процессах [9, 15] и показано влияние дефицита диетарного цинка на гомеостаз в мозге и, в частности, нарушение способности к обучению [16]. В контексте полученных результатов негативная корреляция цинка с ЛП P3 может быть понята следующим образом: чем меньше содержание цинка в организме, тем больше ЛП, а следовательно менее «зрел» мозг, что согласуется с имеющимися данными о влиянии дефицита цинка на развитие мозга [9].

Эти результаты, по всей видимости, свидетельствуют в пользу необходимости дальнейшего накопления и систематизации данных натуральных исследований для экологического нормирования и определения на их основе экологических нормативов.

## **ВЫВОДЫ**

1. В условиях среднего города среднее содержание токсичных металлов (Pb и Cd) в волосах 12-тилетних детей находилось в пределах условной нормы, с некоторым превышением свинца в отдельных случаях, однако имел место практически тотальный дефицит цинка.

2. Характеристики когнитивных потенциалов в наибольшей степени коррелировали с уровнем кадмия (10 параметров), затем свинца (4 параметра) и только в одном случае выявлена корреляционная связь латентного периода P3 с цинком.

3. Характерно наличие прямой корреляционной связи ЛП P2 с содержанием Pb и Cd при весьма высоком уровне доверительной вероятности.

4. Общей характеристикой эффекта этих металлов явилась также обратная корреляция между их содержанием и амплитудой терминальной УНВ. В одном случае (ЛП РЗ при отведении в левом полушарии) наблюдался синергизм в действии Cd и Zn.

#### Список литературы

1. Woijsik A., Burek G., Dudek M. Behavioral effects in mice to the prolonged action of cadmium compound and zinc compound// Ann Univ.Mariae Curie Sklodowska. –1989. – V.44. – P. 65-70.
2. Araki S., Murata K., Yokoyama K., Uchida E. Auditory event-related potential (P 300) in relation to peripheral nerve conduction in workers exposed to lead, zinc, and cooper effects of lead on cognitive function and central nervous system// Am. J. Ind. Med. – 1992. – V. 21. – P.539-547.
3. Roeleveld N., Zeielhuis G.A., Gabreels F. Occupational exposure and defects of the central nervous system in offspring: review// Br.J.Ind.Med. – 1990. – V. 47. – P. 580-588.
4. Fox D.A. Physiological and neurobehavioral alterations during development in lead exposed rats// Neurobehav Toxicol. – 1979. – V.1, Suppl.1. – P. 193-206.
5. Евстафьева И.А. Особенности центральной нервной и сердечно-сосудистой систем подростков в связи с содержанием тяжелых металлов в организме. Автореф.дис.на ...к.б.н. – Симферополь, 2002. – 24 с.
6. Евстафьева Е.В., Залата О.А., Репинская Е.В., Евстафьева И.А., Щеголева М.Г., Тымченко С.Л., Овсянникова Н.М. ЭЭГ характеристики подростков в связи с содержанием токсичных и эссенциальных элементов в условиях с фоновой экспозицией // Нейрофизиология. – № 1. – 2006. – С. 32.
7. Дубровинская Н.А., Фарбер Д.А., Безруких М.М. Психофизиология ребенка. – М.: Владос, 2000. – 144 с.
8. Araki S., Murata K., Aoho H. Subclinical cervico-spino-bulbar effects of lead: a study of short-latency somatosensory evoked potentials in workers exposed to lead, zinc, and copper // Am. J.Med. – 1986. – V.10. – P. 163-175.
9. Wallwork J.C. Zinc and the central nervous system // Prog. Food. Nutr. Sci. – 1987. – V.22, Issue 2. – P. 203-247.
10. Евстафьева Е.В., Залата О.А., Евстафьева И.А., Овсянникова Н.М. Особенности ЭЭГ-спектра подростков в связи с содержанием цинка в организме // Проблемы и перспективы медико-биол.наук и практической медицины. Тр.КГМУ им.С.И.Георгиевского. – 2004. – Т. 140, часть 3. – С.165-169.
11. Jin T., Lu J., Nordberg M. Nicokinetics and biochemistry of cadmium with special emphasis on the role of metallothionein. // Neurotoxicology. – 1998. – V. 19. – P. 529-535.
12. Araki S., Murata K., Yokoyama K., Uchida E. Auditory event-related potential (P300) in relation to peripheral nerve conduction in workers exposed to lead, zinc, and copper: effects lead on cognitive function and central nervous system. // Am. J. Ind. Med. – 1992. – V. 21. – P. 539-547.
13. Polich J., Ladish C., Burns T. Normal variation of P300 in children: age, memory span, and head size // Int. J. Psychophysiol. – 1990. – V. 9, № 3. – P. 237-248.
14. Johnston S.J., Barry R.J., Anderson J.V. Coyle S.F. Age-related changes in child and adolescent event related potential component morphology, amplitude and latency to standard and target stimuli in auditory oddball task // Int. J. Psychophysiology. – 1996. – V. 24, № 3. – P. 223-238.
15. Lopez-Garcia C., Molowny A., Ponsoda X., Nacher J. Sancho-Bielsa F. Synaptic zinc in the central nervous system // Rev. Neurol. – 2001. – V. 33. – P. 341-347.
16. Takeda A. Movement of zinc and its functional significance in the brain. // Brain Res Rev. –2000. – V. 34. – P. 137-148.

*Поступила в редакцию 10.12.2006 г..*

УДК 616.1/9-02:614.7

## **ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ У ДЕТЕЙ 12-13 ЛЕТ В СВЯЗИ С СОДЕРЖАНИЕМ ЭССЕНЦИАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ОРГАНИЗМЕ**

*Евстафьева Е.В., Тымченко С.Л., Негериш А.В., Гружевский В.А., Чегодарь А.Я.*

Задачей биомониторинговых исследований является оценка неблагоприятного воздействия загрязнения окружающей среды на различные функциональные системы организма человека. Среди различных экологически обусловленных заболеваний особое место занимают заболевания сердечно-сосудистой системы, так как негативное влияние урбанизированной и техногенной среды является пусковым в развитии отдельных нозологий сердечно-сосудистой системы.

В последние годы отмечается прогрессивный рост числа этих заболеваний у детей, поскольку детский организм, находящийся в стадии роста и развития, наиболее подвержен воздействию факторов внешней среды [1, 2].

Среди антропогенных факторов городской среды особое место занимают тяжелые металлы, такие как свинец, кадмий, ртуть. Они находятся в конкурентных взаимоотношениях с эссенциальными элементами, обуславливают и усугубляют их дефицит в организме [3]. По этой причине дисбаланс эссенциальных элементов в современных условиях часто является причиной нарушения физиологических процессов и формирования патологии. Поэтому наряду с исследованием эффектов токсичных металлов на организм, не менее важным является изучение физиологической роли эссенциальных элементов. К числу таких элементов относятся цинк и медь.

Цинк является кофактором большой группы ферментов, участвующих в белковом и других видах обмена, поэтому он необходим для нормального протекания многих биохимических процессов [4]. Обмен цинка тесно связан с обменом меди. Медь является жизненно важным элементом, который также участвует в процессах обмена веществ, поддерживает нормальную структуру костей, хрящей, сухожилий, эластичность стенок кровеносных сосудов. Этот биоэлемент повышает устойчивость организма к инфекциям. Пониженное содержание меди отрицательно сказывается на функционировании сердечно-сосудистой системы [3, 4]. Эффекты как дефицита так и избытка меди и цинка показаны в многочисленных исследованиях на животных [5 – 6], в ряде эпидемиологических исследований доказана роль цинка и меди в развитии сердечно-сосудистой патологии [7 – 8]. Однако недостаточно изучена роль данных

элементов в механизме развития патологии сердечно-сосудистой системы в условиях фоновой экспозиции, в то время как основной постулат концепции оценки риска для здоровья, активно используемый в международной практике экологического нормирования подчеркивает большую опасность постоянного присутствия вредных веществ в окружающей среде в низких концентрациях (в том числе ниже ПДК) [1].

В связи с вышеизложенным, целью настоящего исследования явилась оценка состояния сердечно-сосудистой системы у детей 12-13 лет в связи с содержанием цинка и меди в организме в условиях городской среды.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследования была группа школьников ( $n = 26$ ) в возрасте 12-13 лет проживающих в г. Симферополе.

Состояние сердечно-сосудистой системы определяли по следующим показателям: артериальному давлению (АД мм.рт.ст, систолическое и диастолическое); ударному объему (УО, мл); минутному объему крови (МОК, л/мин); сердечному индексу (СИ л/мин/м<sup>2</sup>); общему периферическому сопротивлению сосудов (ОПСС, дин/см<sup>2</sup>); работе сердца (РБС, кг/м); среднему артериальному давлению (САД, мм.рт.ст); длительности сердечного цикла (ДСЦ, с); ударному индексу (УИ).

Данные параметры регистрировали в состоянии физиологического покоя, после физической нагрузки, которая составила 30 приседаний за 45 сек., и после 5 мин. восстановления. Регистрацию проводили методом тетраполярной грудной компьютерной реографии посредством анализатора РА5 – 01.

Определение содержания металлов в прикорневой части волос проводили методом рентгено-флуоресцентной спектрофотометрии в научно-техническом центре ВИРИА при Институте Медицины Труда (г.Киев). Статистический анализ данных проводился при помощи непараметрического анализа по Спирмену.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Определение содержания меди и цинка у детей 12-13 лет, проживающих в условиях городской среды, выявило дефицит содержания этих элементов. Значения показателей сердечно-сосудистой системы соответствовали принятой возрастной норме [9].

На первом этапе исследования показатели сердечно-сосудистой системы регистрировали в состоянии физиологического покоя. При этом обнаружены статистически достоверные связи между содержанием цинка и показателями сердечно-сосудистой системы (табл. 1), главным образом характеризующими состояние гемодинамики. Характер этих связей свидетельствует о том, что чем ниже содержание цинка, тем ниже МОК (и СИ) и систолическое артериальное давление. В то же время с сосудистым сопротивлением выявлена обратная связь. Таким образом, адекватное кровоснабжение тканей при низком содержании цинка, возможно, обеспечивается за счет повышения периферического сопротивления.

Показатели, характеризующие работу сердца в состоянии физиологического покоя, также прямо коррелировали с содержанием цинка, но только на уровне тенденции. Следовательно, в целом можно заключить, что цинк определенным образом влияет на состояние сердечно-сосудистой системы, способствуя увеличению кровоснабжения тканей, что согласуется с описанными ранее экспериментальными данными, полученными на крысах [5-6]. Вероятными механизмами реализации подобного влияния цинка может быть опосредованное действие через ферментные системы глутатион-пероксидазу и супероксид-десмутазу, а также через изменение уровня гем-оксигеназы и NO-синтетазы [6, 10].

**Таблица 1.**

**Коэффициенты корреляции показателей деятельности сердечно-сосудистой системы и содержания цинка в волосах**

Показатели	Покой		После физической нагрузки		Восстановительный период	
	$R_s$	$p$	$R_s$	$p$	$R_s$	$p$
АД систолическое (мм.рт.ст)	0,41	0,04	-	-	-0,35	0,09
АД диастолическое (мм.рт.ст.)	-	-	-	-	-0,36	0,07
УО (мл)	0,36	0,07	0,36	0,07	-	-
МОК (л/мин)	0,49	0,01	0,42	0,03	0,33	0,099
УИ ( мл.)	0,34	0,09	-	-	0,38	0,06
СИ (л/мин/м <sup>2</sup> )	0,43	0,03	0,50	0,01	-	-
САД (мм.рт.ст.)	-0,36	0,07	-	-	0,45	0,02
ОПСС (дин.с/см)	-0,61	0,001	-0,35	0,08	-0,34	0,09
РБС (кг/м)	-	-	0,35	0,08	-	-

Корреляционный анализ гемодинамических показателей после дозированной физической нагрузки обнаружил практически такие же зависимости с содержанием цинка, а в восстановительном периоде такие корреляции имели место в основном для параметров, характеризующих артериальное давление (табл. 1).

Таким образом, значение цинка для сердечно-сосудистой системы проявляет себя уже в состоянии физиологического покоя. Это обстоятельство и характер выявленных корреляционных связей свидетельствует о важной роли цинка, поскольку главные гемодинамические показатели МОК и его производное СИ, представляющий собой отношение минутного объема крови в л/мин к поверхности тела в м<sup>2</sup>, с высокой степенью вероятности прямо зависели от уровня цинка, а общее периферическое сопротивление сосудов находилось в обратной корреляционной зависимости от содержания цинка в организме.

Для меди была выявлена только одна положительная корреляционная связь на уровне тенденции с длительностью сердечного цикла в восстановительном периоде  $R_s = 0,34$  и  $p < 0,08$ , что свидетельствует о значении этого элемента для хронотропной функции сердца.

### ВЫВОДЫ

1. Выявлен дефицит цинка и меди у школьников г. Симферополя в возрасте 12-13 лет.
2. Обнаружены достоверные корреляционные связи показателей сердечной деятельности и гемодинамики в состоянии физического покоя, после физической нагрузки и в восстановительном периоде. Плотность корреляционных связей колебалась от слабой до умеренной, но имела высокий уровень доверительной вероятности.
3. Характер корреляционных связей свидетельствует о положительном влиянии цинка на уровень кровоснабжения тканей.
4. Цинк был более значим для сердечно-сосудистой системы ( $0,30 < R_s < 0,50$ ;  $0,001 < p < 0,09$ ) чем медь, которая обнаружила корреляционную связь только с длительностью сердечного цикла ( $R_s = 0,40$ ;  $p < 0,04$ ).

### Список литературы

1. Гичев Ю.П. Загрязнение окружающей среды и здоровье человека. – Новосибирск: СО РАМН, 2002. – 230 с.
2. Студеникин М.Я., Ефимова А.А. Экология и здоровье детей. – М.: Медицина, 1998. – 195 с.
3. Скальный А.В. Химические элементы в физиологии и экологии человека. – М.: Оникс 21 век МИР 2004. – 215 с.
4. Скальный А.В. Биоэлементы в медицине. – М.: Издательский дом «Оникс 21 век», 2004. – 272 с.
5. Taneja S.K., Mandal R., Girhotra S. Long term excessive Zn-supplementation promotes metabolic syndrome-X in Wistar rats fed sucrose and fat rich semisynthetic diet // Indian. J. Exp. Biol. – 2006. – № 44 (9). – P. 705-723.
6. Tomat A.L., Weisstaub A.R., Jauregui A. et al. Moderate zinc deficiency influences arterial blood pressure and vascular nitric oxide pathway in growing rats // Pediatr. Res. – 2005. – № 58 (4). – P. 672-678.
7. Reunanen A., Knekt P., Marniemi J. et al. A Serum calcium, magnesium, copper and zinc and risk of cardiovascular death // Eur. J. Clin. Nutr. – 1996. – № 50 (7). – P. 431-438.
8. Hennig B.; Toborek M.; McClain C.J. Antiatherogenic properties of zinc: implications in endothelial cell metabolism // Nutrition. – 1996. – №12 (10). – P. 711-718.
9. Борщев К.К., Кудрявцев В.А. Основные физиологические, биохимические и клинические константы здорового организма взрослых и детей. – Архангельск, 1992. – 111 с.
10. Cheng P.Y., Chen JJ, Yen MH. The expression of heme oxygenase-1 and inducible nitric oxide synthase in aorta during the development of hypertension in spontaneously hypertensive rats // Am. J Hypertens. – 2004. – №17(12 Pt 1) – P. 1127-1161.

*Поступила в редакцию 10.12.2006 г.*

УДК 581.632.577

## **ВЛИЯНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА МИТОТИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ КЛЕТОК КОРНЕВОЙ МЕРИСТЕМЫ РАСТЕНИЙ КУКУРУЗЫ И ЯЧМЕНЯ В УСЛОВИЯХ СОЛЕВОГО СТРЕССА**

*Жижина М.Н, Кабузенко С.Н.*

Засоление, как стрессовый фактор оказывает негативное действие на рост корневой системы культурных растений [1 - 3]. Известно, что длительное повышенное содержание ионов в почве оказывает негативное влияние на многие физиологические процессы растений, вызывая при этом анатомические изменения в растительных тканях и органах [2, 4].

Отрицательное действие высокой концентрации солей сказывается раньше всего на корневой системе растений [5]. Исследования [4] показали, что корни более чувствительны к засолению, чем надземные органы. Однако известны и факты положительного влияния засоления субстрата на накопление массы корней при замедленном росте побегов [6].

В то же время исследования поглощающей функции корней показали, что при засолении уменьшается их общая и рабочая адсорбирующая поверхность. Однако при этом возрастает отношение рабочей поглощающей поверхности к недействительной [4].

Формирование целостной корневой системы растений на фоне засоления изучено недостаточно и на ограниченном числе культур. К тому же полученные данные носят противоречивый характер. В частности, у ячменя установлено уменьшение количества боковых корней и их длины, общего числа корневых волосков, тогда как у проростков огурцов и пшеницы в ответ на угнетение главного корня увеличивались число придаточных корней и их суммарная длина при значительном снижении сухой массы [6, 7].

В последние годы убедительно показано, что для стимуляции ростовых процессов на клеточном уровне в условиях засоления можно использовать различные регуляторы роста (6-БАП, фузикоцин, ивин и др.) [1, 5, 8 - 10].

По данным сотрудников кафедры физиологии растений Таврического национального университета, обработка препаратом 6-БАП на фоне засоления субстрата положительно влияет на митотическую активность меристемы кончиков корней проростков кукурузы и пшеницы. Наличие цитокинина в среде может способствовать снятию ингибирующего влияния засоляющих ионов на прохождения интерфазы и метафазы митоза в меристеме корней злаков [8].

Предобработка семян фузикоцином снижает токсическое действие солей, что основано на повышении оводненности семян под влиянием препарата,

способствующей ранней активации метаболических процессов и на значительном накоплении клеток в G<sub>1</sub>-фазе, увеличении длины и массы корней растений сорго [9].

Однако, механизмы влияния БАВ на ход митотических процессов довольно сложны и разнообразны, и остаются слабо изученными.

Ранее нами было показано позитивное влияние препаратов 6-БАП и ивина на рост растений в условиях засоления на уровне целостного организма [5].

Известно, что в основе активации процессов роста растительного организма на органном уровне лежит стимуляция процессов клеточного роста, составной частью которой является митотическая активность меристемы.

Целью данной работы явилось изучение влияния стимуляторов роста - ивина и 6-БАП на изменение митотической активности корневой меристемы растений кукурузы и ячменя в условиях солевого стресса. Выбор объектов исследования обусловлен различной степенью солеустойчивости, которая значительно отмечается у ячменя (высокосолеустойчив) и кукурузы (устойчивость средней степени).

### **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

Объектами исследования служили семена и корневая меристема проростков растений кукурузы сорта Одесская 10 и ячменя сорта Сталкер. Семена замачивали на сутки в воде (контроль 1), 0,1 н растворе хлорида натрия (контроль 2) и регуляторов роста: 6 - БАП (5 мкг/л) и ивина (5·10<sup>2</sup> мкг/л) на солевом фоне. Затем кюветы накрывали стеклом и помещали в термостат (t = 25 °С, темнота, влажность 80%). Определяли процент всхожести семян в динамике в течение 4 суток (путем подсчета количества проросших семян на вторые, третьи, четвертые сутки), которые выражали в % к общему числу семян данной повторности). Затем по 100 семян раскладывали в чашки Петри на фильтровальную бумагу с добавлением растворов, указанных выше. Чашки Петри помещали в термостат (t = 25 °С, темнота, влажность 80%), где они находились в течение 3 суток. Материал фиксировали фиксатором Бродского, ФСУ в соотношении (3:1:0,3). Продолжительность фиксации 1-1,5 часа. Производилась мацерация объектов соляной кислотой (10%) на 10-15 мин, t = 60-70°С. Корешки окрашивали ацетокармином [11].

Биологическая повторность опыта - десятикратная, аналитическая - трехкратная. Данные обработаны статистически [12].

### **РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ**

Полученные результаты наглядно показали негативное действие засоления на рост проростков кукурузы и ячменя в условиях опыта с момента начала развития. Как показывает анализ рис. 1 и 2, химический состав субстрата оказывает существенное влияние на динамику наклеивания семян. Прорастанию семян предшествует состояние наклеивания, которое проявляется в том, что кончик зародышевого корешка «пробивает» семенную оболочку, после чего происходит активация митотической деятельности зародышевой меристемы.

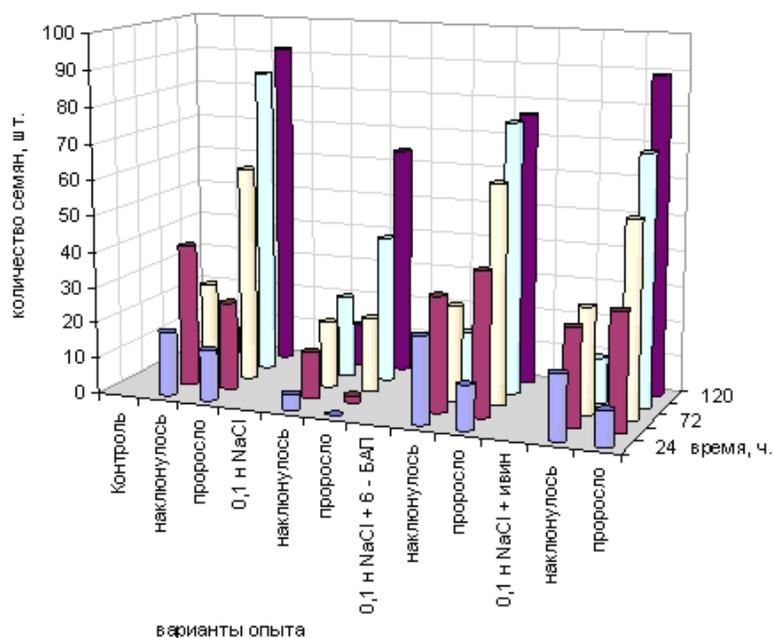


Рис. 1 Динамика наклёвывания и прорастания семян кукурузы сорт Одесская 10 под влиянием экзогенных регуляторов роста и хлоридного засоления (в %)

Из данных рис. 1. видно, что к концу вторых суток в контроле наклюнулось 40% и проросло 24,7%, а варианте с 0,1 н раствором NaCl соответственно 13,1% и 2,0%. Процесс набухания семян является подготовительным этапом для активации зародыша, тем не менее, здесь мы должны различать два самостоятельных процесса, по мнению многих исследователей, токсическое воздействие вредных веществ проявляется только с началом деятельности зародыша [13].

Через 48 часов от начала проращивания в контроле 1 наклюнулось 21,3%, проросло 56%, а на засоленном фоне соответственно 13,7% и 16,4%.

Наши исследования показали, что на процесс прорастания кукурузы и ячменя препарат 6-БАП оказал более существенное влияние, чем биостимулятор ивин. Полученные данные (рис. 1, 2) свидетельствуют о стимулирующем эффекте препарата 6-БАП на прорастание семян кукурузы (45,2%) и ячменя (47,6%). Показано, что наличие цитокининов в среде может способствовать снятию ингибирующего влияния засоляющих ионов в меристеме корней злаков [5].

Ивин в меньшей степени повлиял на динамику наклёвывания и прорастания семян. Через 48 часов от начала проращивания в варианте с ивином на солевом фоне наклюнулось 27,3%, проросло 32,7% семян кукурузы (рис. 1). Для ячменя соответственно наклюнулось 37,8%, проросло 35,8% семян (рис.2).

В основе влияния факторов среды (температуры, влажности, света) на ростовые процессы лежит изменение скорости прохождения клетками меристем отдельных фаз клеточного цикла [14].

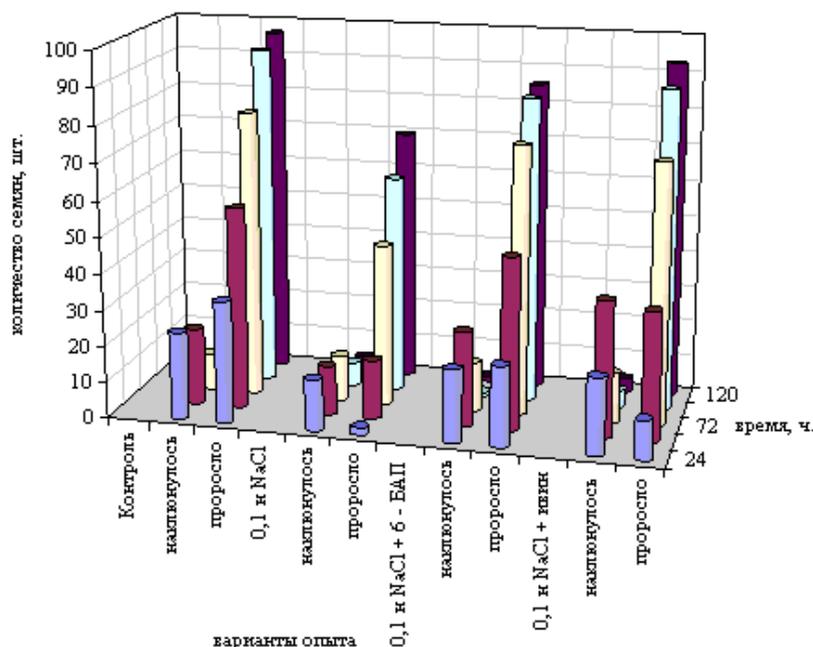


Рис. 2. Динамика наклёвывания и прорастания семян ячменя сорт Сталкер под влиянием хлоридного засоления и экзогенных регуляторов роста (в %).

По данным С.Н. Кабузенко (1997) угнетение солью активности меристемы проявилось в увеличении суммарного времени клеточного цикла, прямо зависящем от концентрации солевого раствора. Продолжительность клеточного цикла в меристеме пшеницы на фоне 0,3% раствора NaCl возросла против контроля на 34,4%, что зависело от продолжительности интерфазы и начальной стадии профазы [5].

Э.К. Луценко с соавторами (1990) показали, что хлоридное засоление тормозит появление первых митозов в прорастающих семенах ячменя, кукурузы и подсолнечника, видимо, это явилось причиной замедления появления зоны растяжения в корешках проростков всех культур при засолении. Зоны деления и растяжения характеризовались меньшими размерами вследствие уменьшения размеров клеток. В результате на фоне засоления наблюдалось отставание роста корешков, и отмечались аномалии в формировании проводящей системы [15].

Механизмы влияния цитокинина на ядерный аппарат клетки разнообразны. Под воздействием фитогормона стимулируется матричная активность хроматина и активность РНК-полимеразы [16]. Кроме того, возможно, его влияние на репликацию ДНК. Так, в клетках меристемы горчицы под влиянием биологически активных веществ наблюдалось уменьшение продолжительности времени репликации хромосомной ДНК. По данным Москалёвой (1987) [17], митотическая активность корневой меристемы кукурузы изменяется в динамике прорастания,

причем ведущая роль в её регуляции принадлежит эндогенному цитокинину, который образуется в осевых органах зародыша.

В наших исследованиях выявлено, что в варианте с экзогенным цитокинином митотическая активность корневой меристемы кукурузы и ячменя значительно возросла на фоне засоления. Препарат 6-БАП увеличил митотическую активность корневой меристемы кукурузы на 29,6%, а для ячменя этот показатель составил 12,1% (табл.1).

**Таблица 1.**  
**Митотический индекс клеток корневой меристемы кукурузы и ячменя на фоне хлоридного засоления и регуляторов роста (%)**

Вариант опыта	Объект исследований	Время (часы)				
		4.00	5.00	6.00	7.00	8.00
Контроль (H <sub>2</sub> O)	кукуруза	12,0±0,4	10,8±0,6	9,1±0,8	7,4±0,6	8,1±0,7
	ячмень	13,2±0,8	11,1±0,6	9,1±0,4	7,6±0,4	8,3±0,9
0,1 н NaCl	кукуруза	8,3±0,5	7,0±0,6	6,5±0,4	5,8±0,9	6,1±1,2
	ячмень	9,1±0,9	8,1±0,7	7,2±0,6	5,9±0,5	6,2±1,3
0,1 н NaCl + 6 - БАП	кукуруза	9,1±0,7	8,1±0,9	7,4±0,8	6,6±0,5	7,4±0,7
	ячмень	10,2±0,9	8,7±0,4	7,9±0,8	7,2±0,3	8,2±0,4
0,1 н NaCl + ивин	кукуруза	12,5±0,8	10,2±0,9	8,2±0,1	6,8±0,5	7,9±0,6
	ячмень	11,4±0,7	10,2±0,6	8,7±0,9	6,8±0,4	7,9±1,2

Известно, что препарат ивин обладает как цитокининовой, так и ауксиновой активностью [1]. Исходя из данных таблицы 1, можно отметить существенное стимулирующее действие препарата ивин на митотическую активность кукурузы и ячменя. Для кукурузы этот показатель на 50,6% превысил данные контроля 2, а для ячменя митотическая активность клеток корневой меристемы оказалась на 25,3% выше, чем на засолении.

Данные таблицы 1 наглядно показывают, что пик митотической активности приходится на ранние, предрассветные часы, в период с 4.00 до 5.00 утра.

### ВЫВОДЫ

1. На энергию прорастания семян ячменя и кукурузы на солевом фоне значительное положительное влияние оказал препарат 6-БАП.

2. Синтетический регулятор роста ивин проявил сильное стимулирующее действие на более позднем этапе прорастания и повысил всхожесть семян ячменя и кукурузы на солевом фоне. Отмечается его существенное действие на митотическую активность корневой меристемы исследуемых растений.

3. Одним из механизмов стимулирующего действия препарата ивин на прорастание семян злаковых культур в условиях засоления является увеличение митотического индекса меристемы зародыша.

Список литературы

1. Палладіна Т. Механізми посилення солестійкості рослин за допомогою синтетичних регуляторів росту // Тези II Міжнародної конференції. - Львів: „СПОЛОМ”, 2004. - С. 266.
2. Чухлебова Н.С., Беловолова А.А. Особенности микроскопического строения вегетативных органов кукурузы при засолении почвы // Применение удобрений, микроэлементов и регуляторов роста в сельском хозяйстве. Сборник научных трудов. - Ставрополь, 1993. - С.45 -47.
3. Шанько А.В., Бабаков А.В. Белки 14-3-3 регулируют активность  $H^+$ -насоса плазматических мембран корней ячменя *Hordeum disticum* при солевом стрессе // Физиология растений. - 2002. - Т.49, №6. - С. 847-853.
4. Федяева Т.Ю., Петров-Спиридонов А.Е. Биометрические показатели у кукурузы при постоянном и прогрессирующем хлоридном засолении // Известия ТСХА. - 1988. - Вып.3. - С. 99-103.
5. Кабузенко С.Н. Влияние засоления и экзогенных фитогормонов на рост и некоторые физиолого-биохимические функции растений на ранних этапах онтогенезаю - Авторефер. дис... д-ра биолог. наук : 03.00.12 // Киев.ун-т им. Т. Шевченко. - К., 1997. - 47 с.
6. Йонева Ж., Петров-Спиридонов А.Е. Биометрические показатели и осмотический потенциал органов растений в условиях хлоридного засоления // Известия ТСХА. - 1995. - Вып. 3. - С. 120-125.
7. Минаев С.В., Солдатов С.Е., Таланова В.В., Титов А.Ф. Исследование реакции проростков огурца и пшеницы на хлоридное засоление // Биологические исследования растительных и животных систем. - Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 1992. - С.17-23.
8. Кабузенко С.Н., Горшенков А.В., Володькина Л.С. Влияние хлоридного засоления и цитокинина на митотическую активность корней пшеницы и кукурузы // Физиология и биохимия культурных растений. - 1995. - Т. 27, № 1-2. - С. 31 - 35.
9. Луценко Э.К., Марушко Е.А., Кононенко Т.Г., Леонова Т.Г. Влияние фузикококцина на ранние этапы роста сорго при высоких концентрациях NaCl // Физиология растений. - 2005. - Т.52, № 3. - С. 378 - 383.
10. Чижикова О., Палладіна Т. Активність проліндегідрогенази в проростках кукурудзи за умов сольового стресу // Тези II Міжнародної конференції. - Львів: „СПОЛОМ”, 2004. - С. 286.
11. Паушева З. П. Практикум по цитологии растений. - М.: Колос, 1974. - С. 69-99.
12. Лакин Г.Ф. Биометрия. - М.: Высшая школа, 1980. - 293 с.
13. Азибекова З.С. Физиология прорастания и набухания семян некоторых кормовых трав в солевых растворах // Изв. АН АзССР. - 1959. - №2. - С. 52.
14. Троян В. М., Калинин Ф.Л. Частичная синхронизация клеточного деления в меристематических тканях корней // Физиология и биохимия культурных растений. - 1971. - Вып.3, №1. - С. 26 -32.
15. Луценко Э.К., Ляхова Н.Ф., Пахомова Г.А. Влияние засоления на анатомоцитологическую характеристику корней при прорастании семян // Соврем. пробл. экол. анатомии раст.: Материалы 2 Всесоюзного совещ. - Владивосток, 1990. - С. 93-94.
16. Ananiev E.D., Karagyrov L.R., Karanov E.N. Effect of cytokinins on ribosomal RNA Gen Expression in Excised cotyledons of *Cucurbita pero L.* // Planta.- 1987. - V. 170, №3. - P. 341-354.
17. Москалева О.В. Влияние фитогормонов на митотическую активность органов проростков кукурузы // Вестник Ленинградского университета. - 1987. - Сер.3, вып. 2, №10. - С. 118-122.

*Поступила в редакцию 20.09.2006 г.*

УДК 616. 1/9-02:614.7

## **СВЯЗЬ ХАРАКТЕРИСТИК ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ С СОДЕРЖАНИЕМ КАЛЬЦИЯ И СТРОНЦИЯ В ОРГАНИЗМЕ УЧАЩИХСЯ РАЗНОГО ВОЗРАСТА**

*Залата О.А.*

Известно, что развивающийся организм в большей степени подвержен влиянию различных факторов внешней среды, в том числе и техногенного происхождения [1]. Большое количество исследований в Украине и России посвящено изучению негативного влияния окружающей среды на нервную систему и психику учащихся разного возраста [2, 3]. Одним из проявлений реакции дезадаптации у детей, подростков, юношей являются выявляемые в ходе мониторинговых исследований дефицитные состояния эссенциальных макро и микроэлементов на фоне повышенного содержания в их организме токсичных [4, 5]. Важна и бесспорна роль для растущего организма кальция [6], а одним из конкурентных элементов для кальция в организме человека является стронций. Антагонизм этих щелочно-земельных металлов в отношении костной ткани изучен довольно хорошо [7, 8], однако практически отсутствуют данные об их влиянии на нервную систему человека. В литературе представлены единичные работы, в которых рассматриваются вопросы обмена кальция и стабильного стронция у человека в естественных условиях, а так же в эксперименте на животных [9, 10]. В тоже время хорошо известно, что в некоторых случаях накопление стронция в организме приводит к поражению многих органов и систем, в том числе и нервной, и развитию так называемой «Уровской болезни» [11]. Кальций, как элемент играет важную роль в функционировании головного мозга [6] и приближение его содержания к верхней или нижней границе условной нормы может оказаться физиологически значимым, особенно для растущего организма.

В связи с этим целью нашего исследования явилось определение физиологической значимости кальция и стабильного стронция для ряда характеристик психофизиологических функций учащихся разного возраста. Были поставлены следующие задачи: определить и оценить содержание элементов в биологически стабильных пробах (образцы волос) школьников 12-13 лет и студентов 18-19 лет; выполнить ЭЭГ обследование учащихся с регистрацией параметров текущей ЭЭГ, вызванных и связанных с событием потенциалов; дать оценку физиологической значимости изучаемых металлов для функционального состояния ЦНС.

### **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

В качестве обследуемых контингентов были избраны школьники и студенты 12-13 и 18-19 лет (51 человек), проживающие в условиях урбанизированной среды и обучающиеся в разных районах города Симферополя. Методика регистрации ЭЭГ и связанных с событием потенциалов (ССП), применявшаяся для оценки функционального состояния центральной нервной системы студентов, описана ранее [12]. Регистрация текущей ЭЭГ у школьников 12-13 лет выполнялась с использованием стандартных приемов в точках С3 и С4 по системе «10-20». Запись ЭЭГ у детей проводили на протяжении двух эпох исследования, каждая из которых отражала динамику основных ритмов ЭЭГ в течение 30 серий. Во время первой эпохи производилась контрольная запись, во время которой ученик находился в состоянии покоя, с закрытыми глазами, в соответствии с полученной инструкцией. Во время второй эпохи ученик решал задачу, относящуюся к определенному типу функциональных нагрузок:

1. задачи с использованием словесно-логического материала (арифметическая и логическая);
2. задача с использованием пространственно-образного материала (пространственная).

При дальнейшей обработке данные анализа амплитудно-частотных характеристик ЭЭГ использовались для расчета показателей асимметрии мозга ребенка как отношение разности значений приростов мощностей соответствующих ритмов обоих полушарий к их сумме.

Определение содержания металлов в прикорневой части волос затылочной области произведено методом рентгено-флуоресцентной спектрометрии в научно-техническом центре "Вириа" г.Киев.

Статистическую обработку результатов выполняли посредством непараметрического корреляционного анализа по Спирмену.

### **РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ**

Мониторинговое исследование биологически стабильных тканей (волос) детей, подростков, юношей - достоверный и неинвазивный метод оценки поступления макро и микроэлементов в организм из окружающей среды [13], который позволяет получить представление об уровне элементов за длительный период времени (до полугода). Результаты настоящего биомониторингового исследования образцов волос могут свидетельствовать о некотором элементном дисбалансе у испытуемых (табл. 1).

Следует отметить, что в работах, опубликованных ранее, условная норма содержания кальция в биологически стабильных тканях (образцы волос) варьировала в пределах 500-1500 мкг/г. Однако в последнее время происходит пересмотр условных норм содержания эссенциальных и токсичных элементов в организме человека. Это связано с прогрессирующим ухудшением экологической обстановки [14].

**Таблица 1.**

**Среднее содержание металлов в волосах учащихся разного возраста  
(мкг/г)**

Металл	Школьники 12-13 лет (N=18)	Студенты 18-19 лет (N=33)	Условная норма
кальций	661.6±130.2	334.9±35.56	300-700
стронций	5.10±0.94	3.12±0.20	0.3

Выявлено, что среднее содержание эссенциального кальция у школьников находилось в границах условной нормы, а у студентов на уровне нижней границы нормы. Увеличение среднего содержания стабильного стронция в организме испытуемых было выявлено только в группе школьников. Среднее содержание стронция в группе студентов не выходило за границы условной нормы. Колебания средних значений эссенциального кальция, с одной стороны могут быть обусловлены характером питания испытуемых, имеющим особенности в конкретной возрастной группе [15]. С другой стороны эти колебания, могут быть связаны с изменчивостью уровня природных экотоксикантов (свинец, кадмий) в атмосферном воздухе, характерных для микротерриторий проживания школьников и студентов. Для нашего исследования интерес представляло функциональное взаимодействие кальция и стабильного стронция в организме человека. Для определения этой значимости был выполнен корреляционный анализ параметров текущей ЭЭГ, вызванных и связанных с событием потенциалов с содержанием кальция и стронция в биологически стабильных тканях (волосах) у испытуемых двух возрастных групп.

В группе школьников было обнаружено наличие достоверных (11) и приближающихся к ним (3) корреляционных связей между параметрами текущей ЭЭГ-активности при различных функциональных состояниях и металлами (таблица 2). Подавляющее большинство корреляционных связей для кальция и стронция носило прямой характер. Следует отметить, что обнаруженные достоверные и приближающиеся к ним прямые корреляционные связи при текущей ЭЭГ имели место с одними и теми же параметрами ЭЭГ: спектральная мощность альфа-волн ( $r = 0.62$  для стронция и  $r = 0.59$  для кальция при  $p < 0.05$ ), спектральная мощность бета-волн ( $r = 0.42$  для стронция при  $p < 0.09$  и  $r = 0.50$  для кальция при  $p < 0.04$ ) при открытых глазах и преимущественно в правом полушарии головного мозга. Вероятно, все эти факты можно расценивать как свидетельство функционального синергизма стронция и кальция в их влиянии на состояние базовых функциональных характеристик нервной системы, в том числе и на активность познавательных процессов детей этого возраста. В пользу чего свидетельствуют корреляции ЭЭГ-характеристик спектральной мощности в дельта- и бета-диапазонах при решении арифметической задачи. В этом случае обнаруживалась обратная связь мощности дельта диапазона с уровнем обоих металлов в организме школьников ( $r = -0.48$  для стронция и  $r = -0.47$  для кальция при  $p < 0.04$ ) и положительная корреляция спектральной мощности бета-диапазона при этой же

функциональной пробе ( $r = 0.45$  для стронция при  $p < 0.05$  и  $r = 0.40$  для кальция при  $p < 0.09$ ). Плотность корреляционных связей для всех случаев колебалась в пределах  $0.40 < r < 0.71$  при вероятности 90-99,2%. Результаты, полученные в этой возрастной группе частично совпадают с данными полученными нами ранее для 15-ти летних подростков [16].

**Таблица 2.**  
**Коэффициенты корреляции характеристик текущей ЭЭГ- активности с уровнем металлов в волосах у школьников 12-13 лет (N=18)**

Характеристики ЭЭГ-активности и условия отведения	Коэффициент корреляции (R) для стронция с уровнем значимости (p)	Коэффициент корреляции (R) для кальция с уровнем значимости (p)
Дельта-ритм (п) (ар.з.)	-0.48 (0.04)	-0.47 (0.04)
Тета-ритм (п) (г.о.)	0.42 (0.08)	
Альфа-ритм (л) (г.о.)	0.45 (0.07)	0.41 (0.09)
Альфа-ритм (п) (г.о.)	0.62 (0.008)	0.59 (0.01)
Бета-ритм (п) (г.о.)	0.42 (0.09)	0.50 (0.04)
Бета-ритм (п) (ар.з.)	0.45 (0.05)	0.40 (0.09)
Бета-ритм (п) (пр.з.)	-0.71 (0.04)	
Асимметрия по тета -ритму (ар.з.)	0.49 (0.03)	0.52 (0.02)

Примечания: л. и п. - отведения от левого и правого полушарий, г.з. и г.о. - отведения ЭЭГ при закрытых и открытых глазах соответственно, ар.з. и пр.з. арифметическая и пространственная задачи соответственно.

Оценивая функциональную значимость металлов для нервной системы в старшей возрастной группе по количеству и плотности корреляционных связей (табл. 3), необходимо отметить, что из 10 обнаруженных достоверных и приближающихся к ним корреляций, большее число (8) было выявлено для кальция. Однако плотность корреляционных связей была слабой: коэффициенты корреляции для кальция колебались в пределах  $0.30 < r < 0.39$  при вероятности 90-99,2%.

Из параметров текущей ЭЭГ-активности достоверная корреляционная связь выявлена только для коэффициента десинхронизации альфа-ритма с кальцием в левом полушарии ( $r = 0.36$ ,  $p < 0.05$ ) и на уровне тенденции в левом полушарии. Подавляющее число корреляционных связей с содержанием стабильного стронция и кальция в организме студентов было обнаружено для параметров связанных с событием потенциалов и носило обратный характер. Необходимо отметить, что латентный период волны  $P_{300}$  коррелировал с двумя металлами ( $r = -0.39$  для кальция и  $r = -0.36$  для стронция при  $p < 0.05$ ) в левом и правом полушариях, а амплитуда УНВ ( $r = -0.38$ ,  $p < 0.05$ ) и ее терминальный компонент ( $r = -0.35$ ,  $p < 0.05$ ) только с кальцием, так же в обоих полушариях головного мозга. Известно, что параметры  $P_{300}$  являются своего рода индикатором когнитивной зрелости мозга [17],

а условно негативная волна тесно связана с процессами внимания, отражает процессы психической концентрации и подготовки поведенческого акта.

**Таблица 3.**

**Коэффициенты корреляции параметров вызванных ЭЭГ-потенциалов и характеристик текущей ЭЭГ- активности с уровнем металлов в волосах у студентов 18-19 лет (N=33)**

Характеристики ВП, ЭЭГ-активности и условия отведения	Коэффициент корреляции (R) для стронция с уровнем значимости (p)	Коэффициент корреляции R для кальция с уровнем значимости (p)
ЛП P <sub>300</sub> (л)	-0.36 (0.05)	-0.39 (0.03)
ЛП P <sub>300</sub> (п)	-0.36 (0.05)	-0.39 (0.03)
Амплитуда УНВ (л)		-0.33 (0.07)
Амплитуда УНВ (п)		-0.38 (0.03)
Амплитуда УНВ <sub>т</sub> (л)		-0.35 (0.05)
Амплитуда УНВ <sub>т</sub> (п)		-0.35 (0.05)
Коэффициент десинхронизации альфа-ритма (л)		0.36 (0.05)
Коэффициент десинхронизации альфа-ритма (п)		0.30 (0.09)

Примечания. ЛП - латентный период, УНВ - условно негативная волна, УНВ<sub>т</sub> терминальный компонент условно негативной волны. Остальные обозначения те же, что и в таблице 2.

Можно предположить, что выявленные качественные и количественные различия в характере корреляционных связей в группе школьников и студентов для кальция и стабильного стронция могут быть объяснены как возрастными особенностями, так и различием в интенсивности протекания познавательных процессов при обучении в школе и университете.

### ВЫВОДЫ

1. У 12-13-ти летних школьников выявлено: содержание кальция - в границах условной нормы, содержание стабильного стронция превышало условную норму ( $5.10 \pm 0.94$ ). В тоже время в старшей возрастной группе наблюдалась обратная ситуация: дефицит кальция у 18-19-ти летних студентов, содержание стронция в границах условной нормы

2. В младшей возрастной группе установлена преимущественно прямая корреляционная зависимость между параметрами текущей ЭЭГ (спектральная мощность дельта-, альфа-, бета- диапазона) в равной степени с кальцием и стронцием. Плотность корреляционных связей для всех случаев колебалась в пределах  $0.40 < r < 0.71$  при вероятности 90-99,2%.

3. Большинство корреляционных связей с содержанием кальция и стронция в организме студентов было обнаружено для параметров связанных с событием потенциалов, при этом наибольшей реактивностью обладали латентный период  $R_{300}$ , условно негативная волна и ее терминальный компонент. Корреляционная зависимость носила обратный характер. Плотность корреляционных связи для всех случаев колебалась в пределах  $0.30 < r < 0.39$  при вероятности 90-99,2%.

4. Характер выявленных корреляционных связей в старшей возрастной группе свидетельствует о функциональном синергизме кальция и стронция по отношению к нервной системе при большей выраженности нейротропного действия кальция (8 и 2 достоверных и приближающихся к ним корреляций соответственно).

#### Список литературы

1. Лучанинова В.Н., Транковская Л.В. Комплексная оценка состояния здоровья детей на фоне техногенной нагрузки // Российский педиатрический журнал. - 2004. - №1. - С. 29-33.
2. Великанова Л.П. Клинико-эпидемиологический мониторинг состояния нервно-психического здоровья детей и подростков // Педиатрия. - 2004. - №1. - С. 67-70.
3. Гребняк Н.П., Ветрещак С.В. Состояние здоровья детского населения мегаполиса // Гигиена и санитария. - 2004. - №2. - С. 50-53.
4. Маймулов В.Г., Якубова И.Ш., Черныкина Т.С. и др. Особенности микроэлементного статуса у детей Санкт-Петербурга // Гигиена и санитария. - 2005. - №6. - С. 64-65.
5. Табаку А., Чулай А. Содержание микроэлементов в волосах дошкольников // Микроэлементы в медицине. - 2001. - №2. - С. 58-60.
6. Toescu E.C., Verkhatsky A. Calcium and mitochondria substrates for deficits in synaptic plasticity in normal brain ageing // J. Cell Mol Med. - 2004. - Vol. 8(2). - P. 181-190.
7. Скальный А.В., Рудаков И.А. Биоэлементы в медицине. - Москва: ОНИКС 21 век, 2004.- 272 с.
8. Aapostolidis N., Parodellis T., Karydas A. et al. Calcium and strontium metabolic studies in patients on CAPD- Perit. Dial. Int., 1998. - P. 18-20.
9. Дубровина З.В., Сарапульцев И.А., Фадеев А.П. К вопросу об обмене стронция и кальция у человека // Гигиена и санитария. - 1967. - № 4. - С. 43-46.
10. Усачев Ю.М., Миронов С.Л. Действие ионов стронция и бария на системы связывания и транспорта кальция в нервных клетках // Нейрофизиология. - 1989. - Т. 21, № 6. - С. 820-825.
11. Смоляр В.И. Гипо- и гипермикроэлементозы. - Киев: Здоров'я, 1989. - С. 91-92.
12. Евстафьева Е.В., Залата О.А., Репинская Е.В. и др. Корреляционные связи между содержанием токсичных и эссенциальных металлов в организме и характеристиками ЭЭГ потенциалов у юношей в условиях городской среды // Нейрофизиология. - 2006. - Т. 38, № 2. - С. 167-174.
13. Volconic V. Human hair. Fundamentals and methods for measurement of elemental composition. - Boca Raton: CRC Press. Inc., 1988. - Vol. 1. - P. 164.
14. Environment and Health: An International Concordance on Selected Concepts - WHO: Regional Office for Europe, 2000. - P. 17.
15. Белаковский М.С., Спиричев В.Б. Кальций и потребность в нем человека // Вопросы питания. - 1988. - №6. - С. 4-8.
16. Залата О.А. Особенности психофизиологического статуса подростков в связи с содержанием кальция и стронция в организме // Проблемы, достижения и перспективы развития медико-биологических наук и практического здравоохранения труды КГМУ им. С.И. Георгиевского. - 2004. - Т 140, часть3. - С. 66-69.
17. Johnston S.J., Barry R.J., Anderson J.V. et al. Age-related changes in child and adolescent event related potential component morphology, amplitude and latency to standard and target stimuli in auditory oddball task // Int. J. Psychophysiology. - 1996. - V. 24, № 3. - P. 223-238.

*Поступила в редакцию 01.10.2006 г.*

**УДК 575:574.2**

## **АНТРОПОГЕННЫЕ ФИТОЦЕНОЗЫ В УСЛОВИЯХ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СТРЕССА**

*Ибрагимова Э. Э.*

В настоящее время главным разрушающим фактором фитоценозов является антропогенный [1]. В результате воздействия данного фактора происходят существенные изменения в растениях. При антропогенном загрязнении биосферы нарушаются естественно сложившиеся фитоценозы, нормальные процессы органогенеза, появляются специфические тератологические изменения у растений различных систематических групп. Существенную опасность для человека и животных представляет отсутствие каких-либо визуальных признаков поражения растений при опасных содержаниях токсикантов [2].

Очень многие фитоценозы испытывают значительную антропогенную нагрузку, в основном вблизи дорог, в зоне влияния промышленных предприятий, а также вблизи населённых пунктов.

Проблема загрязнения окружающей среды различными экотоксикантами обострилась в последнее время и в Крымском регионе. Анализ динамики выбросов вредных веществ в атмосферу Крыма показывает, что с 1998 года начинается рост выбросов в атмосферу, обусловленный в основном выбросами автотранспорта, на долю которого приходится 70-80% выбросов вредных веществ в атмосферный воздух [3]. В связи с этим особую актуальность приобретают исследования, направленные на изучение последствий загрязнения окружающей среды на растительную компоненту экосистем.

Установлено, что наиболее сильное влияние техногенного стресса испытывают генеративные органы растений, особенно органы мужской репродукции, что проявляется в их аномальном развитии и низком качестве формируемой ими пыльцы [4 - 6].

Целью данного исследования явилась оценка последствий аэротехногенного загрязнения окружающей среды выбросами автомобильного транспорта по их палинотоксическому влиянию на многолетние древесные растения, произрастающие вдоль автострад.

### **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

Материалом для исследований служили цветы, собранные с древесных растений, произрастающих в придорожной зоне автострады Железнодорожного вокзала г. Симферополя. Контрольным вариантом служили цветы, собранные с тех

же видов растений, произрастающих в зонах отсутствия автомобильного движения. Исследования проводились в течение 2003 - 2006 гг.

В качестве объектов исследований были использованы следующие виды многолетних древесных растений: ива плакучая, или вавилонская (*Salix babylonica*), каштан съедобный (*Castanea sativa Mill.*), клён обыкновенный, или остролистный (*Acer platanoides*), орех грецкий (*Juglans regia*). У указанных культур изучали спонтанную и индуцированную стерильность пыльцы, а также палиноморфологическое строение пыльцевых зерен.

Собранный с указанных зон репродуктивный материал (цветы многолетних древесных растений) фиксировали в уксуснокислом спирте (3:1), а затем, после промывки в 70%-ном спирте, переносили в 80%-ный этиловый спирт, где хранили до цитогенетического анализа. Фертильность пыльцевых зёрен определяли йодным методом на временных давленных препаратах [7]. Изучение морфологической структуры пыльцевых зерен проводили при помощи системы морфометрического анализа изображений, включающей микроскоп “Carl Zeiss”, видеокамеру “SunKwang” и персональный компьютер. Полученные данные для сравнения приводили к интенсивным показателям [8]. Статистическую обработку данных проводили с использованием пакета прикладных программ “Microsoft Excel 2000”. В качестве критерия оценки достоверности наблюдаемых изменений использовали t-критерий Стьюдента [9].

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

У изученных растений, произрастающих как в экологически благоприятной зоне, так и вдоль автострады с интенсивным движением автотранспорта, были выявлены существенные различия показателей спонтанной и индуцированной стерильности мужского гаметофита.

В таблице 1 представлены данные стерильности пыльцевых зёрен растений, произрастающих в зоне отсутствия автомобильного движения. Выявлен довольно низкий спонтанный уровень стерильности пыльцевых зёрен, диапазон которой отмечается в пределах от 2% (*Acer platanoides*) до 18% (*Salix babylonica*).

**Таблица 1.**

**Показатели фертильности и стерильности пыльцы изученных растений, произрастающих в экологически чистой зоне (контроль)**

№	Название растения	Фертильность пыльцы			Стерильность пыльцы		
		кол-во, ед.	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	%	кол-во, ед.	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	%
1.	Ива плакучая	6626	19,04±0,26	82,0	1456	4,18±0,15	18,0
2.	Каштан съедобный	6653	22,25±0,30	92,0	579	1,94±0,09	8,0
3.	Клён остролистный	8002	21,34±0,11	98,0	165	0,62±0,03	2,0
4.	Орех грецкий	6936	23,20±0,39	95,9	293	0,98±0,08	4,1

Однако показатели стерильности мужского гаметофита резко возрастали у изученных многолетних растений, произрастающих вдоль автострады с

интенсивным движением автотранспорта. Данные индуцированной аэротехногенным загрязнением стерильности пыльцевых зёрен изученных культур представлены в таблице 2.

**Таблица 2.**  
**Показатели фертильности и стерильности пыльцы многолетних растений, произрастающих в придорожной зоне автострады**

№	Название растения	Фертильность пыльцы			Стерильность пыльцы		
		кол-во, ед.	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	%	кол-во, ед.	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	%
1.	Ива плакучая	4743	14,59±0,26*	52,6	4264	13,12±0,26*	47,4
2.	Каштан съедобный	5551	17,03±0,29*	72,3	2130	6,53±0,21*	27,7
3.	Клён остролистный	5591	18,57±0,10*	79,4	1453	4,84±0,11*	20,6
4.	Орех грецкий	5180	18,57±0,44*	79,1	1370	4,91±0,23*	20,9

Примечание: отличия от контроля достоверны при \* -  $p \leq 0,001$

Показатели индуцированного уровня стерильности пыльцевых зёрен увеличивались у всех изученных растений в несколько раз по сравнению с контрольным вариантом. Так количество abortивных пыльцевых зёрен возрастало у ивы плакучей в 2,6 раза ( $p \leq 0,001$ ) по сравнению с контрольным вариантом; у каштана съедобного - в 3,5 раза ( $p \leq 0,001$ ); ореха грецкого - в 5,2 раза ( $p \leq 0,001$ ) соответственно. У популяций клёна остролистного, произрастающих в придорожной зоне, также отмечалось резкое увеличение количества abortивной пыльцы, о чём свидетельствует превышение её уровня в 10,3 раза ( $p \leq 0,001$ ) по сравнению с контрольной зоной.

При изучении влияния техногенного загрязнения на органы мужской репродуктивной системы растений, произрастающих в зоне интенсивного движения автотранспорта, самый высокий показатель индуцированного уровня стерильности пыльцы был выявлен у ивы плакучей, количество стерильных пыльцевых зёрен которой составило 47,4% от общего количества продуцируемой пыльцы. По показателю индуцированной стерильности мужского гаметофита изученные многолетние растения расположились в следующей последовательности: ива плакучая (*Salix babylonica*) > каштан съедобный (*Castanea sativa Mill.*) > орех грецкий (*Juglans regia*) > клён остролистный (*Acer platanoides*).

На рисунке 1 представлены микрофотографии продуктов мужской генеративной сферы популяций ивы плакучей (*Salix babylonica*), произрастающих вдоль автострады с интенсивным движением автотранспорта. Основными нарушениями при формировании мужских гамет были следующие: крупная пыльца (а), мелкая пыльца (б), узкая, продолговатая (в), стерильная без крахмала или со следами его (г).

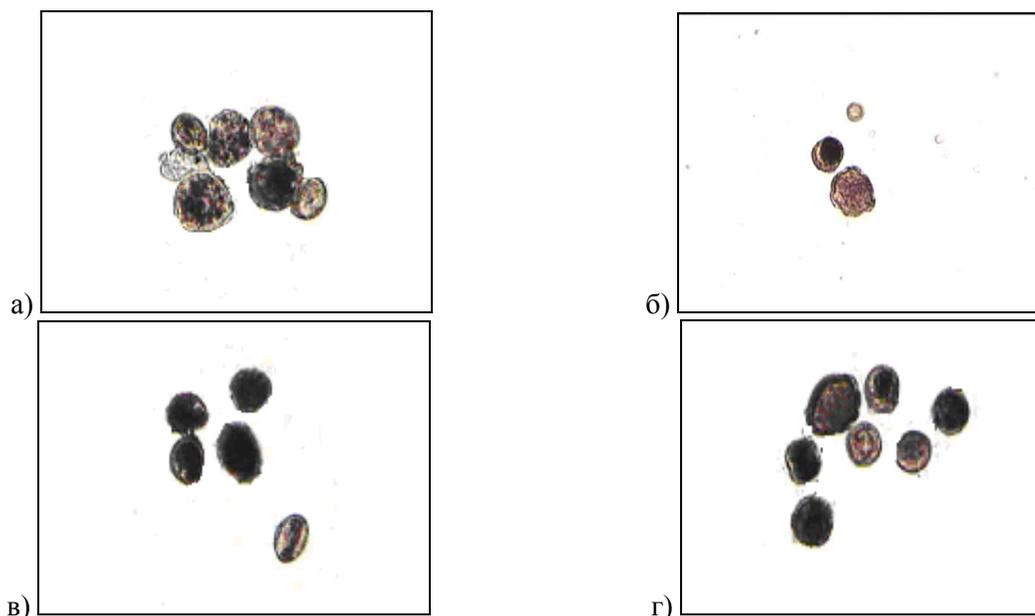


Рис. 1. Мужской гаметофит *Salix babylonica* (увел. 1.1x16), произрастающих вдоль автострады с интенсивным движением автотранспорта.

На рисунке 2 изображен мужской гаметофит клена остролистного (*Acer platanoides*), серьезных аномалий в палиноморфологическом аспекте нами обнаружено не было. Основная масса abortивной пыльцы имела правильную округлую форму (а) и мелкие размеры (б), но не содержала крахмал.

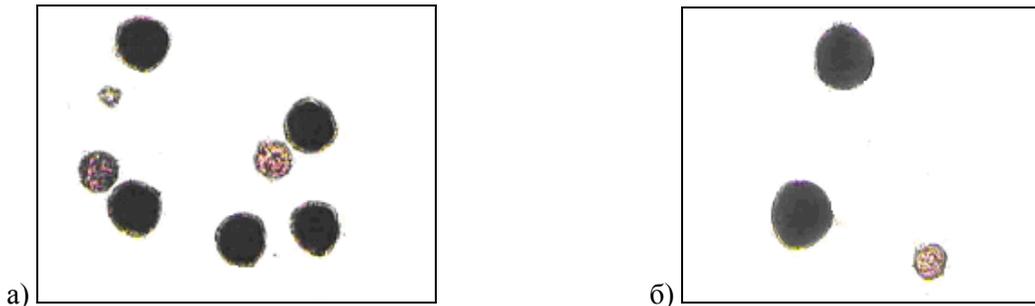


Рис. 2. Мужской гаметофит *Acer platanoides* (увел. 1.1x16), произрастающих вдоль автострад с интенсивным движением автотранспорта.

Изучение морфологии пыльцевых зерен каштана съедобного (*Castanea sativa* Mill.) показало (рис. 3), что основным нарушением при формировании мужских половых гамет генеративными органами растений, произрастающих вдоль автострады с интенсивным движением автотранспорта, являются вытянутые эллипсовидные стерильные пыльцевые зерна (а-г).

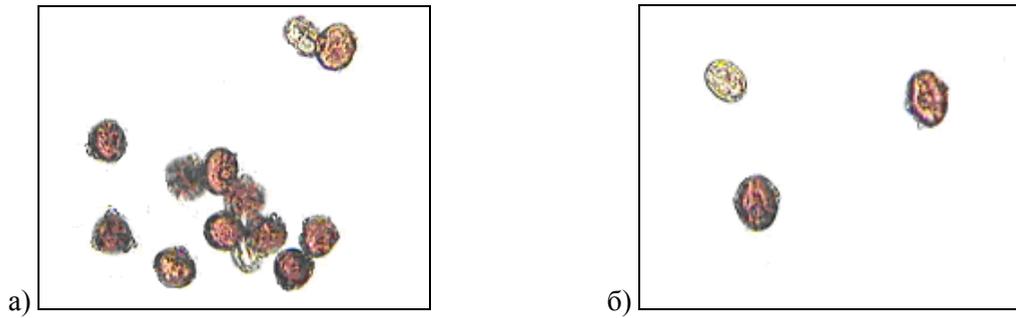


Рис. 3. Мужской гаметофит *Castanea sativa* Mill. (увел. 1.1x16), произрастающих вдоль автострад с интенсивным движением автотранспорта.

На рисунке 4 представлены продукты генеративной сферы грецкого ореха. Основными отклонениями от нормы при формировании пыльцы органами мужской репродукции деревьев *Juglans regia* придорожной зоны автострад были: слабое и неравномерное распределение крахмала, или его полное отсутствие (а, б); формирование очень крупных abortивных пыльцевых зерен (в).

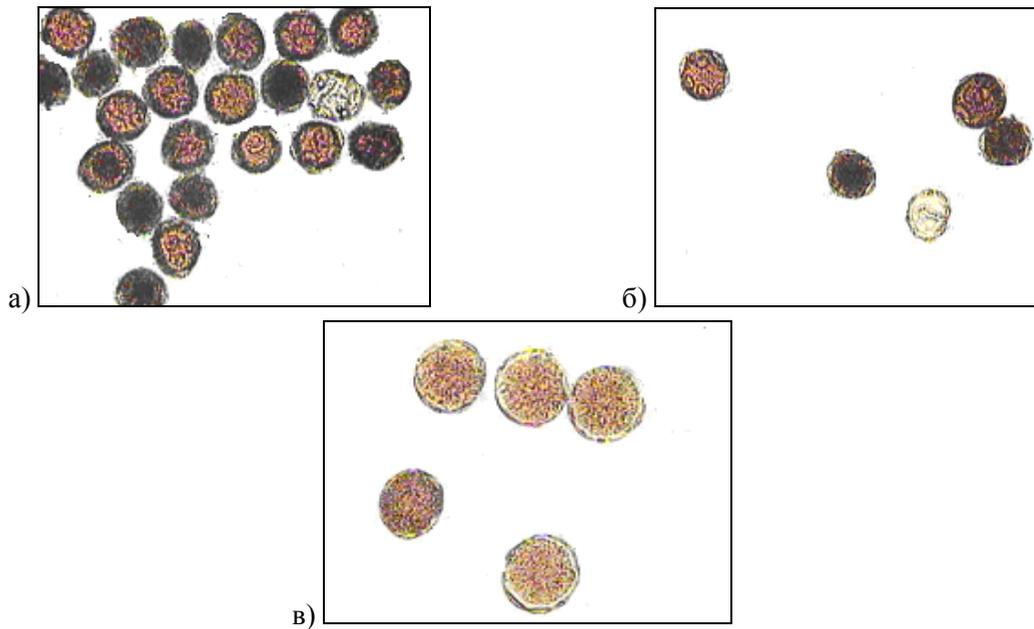


Рис. 4. Мужской гаметофит *Juglans regia* (увел. 1.1x16), произрастающих вдоль автострад с интенсивным движением автотранспорта.

Данное явление, по-видимому, связано с генотоксическим действием экотоксикантов на мужскую генеративную сферу и протекающие в ней процессы микроспорогенеза. Все физиологические процессы в организме сопряжены и

генетически детерминированы. Последствием нарушения генотипа является фенотипическое проявление в виде недоразвитой пыльцы с различными отклонениями от нормы. Таким образом, по степени поврежденности пыльцевых зерен, формируемых органами репродукции растительных организмов, находящихся в условиях техногенного стресса, можно прийти к заключению о мутагенном действии антропогенных факторов окружающей среды на мужскую генеративную систему и процесс формирования гамет.

Отношение фертильных пыльцевых зёрен к стерильным (Ф/С), характеризующее чувствительность репродуктивных органов растений к техногенному загрязнению окружающей среды, дало следующие результаты (рис. 5).

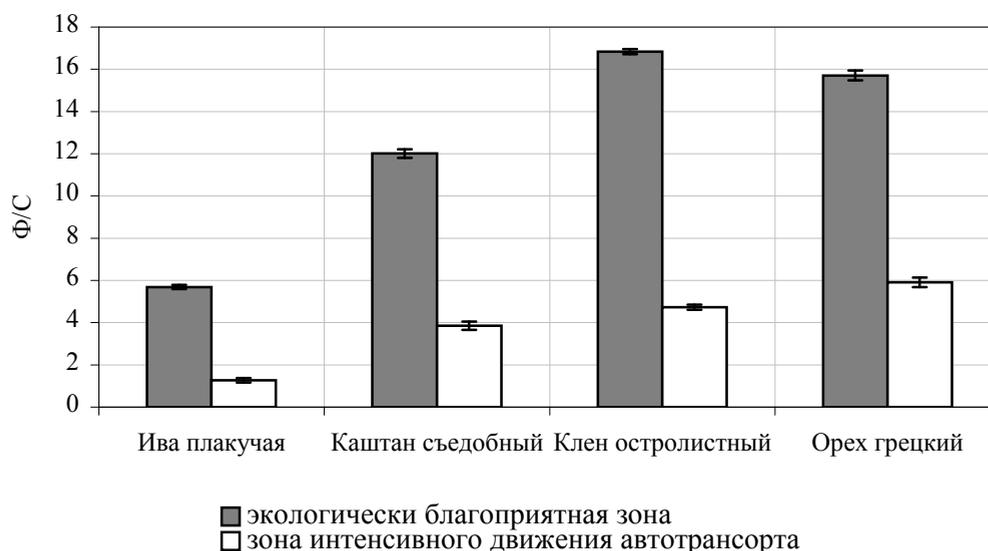


Рис. 5. Сравнительные показатели коэффициента чувствительности (Ф/С) репродуктивных органов многолетних растений, произрастающих вдоль автострад и в экологически благоприятной зоне.

У популяции ивы плакучей, произрастающей в придорожной зоне автострады, данное отношение уменьшалось в 4,1 раза ( $p \leq 0,001$ ) по сравнению с контрольным вариантом. Аналогичная картина наблюдалась и для популяций каштана съедобного - в 4,4 раза ( $p \leq 0,001$ ), ореха грецкого - в 6,2 раза ( $p \leq 0,001$ ) и клена остролистного - в 12,8 раза ( $p \leq 0,001$ ) по сравнению с контролем.

Полученные данные свидетельствуют о высокой чувствительности генеративной сферы *Acer platanoides* к техногенной нагрузке.

Таким образом, репродуктивная система изученных растений реагировала на аэротехногенное загрязнение путём увеличения количества abortивной пыльцы.

Самой толерантной к аэротехногенному загрязнению в нашем опыте оказалась генеративная сфера ивы плакучей, или вавилонской (*Salix babylonica*). Полученные

данные подтверждают сведения, имеющиеся в литературе об устойчивости ивы к техногенному загрязнению [10]. В частности, установлено, что деревья видов рода *Salix* проявляют толерантность к токсическому действию тяжелых металлов [2]. Таким образом, *Salix babylonica* можно использовать в качестве зеленых насаждений вдоль автострад, как устойчивую к техногенному загрязнению культуру.

Пыльцу клена обыкновенного, или остролистного (*Acer platanoides*) рекомендуется использовать в экологическом мониторинге в качестве индикаторной тест-системы, обладающей высокой чувствительностью к действию различных аэрополлютантов.

### ВЫВОДЫ

1. Результаты проведенного исследования свидетельствуют, что в зонах интенсивного движения автотранспорта отмечается повышенный уровень продукции стерильной пыльцы репродуктивными органами *Salix babylonica*, *Castanea sativa* Mill., *Acer platanoides*, *Juglans regia*.

2. Самой толерантной к техногенному стрессу является *Salix babylonica*, в силу чего ее рекомендуется использовать в антропогенных фитоценозах.

3. Наиболее чувствительной к аэротехногенному загрязнению является мужская репродуктивная система *Acer platanoides* пыльца которого может быть использована при экологическом мониторинге в качестве индикатора к палинотоксическому действию различных экотоксикантов.

### Список литературы

1. Tekle K., Backeus I., Skoglund J., Woldu Z. Vegetation on hill slopes in southern Wello, Ethiopia: Degradation and regeneration // Nord. J. Bot. - 1997. - V. 17. - № 5. - С. 483-493.
2. Лозановская И.Н., Орлов Д.С., Садовникова Л.К. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении. - М.: Высш. шк. - 1998. - 287 с.
3. Шибанов С.Э. Основные экологические проблемы Крыма // Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції "Сучасні наукові дослідження - 2006". Екологія. - Т. 18.- Дніпропетровськ: Наука і освіта, 2006. - С. 24-26.
4. Третьякова И. Н. Репродуктивные процессы у пихты сибирской (*Abies Sibirica* Ledeb) в нарушенных лесных экосистемах гор Южной Сибири // Успехи совр. биол. - 1997. - Т. 117. - Вып. 4. - С. 480-495.
5. Ибрагимова Э.Э. Влияние аэротехногенного загрязнения среды на репродуктивные органы плодовых растений // Ученые записки Таврического Национального Университета им. В.И. Вернадского. - 2006. - Т. 19 (58), № 1. - С. 43-49.
6. Ибрагимова Э.Э. Индикация загрязнения среды автотранспортными выбросами по их гаметоцидному действию на растения // Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції "Сучасні наукові дослідження - 2006". Екологія. - Т. 18. - Дніпропетровськ: Наука і освіта, 2006. - С. 45-48.
7. Паушева З. П. Практикум по цитологии растений. - М.: Колос 1980. - 304 с.
8. Мерков А. М., Поляков Л. Е. Санитарная статистика. - М: Медицина, 1974 - 384 с.
9. Плохинский Н. А. Биометрия. - Изд-во Московского ун-та, 1970. - 367 с.
10. Landberg T., Greger M. Cadmium tolerance in *Salix*: Abstr. - 9<sup>th</sup> Congr. Fed. Eur. Soc. Plant Physiol., Brno, 3-8 July, 1994 // Biol. Plant. - 1994. - V. 36, Suppl. - С. 280.

Поступила в редакцию 01.10.2006 г.

УДК 595.799:591.563

## КЛАССИФИКАЦИЯ ГНЕЗД ПЧЕЛ-МЕГАХИЛИД (HYMENOPTERA: APOIDEA: MEGACHILIDAE)

*Иванов С. П.*

Исключительное разнообразие гнездовых построек пчел всегда привлекало внимание исследователей. В настоящее время известно более 15 классификаций пчелиных гнезд [см. обзоры 1 – 4]. В первых классификациях [5; 6] деление гнезд пчел на отдельные группы проводилось в зависимости от взаимного расположения ячеек и их связи с субстратом. Наиболее полная классификация такого рода включала 8 типов гнезд [7], которые затем вошли (в укрупненном или, напротив, в разделенном на дополнительные подтипы виде) во многие последующие классификации [8 – 10]. Принципиально новый подход к выделению классификационных подразделений гнезд пчел был использован А. Гутбиром [3], а затем и С. Малышевым [2]. В этих классификациях на первый план вышли особенности строения ячеек и способы их изготовления, при этом авторы определенно стремились придать всей системе естественный (отражающий генезис гнездостроительных инстинктов) характер. Число подразделений в этих классификациях значительно увеличилось. В классификации А. Гутбира гнезда пчел распределялись уже по 32 подразделениям, каждое из которых получило квадриномиальное название. Развитие этого в целом плодотворного подхода, по мере накопления все новых и новых данных по биологии гнездования пчел, привело в конечном итоге к появлению весьма громоздких классификаций с еще большим числом подразделений с пространственными названиями [11; 12]. Замена названий индексами делало их более компактными, но не снимало главную проблему – нарастающее противоречие этих классификаций с самим смыслом их существования, состоящим, как известно, в облегчении распознавания гнезд по немногим руководящим признакам.

Кроме того, детальный анализ всех известных, в том числе и самых последних классификаций гнезд пчел, показал, что ни одна из них не отражает в полной мере их филогенетических отношений [4]. Причины такой ситуации носят объективный характер и заключаются в том, что в ходе эволюции гнездостроительных инстинктов пчел слишком часто имели место случаи параллелизмов с одной стороны, и сильного расхождения по признакам строения гнезд в родственных группах с другой. В результате этого, сходные по своему строению гнезда обнаруживаются в явно неродственных группах пчел, а представители

близкородственных групп наоборот нередко строят совершенно разные гнезда. Дополнительные причины – гибкость гнездостроительных инстинктов пчел, а также отсутствие объективной основы для ранжирования признаков гнезд по их важности для всех пчел [4]. Именно на этом основании многие авторы независимо друг от друга пришли к выводу, о принципиальной невозможности создания подлинно естественной классификации гнезд пчел [11; 4]. В тоже время нельзя не отметить, что трудности представленные выше в качестве аргументов, поддерживающих этот вывод, по своей сути идентичны проблемам, которые довольно часто возникают и при разработке общей классификации насекомых, в том числе перепончатокрылых [13 и др.]. Преодоление этих трудностей, как известно, более или менее успешно осуществляется по мере выявления новых признаков, а также расширения их круга за счет включения в анализ признаков строения личинок, и признаков, выявленных на молекулярном и генетическом уровне. Эти обстоятельства дают основания предположить, что, следуя аналогичным образом по пути накопления данных по более широкому спектру признаков строения гнезд пчел, поведения самок при их строительстве, а также личинок в ходе питания и плетения коконов, можно рассчитывать на успех и в решении задачи создания естественной классификации гнезд пчел. Первым шагом в этом направлении может стать построение иерархической системы гнезд в пределах отдельных филетических линий пчел. Дальнейшее объединение полученных классификаций в единое «филогенетическое» дерево, возможно, окажется приемлемой основой для создания и их общей классификации.

Мегахилиды (Megachilidae) – одно из самых обширных семейств пчел. Оно включает более 3 тысяч видов, распространенных по всему миру, и характеризуется исключительным разнообразием гнездостроительных инстинктов [14 – 17]. После недавнего включения в его состав подсемейства *Fideliinae* [18], представители которого сооружают уникальные по целому ряду признаков гнезда, разнообразие гнезд пчел-мегахилид достигло максимума, и охватывает теперь все известные типы пчелиных построек.

Цель настоящей работы – создание классификации гнезд пчел-мегахилид, отражающей основные направления и этапы эволюции их гнездования. Актуальность создания такой классификации помимо указанных выше причин продиктована необходимостью воплотить в этой области мелиттологии большое количество новых данных по строению гнезд пчел-мегахилид, полученных в последнее время, а также новую гипотезу эволюционного становления их гнездостроительных инстинктов [19].

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалом для настоящих исследований послужили сведения о строении гнезд представителей более чем 50 родов пчел-мегахилид мировой фауны, почерпнутые из множества литературных источников, а также данные детального изучения строения гнезд 33 видов крымских пчел-мегахилид из 9 родов: *Lithurgus cornutus* (Fabricius, 1787); *Anthidium cingulatum* Latreille, 1809; *Anthidium florentinum* (Fabricius, 1775); *Anthidium manicatum* (Linnaeus, 1758); *Anthidium oblongatum*

(Illiger, 1806); *Pseudoanthidium lituratum* (Panzer, 1801); *Megachile albisecta* (Klug, 1817); *Megachile apicalis* Spinola, 1808; *Megachile centuncularis* (Linnaeus, 1758); *Megachile ericetorum* Lepeletier, 1841; *Megachile lagopoda* (Linnaeus, 1761); *Megachile lefebvrei* Lepeletier, 1841; *Megachile maritima* (Kirby, 1802); *Megachile octosignata* Nylander, 1852; *Megachile parietina* (Geoffroy, 1785); *Megachile rotundata* (Fabricius, 1787); *Megachile versicolor* Smith, 1844; *Heriades crenulatus* Nylander, 1856; *Chelostoma mocsaryi* Schletterer, 1889; *Hoplitis manicata* Morice, 1901; *Hoplitis mocsaryi* (Friese, 1895); *Hoplitis tergistensis* (Ducke, 1897); *Hoplosmia bidentata* (Morawitz, 1876); *Osmia andrenoides* Spinola, 1808; *Osmia aurulenta* (Panzer, 1799); *Osmia brevicornis* (Fabricius, 1798); *Osmia cerinthidis* Morawitz, 1876; *Osmia coerulescens* (Linnaeus, 1758); *Osmia cornuta* (Latreille, 1805); *Osmia dimidiata* Morawitz, 1870; *Osmia leaiana* (Kirby, 1802); *Osmia niveata* (Fabricius, 1804); *Osmia rufa* (Linnaeus, 1758). Гнезда пчел этих видов были получены из трех основных источников – поиск гнезд в местах естественного гнездования пчел; выставление гнезд-ловушек и искусственное разведение некоторых видов в ульях Фабра. В общей сложности за время исследований разобрано и подвергнуто морфометрии более 3 тысяч гнезд пчел-мегахилид.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

**Терминология.** В ходе проведенного нами изучения строения гнезд пчел-мегахилид были выявлены некоторые новые и детализированы многие известные признаки их строения и состава. В результате чего сложилась новая терминология и выделены новые классификационные подразделения гнезд, без предварительного аннотирования которых дальнейшее изложение результатов данных исследований было бы затруднительным.

*Первично неполнокомпонентные ячейки* – ячейки, стенки которых не подвергаются обработке, а пробки представляют собой завал из необработанного (или частично обработанного) строительного материала.

*Полнокомпонентные ячейки* – дно, стенки, горловина и пробка таких ячеек выстраиваются с использованием различных привнесенных в гнездо материалов.

*Вторично неполнокомпонентные ячейки* – ячейки, построенные в заимствованном гнездовом канале, разделенном перегородками; стенки, а иногда и горловина ячеек отсутствуют.

*Псевдополнокомпонентные ячейки* – ячейки, которые внешне выглядят как полнокомпонентные и содержат все элементы строения, перечисленные выше, однако стенки ячеек на самом деле представляют собой сомкнувшиеся дно и горловину, то есть, по сути, такие ячейки являются неполнокомпонентными.

*Константно пропорциональные (гомоморфные) ячейки* – ячейки, соотношение длины и ширины которых относительно постоянно. К ним относятся все полнокомпонентные и выгрызаемые в субстрате ячейки.

*Эквиллинейные ячейки* – вторично неполнокомпонентные ячейки, длина которых относительно постоянна и не зависит от диаметра полости, соответственно в узких полостях объем ячеек меньше, чем в широких.

*Эквиобъемные ячейки* – вторично неполнокомпонентные ячейки, длина которых находится в обратной зависимости от диаметра полости, соответственно и в узких и в широких полостях такие ячейки имеют одинаковый объем.

*Ячейки неопределенные по длине* – вторично неполнокомпонентные ячейки, расположенные, как правило, в предельно узких полостях, их ширина изменяется в относительно узких пределах изменения ширины головной капсулы пчел, а длина изменяется в очень широких пределах.

*Коммунальные ячейки* – первично неполнокомпонентные ячейки пчел рода *Lithurgus*, часто не разделенные перегородками. Имеется только конечная перегородка-пробка последней по ходу закладки ячейки из ничем не скрепленных опилок – по существу являющаяся завалом. Хлебцы в таких ячейках примыкают друг к другу и заполняют большую часть гнездового хода или боковой отнорок, яйца расположены в специальных полостях внутри массы провизии и прикреплены к ней.

*Виртуальные ячейки* – вторично неполнокомпонентные ячейки, не разделенные перегородками (часто имеется только дно первой ячейки и иногда перегородка, перегородаживающая канал за последней ячейкой); заполняющая гнездовой ход масса пыльцы при извлечении их полости четко распадается на отдельные хлебцы, внутри каждого из которых в специальной полости помещено не прикрепленное к массе пыльцы яйцо.

*Формовой хлебец* – хлебец, заполняющий большую часть полости ячейки и повторяющий ее форму.

*Лепной хлебец* – хлебец, который вылепливается самкой в виде шара (или другой фигуры) свободно лежащий в ячейке.

*Ложно-лепной хлебец* – хлебец, который не вылепливается самкой, но принимающий свою форму (например, форму слегка приплюснутого шара) самопроизвольно за счет сил поверхностного натяжения по мере прибавления к нему все новых порций пыльцы и нектара.

*Коммунальный хлебец* – формовой хлебец, полностью заполняющий полость ячейки, внутри которого в специальных полостях размещены несколько яиц.

**Принципы классификации.** В предлагаемой классификации (табл. 1) реализован подход, соединяющий в себе три известных и один новый принцип. Гнезда пчел, как и в некоторых известных классификациях, разделяются по способу изготовления ячеек, строению ячеек, а также по их расположению относительно друг друга и субстрата. В качестве нового руководящего признака использовано соотношение размерных показателей ячеек. Гнезда пчел-мегахилид разделены на 2 типа по способу изготовления ячеек, на 3 подтипа по строению ячеек, 4 класса по размерным показателям. В таблице представлены также 17 подразделений более низкого порядка выделенных по некоторым другим признакам и их сочетаниям. В последнем столбце таблицы в качестве примеров приведены отдельные виды, группы видов, подрода, группы подродов и другие систематические подразделения пчел, представители которых строят гнезда соответствующего строения.

**Характеристика типов гнезд.** *Гнезда с выгрызаемыми ячейками* – гнезда, ячейки которых выгрызаются в субстрате, стенки ячеек гнезд не подвергаются никакой

обработке, пробки ячеек представляют собой завал из необработанного строительного материала, добытого, как правило, из стенок гнездового хода, который также выгрызается. Гнезда этого типа имеют наиболее примитивные по ряду морфологических признаков представители подсемейства Fideiinae (Pararhophitini, *Neofidelia* gen., *Parafidelia* subgen.), а также трибы Lithurgini из подсемейства Megachilinae (рис. 1–7), также считающиеся наиболее генерализованными пчелами в пределах подсемейства пчел-мегахилин.

Гнезда с возводимыми ячейками – ячейки таких гнезд выстраиваются (вылепливаются или выкладываются) из специально подготовленного строительного материала, добытого, как правило, вне гнездового хода (рис. 8–16), гнездовой канал выгрызается в субстрате, или отсутствуют по причине закладки ячеек в готовых полостях или на поверхности субстрата.

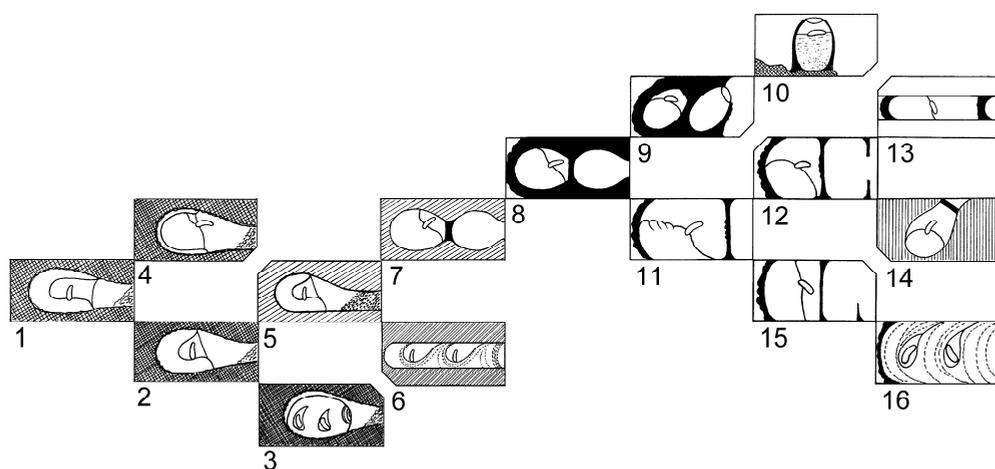


Рис. 1–16. Схематические изображения ячеек гнезд пчел-мегахилид различных классификационных групп.

1 – ячейка ближайшего предка Megachilidae; 2 – ячейка *Neofidelia longirostris*; 3 – многояйцовая коммунальная ячейка *Fidelia villosa*; 4 – ячейка *Pararhophites orobinus*; 5 – ячейка ближайшего предка Megachilinae; 6 – многояйцовая коммунальная ячейка *Lithurgus cornutus*; 7 – первично неполнокомпонентная ячейка ближайшего предка Anthidiini, Megachilini и Osmiini; 8 – полнокомпонентная ячейка Anthidiini, Megachilini и части Osmiini; 9 – ячейка *Hoplitis manicata*; 10 – свободная ячейка *Megachile parietina*; 11 – вторично неполнокомпонентная эквилинейная ячейка *Osmia rufa*; 12 – эквиобъемная ячейка *Osmia coerulea* с ложнолепным хлебцем; 13 – неопределенная по длине ячейка *Chelostoma mocsaryi*; 14 – заимствованная ячейка *Osmia cerinthidis*; 15 – эквиобъемная ячейка *Osmia niveata* с формовым хлебцем; 16 – виртуальные ячейки *Osmia brevicornis*.

Таблица 1.

**Классификация гнезд пчел-мегахилид по способу изготовления,  
строению и расположению ячеек**

Типы гнезд	Подтипы гнезд	Классы гнезд	Другие подразделения гнезд		Обладатели соответствующих гнезд
Ячейки выигрышаемые в субстрате	Ячейки первично неполнокомпонентные	Ячейки гомоморфные	Ячейки однояйцовые	Хлебец формовой, с небольшой впадиной для яйца, яйцо полулежит, кокон однососковый	<i>Pararhophitini</i>
				Хлебец формовой, с большой камерой для яйца, яйцо стоит, кокон однососковый	<i>Neofidelia</i> gen.
			Ячейки многояйцовые	Хлебец формовой, коммунальный, яйца стоят в небольших отдельных камерах, кокон двусосковый	<i>Parafidelia</i> subgen.
		Ячейки неопределенные по длине	Ячейки многояйцовые, хлебец формовой, коммунальный, яйца стоят в больших отдельных камерах, кокон безсосковый, тонкий	<i>Lithurgini</i>	
Ячейки возводимые с использованием специальных строительных материалов	Ячейки полнокомпонентные	Ячейки гомоморфные	Ячейки расположены линейно, их оси совпадают с продольной осью гнездового канала, хлебец формовой, кокон плотный	<i>Megachile</i> subgen.gr.	
			Ячейки расположены произвольно, в широких полостях или открыто, хлебец формовой, кокон тонкий	<i>Chalicodoma</i> subgen.gr.	
			Ячейки расположены линейно, в широких полостях их продольные оси не совпадают с продольной осью гнездового канала, хлебец ложнолепной, кокон тонкий	<i>Hoplitis</i> subgen.	
			Ячейки расположены одиночно или линейно в коротких сериях, хлебец формовой, кокон плотный особой формы	<i>Anthocopa</i> subgen.	
	Ячейки вторично неполнокомпонентные	Ячейки эквивалентные	Ячейки расположены линейно в узких и мозаично в широких полостях, хлебец ложнолепной	<i>Osmia rufa</i> sp.gr.	
			Ячейки имеют перегородки, расположены линейно, хлебец формовой, яйцо прикреплено на хлебце	<i>Osmia niveata</i> sp.gr.	
		Ячейки эквивалентные	Ячейки без перегородок, расположены линейно в узких и мозаично в широких полостях, хлебец формовой, яйцо лежит в отдельной полости	<i>Metallinella</i> subgen.	
			Ячейки в предельно узких полостях, хлебец формовой	<i>Heriades</i> subgen.; <i>Chelostoma</i> subgen.	
		Ячейки неопределенные по длине	Ячейки заимствованные, хлебец ложнолепной	<i>Osmia cerinthidis</i>	

**Характеристика подтипов гнезд.** Все гнезда пчел-мегахилид, ячейки которых выгрызаются в субстрате, относятся к подтипу *гнезд с первично неполнокомпонентными ячейками* примитивно сфероидного типа (рис. 1–7). Такое название данного подтипа продиктовано тем, что такие ячейки строят многие роющие осы: *Amorphila*, *Sphex* и другие, имеющие наиболее простые гнезда. Предполагается, что такое же гнездо строила и первопчела [4], ведущая свое происхождение от роющих ос. Процесс возведения таких ячеек заключается только в выгрызании ее внутренней полости в субстрате. Специально вылепленных дна, стенок и горловины – элементов, присущих ячейкам большинства видов пчел-мегахилид у таких ячеек нет, как нет и настоящей (вылепленной) пробки ячейки. Последний признак не относится к гнезду гипотетического предка *Megachilinae* (рис. 7), в ячейках которого впервые появилась настоящая (вылепливаемая) пробка [19].

Гнезда с возводимыми ячейками разделяются на два подтипа, исходя из особенностей их строения, а именно, наличия всех или только некоторых конструктивных элементов, входящих в их состав.

*Гнезда с полнокомпонентными ячейками.* Дно и стенки ячеек этого подтипа вылепливаются или выстилаются различными строительными материалами. В зависимости от видовой принадлежности пчел это может быть хорошо вымешанная влажная земля, пережеванная растительная масса, растительная вата, смола растений или вырезки из листовых пластинок растений или комбинация из нескольких видов материалов. Вход в ячейку оформляется как горловина в виде сужения стенок в передней части ячейки. После того, как такая ячейка заполняется провизией и на нее откладывается яйцо, ячейка запечатывается специальной пробкой из того же, а иногда – из другого материала. Таким образом, принадлежность гнезд пчел-мегахилид к этому подтипу определяется наличием в составе конструктивных элементов ячейки: дна, стенок, горловины и пробки (рис. 8–10). Следует отметить, что при заселении узких полостей в гнездах этого класса боковые стенки сужаются, а иногда и вовсе исчезают (некоторые *Hoplitis*), но их принадлежность именно к этому классу гнезд выдает характерная форма дна (всегда сильно вогнутая) и горловины (с гладко выровненными краями) ячеек.

*Гнезда с вторично неполнокомпонентными ячейками.* Такие гнезда всегда располагаются в заимствованных полостях. В гнездах *Chelostoma*, *Heriades* и *Osmia* отсутствуют боковые стенки (рис. 11–16). Ячейка начинает загружаться провизией после строительства дна и псевдогорловины в виде перегородки с не всегда четко оформленным круглым входным отверстием, построенной на определенном расстоянии от дна. По своему происхождению она может являться гомологом истинной горловины или гомологом незавершенного дна следующей ячейки.

**Характеристика классов гнезд.** Разделение гнезд на отдельные классы осуществлено исходя из размерных показателей ячеек (точнее размерных показателей внутренней полости ячеек), а именно, соотношения их длины (расстояние от дна ячейки до ее пробки) и ширины (диаметр окружности в самом широком месте ячейки). При этом отнесение ячеек к тому или иному классу определяет не столько абсолютное значение соотношения длины и ширины ячейки, сколько постоянство этого

соотношения или характер изменения этого соотношения в зависимости от изменения диаметра заимствованного гнездового канала.

*Гнезда с константно пропорциональными (гомоморфными) ячейками.* Соотношение длины и ширины константно пропорциональных ячеек относительно постоянно. Ячейки гнезд этого класса, принадлежащие разным видам, могут иметь разную форму, от почти шарообразной, до вытянуто эллипсоидной, но соотношение длины и ширины ячеек в пределах одного вида пчел остается относительно постоянным и сохраняется неизменным при закладке гнезд в субстрате разной плотности или гнездовых каналах разного диаметра. Гнезда этого класса могут относиться как к подтипу гнезд с первично неполнокомпонентными выгрызаемыми ячейками, так и к подтипу гнезд с полнокомпонентными возводимыми ячейками (рис. 1–5; 7–10).

*Гнезда с эквилинейными и эквиобъемными ячейками.* Характерны только для пчел, строящих вторично неполнокомпонентные возводимые ячейки в заимствованных полостях. Деление полости на отдельные ячейки самками пчел, заселяющими, например, готовые цилиндрические полости, осуществляется последовательно, по мере их сооружения. Приступая к сооружению очередной перегородки, самка выбирает место ее расположения, тем самым, задавая длину и соответственно объем ячейки. Самки видов, сооружающие эквилинейные ячейки, строят перегородки на определенном расстоянии от дна ячейки независимо от диаметра полости гнездовой трубки. Таким образом, длина эквилинейных ячеек относительно постоянна и не зависит от диаметра полости. Типичные гнезда с эквилинейными ячейками строят самки широко распространенного в Европе и части Азии вида *Osmia rufa* [20; 21]. Такие же гнезда, насколько можно судить по их описанию (к сожалению, не включающего данных о морфометрии гнезд) и фотографиям вскрытых гнезд, строят *Osmia taurus* из Японии [22] и *Osmia lignaria* в Северной Америке [23].

Самки видов пчел, сооружающих эквиобъемные ячейки, выбирают место перегородки в зависимости от диаметра полости таким образом, что в узких трубках порог оказывается дальше от дна ячейки, а в широких – ближе. Таким образом, ячейки таких гнезд и в узких, и широких полостях имеют одинаковый объем. Такие гнезда строят многие виды *Osmia* из подрода *Helicosmia* [24].

*Гнезда с ячейками неопределенными по длине.* Такие гнезда строят пчелы, заселяющие предельно узкие полости – *Chelostoma*, *Heriades*. Заселение ими узких полостей не вынужденно обстоятельствами, как это наблюдается у других пчел, например, в связи с дефицитом трубок большего диаметра. Предельно узкие полости – экологическая ниша этих пчел, освоение которой потребовало морфологических (изменение пропорций тела) и этологических перестроек. К последним относятся и навыки строительства ячеек. Заселяя предельно узкие полости, эти пчелы не могут не только построить стенки ячеек, но и горловину, так как диаметр полости сам по себе равен диаметру ее входного отверстия. Поэтому самки, построив заднюю стенку ячейки, сразу же приступают к ее провиантированию. Закончив загрузку ячейки провизией и отложив яйцо, пчела строит следующую перегородку, отступив от края хлебца на некоторое расстояние.

В данном случае перегородка не определяет ни длину, ни объем ячейки. Это приводит к широкому разбросу ячеек этого класса по длине.

Ячейки неопределенные по длине отмечены нами также в гнездах, отстроенных в цилиндрических полостях теми видами пчел, самки которых в норме заселяют ячейки гнезд других видов, брошенных или освободившихся после выхода молодого поколения хозяев. Обнаружив гнездо другого вида с пустой ячейкой, самка заготавливает в нее провизию, откладывает яйцо, и после этого ей остается только сделать пробку ячейки. Постоянное использование готовых ячеек привело к тому, что самки таких видов потеряли способность оценивать их длину и, устраивая гнезда в готовых цилиндрических полостях, строят порог ячейки на самом разном расстоянии от ее дна. Это приводит к тому, что длина ячеек их гнезд также колеблется в очень больших пределах. Такие ячейки строит *Osmia cerinthidis* при заселении тростниковых стеблей [19].

**Характеристика некоторых подразделений гнезд более низких рангов.** Деление классов гнезд пчел-мегахилид проведено с учетом совокупности признаков строения хлебца, положения яйца, строение кокона и некоторых других признаков. Наиболее оригинальным сочетанием признаков обладают гнезда примитивных мегахилид (рис. 3–6). Для всех этих пчел характерно размещение яйца в полости внутри хлебца – от небольшого углубления у *Pararhophites* [25], до полностью замкнутой камеры у *Fidelia* подрода *Parafidelia* [26] и *Lithurgus*. Гнезда *Neofidelia* [27] занимают промежуточное положение. Отличия этих гнезд состоят в строении ячеек, форме хлебца и положении яйца, что оказалось достаточным, чтобы отнести их к разным систематическим подразделениям.

Например, специфические особенности гнезд и ячеек *Lithurgus* связаны с тем, что они выгрызают их в относительно твердой древесине. Гнездовой канал или его отпорки заполняются массой почти сухой пыльцы, которая в нескольких местах перекрывается слоями опилок. Эти слои опилок определяют границы ячеек. Ширина ячейки определяется диаметром канала (который соизмерим с размерами самки), а длина варьирует в широких пределах, поскольку в каждую ячейку самка *Lithurgus* может загрузить разное количество пыльцы и отложить одно, два и более яиц. Каждое яйцо помещается в отдельную полость, стенки и дно которой пропитаны нектаром в большей мере, чем остальная масса пыльцы, и стоит вертикально, нижним концом погружившись в слой пыльцы на дне полости. Хлебец в пределах одной ячейки не разделен на порции и, таким образом, является общим (коммунальным) для личинок, развивающихся в этой ячейке. Интересно отметить, что если в гнезде *Osmia* убрать перегородки, большинство личинок не смогут благополучно закончить развитие и погибнут, не построив кокона. Благополучное развитие личинок *Lithurgus* в общей ячейке обеспечивается их неподвижностью; в течение всего времени развития личинка остается на одном месте, выедая вокруг себя хлебец, при этом вытягивая первые членики тела в виде «хобота» (неопубликованные наблюдения автора).

Ячейки гнезд подрода *Parafidelia* (рис. 3) также являются коммунальными, но имеют обычную овально-яйцевидную пропорциональную форму, поэтому они отнесены к классу гнезд с константно пропорциональными ячейками. Таким

образом, уникальные по своему строению гнезда *Parafidelia* охарактеризованы как гнезда с константно пропорциональными ячейками и коммунальным хлебцем. Интересно также отметить, что гнезда с аналогичным строением ячеек сооружают и наиболее продвинутые пчелы *Osmia brevicornis* [19]. Однако и здесь при сравнительном анализе их строения (рис. 3 и 16 в сравнении) отличия становятся очевидными, что позволяет уверенно отнести их к разным классификационным подразделениям.

Как следует из описания типов гнезд, характер гнездового канала (или его отсутствие) не был использован нами в качестве идентификатора типов – высшего подразделения гнезд пчел-мегахилид. Отказ от использования этого признака сделан сознательно, исходя из намеченного принципа придания разрабатываемой классификации естественного характера. Выгрызаемый гнездовой канал имеют не только представители относительно примитивных мегахилид, но и некоторые Anthidiini, Megachilini и Osmiini. Поэтому типобразующим признаком гнезд был избран способ изготовления ячеек. Выбор альтернативных признаков (выгрызание ячейки – выстраивание ячейки) для разделения гнезд пчел на два типа основан на том, что такое разделение произошло первым в ходе развития гнездостроительных инстинктов не только пчел-мегахилид, но и всех пчел. Пчелы произошли от роющих ос, ячейки гнезд которых изначально выгрызались в земле. Первые пчелы (первопчелы по [4]) также выгрызали ячейки гнезд в земле и только позже перешли к более сложной работе по обработке стенок ячеек или выстраиванию их из привносимых извне материалов. Все примитивные пчелы подсемейства Fideiinae и наиболее генерализованные из Megachilinae – Lithurgini строят гнезда с выгрызаемыми ячейками и относятся к одному и тому же типу.

Последующие подразделения гнезд также отражают основные направления и этапы развития гнездостроительных инстинктов пчел в ходе эволюционного становления семейства Megachilidae. В частности гнезда с выгрызаемыми первично неполнокомпонентными ячейками разделяются на два класса в соответствии с двумя линиями развития гнездостроительных инстинктов пчел-мегахилид, одна из которых – развитие гнездовых навыков пчел подсемейства Fideiinae (рис. 2; 3), сохранивших гомоморфность ячеек и вторая – одной из триб Megachilinae – Lithurgini, перешедших к выгрызанию неопределенных по длине ячеек в твердой древесине (рис. 5; 6).

Разделение гнезд с возводимыми ячейками на два подтипа в зависимости от их строения (гнезда с полнокомпонентными и гнезда с вторично неполнокомпонентными ячейками) также соответствует двум направлениям развития гнездостроительных инстинктов уже более продвинутых пчел подсемейства Megachilinae. Пчелы, сохранившие гомоморфность ячеек (Anthidiini, Megachilini и часть Osmiini), пошли по пути укрепления стенок ячеек и возрастания их независимости от стенок полости (рис. 8–10). В то время, другая часть пчел трибы Osmiini, вообще отказавшись от стенок ячеек и пройдя стадию гнезд с эквилинейными ячейками (рис. 11), перешла к строительству эквиобъемных ячеек (рис. 12; 15), в конце концов, отказавшись и от разделительных перегородок между ними (рис. 16).

## ВЫВОДЫ

Иерархия и группировка классификационных подразделений гнезд пчел-мегахилид находится в соответствии с основными направлениями и этапами развития гнездостроительных инстинктов этих пчел, что позволяет считать данную классификацию естественной.

**Благодарности.** Автор выражает благодарность А. В. Фатерыге за помощь в компьютерном оформлении работы.

## Список литературы

1. Малышев С. И. К биологии одианеров и их паразитов // Труды Рус. энтомол. об-ва. – 1911. – Т. 40, № 2. – С. 1–58.
2. Малышев С. И. К вопросу о классификации пчелиных и осиных гнезд // Рус. энтомол. обозр. – (1917) 1921. – Т. 18. – С. 1–19.
3. Гутбир А. О классификации и развитии гнезд ос и пчел // Труды Рус. энтомол. об-ва. – 1916. – Т. 41, № 7. – С. 1–57.
4. Радченко В. Г., Песенко Ю. А. Биология пчел (Hymenoptera, Apoidea). – СПб, 1994. – 350 с.
5. Waterhouse G. R. On the formation of the cells of bees and wasps // Trans. entomol. Soc. London. – 1864. – Vol. 2. – P. 115–129.
6. Graber V. Die Insekten. Teil 2. Vergleichende Lebens und Entwicklungsgeschichte der Insekten. – Munchen: Oldenbourg, 1877. – H. I. – 261 s.
7. Verhoeff C. Beitrage zur Biologie der Hymenoptera // Zool. Jb. (Abt. Syst.). – 1892. – Bd. 6. – S. 680–754.
8. Friese H. Ein Bienennest mil Vorratskammern (*Lithurgus dentipes* Sm.) // Ztschr. wiss. Insektenbiol. – 1905. – Bd. 11. – S. 118–119.
9. Friese H. Die europaischen Bienen (Apidae). Das Leben und Wirken unserer Blumenwespen. – Berlin; Leipzig: de Gruyter, 1923. – 456 s.
10. Reuter O. M., Lebensgewohnheiten und Instinkte der Insekten bis zum Erwachen der sozialen Instinkte. – Berlin: Friedlander, 1913. – 16. – 448 s.
11. Sakagami S. F., Michener C. D. The nest architecture of the sweat bees (Halictinae). A comparative study of behavior. – Lawrence: Univ. Kansas Press, 1962. – V. 6. – 135 p.
12. Stephen W. P., Bohart G. E., Torchio P. F. The biology and external morphology of bees with a synopsis of the genera of northwestern America. – Corvallis: Agric. Exper. Station Oregon State Univ., 1969. – 140 p.
13. Расницын А. П. Процесс эволюции и методология систематики // Труды Русского энтомологического общества. – 2002. – Т. 73. – 108 с.
14. Friese H. Das Tierreich. Lieferung 28: Hymenoptera. Apidae I. Megachilinae. – Berlin: Friedlander, 1911. – 440 s.
15. Krombein K. V. Trap-nesting wasps and bees: life histories, nests, and associates. – Washington: Smithsonian Inst. Press, 1967. – 570 p.
16. Michener C. D. The bees of the World. – Baltimore and London: The Johns Hopkins University Press, 2000. – 913 p.
17. Banaszak J., Romasenko L. Megachilid bees of Europe (Hymenoptera, Apoidea, Megachilidae). – Bydgoszcz, 2001. – 239 s.
18. Roig-Alsina A., Michener C. D. Classification of long-tongued bees (Hymenoptera: Apoidea) // The University of Kansas science bulletin. – 1993. – V. 55, N 4, 5. – P. 123–173
19. Иванов С. П. Возникновение и развитие гнездостроительных инстинктов пчел мегахилид (Hymenoptera, Megachilidae) // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. – Симферополь: ТНУ, 2000. – Т. 13 (52), № 2: Серия «Биология». – С. 42–56.

20. Иванов С. П. Стратегия выбора и использования полости гнезда дикими пчелами (Apoidea, Megachilidae) // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. – Симферополь: ТНУ, 2001. – Т. 14 (53), № 2: Серия «Биология». – С. 89–94.
21. Иванов С. П. Гнездование пчелы *Osmia rufa* (Hymenoptera, Megachilidae) в Крыму: строение и состав гнезд // Энтомол. обзор. – 2006. – Т. 85. – Вып. 2. – С. 351–364.
22. Маета Y. [Comparative studies on the biology of the bees of the genus *Osmia* of Japan, with special reference to their management for pollination of crops (Hymenoptera: Megachilidae)] // Bull. Tohoku natur. agron. exper. Station. – 1978. – N 57. – 221 p.
23. Phillips J. K., Klostermeyer E. G. Nesting behavior of *Osmia lignaria propinqua* Cresson (Hymenoptera: Megachilidae) // J. Kansas, entomol. Soc. – 1978. – Vol. 51, N 1. – P. 91–108.
24. Иванов С. П., Фатерыга А. В. Особенности гнездования пчел-опылителей вида *Osmia coerulescens* (Hymenoptera: Apoidea: Megachilidae) в искусственных гнездилищах // Экосистемы Крыма, их оптимизация и охрана. – Симферополь: ТНУ, 2006. – Вып. 16. – С. 52–57.
25. McGinley R. J., Rozen J. G. Nesting biology, immature stages, and phylogenetic placement of the Palaearctic bee *Pararhophites* (Hymenoptera: Apoidea) // Amer. Mus. Novit. – 1987. – N 2903. – 39 p.
26. Rozen J. G. The ethology and systematic relationships of Fideiinae bees, including a discription of the mature larva of *Parafidelia* (Hymenoptera, Apoidea) // Amer. Mus. Novit. – 1977. – N 2637. – 15 p.
27. Rozen J. G. Life history and immature stages of the bee *Neofidelia* (Hymenoptera, Fideiidae) // Amer. Mus. Novit. – 1973. – N 2519. – 14 p.

Поступила в редакцию 20.12.2006 г.

УДК 579.843+579.222

## ИДЕНТИФИКАЦИЯ СВЕТЯЩИХСЯ БАКТЕРИЙ, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ ЧЕРНОГО И АЗОВСКОГО МОРЕЙ

*Кацев А. М., Макемсон Дж.*

Светящиеся бактерии интенсивно изучаются во всем мире, так как представляют собой не только интересный природный феномен, но и основу для большого количества биолюминесцентных методов анализа, которые широко используются на практике. Совсем недавно эти бактерии послужили основой для открытия нового явления общебиологического значения: quorum sensing, химического языка бактерий [1]. Этот генетический механизм, открытый впервые у морских светящихся бактерий *V. fischeri* и *V. harveyi*, позднее был обнаружен среди многих других видов грамотрицательных и грамположительных бактерий, как регулятор проявления многочисленных свойств, включая патогенные.

Несмотря на значительный прогресс в изучении физиологии, биохимии и генетики светящихся бактерий, многие вопросы их экологии и биологии люминесценции остаются не ясными. В этой связи, светящиеся бактерии Черного и Азовского морей являются практически не изученными объектами, которые в силу особенностей данных акваторий (низкая соленость, значительные перепады температур и др.) представляют большой интерес.

Целью работы было идентификация и изучение особенностей светящихся бактерий, выделяемых из Черного и Азовского морей.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В работе были использованы 23 штамма светящихся бактерий, выделенных из Черного и Азовского морей на территории Крыма.

Выделение штаммов светящихся бактерий проводили из прибрежной морской фауны и образцов морской воды после концентрирования.

Для выращивания и очистки бактерий использовали среду, содержащую пептон – 5 г/л, дрожжевой экстракт – 5 г/л, NaCl – 30, K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>\*7H<sub>2</sub>O – 15 г/л, (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> – 0,5 г/л, MgSO<sub>4</sub> – 0,1 г/л, CaCO<sub>3</sub> – 0,2 г/л, глицерин – 3 мл/л, а также другие твердые и жидкие питательные среды, содержащие 1 – 3% NaCl. Температурный режим варьировали от 4 до 37<sup>0</sup>С и подбирали экспериментально. Анализ биолюминесценции проводили визуально в темной комнате после 5 – 15 мин адаптации глаз и количественно, с помощью биолюминометра БЛМ 8801 (СКТБ

«Наука», Красноярск). Бактерии хранили в анаэробных условиях (под вазелиновым маслом в столбиках агара), а также при  $-20^{\circ}\text{C}$  с криоконсервантами.

Идентификацию выделенных штаммов светящихся бактерий проводили в соответствии с существующими рекомендациями по идентификации бактерий семейства *Vibrionaceae* и рекомендациями по быстрой идентификации фотобактерий [2, 3]. При этом оценивали: морфологические, тинкториальные свойства бактерий; характеристики их роста и билюминесценции при различных температурах; ферментацию сахаров; накопление клетками  $\beta$ -полиоксибутирата, а также ферментативные свойства.

Биохимическую идентификацию проводили путем определения типа кинетики люциферазной реакции. Для этого бактерии культивировали в колбах в режиме постоянного перемешивания в течение суток. После чего их разрушали ультразвуковой дезинтеграцией (UD-11 "Techpan", Польша) и/или осмотическим лизисом, с последующим выделением белковых фракций, содержащих люциферазу. Для выделения и очистки фермента использовали осаждение сульфатом аммония и ионообменную хроматографию на ДЭАЭ-сефадексе (Reanal, Венгрия) [4, 5]. Кинетику люциферазной реакции изучали с использованием трех альдегидов: деканала (Aldrich, Germany), додеканала и тетрадеканала (Fluka, Switzerland). Для этого регистрировали изменения билюминесценции во времени (люминометр БЛМ-8801 с самописцем), в системе: 20 мкл препарата люциферазы (разведения подбирались экспериментально), 20 мкл 0,001 – 0,01% водно-спиртовой эмульсии альдегида. Инициирование реакции проводили быстрым введением (через дозатор А-2) 0,5 мл  $10^{-5}$  М фотовосстановленного ФМНН<sub>2</sub>, содержащего  $10^{-3}$  М ЭДТА. По полученным графическим зависимостям определяли время полужатухания билюминесценции ( $\tau_{1/2}$ ), которое использовали для сравнения кинетики люциферазных реакций, выделенных штаммов [6].

Фенотипирование выделенных штаммов проводили с использованием системы BIOLOG (Biolog, USA): планшеты Biolog GN2, идентификационная система Microstation ID system, программа MicroLog System [7].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Первые опыты по выделению светящихся бактерий из воды Черного моря показали, что свободноживущих форм содержится крайне мало. Как в летнее, так и в зимнее время, не удалось получить ни одного светящегося изолята. Последующий анализ некоторых обитателей прибрежной зоны Черного моря (рыбы, мидии и тп), а также посевы с кожных покровов Черноморского катрана дали возможность выделить сапрофитные формы светящиеся бактерии, а затем и получить их в чистом виде. Всего было выделено 14 изолятов, таблица 1.

При проведении исследований на Азовском море в летний период (г. Щелкино, 2001 г), когда вода в море прогревалась до  $30 - 35^{\circ}\text{C}$ , светящиеся бактерии обнаруживались повсеместно, как в виде свободноживущих форм в воде, так и в виде сапрофитных. Всего было получено 9 изолятов.

Для идентификации выделенных штаммов светящихся бактерий, прежде всего, оценивали их температурные оптимумы роста, способность расти при различных

## ИДЕНТИФИКАЦИЯ СВЕЯЩИХСЯ БАКТЕРИЙ,

концентрациях хлорида натрия, наличие желтого пигмента (характерного только для *V. fischeri* и *V. logei*). На следующем этапе изучали ферментацию бактериями различных сахаров с образованием кислот (ряды Гиса), оксидазную и каталазную активности. Эти исследования выявили аномально высокие температуры роста (37°C и выше) и биолюминесценции (35 – 37°C) для большинства бактерий, выделенных из Азовского моря. По наличию пигмента, оксидазной активности и оптимальным температурам роста, все выделенные штаммы были разделены на рода *Vibrio* (14 изолятов) и *Photobacterium* (9 изолятов) [4].

**Таблица 1.**  
**Светящиеся бактерии, выделенные на территории Крыма.**

Светящиеся бактерии	<i>V. fischeri</i>	<i>V. logei</i>	<i>V. harveyi</i>	<i>P. phosphoreum</i>	<i>P. leiognathi</i>	<i>Vibrio sp.</i>
Количество выделенных штаммов:						
<b>Черное море (14)</b>						
• Вода	0	0	0	0	0	0
• Фауна	4	2	3	3	0	2
<b>Азовское море (9)</b>						
• Вода	0	0	0	0	3	1
• Фауна	0	0	0	0	3	2
Температуры роста и люминесценции, °С	20 – 30	15 – 20	25 – 30	18 – 25	28 – 35	28 – 35
Тип ферментативной кинетики с додеканалем	Быстрый	Средний	Медленный	Средний	Быстрый	Медленный

Другой подход заключался в изучении кинетики люциферазной реакции с различными альдегидами. Люцифераза – фермент, катализирующий реакцию биолюминесценции, в ходе которой, восстановленный флавиномононуклеотид и альдегидов (с длиной цепи 10 – 16 углеродных атомов) окисляются кислородом. Многочисленные исследования с использованием додеканала показали, что для рода *Photobacterium* и вида *Vibrio fischeri* характерен быстрый тип люциферазной кинетики с константами более 0,6 с<sup>-1</sup>, а для остальных светящихся представителей рода *Vibrio* – медленный, с константами менее 0,05 с<sup>-1</sup> [7].

Изучение ферментативной кинетики выделенных штаммов проводилось с использованием трех разных альдегидов тетрадеканала, додеканала и деканала. Реакции с тетрадеканалем позволила отличить вид *P. phosphoreum* от других видов этого рода и вида *V. fischeri* (для которых характерен быстрый тип люциферазной кинетики). Реакция с додеканалем позволила разделить штаммы с быстрыми и медленными кинетическими характеристиками и выделить особую группу с промежуточными значениями  $\tau_{1/2}$ , в которую вошли все Черноморские штаммы *P. Phosphoreum*. Обычно не используемая в систематике реакция люциферазы с

деканалем в нашем случае позволила отделить вид *Photobacterium leiognathi* от всех других видов [4].

Совмещение этих двух подходов дало возможность провести предварительное определение видовой принадлежности большинства выделенных штаммов, представленное в таблице 1.

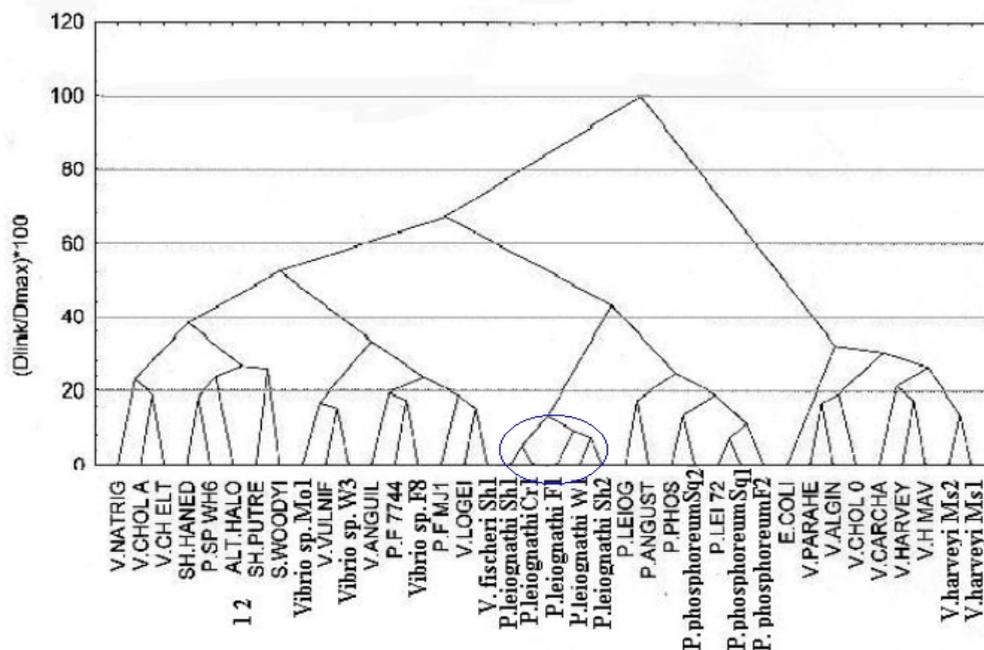


Рис. 1. Кластерный анализ фенотипов выделенных штаммов светящихся бактерий в сравнении с существующими кластерами.

Для окончательного установления вида было проведено фенотипирование 14 выделенных штаммов с использованием планшетов Biolog GN2 (США), включающих в себя 96 субстратов-источников углерода и предназначенных для идентификации грамотрицательных бактерий. Полученные результаты обрабатывались с помощью программы MicroLog System путем сравнения с базой данных из 500 видов грамотрицательных бактерий и последующего кластерного анализа результатов, рис.1 (на рисунке выделенные штаммы, обозначены, шрифтом Times New Roman, без сокращений).

Проведенные исследования в целом подтвердили предварительную идентификацию выделенных светящихся бактерий и выявили группу, достоверно отличающуюся от всех известных видов. В неё вошли пять штаммов *P.leiognathi*, выделенных из Азовского моря (вода, моллюски, рыбы) и обладающих аномально высокими температурными оптимумами. Остальные штаммы с быстрой кинетикой люциферазной реакции имели фенотип сходный с известными видами *P. leiognathi*,

*P. phosphoreum* и *Vibrio fischeri*, а штаммы с медленной кинетикой были фенотипически похожи на виды *V. harveyi* and *V. vulnificus*.

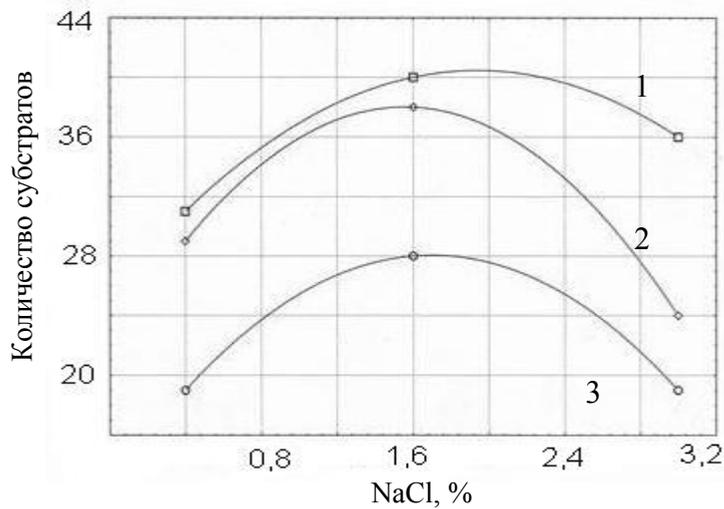


Рис. 2. Количество субстратов Biolog, употребляемых бактериям при различном содержании NaCl в среде. 1 – *Vibrio. sp* W3; 2 – *Vibrio. sp* Mo1; 3 – *Vibrio. sp* F8.

Сравнение роста и потребления субстратов (Biolog) выделенными штаммами при различном содержании соли в среде показало, что максимальные значения этих характеристик наблюдались при пониженной солености (1,5 – 2%). Количество потребляемых субстратов возрастало на 8 – 10 единиц, рис. 2. Для максимальной люминесценции бактериям необходима концентрация NaCl 2,5 – 3%.

### ВЫВОДЫ

1. Из Черного и Азовского морей выделены и идентифицированы 23 штамма светящихся бактерий. Из них: из Черного моря – 14 штаммов, из Азовского – 9 штаммов.

2. С использованием планшетов Biolog GN и кластерного анализа установлено, что группа бактерий, идентифицированная, как *P. leiognathi*, достоверно отличается от всех известных кластеров грамтрицательных бактерий. Эти же бактерии обладали высокими температурными оптимумами, не характерными для светящихся бактерий.

3. Обнаружено, что метаболическая активность светящихся бактерий (рост и потребление субстратов) выше при низких концентрациях соли (1,5-2,0%), в то время как биолюминесценция максимальна при 2,5 – 3,0% хлорида натрия.

Список литературы

1. Michiko E. Taga and Bonnie L. Bassler. Chemical communication among bacteria // PNAS. – 2003. - V. 100, suppl. 2. – P. 14549–14554.
2. Определитель бактерий Берджи. Т. 1 / Под ред. Дж. Хоулта, Н. Крига, П. Снита, С. Уильямса. – М.: Мир, 1997. – 432 с.
3. Светящиеся бактерии / Гительзон И. И., Родичева Э. К., Медведева С. Е. и др. – Новосибирск: Наука, 1984. – 279 с.
4. Малыгина В. Ю., Кацев А. М. Светящиеся бактерии Черного и Азовского морей // Экология моря. – 2003. – Т. В. 64. – С. 18 – 23.
5. Кацев А. М. Некоторые характеристики Черноморских светящихся бактерий и их прикладное значение // Прикладн биохимия и микробиология. – 2002. – №2 – С. 189-192.
6. Воробьева Т. И., Заворуев В. В., Межевикин В. В., Примакова Г. А. Кинетические свойства люцифераз и таксономия светящихся бактерий // Микробиология. – 1982. – Т. 51, вып.3. – С. 420-423.
7. Makemson, J. C., N. R. Fulayfil, W. Landry, L. M. V. Ert, C. F. Wimpee, E. A. Widder, and J. F. Case. *Shewanella woodyi* sp. nov., an exclusively respiratory luminous bacterium isolated from the Alboran Sea // Int. J. Syst. Bacteriol. – 1997. – V.47. – P. 1034 – 1039.

Поступила в редакцию 13.12.2006 г.

УДК 612.82. 612.13

## **АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ЭФИРНОГО МАСЛА ЛАВАНДЫ НА ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЧЕЛОВЕКА**

*Кириллова А.В., Панова С.А., Лесова Л.Д.*

Среди многих факторов, влияющих на психофизиологическое состояние человека, привлекает внимание группа веществ растительного происхождения, объединенных общим названием «Эфирные масла» (ЭМ). Эти вещества благодаря своему уникальному составу способны воздействовать как на отдельные органы и системы органов, так и на организм в целом [1 – 4]. Эфирные масла могут изменять сосудистый тонус, ритм дыхания, проявлять иммуностимулирующую активность. Вдыхание ЭМ улучшает эмоциональный фон человека. В середине XIX века было доказано, что запахи способны управлять настроением и работоспособностью [2]. Русский биолог Б.П. Токин высказал мнение о важном биологическом значении летучих фитοорганических веществ как стимуляторов и ингибиторов физиологических функций организма.

Все это обуславливает актуальность изучения влияния ЭМ на функции центральной нервной системы человека (ЦНС).

Электроэнцефалография [1, 5, 6] является эффективным методом изучения состояния и деятельности ЦНС. Совместное применение психофизиологических тестов и электроэнцефалограммы позволяет оценить общее состояние ЦНС человека, его изменение при воздействии различных факторов [7].

В связи с этим, целью настоящего исследования явилось изучение влияния эфирного масла лаванды на психофизиологическое состояние человека.

### **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

В эксперименте принимали участие 20 испытуемых обоего пола в возрасте от 18 до 25 лет.

Испытуемые привлекались к участию в опытах, во время которых предлагалось для вдыхания через аромаингалятор эфирное масло лаванды из пробирки.

Эксперимент состоял из следующих этапов:

1. психологическое тестирование;
2. запись фоновой ЭЭГ;
3. запись ЭЭГ в период воздействия эфирного масла;
4. запись ЭЭГ после воздействия эфирного масла;
5. психологическое тестирование после воздействия эфирного масла.

Длительность каждого этапа составляла 4-5 минут. Длительность каждого эксперимента в среднем составляла 20-22 минуты.

Психологические тесты позволяют отразить показатели самочувствия, активности, настроения (тест «САН»); а опросник Спилберга – уровень личностной и ситуативной тревожности.

Отведение и регистрация ЭЭГ проводили с помощью автоматизированного комплекса на базе IBM PS и электроэнцефалографа BST1 с использованием программы «Polygraf».

Применяли стандартную схему наложения электродов (точки C<sub>3</sub> и C<sub>4</sub>). Использована стандартная полоса регистрации (верхняя граница частотного диапазона 70 Гц и постоянная времени, определяющая нижнюю границу частотного диапазона – 0,3с).

Анализировались отрезки ЭЭГ длительностью 2,56 с, которые отводились каждые 15 с.

Испытуемые сидели в темной звукоизолированной и электрически экранированной камере в удобном кресле.

Для обработки были выделены 5 спектральных полос: 1-4, 4-8, 8-14, 14-30 Гц, частотный диапазон которых соответствовал дельта-, тета-, альфа- и бета-ритмам.

Анализировали амплитуду спектра ЭЭГ в каждой частотной полосе. Значение показателей спектра рассчитывали для каждого отрезка ЭЭГ и для каждого полушария в отдельности.

ЭЭГ регистрировалась и обрабатывалась в реальном режиме времени с использованием вычислительного комплекса на базе персонального компьютера с помощью программного обеспечения «Polygraf».

## **РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ**

В ходе эксперимента у испытуемых были получены динамические спектры активности мозга человека. Результаты отдельных спектров суммировались по амплитуде каждого из ритмов в зависимости от воздействия определенного запаха и рассчитывались средние значения параметров ЭЭГ.

Таким образом, для каждого испытуемого были получены таблицы со сводом всех значений нормированных амплитуд (МкВ/Гц) по дельта-, тета-, альфа- и бета-ритмам до воздействия, во время воздействия и последствия эфирного масла лаванды.

По литературным данным [8], у каждого испытуемого наблюдалась строго индивидуальная картина ЭЭГ, но, тем не менее, эксперименты показали участие определенных ритмов ЭЭГ в процессе восприятия запаха эфирного масла лаванды.

Полученные результаты представлены в таблице 1, которые определяют значения амплитуд дельта-, тета-, альфа- и бета-ритмов и позволяют сделать обобщения. Результаты проведенного исследования показали, что на амплитуду основных ритмов ЭЭГ влияют пары эфирного масла лаванды, вызывающие изменения этих ритмов преимущественно во время действия. В период воздействия ЭМ лаванды вызвало увеличение амплитуды двух ритмов – дельта и бета в обоих полушариях. Усиление бета-ритма в правом полушарии в какой-то мере

**АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ЭФИРНОГО МАСЛА ЛАВАНДЫ**

**Таблица 1.**

**Показатели амплитуды ЭЭГ (МкВ/Гц) при воздействии эфирного маслом лаванды**

Ритм	До воздействия	Воздействие	После воздействия
<b>Левое полушарие</b>			
Дельта	1.05±0.19	<b>1.19±0.20*</b>	1.11±0.22
Тета	0.92±0.14	1.02±0.18	1.06±0.20
Альфа	0.90±0.07	0.88±0.07	0.92±0.10
Бета	0.43±0.08	<b>0.50±0.09*</b>	0.46±0.09
<b>Правое полушарие</b>			
Дельта	0.78±0.06	<b>0.92±0.07*</b>	0.83±0.06
Тета	0.75±0.08	0.74±0.09	0.78±0.11
Альфа	0.81±0.08	0.78±0.08	0.83±0.10
Бета	0.32±0.06	<b>0.39±0.08*</b>	0.38±0.08

Примечание: \* – p<0.05

наблюдалось и после прекращения воздействия. Бета-ритм или ритм десинхронизации обычно свидетельствует о действии на нервную систему внешнего сенсорного раздражителя, который десинхронизирует активность корковых нейронов и вызывает специфическую ответную активность [6]. Дельта-ритм – это ритм покоя, появляющийся обычно при снижении коркового тонуса, например, при засыпании [1, 5]. Возможно, такая парадоксальность связана с характером действия ЭМ лаванды на ЦНС. С одной стороны – сенсорное раздражение обонятельных механизмов, что может активировать бета-ритм, с другой – транквилизирующее действие эфирного масла лаванды [3, 9], которое проявилось в усилении дельта-ритма. Возможно, изменения, наблюдаемые при вдыхании паров ЭМ лаванды, связаны с обонятельным анализатором, так как происходит быстрое исчезновение этих изменений после прекращения вдыхания паров этого эфирного масла.

Данные о влиянии эфирного масла лаванды на психологический статус человека приведены в таблице 2.

**Таблица 2.**

**Показатели психологического тестирования при воздействии эфирного масла лаванды**

Показатели психологического тестирования	До воздействия	После воздействия	Достоверность изменений
Самочувствие	4.27±0.24	4.98±0.24	p<0.01
Активность	4.87±0.25	5.50±0.21	p<0.05
Настроение	4.65±0.26	5.10±0.30	p<0.01
Ситуативная тревога	35.1±1.6	30.8±1.0	p<0.01
Личностная тревога	36.2±1.4	31.7±1.1	p<0.01

Здесь отражены изменения ситуативной и личностной тревожности испытуемых (тест Спилбергера), а также их самочувствия, уровня активности и настроения (тест САН) с оценкой достоверности этих изменений.

Вдыхание паров эфирного масла лаванды привело к достоверному уменьшению как ситуативной, так и личностной тревожности (табл. 2).

С помощью теста САН показано, что ЭМ лаванды оказало комплексное положительное влияние на испытуемых и по показателям самочувствия, настроения и активности, достоверно улучшив у них эти показатели.

Таким образом, действие эфирного масла лаванды оказывает благоприятное воздействие на психофизиологическое состояние испытуемых, снижается ситуативная и личностная тревожность, улучшается их самочувствие, настроение, повышается активность. Причем описанные изменения наблюдались тогда, когда вдыхание паров ЭМ лаванды прекратилось и изменения на ЭЭГ, возникшие в период вдыхания паров ЭМ, практически исчезли. Можно предположить следующее, что в момент раздражения обонятельного анализатора парами ЭМ лаванды изменения возникают как в коре, так и подкорке, особенно в структурах, влияющих на эмоциональное состояние человека. Эти изменения более устойчивы, чем изменения в коре и определяют психологические сдвиги, регистрируемые после прекращения воздействия.

### **ВЫВОДЫ**

1. Эфирное масло лаванды вызывает изменения электроэнцефалограммы преимущественно в момент вдыхания паров.

2. Эфирное масло лаванды вызвало выраженные изменения психофизиологического статуса испытуемых, определяемые после прекращения воздействия.

3. В момент воздействия эфирным маслом лаванды на электроэнцефалограмме наблюдается активация бета- и дельта-ритмов.

4. Эфирное масло лаванды уменьшило ситуативную и личностную тревожность, улучшило самочувствие, повысило активность и настроение.

### **Список литературы**

1. Егорова И.С. ЭЭГ. – М.: Медицина, 1973. – С. 33-43.
2. Козлов Ю.П. Ароматы управляют поведением // Экология и жизнь – 1998. - №2. – С. 46-49.
3. Нагонная Н.В. Ароматерапия в педиатрии - Cosmetic Karl Hadek International, 1998.
4. Николаевский В.В., Кононов Н.С. Влияние эфирных масел на течение экспериментального атеросклероза // Патологическая физиология и экспериментальная терапия – 1990. – №5. – С. 52-53.
5. Жадин М.Н. Биофизические механизмы формирования ЭЭГ – М., 1984. – 126 с.
6. Ноздрачев А.Д., Баранникова И.А., Батуев А.С. и др. Общий курс физиологии человека и животных. Кн.1. Физиология нервной, мышечной и сенсорной систем. Учеб. для биол. и мед. спец. вузов. – М.: Высшая школа, 1991. – 512 с.
7. Кочубей Б.И. Психофизиология личности (физиологические подходы к изучению активного субъекта) // Итоги науки и техники. Серия физиология человека и животных – М.: ВИНТИ, 1990. – Т.40 – 164 с.
8. Основы психологии: Практикум / Под ред.-сост. Л.Д.Столяренко. – Ростов н/Д: Феникс, 2002. – 704 с.
9. Giannitrapani D. EEG // Clin. Neurophysiol. – 1975. – V.38, № 1. – P. 102.

*Поступила в редакцию 22.10.2006 г.*

УДК 547.455.623'233.1:612.014.46

## ВЛИЯНИЕ 3-МЕТИЛ-2, 3, 4, 5, -ТЕТРАГИДРО-1Н- 1,5-БЕНЗОДИАЗЕПИН- 2-ОНА НА ПОВЕДЕНЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ КРЫС

*Коренюк И.И., Гамма Т.В. Ладыгина Т.М., Баевский М.Ю., Баевский А.М.*

С тех пор, как в психиатрическую практику был введен первый препарат из группы 1,4-бензодиазепинов (БДА) (хлордиазепоксид) прошло много лет [1]. Все эти годы именно эта группа психотропных препаратов вызывала наиболее острые дискуссии, касающиеся возможности их длительного применения. На сегодня БДА остаются наиболее изученным классом психотропных средств - достаточно полно известен механизм их действия, фармакологические свойства и т.д. [2]. БДА считаются наиболее "качественными" препаратами, отличаясь высокой эффективностью и безопасностью, низкой токсичностью [3]. Более того, спектр их психофармакологического действия чрезвычайно широк и включает анксиолитическое, противосудорожное, миорелаксирующее, амнестическое действия [4], что соответствует разнообразным областям их клинического применения.

Следует отметить, что в настоящее время помимо 1,4-бензодиазепинов синтезируют и 1,5-бензодиазепины, которые стали все больше привлекать внимание исследователей, так как среди них найдены транквилизаторы [5], вещества, понижающие кровяное давление, анальгетики [6], седативные средства [7] и вещества, снижающие кашель более эффективно, чем кодеин. Поскольку среди 1,5-бензодиазепинов синтезированы новые производные, требующие определения их физиологической активности, то целью настоящей работы было изучить наличие и направленность действия одного из таких веществ 3-метил-2,3,4,5-тетрагидро-1Н-1,5-бензодиазепин-2-она (ЗМБДА) на поведенческие реакции крыс в различных стресс-моделях.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Эксперименты проведены на 50 белых беспородных крысах (самцах) массой 200-240 г. В работе использовались животные группами по 10 особей. Соединение вводилось внутривентриально за 30 мин до теста в дозах 50, 75, 100 и 150 мг/кг в объеме 0.2 мл. Животным контрольной группы таким же способом вводили физиологический раствор в аналогичном объеме. Тестирование ЗМБДА осуществлялось в трех поведенческих тестах:

1. *Тест Порсолта* - тест «отчаяния» или вынужденного плавания [8, 9]. Данный тест отражает состояние депрессии. После введения ЗМБДА животные

помещались на 30 мин в специальный ящик. При тестировании крысы опускались в металлический цилиндр высотой 60 см и диаметром 50 см, в который на две трети была налита вода (температура +24°C). Длительность теста составляла 3 мин, в течение которых регистрировалось поведение животных. Поведенческими показателями служили: латентность первого «зависания», а также суммарное время иммобильности (с) и количество движений, направленных на освобождение от воды (отряхивания, выпрыгивания, ныряния). Под иммобильностью подразумевалось полное отсутствие плавательных движений при пассивном удержании животного на воде.

2. **Черно-белая камера** [10] представляла собой прозрачный закрытый ящик с центральной перегородкой посередине, состоящий из двух равных отсеков 25x25x25 см. Отсеки сообщались между собой через отверстие в перегородке (25x10 см), которое имело выдвижную вертикальную дверцу. Сверху оба отсека были снабжены плотно подогнанными открывающимися наверх крышками. Один из отсеков (а также перегородка и ее дверца со стороны другого отсека) снаружи, поверх оргстекла по периметру стен, был полностью обклеен черной светонепроницаемой бумагой («темный отсек»). Для лучшей светонепроницаемости прилегающие к перегородке две стенки другой части камеры («светлый отсек») вдоль границы с перегородкой снаружи также были обклеены полосками-выступами черной бумаги шириной 6 см. Стенки светлого отсека оставались прозрачными, причем сверху (по центру на высоте 15 см над его прозрачной крышкой) располагалась электрическая лампа мощностью 40 Вт. При проведении эксперимента крыса опускалась в темный отсек камеры, после чего камера закрывалась сверху крышкой. Дверца в перегородке также была плотно закрыта. В полной темноте крыса адаптировалась к темному отсеку в течение 5 мин, после чего над светлым отсеком зажигалась электрическая лампочка и открывалась дверца в перегородке. Собственно тестирование длилось также 5 мин, в ходе которых визуально регистрировалось поведение животных: число и время (с) выглядываний из темного отсека в светлый через отверстие в перегородке, а также - число и время выходов в светлый отсек. Выглядыванием считалось пересечение всей мордочкой животного или какой-либо ее частью условного порога в отверстии центральной перегородки между отсеками. Под выходом понималось любое продвижение в сторону освещенного отсека, если при этом мордочка и передние лапы пересекали данный порог. Под длительностью отдельного выглядывания или выхода понималось время пребывания в освещенном отсеке мордочки животного (выглядывания) или как минимум передней части его туловища (выходы).

3. В тесте **«Подвешивание за хвост»** [11] животное вытаскивалось из садка и удерживалось за хвост при туловище в висячем положении. Регистрировалось время, в течение которого животное оставалось «иммобильным» (до момента, пока морда животного не достигнет основания хвоста).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Данные по изучению поведенческих эффектов ЗМБДА в тесте Порсолта представлены на рис. 1. Как видно из рисунка ЗМБДА в дозе 50 мг/кг приводил к

достоверному увеличению времени активного плавания. Поскольку данный тест - это экспериментальная модель депрессии [8, 9], то полученные нами результаты свидетельствуют об антидепрессантном профиле соединения. При увеличении дозы ЗМБДА до 75, 100 и 150 мг/кг происходило снижение времени активного плавания и соответственно увеличение времени пассивного плавания, что указывает на противоположный профиль вещества в данных дозах. Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что направленность эффектов тестируемого вещества зависит от дозы, а именно в дозе 50 мг/кг ЗМБДА проявляет антидепрессантные свойства, а в дозах 75, 100 и 150 мг/кг - усугубляет депрессию животных.

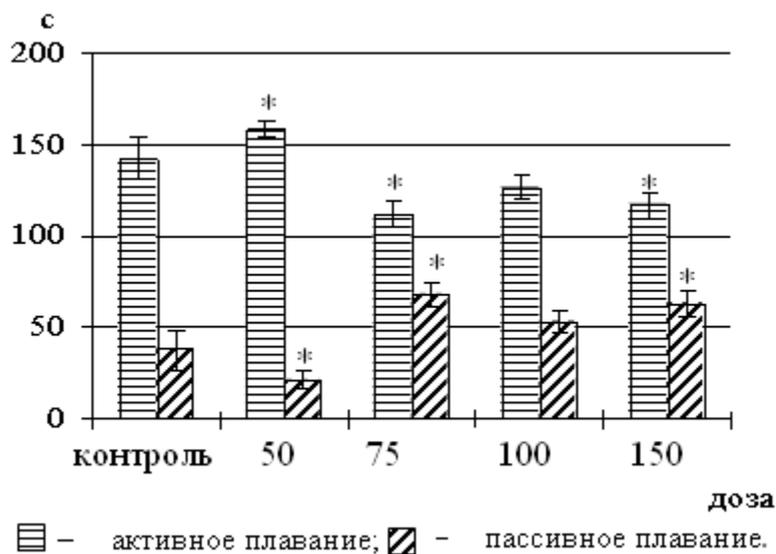


Рис. 1. Влияние введения 3-метил-2,3,4,5,-тетрагидро-1Н-1,5-бензодиазепин-2-она на параметры поведенческих реакций крыс в тесте «Порсолта». По оси абсцисс - время в секундах, по оси ординат - доза вещества в мг/кг. \* -  $p \leq 0,05$ .

В пользу этого вывода свидетельствуют и данные, полученные с использованием продепрессантного теста «Подвешивание за хвост» (рис. 2). Так, в дозе вещества 50 мг/кг происходит уменьшение времени иммобильности, то есть по данным этого теста снижается страх и тревога животного [11]. Из этого следует, что в этой дозе ЗМБДА также обладает антидепрессантными свойствами. С увеличением дозы вещества возрастает период иммобильности, что указывает на увеличение депрессии животных. В целом, полученные данные по тестам «Вынужденного плавания» и «Подвешивания за хвост» свидетельствуют о наличии у ЗМБДА в дозе 50 мг/кг антидепрессантных свойств.

Несколько иные результаты получены при использовании теста «Черно-белая камера» (рис. 3). Так, при инъекции крысам ЗМБДА в дозах 50, 75, 100 и 150 мг/кг происходило дозозависимое снижение частоты и времени выглядываний и выходов. По мнению Лапина И.П. [12, 13] при анализе исследовательской активности в тесте

«Черно-белая камера» особое внимание следует уделять изменениям, связанным с выглядываниями. Изменение этих поведенческих показателей указывает на наличие анксиотропного действия тестируемого вещества. Достоверное уменьшение количественных и временных параметров исследовательской активности - числа выглядываний - свидетельствует об анксиотропном профиле ЗМБДА. По данным ряда авторов [14, 15] нейрофизиологические механизмы тревожности основаны на возбуждении центральной нервной системы, которые находятся под контролем корковых и лимбических механизмов и регулируются рядом центральных возбуждающих медиаторов и других эндогенных лигандов. Известно, что бензодиазепины способны тормозить возбуждение центральной нервной системы, что в ряде случаев имеет большое адаптивное значение [14, 16], так как приводит к снижению тревожности, агрессивности и нормализации двигательной активности. Однако, на основании наших данных, полученных в тесте «Черно-белая камера», можно констатировать, что ЗМБДА дозозависимо увеличивает тревожность животных. На наш взгляд, данный факт может указывать на то, что ЗМБДА не является анксиолитиком как большинство бензодиазепинов, а проявляет свойства анксиогена.

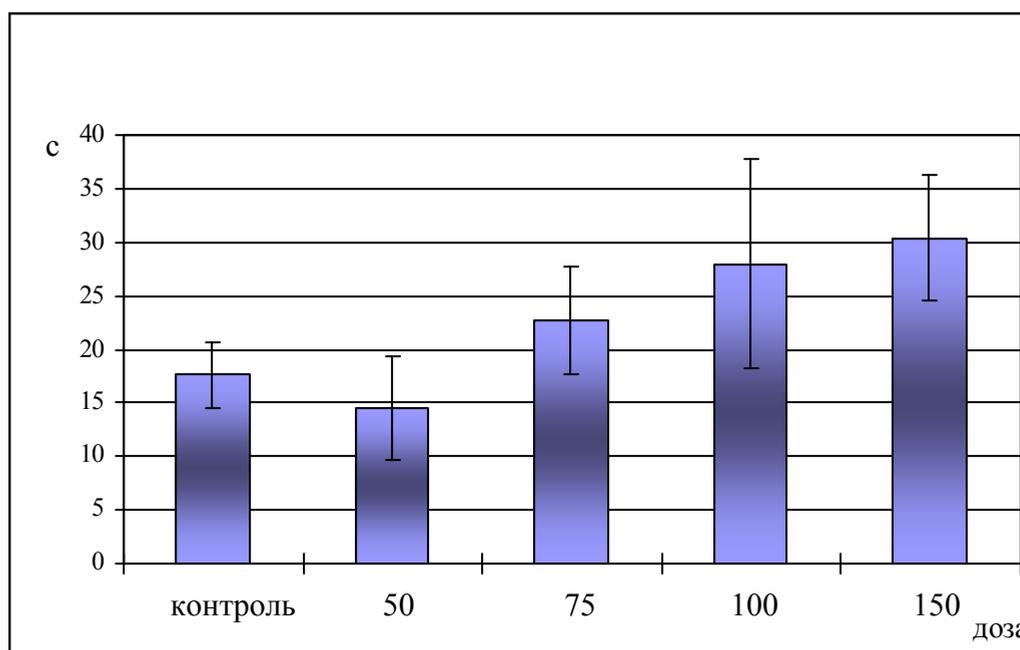


Рис. 2. Влияние 3-метил-2,3,4,5,-тетрагидро-1Н-1,5-бензодиазепин-2-она на латентный период в тесте «Подвешивание за хвост»  
Обозначения такие же как и на рис. 1.

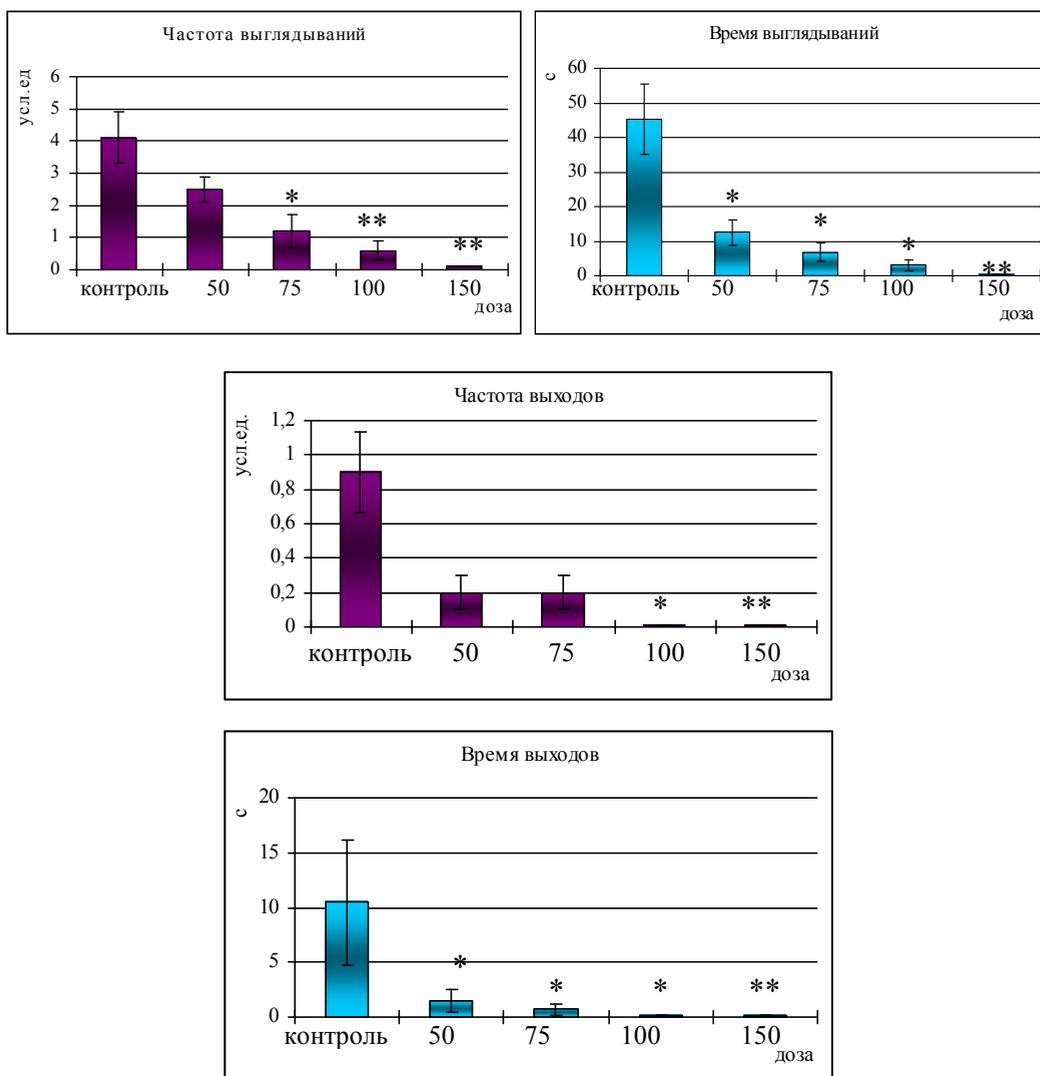


Рис. 3. Влияние 3-метил-2,3,4,5,-тетрагидро-1Н-1,5-бензодиазепин-2-она на параметры поведенческих реакций крыс в тесте «Черно-белая камера». Обозначения такие же как и на рис. 1.

Таким образом, нами установлено, что по данным тестов Порсолта и «Подвешивание за хвост» ЗМБДА в малой дозе обладает антидепрессантными свойствами, а по результатам теста «Черно-белая камера» - во всех исследованных

дозах проявляет анксиогенные свойства. Пока мы не можем объяснить такую двойственность вещества, поскольку требуются дополнительные исследования.

### **ВЫВОДЫ**

1. В тестах Порсолта и 3-метил-2,3,4,5-тетрагидро-1Н-1,5-бензодиазепин-2-он в дозе 50 мг/кг проявляет антидепрессантные свойства, а в дозах 75, 100 и 150 мг/кг - усугубляет депрессию животных.

2. По результатам теста «Черно-белая камера» 3-метил-2,3,4,5-тетрагидро-1Н-1,5-бензодиазепин-2-он проявляет анксиогенные свойства.

### **Список литературы**

1. Аведисова А.С. К вопросу о зависимости к бензодиазепинам // Психиатр. и психофармакол. - 1999. - № 1. - С. 24-25.
2. Воронина Т.А. Спектр фармакологической активности гиазепам и его место среди известных транквилизаторов. В кн.: Гидазепам. - Киев: Наукова думка, 1992. - С. 63-75.
3. Александровский Ю.А. Клиническая фармакология транквилизаторов. - М.: Наука, 1973. - 334 с.
4. Мосолов С. Н. Основы психофармакотерапии. М.: Наука, 1996. - 288 с.
5. Богатский А.В., Андронати С.А., Головенко Н.Я. Транквилизаторы. 1,4-бензодиазепиноны и родственные структуры. - Киев: Наукова думка, 1980. - 278 с.
6. Вейн А.М., Авруцкий М.Я. и др. Боль и обезболивание. - М.: Медицина, 1997.- 277с.
7. Мосолов С.Н. Клиническое применение современных антидепрессантов. - С-Пб.: Медицина, 1995. - 565 с.
8. Porsolt R.D., M.Le Pinchon, Jalfre M. Depression: a new animal model sensitive to antidepressant treatments // Nature. - 1977. - V. 266. - P. 730-732.
9. Porsolt R.D., McArthur R.A., Lenegre A. Psychotropic screening procedures: In: Methods in Behavioral Pharmacology, Ed. F. van Haaren, Elsevier, New York, 1993. - P. 23-51.
10. Crawley J.N. Exploratory behavior models of anxiety in mice // Neurosci. Biobehav. Revs. - 1985. - N 9. - P. 33-44.
11. Greenshaw A.J., Nguyen T.V., Sanger D.J. Animal models for assessing anxiolytic, neuroleptic and antidepressant drug action: In: Neuromethods (V.10, Analysis of Psychiatric Drugs) Eds A.Boulton, G.Baker, R.Coutts, Humana press, Clifton, 1988. - P. 379-427.
12. Лапин И.П. Уменьшение частоты выглядываний из темного отсека единственный постоянный показатель влияния анксиогенов на поведение мышей в камере «свет-темнота» // Журнал ВНД им. И.П.Павлова. - 1999. - Т.49, № 3. - С. 521-526.
13. Лапин И.П. Модели тревоги на мышах: оценка в эксперименте и критика // Экспер. клин. фармакол. - 2000. - Т. 63, № 3. - С. 58-62.
14. Haefely W., The role of GABA in anxiolytic antidepressant drug action. In: Experimental Approaches to Anxiety and Depression. Willey and Sons, Chichester, 1992. - P. 151-168.
15. Nutt D.J. GABA-A receptors. Receptor Data for Biological Experiments: a Guide to Drugs Selectivity, Ellis Horwood, London, 1991. - P. 225-229.
16. Андронати С.А., Яворский А.С., Чепелев В.М. Механизм действия анксиолитических, противосудорожных и снотворных средств. - Киев: Наукова думка, 1988. - 256 с.

*Поступила в редакцию 22.10.2006 г.*

УДК 591.11: 547.466

## ПОВЕДЕНИЕ КРЫС В РАЗЛИЧНЫХ СТРЕСС-ТЕСТАХ ПРИ ДЕЙСТВИИ N-УРОНОИЛПРОИЗВОДНЫХ L-ЛЕЙЦИНА И L-ВАЛИНА

*Коренюк И.И., Раваева М.Ю., Орехова В.В., Курьянов В.О., Чупахина Т.А.*

Аминокислоты выполняют особую роль в обменных реакциях и являются родоначальниками гормонов и биологически активных соединений (полиаминов, креатина, энергетических субстратов) [1]. Большое внимание нейрофизиологов привлекают аминокислоты, обладающие нейромедиаторными свойствами (глицин, глутаминовая кислота, ГАМК), однако и среди аминокислот немедиаторной природы имеются аминокислоты, обладающие нейротропным действием, такие как валин и лейцин. Так, опыты на лабораторных крысах показали, что валин повышает мышечную координацию и понижает чувствительность организма к боли, холоду и жаре [2]. Он применяется в клинике для лечения депрессии в качестве несильного стимулирующего соединения. Известно, что валин помогает предотвратить некоторые неврологические заболевания, а также применяется в коррекции рассеянного склероза, поскольку защищает миелиновую оболочку нервных волокон в спинном и головном мозге [3]. Также известно, что чрезмерно высокий уровень валина может привести к таким симптомам как парестезии (ощущение мурашек на коже) и галлюцинации [4].

Смеси аминокислот, содержащие лейцин используются в клинической практике (для парентерального введения) при стрессовых состояниях, поскольку один из метаболитов лейцина подавляет активность кортизола - гормона, активность которого значительно повышается при стрессах [5].

Валин и лейцин имеют разветвленный углеродный скелет и в связи с этим могут использоваться мышечными и нервными клетками в качестве источника энергии, способствуют регенерации мышечных белков, особенно при состояниях, усиливающих катаболические процессы [6]. Особенностью данных аминокислот является их способность, не изменяясь, проходить через гематоэнцефалический барьер. В связи с этим данные аминокислоты используются в клинике в качестве противошокового средства, а также при токсикозах, заболеваниях печени, анемиях и других заболеваниях [7, 8]. Показано, что валин и лейцин усиливают проникновение в мозг других аминокислот, необходимых для синтеза нейромедиаторов, что приводит к улучшению памяти и концентрации внимания [3].

Такой обширный спектр нейротропных свойств валина и лейцина предполагает широкое использование их в качестве лекарственных препаратов при самых различных заболеваниях. Однако серьезным препятствием остается малая продолжительность эффектов природных аминокислот, что связано с быстрым их

распадом в организме под действием ферментов. Для создания высокоэффективных лекарств на основе аминокислот разрабатываются их синтетические аналоги, которые сохраняют природную активность и обладают высокой устойчивостью к действию протеаз. Такими свойствами могут обладать N-уроноилпроизводные валина и лейцина, такие как N-(1,2:3,4-ди-O-изопропилиден- $\alpha$ -D-галактопирануроноил)-валин (ДАГУ-Вал) и N-(1,2:3,4-ди-O-изопропилиден- $\alpha$ -D-галактопирануроноил)-лейцин (ДАГУ-Лей), однако, их психотропная активность не изучалась. В связи с этим, целью настоящего исследования явилось исследование психотропной активности данных производных аминокислот в серии экспериментальных моделей стресса.

## **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

Работа выполнена на белых беспородных крысах-самцах массой 200-220 г, содержащихся в стандартных условиях вивария. Тестирование проводилось в утреннее время. Соединения растворялись в физиологическом растворе и вводились внутривентриально в объеме 0.2 мл, в дозе 50 мг/кг. Животным контрольной группы таким же образом вводили физиологический раствор в аналогичном объеме.

Изучение поведенческих реакций при действии соединений проводилось в серии экспериментальных моделей стресса «открытое поле» [9], «черно-белая камера» [10], тест «вынужденного плавания» Порсолта [11, 12], тест «подвешивание за хвост» [13].

Статистическую обработку данных осуществляли с использованием непараметрического критерия Манна-Уитни. Достоверным считались различия эффектов тестируемых соединений по сравнению с контролем при  $p \leq 0,05$ .

При проведении экспериментов все биоэтические нормы были соблюдены.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ**

**Активность крыс в тесте «открытое поле» при действии тестируемых производных.**

В результате проведенных исследований обнаружено, что в тесте «открытое поле» (табл. 1) ДАГУ-Вал достоверно снижал показатель горизонтальной двигательной активности (ГДА), повышал показатель исследовательской активности (ИА), а уровень дефекации (Деф) значительно не изменялся. При действии свободной аминокислоты валина (Вал) достоверно снижались ГДА, ИА и груминг (Гр), и значительно повышалась Деф. При сравнении действия ДАГУ-Вал и Вал, выявлено, что Вал оказывал более выраженное действие на поведенческие показатели крыс, чем его углеводный конъюгат.

Применение ДАГУ-Лей также приводило к снижению ГДА, вертикальной двигательной активности (ВДА) и Деф, а уровень ИА и Гр значительно повышались. Лейцин (Лей) достоверно снижал ГДА, ВДА, и Деф, а также повышает показатель Гр. Сравнительный анализ эффектов ДАГУ-Лей и Лей, показал, что Лей оказывал более выраженное ингибирующее действие на поведенческие реакции, чем ДАГУ-Лей.

## ПОВЕДЕНИЕ КРЫС В РАЗЛИЧНЫХ СТРЕСС-ТЕСТАХ ПРИ ДЕЙСТВИИ

Введение (ДАГУ) в дозе 50 мг/кг приводило к снижению ВДА, ИА, Деф и повышению Гр.

**Таблица 1.**  
**Поведенческая активность крыс в тесте "открытое поле" при действии**  
**тестируемых соединений ( $\bar{x} \pm S \bar{x}$ , n=10)**

Соединения	Показатели (у.е.)				
	ГДА	ВДА	ИА	ГР	ДЕФ
Контроль	19,5±4,1	6,5±1,1	11,4±1,6	1,6±0,5	1,2±0,7
ДАГУ	21,8±2,8	2,8±1,1**	8,4±1,9*	2,2±0,9*	0,4±0,2**
Вал	6,5±0,9*	0**	8,0±0,4**	0**	3,5±0,5**
ДАГУ-Вал	14,5±3,5**	2,8±0,5	13,8±3,9**	1,0±0,4	1,3±0,5
Лей	8,0±1,7**	0,5±0,3**	11,5±0,9	2,5±0,3	0,0±0,0
ДАГУ-Лей	10,0±2,7*	1,5±1,1**	15,5±1,2	1,0±0,4	0,8±0,2

Примечание: \* - уровень достоверности различий по отношению к контролю  $p \leq 0,05$ ;  
\*\* -  $p \leq 0,01$

Исходя из того, что двигательная активность отражает величину процессов возбуждения ЦНС, а груминг и реакция дефекации в тесте «открытого поля» являются достоверными показателями уровня возбуждения вегетативной нервной системы [14], можно констатировать, что гликоконъюгаты ДАГУ-Вал и ДАГУ-Лей оказывали тормозное действие на нервную систему. Следует указать, что снижение двигательной активности крыс на фоне заметно возросшего груминга, по мнению ряда исследователей [15, 16] свидетельствует о развитии сильного стресса и тревожно-депрессивных изменений поведения. Другие авторы [17, 18] указывают, что подобные изменения поведения возникают при действии различных факторов, таких как гормоны и мозговые пептиды, действие которых направленно на те же механизмы, что и стресс. Кроме того, известно [14, 19], что увеличение двигательной активности в первые часы эксперимента может быть следствием повышенной стрессированности животных, и связано с адаптационными процессами организма. Таким образом, основываясь на интегрированной картине, отражающей не отдельные показатели, а изменение их в комплексе, можно предположить, что ДАГУ-Вал и ДАГУ-Лей способны индуцировать развитие тормозных процессов в нервной системе и уменьшать психоэмоциональное напряжение животных в тесте «открытое поле». В целом, сравнительный анализ действия ДАГУ-Вал и ДАГУ-Лей и соответствующих аминокислот показал более выраженное ингибирующее действие на двигательную активность животных последних. Следовательно, ацилирование исследуемых аминокислот приводит к смягчению ингибирующих эффектов и повышению ноотропных свойств.

Мы полагаем, что тормозное действие ДАГУ-Вал и ДАГУ-Лей вероятно связано с их способностью активировать процессы защитного торможения в ЦНС, в результате чего уменьшается психоэмоциональное напряжение крыс в тесте «открытое поле» и, следовательно, данные соединения оказывают стресспротекторное действие.

**Влияние N-уроноилпроизводных на исследовательскую активность крыс в тесте «черно-белая камера».**

В данном тесте ДАГУ достоверно уменьшала частоту и время выглядываний в светлый отсек камеры (табл. 2). ДАГУ-Вал и Вал по отношению к контролю уменьшали частоту и время выглядываний и выходов в светлый отсек камеры. Сравнительный анализ эффектов ДАГУ-Вал и Вал показал, что Вал ингибирует исследовательскую активность крыс сильнее, чем его ацилированное производное.

При анализе эффектов тестируемых препаратов в данном тесте подсчитывался коэффициент К отношения числа выходов к общему числу выглядываний и выходов. Для ДАГУ-Вал К оказался равным нулю, для ДАГУ  $K=0,06$ , в то время как в контроле  $K=0,18$  (табл. 2). Применение аналогичного подхода к анализу длительности пребывания в светлом отсеке камеры (число Т) по отношению к общему времени выглядываний и выходов показал, что для ДАГУ-Вал  $T=0$ , для Вал  $T=1$ , (контроль  $T=0,19$ ) Следовательно, ацилирование Вал приводит к уменьшению его угнетающего действия на исследовательскую активность животных.

Внутрибрюшинное введение ДАГУ-Лей приводило к снижению частоты и времени выглядываний и повышению частоты и времени выходов в светлый отсек камеры (табл. 2). Интегральный показатель К (отношение числа выходов к общему числу выходов и выглядываний) для ДАГУ-Лей = 0,6, для ДАГУ = 0,06 (для контроля  $K=0,18$ ). Аналогичный показатель времени Т для ДАГУ-Лей = 0,85, для ДАГУ=0,36. При введении как ДАГУ-Лей, так и Лей все крысы продемонстрировали отказ от выходов в светлый отсек камеры. Таким образом, животные после введения Лей демонстрировали большую ингибированность исследовательского поведения, чем после инъекции ДАГУ и ДАГУ-Лей. Следовательно, ацилирование аминокислоты уменьшает её угнетающее действие.

Показатель дефекации, который связан с силой стрессированности животных, при действии аминокислот и их производных не изменялся.

«Черно-белая камера» считается одной из чувствительных моделей острой, «ситуативной» тревожности животных [13], в которой свою активность способно проявить большинство их известных классов анксиотропных препаратов. Крысы обычно предпочитают находиться в темном отсеке, однако анксиолитики увеличивают число выходов и время, проведенное в светлом отсеке, тогда как анксиогенные агенты приводят к обратным эффектам [20]. Поскольку наиболее выраженное увеличение исследовательской активности наблюдалось у крыс, получавших ДАГУ-Лей, можно предположить, что данное соединение является анксиолитиком.

**Влияние N-уроноилпроизводных на исследовательскую активность крыс в тесте вынужденного плавания (тест Порсолта)**

После введения ДАГУ у животных достоверно уменьшался латентный период (ЛП) первого зависания и увеличивалось количество освобождения от воды, а длительность активного плавания достоверно не изменялась (табл. 3).

ДАГУ-Вал достоверно уменьшал ЛП по сравнению с контролем, увеличивал время активного плавания и количество актов, направленных на освобождение от воды, таких как выпрыгивания, умывания, отряхивания головы (количество выпрыгиваний) (табл. 3). Вал снижал все поведенческие показатели.

Таблица 2.  
Поведенческие эффекты соединений в тесте "Черно-белая камера"  
( $\bar{x} \pm S \bar{x}$ , n=10)

Группы	Частота выгладываний	Время выгладываний (с)	Частота выходов	Время выходов (с)	Болюсы	Коэффициент К	Коэффициент Т
Контроль	4,1±0,8	45,2±10,2	0,9±0,3	10,5±5,7	0	0,18	0,19
ДАГУ	1,4±0,2**	4,6±1,1**	0,1±0,1	2,8±2,8	0,4±0,2**	0,06	0,36
Вал	0**	0**	0,5±0,2	8,5±3,2	0	1	1
ДАГУ-Вал	1,0±0,7*	4,6±1,1**	0**	0**	0	0	0
Лей	1,0±0,4**	6,0±2,3**	0**	0**	0	0	0
ДАГУ-Лей	2,5±0,9	22,1±1,4*	1,5±0,8*	26,5±13,9**	0	0,6	0,85

Примечание: \* - уровень достоверности различий по отношению к контролю ( $p \leq 0,05$ ); \*\* -  $p \leq 0,01$ ; К - интегральный показатель отношения числа выходов к общему числу выходов и выгладываний, Т - интегральный показатель отношения продолжительности выходов к общему времени выгладываний и выходов животных в светлый отсек камеры.

При действии ДАГУ-Лей (табл. 3) наблюдалось достоверное уменьшение всех показателей активности крыс по сравнению с контролем. Лей достоверно уменьшал только ЛП. При сравнении эффектов ДАГУ-Лей, ДАГУ и Лей выявлено, что ЛП снижается в ряду ДАГУ-Лей → ДАГУ → Лей, а время активного плавания снижается в ряду ДАГУ → Лей → ДАГУ-Лей.

Данный тест широко используется для выявления антидепрессантных свойств у психотропных препаратов [11-13] и новосинтезированных соединений, в котором стадия иммобильности, или «зависания» традиционно является проявлением «отчаяния». Поскольку практически все антидепрессанты приводят к снижению времени иммобильности у экспериментальных животных [12], мы полагаем, что из ряда тестируемых производных аминокислот только ДАГУ-Вал является антидепрессантом.

#### Исследование влияния производных аминокислот на поведение крыс в тесте «подвешивание за хвост»

Отметим, что тест основан на наблюдении, что крысы, при их подвешивании за хвост, демонстрируют определенный период иммобильности, по продолжительности которого судят об уровне их тревожности/страха и отчаяния [13].

Введение ДАГУ-Вал, также как и Вал, достоверно ( $p \leq 0,05$ ) снижает время пассивного зависания от 13,7±3,3 в контроле до 4,2±0,6 и 3,5±0,65 соответственно. Следует отметить, что Вал оказывает более выраженное действие, чем ДАГУ-Вал, то есть, ацилирование кислоты незначительно снижает её активность.

Таблица 3.

Показатели активности крыс в тест Порсолта при действии тестируемых соединений ( $\bar{x} \pm S \bar{x}$ , n=10)

Группы	Тестируемые параметры		
	ЛП, (с)	активное плавание, (с)	число выпрыгиваний
Контроль	88,9±10,6	142,2±11,6	41,9±4,5
ДАГУ	12,2±4,2**	145,2±5,8	61,4±5,7**
Вал	8,0±1,1**	134,5±2,7	30,0±4,2
ДАГУ-Вал	15,8±3,8**	164,8±1,8*	75,0±10,8**
Лей	9,0±0,6**	127,5±10,1	43,0±9,8
ДАГУ-Лей	22,2±15,3**	87,3±34,8*	20,0±6,9*

Примечание: \* - уровень достоверности различий по отношению к контролю  $p \leq 0,05$ ; \*\* -  $p \leq 0,01$

При действии ДАГУ-Лей и Лей у животных наблюдается уменьшение времени иммобильности до  $8,2 \pm 2,1$  ( $p=0,05$ ) и  $7,3 \pm 1,2$  ( $p=0,05$ ) соответственно, причем эффекты ацилированной аминокислоты более выражены.

ДАГУ увеличивает время пассивного зависания крыс до  $15,8 \pm 2,9$  ( $p \leq 0,05$ ).

При сравнении эффектов указанных соединений установлено, что ДАГУ-Вал и ДАГУ-Лей оказывают выраженный антидепрессантный эффект, но последний уменьшает уровень депрессии у животных, но в меньшей степени, чем ДАГУ-Вал. Поскольку, данный тест, как и тест Порсолта, моделирует состояние депрессии и тревожности [19, 21], можно предположить, что ДАГУ-Вал обладает низкоселективным антидепрессантным действием, и является эффективным при различных видах и стадиях депрессии.

Из экспериментальных данных следует, что N-уроноилпроизводные валина и лейцина способны изменять поведенческую реакцию крыс на стресс. Рассматривая возможные механизмы психотропного действия соединений можно предположить, что данные производные, проникая через гематоэнцефалический барьер, изменяют функциональное состояние нейронов, что в свою очередь сдвигает баланс возбуждения-торможения нервной системы. Вероятно, тестируемые соединения избирательно действуют на нейроны с определенной эргичностью. В первую очередь это относится к серотонинергическим нейронам, поскольку активность именно этой системы доминирует над другими медиаторными системами у крыс со средней двигательной активностью [22, 23], используемых в наших экспериментах. В пользу этого предположения свидетельствует то, что во-первых, в случае повышения уровня серотонина в структурах головного мозга, увеличивается эмоциональность и угнетается двигательная активность животных [24], что и наблюдалось у животных в тесте «открытое поле». Во-вторых, известно также, что валин препятствует снижению уровня серотонина, а лейцин предотвращает его перепроизводство [4]. Нельзя исключить и влияния этих соединений на дофаминергическую систему, которая, также играет важную роль в регуляции движений [25]. Однако, наличие значительного количества серотониновых

рецепторов на дофаминергических нигростриатных нейронах [26], предполагает опосредованное действие серотонина на дофаминергическую систему, в результате которого осуществляется контроль выделения дофамина в базальных ганглиях, являющихся основным двигательным центром у крыс [19]. Кроме этого, активация и норадренергической системы приводит к угнетению эмоциональной активности животных [24].

Необходимо заметить, что по современным представлениям патогенез тревоги не является результатом дисфункции какой-либо одной нейромедиаторной системы, а отражает возникновение системного регуляторного дисбаланса различных нейромедиаторов на самых разных уровнях структурно-функциональной организации - от молекулярного до уровня целостного мозга [19]. Ключевое место в формировании отмеченного дисбаланса занимает ГАМК-ергическая система. Именно нарушение ГАМК-зависимых процессов в ЦНС опосредуют дисфункцию серотонин-, катехоламин- и пептидергических систем, приобретающих при последующем развитии и прогрессировании тревожных расстройств роль самостоятельных патогенетических механизмов. Таким образом, используемые нами в экспериментах соединения могут влиять на поведение, изменяя соотношения концентраций соответствующих медиаторов в различных отделах головного мозга.

### ВЫВОДЫ

1. Тестируемые N-уроноилпроизводные аминокислот оказывают психотропное действие, которое проявляется в изменении поведенческих реакций крыс в экспериментальных моделях стресса.

2. N-(1,2:3,4-ди-O-изопропилиден- $\alpha$ -D-галактопирануроноил)-валин в тесте «открытое поле» оказывает стресспротекторное действие, а в тестах Порсолта и «подвешивание за хвост» проявляет антидепрессантные свойства.

3. N-(1,2:3,4-ди-O-изопропилиден- $\alpha$ -D-галактопирануроноил)-лейцин проявляет стресспротекторные (в тесте «открытое поле») и анксиолитические свойства («черно-белая камера»).

### Список литературы

1. Майстер А. Биохимия аминокислот. - М.: Мир, 1961. - 365 с.
2. Лелевич В.В., Селевич М.И., Шейбак В.М. Клиническо-лабораторные аспекты метаболической терапии. - Гродно, 1999. - 242 с.
3. Шейбак В.М. Обмен свободных аминокислот и кофермент А при алкогольной интоксикации. - Гродно, 1998. - 153 с.
4. Hirano N.W. Enzym immunoassay of hyman cytosolic aspartate aminotransferase.// Clinica Chimica Acta. - 1984. - V. 144. - P. 49-57.
5. Dolp R., Ahnefeld F.W., Grunert A., Shmitz E. Clinical studies on free amino acid concentration in plasma. Development of an acid pattern for parenteral nutrition during stress metabolism // Acta chir. scand. - 1979. - V. 145, № 494. - P. 127-129.
6. Swick R.W., Barnstein P.L., Stange J.L. The metabolism of mitochondrial proteins // J. of biological chemistry. - 1969. - V. 240, № 8. - P. 3334-3340.
7. Островский Ю.М. Метаболические предпосылки и последствия потребления алкоголя. - М.: Наука, 1988. - 263 с.

8. Островский Ю.М., Островский С.Ю. Аминокислоты в патогенезе, диагностике и лечении алкоголизма. - М.: Наука, 1995. - 280 с.
9. Буреш Я., Бурешова О., Хьюстон Д.П. Методики и основные эксперименты по изучению мозга и поведения. М.: «Высшая школа», 1991. - 399 с.
10. Crawley J.N. Exploratory behavior models of anxiety in mice. // *Neurosci. Biobehav. Revs.* - 1985. - № 9. - P. 33-44.
11. Porsolt R.D., Pinchon M.Le., Jalfre M. Depression: a new animal model sensitive to antidepressant Treatments // *Nature.* - 1977. - V. 266. - P. 730-732.
12. Porsolt R.D., McArthur R.A., Lenegre A. Psychotropic screening procedures // F. van Haaren. *Methods in Behavioral Pharmacology.* - New York: Elsevier, 1993. - P. 23-51.
13. Greenshaw A.J., Nguyen T.V., Sanger D.J. Animal models for assessing anxiolytic, neuroleptic and antidepressant drug action // A. Boulton, G. Baker, R. Coutts. *Neuromethods.* - Clifton: Humana press, 1988. - P. 379-427.
14. Маркель А.Л. К оценке основных характеристик поведения крыс в тесте открытого поля // *Журн. высш. нервн. деят.* - 1981. - Т. 31, № 2. - С. 301-307.
15. Калуев А.В. Стресс и груминг. - М.: Авики, 2002. - 146 с.
16. Макарчук Н.Е., Калуев А.В. Обоняние и поведение. - К.: КСФ, 2000. - 148 с.
17. Dunn A.J., Berridge C.W., Dunsheam P. Behavioural tests: their interpretation and significance in the study of peptide action // *Neuromethods.* - New York: Humana Press, 1987. - P. 229-247.
18. Stone E.A., Manavalan S.J., Zhang Yi, Quartermain D. Beta-adrenoreceptor blockage mimics effects of stress on motor activity in mice // *Neuropsychopharmacol.* - 1995. - Vol. 12, № 1. - P. 65-71.
19. Калуев А.В. Стресс, тревожность и поведение. - К.: Энигма, 1998. - 92 с.
20. Harro J. Measurement of exploratory behavior in rodents // *Methods in Neurosciences (V. 14, Paradigms for the Study of Behavior).* - San Diego, New York: Academic Press, 1993. - P. 359-377.
21. Willner P. Animal models of depression: validity and applications // *Depression and Mania. Advances in Biochemical Psychopharmacology.* - New York: Raven Press, 1995. - P. 19-41.
22. Кругликов Р.И., Герцова В.М., Орлова Н.В. Изменение содержания моноаминов в мозге влияет на реакцию эмоционального резонанса // *Журн. высш. нервн. деят.* - 1995. - Т. 45, № 3. - С. 551-557.
23. Кругликов Р.И., Орлова Н.В., Герцова В.М. Содержание норадреналина и серотонина в симметричных отделах головного мозга крыс в норме, при обучении и введении пептидов // *Журн. высш. нервн. деят.* - 1991. - Т. 41, № 2. - С. 359-363.
24. Кулагин Д.А., Болондинский Б.К. Нейрохимические аспекты эмоциональной реактивности и двигательной активности крыс в новой обстановке // *Успехи физиологических наук.* - 1986. - № 1. - С. 92-110.
25. Кратин Ю.Г., Сотниченко Т.С. Неспецифические системы мозга. - Л.: Наука, 1997. - 342 с.
26. Sershen H., Hashim A., Lajtha A. Serotonin-mediated striatal dopamine release involves the dopamine uptake sites and the serotonin receptors // *Brain Res. Bull.* - 2000. - Vol. 53, № 3. - P. 535-537.

*Поступила в редакцию 05.12.2006 г.*

**УДК 612.821**

## **ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЛЕВОРУКИХ ШКОЛЬНИКОВ**

*Кривоzubова Е.В.*

В период реформирования системы образования на Украине наблюдается значительная интенсификация учебно-воспитательного процесса в школах. Вследствие данного явления наиболее остро стоит проблема обеспечения школы адекватными педагогическими технологиями, особенно при работе с теми группами учеников, у которых чаще выявляются трудности в усвоении школьной программы. Многие исследователи леворуких детей выделяют в особую группу, для которых наиболее характерны трудности обучения [1 - 7]. При этом нарастание доли леворуких примерно в 3-4 раза, отмеченное как в западноевропейских странах [8, 9], так и на территории России и Украины [3, 6] аргументирует необходимость эффективного изучения психофизиологических особенностей леворуких учеников. В связи с этим целью работы явился анализ имеющейся в доступной литературе данных о нейро- и психофизиологических особенностях леворуких школьников и способов применения соответствующих методик коррекции неблагоприятных психофизиологических состояний.

### **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

Проанализированы работы по проблемам психофизиологических особенностей леворуких детей, отраженные в поисковой системе pubmed.com за 1986-2006 годы, в том числе вышедшие на Украине и в России.

### **РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ**

Анализ данных литературы показал, что существует три причины предпочтения левой руки [7, 8, 10-13]:

1. генетическая обусловленность предпочтения левой руки;
2. очаговое поражение ЦНС в перинатальный и постнатальный периоды, а также родовые травмы, приводящие к возникновению компенсаторного левшества;
3. научение или вынужденное левшество (при сломанной в раннем детстве и неудачно сросшейся правой руке ребенок привыкает работать левой).

Причем комплекс специфических трудностей обучения в основном выявляется у детей с компенсаторным левшеством, что является следствием дисфункциональных состояний левого полушария при перинатальных патологиях и родовых травмах [14]. У 30-60% числа новорожденных невропатологи определяют признаки перинатального поражения ЦНС плода [15, 16]. Характерным является и

тот факт, что среди новорожденных с весом меньше 1 кг левшей более 50% [8, 17]. Поэтому часто леворукость считают одним из признаков органического поражения левого полушария в раннем детстве, снижающего его функциональные возможности [18]. Так, в ряде исследований обнаружено накопление признаков левшества (ведущая рука, ведущее ухо, ведущий глаз) среди умственно отсталых, в сравнении с группой людей, имеющих нормальное развитие [5, 19 - 21]. Кроме того, нарушение межполушарной асимметрии может происходить не только за счёт непосредственного поражения одного из полушарий, но и в результате развития патологического процесса в срединных образованиях ЦНС, а именно лимбико-ретикулярного комплекса и диэнцефальных структур [22]. По мнению Д.Р. Белова, С.Ф. Колодяжного, Н.Ю. Смита (2004), избирательное поражение различных уровней срединных образований сопровождается преимущественной дисфункцией правого или левого полушарий, что обусловлено большей функциональной связью диэнцефальных образований с правым полушарием, а ретикулярной формации ствола - с левым.

У леворуких детей очень часто отмечаются нарушения речевого развития и нарушения в организации деятельности, нередко страдают зрительно-пространственное восприятие и зрительно-моторные координации, что ведет к возникновению и развитию комплекса школьных трудностей [1-3, 6]. В исследовании М.М. Безруких и А.П. Хрянина (2000) выявлено большее количество леворуких детей 6-7 лет, имеющих трудности при выполнении заданий, основанных на зрительно-пространственной деятельности (фоново-фигурное выделение с ведущим компонентом - помехоустойчивость) [1]. Некоторые исследования показали менее выраженную функциональную асимметрию мозга у леворуких людей по сравнению с праворукими [2, 3, 23, 24], а в темпераменте у левшей, особенно переученных, наблюдаются ослабление торможения и повышенная эмоциональность [25]. Левши более тревожны (высокая личностная и низкая ситуативная тревожность), эмоциональны, возбудимы и впечатлительны; у левшей больше вероятность развития психоневрологических заболеваний. Приспособленность левшей в среднем ниже, чем правшей: они меньше оставляют потомков. С ними чаще происходят несчастные случаи, левши-водители и летчики чаще попадают в катастрофы [8].

Все это в совокупности отражает характерную для леворуких большую уязвимость нервной системы и адаптационных механизмов, высокую вероятность развития социальной дезадаптации и меньшую стрессоустойчивость [6, 23, 26, 27]. По данным И.Е. Ефимовой и Г.Д. Хомской (1990), испытуемые с ведущей левой рукой обнаруживают менее совершенную вегетативную регуляцию при интеллектуальной деятельности [28]. Наши исследования также демонстрируют выраженное преобладание симпатического отдела на вегетативный баланс леворуких детей младшего школьного возраста [29, 30].

Психологические исследования правшей и левшей показали, что уровень вербального интеллекта у них одинаковый, однако показатели невербального у левшей значительно ниже. Обнаружено увеличение доли леворуких среди людей с дефицитом зрительного восприятия и цветоаномалиями [1, 23, 24]. В основе

обучения письму и чтению лежит комплексный процесс зрительного восприятия, поэтому леворукие дети и составляют особую группу риска при обучении этим навыкам [1, 2, 3]. Левшам нелегко дается все, что связано с необходимостью быстрого переключения с одного процесса на другой или с одного вида манипуляции на другой в рамках одного процесса [27]. Так как время сенсомоторной реакции реагирования наиболее эффективно, если и восприятие, и организация двигательной реакции реализуются в пределах одного полушария, что больше свойственно для праворуких людей.

Многочисленные нейробиологические, нейрофизиологические данные подтверждают, что церебральный онтогенез у левшей обладает специфическими особенностями: не дифференцируются внутри- и межполушарные связи, выявляется отставание в развитии биоэлектрической активности мозга. М.М. Безруких и А.П. Хрянин (2003, 2004) отметили, что для леворуких детей характерна меньшая выраженность межполушарного взаимодействия и большая выраженность внутримушарного взаимодействия отдельных зон коры, а также меньшая степень или отсутствие межполушарной асимметрии и меньшая степень зрелости коры больших полушарий в сравнении с праворукими [1, 2]. Такие же результаты были обнаружены и при сравнительном обследовании ЭЭГ лево- и праворуких студентов [31].

Функциональная организация мозга в состоянии спокойного бодрствования у леворуких детей характеризуется меньшей дифференцированностью  $\alpha$ -ритма [3]. Л.А. Жаворонкова и Е.В. Трофимова (1997, 1998), изучив коэффициент асимметрии когерентности ЭЭГ в состоянии бодрствования, во время первой и второй стадий сна и при пробуждении выявили следующие тенденции [32, 33]. В состоянии бодрствования у правшей отмечен положительный коэффициент асимметрии когерентности, а у левшей - отрицательный за счет больших значений когерентности в ведущем полушарии. Во время первой стадии сна этот показатель уменьшился и приблизился к нулевым значениям в двух группах за счет снижения уровня когерентности в доминантном полушарии. Такое снижение у правшей шло за счет ослабления сочетанности для колебаний  $\alpha$  и  $\beta$ -диапазонов ритмов (особенно в лобных отделах); у левшей - всех диапазонов (снижение в передних и увеличение в задних). Во время второй стадии сна у всех увеличилась межполушарная когерентность в правом полушарии (особенно в центральной и теменно-затылочной зонах при дальнейшем снижении в лобной) за счет медленных диапазонов ритмов. У правшей выделили три региональных блока - центрально-лобный (разнонаправленное изменение когерентности колебаний в  $\alpha$ - $\beta$  и  $\Delta$ - $\theta$  диапазонах ритмов), затылочно-теменное (синфазное изменение всех диапазонов) и височное ( $\alpha$ -изменения). У левшей увеличение когерентности в большинстве областей коры. При пробуждении наблюдалась обратная последовательность восстановления параметров когерентности, однако, у левшей при пробуждении выявляются выраженные признаки «дремлющего мозга» [32, 33].

Изучение динамики возрастных изменений уровня межполушарной когерентности показало, что в 7-8 лет средние значения межполушарной когерентности в диапазонах  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$  в окципитальной области у леворуких меньше,

чем у праворуких из-за запаздывания структурного созревания мозолистого тела у леворуких [34]. С 9-10 лет значения межполушарной когерентности в  $\alpha$ -диапазоне у леворуких начинают доминировать над таковыми у праворуких, а к 15-17 годам различия между праворукими и леворукими усиливаются в  $O_1$ - $O_2$  и появляются в  $P_3$ - $P_4$ . При этом у леворуких отмечаются большие размеры мозолистого тела, что свидетельствует о большей взаимосвязанности полушарий, поэтому значительное возрастание когерентности у левшей может быть объяснено большей билатерализацией функций полушарий.

Динамика спектров плотности мощности при зрительно-пространственной деятельности показала большую выраженность у леворуких детей 6-7 лет биполушарной активации. Данное явление исследователи объясняют определенной степенью дублирования одних и тех же процессов в правом и левом полушариях, что объясняется компенсаторным механизмом в связи с меньшей степенью зрелости коры леворуких детей 6-7 лет. При этом зрительно-пространственная деятельность представляет большую трудность для леворуких и требует подключения лобных отделов обоих полушарий, а также вербального контроля и оценки по ходу деятельности. Однако у леворуких в лобных областях проявляются черты некоторой правополушарной асимметрии за счет снижения справа мощности  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$ -ритма, отсутствующего у праворуких [1]. Анализ среднегрупповых изменений спектров плотности мощности ритмов ЭЭГ выявил зеркальный характер динамики этого показателя в темпоральных отделах коры у леворуких и праворуких детей 6-7 лет: изменения  $\alpha$ -активности в правой височной области у леворуких повторяют изменения мощности  $\alpha$ -ритма в левой височной области у праворуких. В тех же исследованиях при зрительно-пространственной деятельности у праворуких детей усиливается межполушарная интеграция, в то время как для леворуких более значимо усиление внутривисочного взаимодействия, несмотря на то, что как было отмечено ранее, уровень межполушарного взаимодействия у них выше за счет большего количества связей в мозолистом теле. Внутривисочная интеграция левшей четко выражена в левом полушарии, причем формируются связи не между височными и височно-теменно-затылочными областями, а между лобными и теменными отделами левого полушария [2]. Отличительной особенностью леворуких детей является и значительно большая реактивность частот  $\theta$ -диапазона в большинстве исследуемых зон коры. У леворуких детей повышенная выраженность  $\theta$ -ритма отмечалась не во время реализации деятельности, а в период подготовки к ней. Динамика  $\theta$ -ритма отражает, по мнению авторов, скорее общее эмоциональное напряжение леворуких испытуемых, чем включенность данного ритма в механизмы регуляции зрительно-пространственной деятельности. При реализации сложной зрительно-пространственной деятельности для праворуких детей 6-7 лет значимо усиление как межполушарного, так и внутривисочного взаимодействия в  $\theta$ -диапазоне, то у леворуких при этом виде деятельности отмечена только внутривисочная интеграция с четким сдвигом асимметрии влево [1, 2]. При решении зрительно-пространственных задач более высокого уровня сложности у правшей 6-7 лет выявляется дифференцированное вовлечение корковых зон в процессы зрительно-пространственного гнозиса и четкая локализация

функциональных констелляций в коре больших полушарий при сложных экспериментальных заданиях. В группе левшей во всех исследуемых диапазонах ЭЭГ при сложной зрительно-пространственной деятельности функциональная организация коры характеризуется генерализованным межцентральной взаимодействием.

### **ВЫВОДЫ**

1. Леворукие дети - неоднородная группа, для которых характерно развитие специфического комплекса трудностей в обучении. Особенности внутри- и межполушарного взаимодействия левшей обуславливают затрудненное развитие навыков зрительно-пространственных и пространственно-временных координаций, сопровождаемое высоким эмоциональным напряжением. В биоэлектрической активности мозга левшей наблюдается генерализованное избыточное взаимодействие нервных центров в процессе когнитивной деятельности, что отражает несформированность систем регуляции корковой активации.

2. Психофизиологический статус леворуких людей позволяет им решать проблемы и задачи нестандартным путем, лучше справляться с ситуациями, в которых необходимо проявить интуитивные и изобретательские способности.

3. Многие нейрофизиологические особенности леворуких детей остаются не выясненными, поэтому изучение нейрофизиологических механизмов поможет в разработке адекватных технологий обучения и методик психофизиологической коррекции с применением биологической обратной связи, обеспечивающих благополучное усвоение знаний, умений и навыков леворуким ребенком в школе.

### **Список литературы**

1. Безруких М.М., Хрянин А.В. Особенности функциональной организации мозга у праворуких и леворуких детей 6-7 лет при выполнении зрительно-пространственных заданий разного уровня сложности. Сообщение I. Сравнительный анализ параметров ЭЭГ при зрительно-пространственной деятельности низкого уровня сложности // Физиология человека. - 2003. - Т. 29. - №3. - С. 33-40.
2. Безруких М.М., Хрянин А.В. Особенности функциональной организации мозга у праворуких и леворуких детей 6-7 лет при выполнении зрительно-пространственных заданий разного уровня сложности. Сообщение II. Анализ параметров ЭЭГ при зрительно-пространственной деятельности высокого уровня сложности // Физиология человека. - 2004. - Т. 30. - №3. - С. 50-55.
3. Безруких М.М., Хрянин А.В. Психофизиологические и нейрофизиологические особенности организации зрительно-пространственной деятельности у праворуких и леворуких детей 6-7 лет // Физиология человека. - 2000. - Т. 26. - №1. - С. 14-20.
4. Богуславская В.Ф. Психофизиологические и психологические характеристики детей 6-7 лет с различной степенью готовностью к школе: Автореф. дисс. ... канд. псих. наук (специальность 19.00.02). - Ростов-на-Дону, 2000. - 19 с.
5. Москвин В.А. Проблемы связи латеральных профилей с индивидуальными различиями человека (в дифференциальной психофизиологии): Автореф. дисс. ... доктора псих. наук (специальность 19.00.02). - Уфа, 2002. - 48 с.
6. Семенович А.В. Нейропсихологическая диагностика и коррекция в детском возрасте. - М.: Изд. центр «Академия», 2002. - 232 с.
7. Брагина Н.Н., Доброхотова Т.А. Функциональные асимметрии человека. - 2-е изд., перераб. и дополн. - М.: Медицина, 1988. - 220 с.

8. Геодакян В.А. Homo sapiens на пути к асимметризации // Антропология на пороге III Тысячелетия. Москва, 2003. - Т. 1. - С. 170-201.
9. Gotestam K.O. Coates T.J., Ekstrand M. Handedness, dyslexia and twinning in homosexual men // Int J Neurosci. - 1992. - Vol. 63(3-4). - P. 179-186.
10. Симонов П.В. Лекции о работе головного мозга: Потребностно-информационная теория высшей нервной деятельности. - М.: Наука, 2001. - 95 с.
11. Спрингер С., Дейч Г. Левый мозг, правый мозг: Пер. с англ. - М.: Мир, 1983. - 256 с.
12. Olsson B., Rett A. Shift to righthandedness in Rett syndrome around age 7 // Am J Med Suppl. - 1986. - Vol. 1. - P. 133-141.
13. Perelle I.B., Ehrman L. The development of laterality // Behav Sci. - 1983. - Vol. 28(4). - P. 284-297.
14. Cernacek J. Left-handedness and its clinical significance // Bratisl Lek Listy. - 1991. - Vol. 92(9). - P. 467-473.
15. Линёв А. Н. Влияние перинатальной патологии на эффекты латеральной терапии // Шизофрения: новые подходы к терапии. Сб. научных работ Украинского НИИ клинической и экспериментальной неврологии и психиатрии / Под общ. ред. И.И. Кутько, П.Т. Петрюка. - Харьков. - 1995. - Т. 2. - С. 59-61.
16. Poduri A., Golja A., Riviello JJ Jr., Bourgeois B.F., Duffy F.H., Takeoka M. A distinct asymmetrical pattern of cortical malformation: large unilateral malformation of cortical development with contralateral periventricular nodular heterotopia in pediatric cases // Epilepsia. - 2005. - Vol. 46(8). - P. 1317-1321.
17. Бурдукова Ю.А., Строганова Т.А., Посикера И.Н., Цетлин М.М. Особенности развития психических функций у глубоко недоношенных младенцев // Сб. материалов «Первой российской конференции по когнитивной науке». - Казань, 2004. - С. 42-44.
18. Тархан А.У. Леворукость и распознавание эмоционально-просодических характеристик речи при локальной мозговой патологии // Физиология человека. - 1990. - Т. 16. - №1. - С. 81-87.
19. Голоухова Г.Н., Иорданова Ю.А. Сенсомоторные асимметрии у детей с нарушениями умственного развития // Современные проблемы и перспективы развития региональной системы комплексной помощи ребёнку: Сборник материалов международной научно-практической конференции / Под общей ред. А.В.Грибанова, Л.С.Медниковой. - Архангельск: Поморский госуниверситет, 2000. - С. 32.
20. Красноперов О.В. Клиническая и психофизиологическая характеристики диссомний у больных неврозами: Дисс. ... канд. мед. наук (специальность 14.00.18). - Томск, 1993. - 212 с.
21. Чуприков А.П., Казакова С.Е. Частота и клиническая характеристика неврозов леворуких детей в условиях переучивания // Леворукость у детей и подростков. - М.: ВНИИ гигиены детей и подростков, 1987. - С. 90-100.
22. Белов Д.Р., Колодяжный С.Ф., Смит Н.Ю. Проявление межполушарной асимметрии и психотипа в динамике "Бегущей волны" ЭЭГ // Физиология человека. - 2004. - Том 30. - №1. - С.5-19.
23. Николаева А.А., Николаева Е.И. Состояние здоровья старших школьников с различным профилем функциональной сенсорно-моторной асимметрией // Педиатрия. - 1996. - №1. - С. 54-56.
24. Николаева Е.И. Психофизиология, Психологическая физиология с основами физиологической психологии. - М.: ПЕР СЭ; Логос, 2003. - 544 с.
25. Шанина Г.Е. Межполушарная асимметрия как фактор, лимитирующий проявления высших психических функций (Обзор литературы отечественных и зарубежных авторов) // Теория и практика физической культуры и спорта // Научно-технический журнал. - 2002. - № 6. - С. 45-48.
26. Кураев Г.А., Соболева И.В. Функциональная межполушарная асимметрия мозга и проблемы валеологии // Валеология. / Научно-практический журнал. - Ростов-на-Дону. - 1996. - № 2. - С. 29-34.
27. Ожигова А.П., Дробинина С.В., Лазуткин А.С., Месенко М.М. Функциональная асимметрия полушарий и пластичность мозга // Материалы конференции «Новое в изучении пластичности мозга». - М., 2000. - С. 64.
28. Ефимова И.Е., Хомская Г.Д. Межполушарная асимметрия и вегетативная регуляция при интеллектуальной деятельности // Физиология человека. - 1990. - №5. - С. 147-154.
29. Кривоzubова Е.В. Проблемы инноваций в обучении леворуких младших школьников // Материалы II международной научно-практической конференции «Инновационные технологии в образовании». - Симферополь, 2005. - С. 17-20.

30. Кривозубова Е.В. Физиологические проблемы адаптации к школе леворуких детей младшего школьного возраста // Сборник научных работ «Культура здоровья как предмет образования». - Херсон, 2004. - С. 136-140.
31. Кузнецов И.П. Електроенцефалографічні особливості когнітивної діяльності за умов ліво- и праворукості: Автореф. дис. ... канд. біол. наук (спеціальність 03.00.13). - Львів, 2006. - 20 с.
32. Жаворонкова Л.А., Трофимова Е.В. Динамика когерентности ЭЭГ у правшей и левшей при засыпании. Сообщ. I. Анализ межполушарных соотношений // Физиология человека. - 1997. - Т. 23. - №6. - С. 18-26.
33. Жаворонкова Л.А., Трофимова Е.В. Динамика когерентности ЭЭГ у правшей и левшей при засыпании. Сообщ. II. Анализ межполушарных соотношений // Физиология человека. - 1998. - Т. 24. - №1. - С.32-40.
34. Князева М.Г., Фарбер Д.А. Формирование межполушарного взаимодействия в онтогенезе. Электрофизиологический анализ // Физиология человека. - 1991. - Т. 17. - №1. - С. 5-18.

*Поступила в редакцию 07.12.2006 г.*

УДК 582.594.2:281

## АНАТОМО-МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭМБРИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ СЕМЕЙСТВА *ORCHIDACEAE* JUSS

Лысякова Н.Ю., Хараим Н.Н., Полякова С.В.

Уникальное семейство *Orchidaceae* Juss в Крыму представлено 17 родами и 45 видами, занесенными в Красную книгу Украины. Особенности репродуктивной биологии орхидей, сложные адаптационные механизмы к комплексу абиотических и биотических факторов, мощный антропогенный пресс обуславливают низкую численность их природных популяций. Многие исследователи на примере микотрофии орхидных пытались выяснить роль симбиотических грибов и сущность взаимоотношений между симбионтами, выработать приемы, обеспечивающие их оптимальную взаимосвязь [1 – 3]. В литературе широко представлены данные популяционной экологии [2 – 4], особенности антэкологии [5], потенциальной и реальной семенной продуктивности орхидных [6]. Важное значение в определении репродуктивных стратегий имеет исследование возрастных спектров популяций и ареалов распространения наиболее редких видов семейства *Orchidaceae* Juss в Крыму [7, 8]. Комплексное исследование орхидных позволит определить критерии виталитетности, популяционной дифференциации, а также установить механизмы сохранения видового разнообразия, размножения орхидей в естественных условиях, интродукции новых видов. По строению подземных запасяющих органов выделяет три группы орхидей: корневищные, корнеклубневые геофиты и вторично-наземные гемикриптофиты [9]. Для Крыма характерны корневищные и корнеклубневые геофиты.

Цель наших исследований состояла в изучении репродуктивных стратегий и симбиотических отношений корневищных и корнеклубневых видов крымских орхидей. В задачи исследования входило: определение влияния эдафических факторов на степень микотрофности, изучение морфометрических параметров в связи с микотрофностью, установление зависимости потенциальной и реальной семенной продуктивности от степени микотрофности.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалом исследования служили корневищные геофиты из подсемейства *Neottioideae* Burns-Balog: *Neottia nidus – avis* (L.) Rich., *Listera ovata* (L.) R. Br., *Limodorum abortivum* (L.) Sw., *Cephalanthera damasonium* (Mill.) Druce, *C. longifolia* (L.) Fritsch, *Epipactis helleborine* (L.) Crantz и корнеклубневые геофиты из подсемейства *Orchidoideae* Dressler: *Platanthera chlorantha* (Cust.) Reichenb., *Dactylorhiza incarnate* (L.), *Stevaniella satyrioides* (Stev.) Schlechter, *Anacamptis*

*pyramidalis* (L.) Rich., *Orchis militaris* (L.), *O. mascula* L., *O. provincialis* Balb.

Анатомические препараты готовили по методике Брыкиной Р.П. с окрашиванием метиленовым синим [10]. Потенциальную и реальную семенную продуктивность определяли по методике Назарова В.В. [11].

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Подземные вегетативные органы *Platanthera chloranta* представлены двумя удлинено-яйцевидными корневыми клубнями, оттянутыми на конце в шнуровидное окончание, и шестью придаточными корнями. По морфологическим и анатомическим признакам они типичны для корнеклубневых геофитов родов *Orchis*, *Anacamptis*. *Dactylorhiza incarnata* имеет корнеклубни особой пальчато-лопастной формы без шнуровидного окончания. Количество и размеры их варьируют. В группе корневищных геофитов проявляются отличия по длине, расположению, степени ветвления корневища. У представителей рода *Cephalanthera* корневище шнуровидное, длинное (40-50см), косо расположенное в почве. У *Listera ovata* корневище короткое, толстое, а у *Neottia nidus-avis* короткое корневище окружено многочисленными придаточными корнями.

Для большинства исследованных видов автотрофных орхидей характерна эумицетная толипофаговая эндомикориза. Для бесхлорофильных орхидей *Limodorum abortivum* и *Neottia nidus-avis* отмечена птиофаговая эндомикориза. Локализация эндофитных несовершенных грибов-микоризообразователей в клетках и тканях подземных вегетативных органов обусловлена их анатомо-морфологическими особенностями [12]. В клетках эпibleмы корня гифы отсутствуют, но в корневых волосках выявлены коммуникационные гифы (рис. 1). В субэпидермальных слоях первичной коры корня расположены пелтоны (рис.2). В центральной зоне мезодермы отмечено расщепление грибных гиф. В эндодерме и центральном цилиндре гифы не обнаружены. Степень микотрофности увеличивается в 2 раза от апекса корня к его основанию. В корнеклубнях гифы гриба обнаружены преимущественно в эпидерме и в первичной коре. В клетках первичной коры, содержащих большое количество крахмальных зерен, микоризообразующего гриба нет. Наибольшее количество клеток с гифами гриба наблюдали в зоне перехода расширенной части клубня в шнуровидное окончание. Частота встречаемости микоризной инфекции изученных видов крымских орхидей варьирует в широких пределах: от  $2,8 \pm 0,2$  % - *Dactylorhiza incarnate* до  $6,3 \pm 0,2$  % *Neottia nidus-avis*. При этом четко прослеживается тенденция – у корневищных видов степень микотрофности ниже, чем у корнеклубневых орхидей. Максимальный процент клеток корня, содержащих гифы гриба, был выявлен у *Neottia nidus-avis* и *Limodorum abortivum*. Такую особенность мы связываем с тем, что данные растения являются сапрофитами. Они не способны фотосинтезировать, а, значит, для нормального роста и развития им необходимо наличие в клетках корня большого количества гиф гриба, которые и будут обеспечивать питание растения. Степень микотрофности *Limodorum abortivum* меньше, чем *Neottia nidus-avis*. По данным Л. П. Вахрушевой [6] у *Limodorum abortivum* содержится небольшое количество пигментов, необходимых для фотосинтеза.

Динамика симбиотических отношений меняется по фазам онтогенеза. Частота встречаемости микоризной инфекции уменьшается от ювенильной к генеративной стадии у всех исследованных видов.



Рис. 1. Коммуникационные гифы корневого волоска *Cephalanthera longifolia* (15x40).

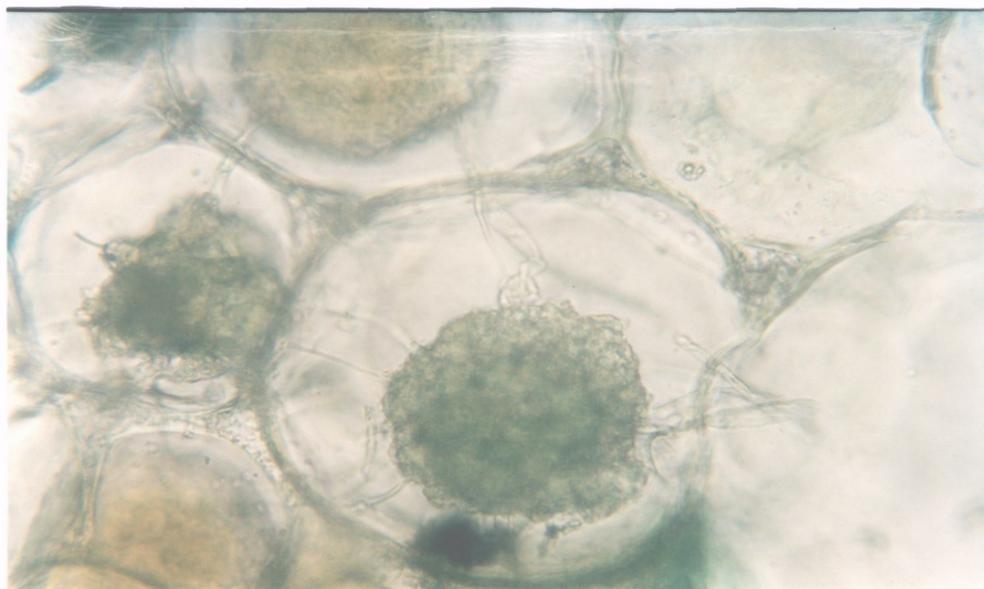


Рис. 2. Пелотоны в клетках корня *Orchis provincialis* Balb. (15x40).

**АНАТОМО-МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭМБРИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ**

Степень микотрофности зависит от климатических и эдафических факторов. С увеличением содержания гумуса на 0,5% степень микотрофности корнеклубневых геофитов увеличивается в 1,8 раза, а корневищных – уменьшается в 2,3 раза. Действие рН среды на показатель частоты встречаемости микоризной инфекции видоспецифично.

Для корнеклубневых геофитов выявлена отрицательная коррелятивная зависимость ( $r = -0,65$ ) между морфометрическими параметрами и степенью микотрофности. (табл. 1)

**Таблица 1.**

**Влияние эдафических факторов на морфометрические параметры и микотрофность корневищных и корнеклубневых видов орхидей ( $\bar{x} \pm S \bar{x}$ )**

Вид	Высота растения, см	Количество цветков в соцветии, шт	Количество коробочек, шт	Микотрофность, %	Содержание гумуса в почве, %
<i>Platanthera chlorantha</i>	29,0±0,2	19,0±0,1	17,0±0,2	4,6±0,3	2,03±0,01
<i>Platanthera chlorantha</i>	32,5±0,1	16,0±0,1	12,0±0,2	4,0±0,1	1,86±0,02
<i>Anacamptis pyramidalis</i>	50,8±0,1	28,0±0,2	5,0±0,1	3,5±0,1	1,78±0,01
<i>Anacamptis pyramidalis</i>	42,5±0,3	34,0±0,1	2,0±0,2	4,5±0,1	2,15±0,03
<i>Epipactis helleborine</i>	31,5±0,3	14,0±0,3	10,0±0,3	3,8±0,2	2,10±0,03
<i>Epipactis helleborine</i>	42,2±0,2	9,0±0,1	4,0±0,1	3,1±0,2	2,25±0,02
<i>Cephalanthera damasonium</i>	12,9±0,2	2,2±0,2	2,0±0,2	4,9±0,3	1,96±0,03
<i>Cephalanthera damasonium</i>	21,2±0,1	14,0±0,2	9,0±0,2	4,2±0,2	2,25±0,02
<i>Cephalanthera longifolia</i>	17,8±0,1	7,2±0,1	4,2±0,1	4,6±0,1	1,85±0,04
<i>Cephalanthera longifolia</i>	30,2±0,5	10,2±0,1	10,2±0,1	4,0 ±0,2	1,96±0,02
<i>Neottia nidus – avis</i>	11,1±0,5	15,2±0,5	6,0±0,5	6,6 ±0,4	2,05±0,01
<i>Neottia nidus – avis</i>	17,2±0,3	21,0±0,5	16,0±0,2	6,0 ±0,2	1,98±0,05

У *Platanthera chlorantha*, произрастающей в разных местах обитания, с увеличением частоты встречаемости микоризной инфекции высота растения, площадь листовой поверхности уменьшаются.

В группе корневищных геофитов в пределах рода *Cephalanthera* у растений, с максимальной степенью микотрофности мы выявили наибольшую площадь фотосинтетической поверхности и минимальное значение высоты растения, количества цветков в соцветии. Следует отметить, что у *Neottia nidus-avis* и *Limodorum abortivum* с увеличением степени микотрофности наблюдается увеличение количества цветков в соцветии и уменьшение высоты растения. Листья данных видов редуцированы до чешуй. Промежуточное положение по этим показателям занимает *Listera ovata*.

В группе корнеклубневых геофитов с увеличением процента клеток корня, инфицированных гифами гриба, количество семязачатков в завязи и семян в коробочке уменьшается. *Dactylorhiza incarnata*, находящаяся в наименьшей зависимости от гиф гриба, имеет максимальное количество семязачатков в завязи и семян в коробочке (рис. 3).



Рис. 3. Семязачатки в завязи *Dactylorhiza incarnata* (15x40).

*Platanthera chlorantha* характеризуется минимальным количеством семязачатков в завязи и семян в коробочке. *Steveniella satyrioides* по исследуемым показателям занимает промежуточное положение. С увеличением степени микотрофности в группе корнеклубневых геофитов количество семязачатков в завязи уменьшается в 1, 3 раза, а в группе корневищных геофитов возрастает приблизительно в 5 раз. При увеличении частоты встречаемости микоризной инфекции в группе корнеклубневых геофитов количество семян в коробочке уменьшается в 1,5 раз, а в группе корневищных геофитов увеличивается примерно в 5 раз.

В пределах исследуемой группы корнеклубневых геофитов прослеживается тенденция уменьшения числа семян в коробочке по сравнению с количеством семязачатков, формирующихся в завязи. У *Platanthera chlorantha* в завязи

закладывается  $5831 \pm 25$  шт. семязачатков, а семян формируется  $4598 \pm 15$  шт. (рис.4).

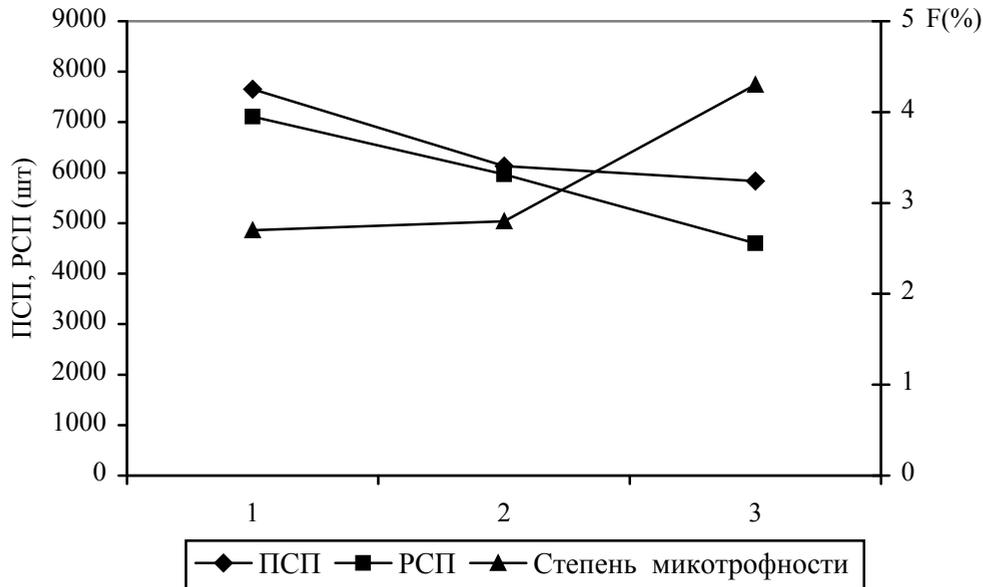


Рис. 4. Зависимость потенциальной (ПСП) и реальной семенной продуктивности (РСП) от степени микотрофности в группе корнеклубневых геофитов.

Примечание: 1. *Dactylorchiza incarnata* (L.) Soo; 2. *Steveniella satyrioides* (Stev.) Schlechter; 3. *Platanthera chlorantha* (Cust.) Reichenb.

В группе корневищных геофитов с увеличением степени микотрофности показатели потенциальной и реальной семенной продуктивности варьируют по – разному. В пределах рода *Cephalanthera* с увеличением процента клеток корня, содержащих гифы гриба, количество семязачатков в завязи увеличивается, а количество семян в плоде уменьшается. Так, с изменением степени микотрофности от  $4,5 \pm 0,1$  до  $4,8 \pm 0,2\%$  число семязачатков в завязи увеличивается от  $7501 \pm 30$  до  $7650 \pm 45$  шт., а количество семян от  $6981 \pm 22$  до  $5993 \pm 12$  шт. соответственно.

У растений – сапрофитов, находящихся в наибольшей зависимости от гиф гриба, количество семязачатков в завязи и семян в коробочке уменьшаются. *Neottia nidus-avis*, имея максимальный процент клеток корня, содержащих гифы гриба характеризуется минимальными показателями потенциальной и реальной семенной продуктивности. *Limodorum abortivum*, по степени микотрофности отличающийся от *Neottia nidus-avis* всего на 0,2 % характеризуется максимальными показателями потенциальной и реальной семенной продуктивности. Тенденция уменьшения количества семян в коробочке по сравнению с закладывающимися семязачатками характерна и для данной группы корневищных геофитов. Изменения количества семязачатков наблюдается в пределах от 1103 до 8363 шт., а количества семян в плодах от 825 до 6981 шт. (рис. 5).

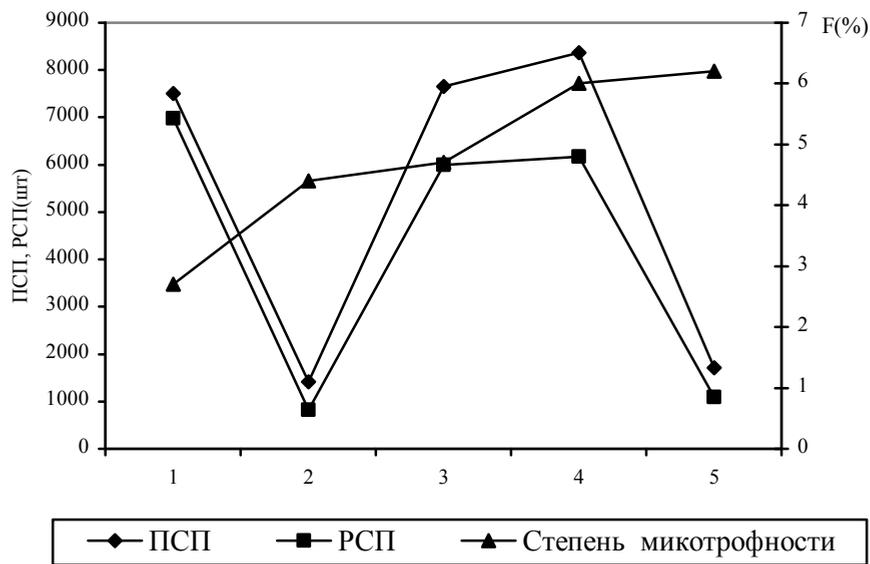


Рис. 5. Зависимость потенциальной и реальной семенной продуктивности от степени микотрофности в группе корневищных геофитов.

Примечание: *Cephalanthera longifolia* (L.) Fritsch; *Listera ovata* (L.) R. Br.; *Cephalanthera damasonium* (Mill.) Druce; *Limodorum abortivum* (L.) Sw.; *Neottia nidus – avis* (L.) Rich.

Особый интерес представляет сравнение средних значений потенциальной и реальной семенной продуктивности между двумя исследуемыми нами группами корнеклубневых и корневищных геофитов (таблица 2).

Тенденция уменьшения количества семян в плодах по сравнению с количеством семязачатков в завязи присуща обеим группам. Корнеклубневые геофиты, имеющие минимальный процент клеток корня, содержащих гифы гриба, характеризуются максимальным количеством семязачатков в завязи и семян в коробочке. Тогда как корневищные геофиты, имея максимальную степень микотрофности, характеризуются минимальным количеством семязачатков в завязи и семян в коробочке. Корнеклубневые геофиты образуют большее число семязачатков в завязи цветка и семян в плоде при минимальном проценте клеток корня, содержащих гифы гриба. По-видимому, представители данной группы в большей степени зависят от семенного возобновления, чем представители корневищных геофитов. Возможно, это связано с биологической особенностью данной группы.

Репродуктивная стратегия исследуемых видов орхидей Крыма определяется степенью взаимодействия с грибом – микоризообразователем, особенностями условий произрастания и характером опыления изучаемых видов. В группе корнеклубневых геофитов четко прослеживается уменьшение показателей

Таблица 2.

Репродуктивные возможности корневищных и корнеклубневых видов орхидей  
( $\bar{x} \pm S \bar{x}$ )

Вид	Степень микотрофности, %	Количество семязачатков в завязи, шт	Количество семян в коробочке, шт
<i>Dactyloorchiza incarnata</i>	2,7±0,2	7656±15	7110±11
<i>Steveniella satyrioides</i>	2,8±0,1	6128±36	59635±35
<i>Platanthera chlorantha</i>	4,3±0,3	5831±25	4598±15
<i>Cephalanthera damasonium</i>	4,8±0,2	7650±45	5993±12
<i>Cephalanthera longifolia</i>	4,0±0,1	7501 ±30	6981±22
<i>Neottia nidus- avis</i>	6,2±0,3	1706±18	1092±18
<i>Limodorum abortivum</i>	6,0±0,5	8363±10	6176±20
<i>Listera ovata</i>	4,9±0,1	6280±24	6024±25

потенциальной и реальной семенной продуктивности, что отчасти связано с ксеногамным опылением. Тогда как в группе корневищных геофитов преобладает тенденция повышения потенциальной и реальной семенной продуктивности. Интерес представляют *Listera ovata* и *Neottia nidus-avis*. Такая тенденция может быть отчасти объяснена особенностями опыления в пределах данной группы. Минимальные значения потенциальной и реальной семенной продуктивности *Listera ovata*, по-видимому, обусловлены тем, что представители данного вида являются облигатно ксеногамными растениями, при минимальном количестве семязачатков не могут реализовывать свои потенциальные возможности только за счет благоприятных симбиотических отношений с грибным компонентом. При этом *Neottia nidus-avis* в меньшей мере зависит от агентов опыления, так как вид является облигатно автогамным.

#### ВЫВОДЫ

1. С увеличением содержания гумуса приблизительно на 0,5% степень микотрофности корнеклубневых геофитов увеличивается в 1,8 раз, а корневищных – уменьшается в 2,3 раза.
2. Выявлена отрицательная коррелятивная зависимость между морфометрическими параметрами и степенью микотрофности.
3. С увеличением степени микотрофности в группе корнеклубневых геофитов количество семязачатков в завязи уменьшается в 1,3 раза, а группе корневищных геофитов возрастает приблизительно в 5 раз.
4. При увеличении частоты встречаемости микоризной инфекции в группе

корне клубневых геофитов количество семян в коробочке уменьшается в 1,5 раза, а группе корневищных геофитов увеличивается примерно в 5 раз.

5. Репродуктивная стратегия исследуемых видов орхидей Крыма определяется степенью взаимодействия с грибом – микоризообразователем, особенностями условий произрастания и характером опыления изучаемых видов.

#### Список литературы

1. Бургфелд Х. Микориза растений. – М.: Сельхозгиздат, 1963. – 370 с.
2. Крюгер Л.В., Шардакова О. М. Микосимбиотрофизм орхидных и некоторые вопросы их биологии // Микориза и другие формы консортивных связей в природе. – Пермь, 1980. – С.20 – 28.
3. Сизова Т. П., Вахрамеева М. Г. Особенности микоризы любки двулистной и ятрышника Фукса в зависимости от их возрастного состояния // Вестн. Московского университета. Серия «Биология». – 1984. - № 2. – С. 27 – 31.
4. Селиванов И. А. Микосимбиотрофизм как форма консортивных связей в растительном покрове Советского союза. – М.: Наука, 1981. – 217с.
5. Холодов В. В., Назаров В. В., Иванов С. П. Насекомые - посетители и опылители орхидеи *Orchis purpurea* Huds. (*Orchidaceae*) в Крыму // Экосистемы Крыма, их оптимизация и охрана. – 2002. – Вып. 12.– С.77 – 80.
6. Вахрушева Л. П., Кучер Е. Н. Особенности репродуктивного усилия некоторых видов орхидей Крыма // Экосистемы Крыма, их оптимизация и охрана. – 1997. – Вып. 9. – С. 65 – 67.
7. Вахрушева Л. П., Свольнский М. Д., Кучер Е. Н. Новое местонахождение *Ophrys taurica* (Agg) *Nevski* в Крыму // Экосистемы Крыма, их оптимизация и охрана. – 2002. – Вып. 12. – С. 164 – 169.
8. Кучер Е. Н., Мишнев В. Г. Репродуктивное усилие у крымских орхидей в связи с их микотрофностью // Экология и ноосферология. – Симферополь, 2000. – С. 79 – 85.
9. Батыгина Т.Б. Эмбриология цветковых растений. – С.-Пб.:Мир и семья, 2000. – 645 с.
10. Назаров В. В. Методика подсчета мелких семян и семяночек (на примере сем. *Orchidaceae*) // Ботанический журнал. – 1989. – Т.74. – Вып. 8. – С. 31 – 33.
11. Брыкина Р. П., Веселова Т. Д. Основы микротехнических исследований в ботанике. – М. – 2000. – С. 85 – 89.
12. Теплицкая Л.М., Лысякова Н.Ю., Бирюлева Э.Г. Особенности микотрофности некоторых видов орхидей флоры Крыма // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия « Биология, Химия». –2003. –Т.16 (55). №1. – С.79-86.

Поступила в редакцию 20.12.2006 г.

УДК 591.1: 615.849.11

## **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.*

Низкоинтенсивное электромагнитное излучение крайне высокой частоты (ЭМИ КВЧ) приводит к изменению функционального состояния многих физиологических систем. В наших предыдущих исследованиях доказано антистрессорное, иммуномодулирующее, синхронизирующее и антиоксидантное действие этого вида излучения [1]. Доказано, что в механизмах антистрессорного действия ЭМИ КВЧ большое значение имеет не только снижение активности стресс-рализующей (симпатоадреналовой системы (САС)), но и увеличение активности стресс-лимитирующих систем организма, в частности, системы эндогенных опиоидных пептидов (ОпП) [1 – 4].

Однако изменение содержания серотонина (СТ), основного медиатора другой важной стресс-лимитирующей системы организма, под влиянием ЭМИ КВЧ остается не изученным. Возможно, это связано с методическими трудностями определения СТ в периферических тканях.

Современный этап развития биофизики характеризуется интенсивным развитием методов, позволяющих *in vivo* исследовать функционирование органов и тканей на клеточном и молекулярном уровнях. Одними из наиболее перспективных и активно разрабатываемых подходов для решения подобных задач являются флуоресцентные методы. Основными преимуществами люминесцентной микроскопии служат высокая чувствительность (чувствительнее обычных цито- и гистохимических методов не менее чем в 1000 раз), возможность количественного измерения содержания различных химических компонентов в клетках, доступность аппаратуры [5].

В соответствии с этой целью настоящей работы явилось изучение роли ОпП в изменении содержания СТ в лейкоцитах крови крыс с применением микроспектрального люминесцентного анализа при изолированном и комбинированном со стресс-фактором воздействии ЭМИ КВЧ в норме и условиях блокады рецепторов ОпП.

## **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

Экспериментальная часть работы выполнена на 80 белых беспородных крысах-самцах массой 180 – 220 граммов, полученных из опытно-экспериментального питомника Института Гигиены и Медицинской Экологии, фирма «Феникс» (г. Киев).

В экспериментальные группы отбирали животных одинакового возраста со средней двигательной активностью и низкой эмоциональностью, определяемых в тесте «открытого поля». Такой отбор позволил сформировать однородные группы животных, однотипно реагирующих на воздействия. Предварительно отобранные животные были разделены на восемь групп по десять особей в каждой.

К первой группе относились животные, которые в течение девяти суток содержались в обычных условиях вивария и служили биологическим контролем (К). Крысы второй группы ежедневно подвергались 30-минутному воздействию ЭМИ КВЧ на затылочную-воротниковую область (КВЧ). Третью группу составляли крысы, находившиеся в условиях экспериментальной стресс-реакции, которая моделировалась девятисуточным ограничением подвижности (гипокинезия, ГК). Крысы четвертой группы подвергались комбинированному воздействию ГК и ЭМИ КВЧ (ГК+КВЧ).

Воздействие ЭМИ КВЧ осуществляли ежедневно с 8.30 до 11.00 часов по 30 минут в течение девяти дней с помощью одноканальных генераторов «Луч. КВЧ–071» (регистрационное свидетельство № 783/99 от 14.07.99, выданное КНМТ МОЗ Украины о праве на применение в медицинской практике в Украине): рабочая длина волны – 7,1 мм; плотность потока мощности – 0,1 мВт/см<sup>2</sup>; частота модуляции 10±0,1 Гц; габаритные размеры излучателя, выполненного в виде «точки» – 18 x 23 мм. Для осуществления контроля над наличием ЭМИ и его мощности на выходе канала излучателя использовали сервисный прибор «РАМЕД. ЭКСПЕРТ» (ТМ 0158.00.00.00. – СП). Приборы изготовлены Центром радиофизических методов диагностики и терапии «РАМЕД» Института технической механики НАНУ, г. Днепропетровск.

ГК создавалась путем помещения крыс в специальные кассеты из оргстекла (140 × 60 × 60 мм для каждой крысы), в которых они находились в течение девяти суток по 20 часов. Ограничение подвижности крыс в клетках-пеналах вызывает стрессовую реакцию, которая зависит от степени жесткости ГК [6]. В течение четырех остальных часов проводили экспериментальные исследования, кормление и уход за животными. Полученная экспериментальная модель позволила создать одинаковую степень «жесткости» ГК для всех животных, что является необходимым условием для получения сопоставимых результатов.

Крысам пятой (К+Н), шестой (КВЧ+Н), седьмой (ГК+Н) и восьмой (ГК+КВЧ+Н) групп дополнительно с описанными экспериментальными воздействиями внутримышечно (наружная поверхность бедра) вводили синтетический блокатор рецепторов ОпП налоксон в дозе 0,4 мг/кг (0,04% раствор по 1 мл в ампулах, разработка ГНЦЛС, г. Харьков и ХГФП «Здоров'я народу»). Налаксон-М является ((-)-17-аллил-4,5(-эпокси-3,14-дигидроксиморфин-6-он) гидрохлорида дигидратом, принадлежит к группе неселективных блокаторов всех субтипов опиоидных рецепторов (ОР), устраняет центральное и периферическое

действие ОпП, включая эндогенные эндорфины, проникает через гематоэнцефалический и плацентарный барьеры. Препарат вводили в течение девяти дней эксперимента в одно и то же время с 8.00 до 10.00 часов, т.е. за 30 минут до КВЧ-воздействия. Это связано с тем, что при внутримышечном введении налоксон начинает действовать через 2-3 минуты, продолжительность его действия 2,5-3,0 часа, средний период полувыведения составляет 1 – 1,5 часа [7].

Забор периферической крови осуществлялся в первые, третьи, пятые, седьмые и девятые сутки путем пункции хвостовой вены.

Изменение содержания СТ в лейкоцитах периферической крови проводили по методу В. Falck [8] в модификации В.П. Новицкой [9]. Метод основан на реакции моноаминов с формальдегидными парами, в ходе которой образуются флуоресцирующие соединения, дающие ярко-зеленое свечение. Иных методов выявления моноаминов в мазках периферической крови в доступной нам литературе мы не встретили, тогда как определение их содержания в клетках крови может дать важную информацию о состоянии обмена этих веществ в организме.

Установка для регистрации спектров люминесценции одиночных лейкоцитов состоит из люминесцентного микроскопа МЛ-4 со спектрализующим устройством (фотометрическая насадка ФМЭЛ-ИК), фотоэлектронного умножителя (ФЭУ – прибор, необходимый для преобразования света в электрический ток), аналогово-цифрового преобразователя, персонального компьютера. Регистрация и обработка сигналов с микрофлюориметра осуществлялась с помощью специального программного обеспечения (автор – Попов В.В.) (рис. 1).

После инкубации в формальдегидных парах мазки крови исследовали с использованием люминесцентного микроскопа под глицериновой иммерсией на длине волны 525 нм при длине возбуждающего света 405 нм. Величину сигнала рассчитывали в условных единицах, что не является истинным показателем абсолютного количества вещества в клетке, но прямо пропорционально этому количеству. Среднее содержание СТ в лейкоцитах вычисляли после измерения яркости свечения десяти клеток в каждой мазке крови. Автофлуоресценцию предметного стекла без мазки крови использовали как контроль и вычитали из средней величины флуоресценции лейкоцитов.

Оценку достоверности наблюдаемых изменений осуществляли с помощью t-критерия Стьюдента для независимых выборок после проверки на нормальность распределения. Корреляционный анализ проводили по методу Пирсона. Расчеты и графическое оформление полученных в работе данных осуществлялись с использованием программы Microsoft Excell [10] и программного пакета «STATISTICA – 6.0» [11].

Крысы содержали в условиях вивария при температуре 18 – 22°C на стандартном пищевом рационе и в стандартных условиях освещения (12 часов темнота: 12 часов свет). Световая фаза начиналась в 7.00 утра. Эксперименты проводились с соблюдением принципов «Европейской конвенции о защите позвоночных животных, которые используются для экспериментальных и других научных целей» (Страсбург, 200) [13] и постановления первого национального конгресса по

биоэтике (Киев, 2001), закону Украины №3447-IV «Про захист тварин від жорстокого поводження» от 21.20.2006 [14].

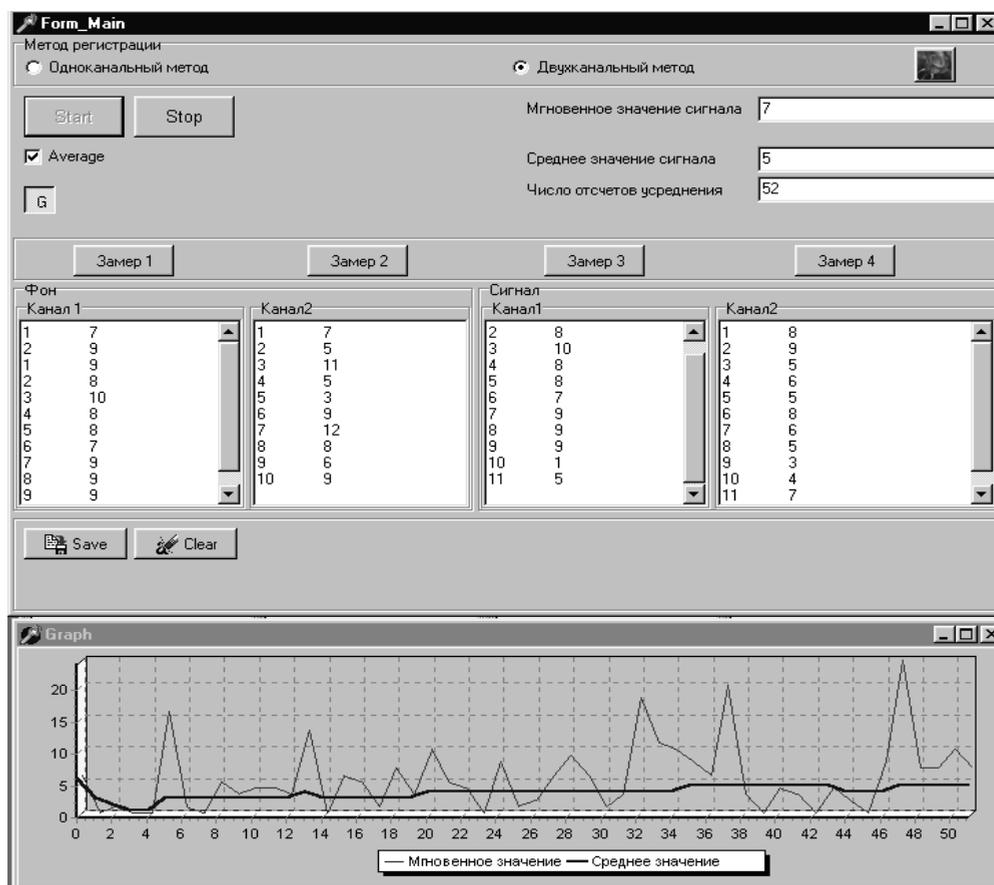


Рис. 1. Интерфейс программы регистрации сигналов микрофлюориметра.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Как свидетельствуют результаты исследований, у интактных животных среднее содержание СТ в лейкоцитах находилось в пределах от  $252,78 \pm 20,65$  до  $313,13 \pm 18,43$  усл.ед. При введении антагониста ОР налоксона интактным животным содержание СТ достоверно не отличалось от значений, зарегистрированных у животных в контрольной группе (рис. 2-А). Эти результаты согласуются с нашими [2-4] и литературными данными [14, 15] и свидетельствуют о том, что в норме введение налоксона интактным животным не действует на изменение различных физиологических показателей. По-видимому, это связано с тем, что высвобождение ОпП происходит не «тонически», а лишь при отклонении гомеостаза от нормы.

При воздействии ЭМИ КВЧ на животных к третьим суткам наблюдения произошло увеличение содержания СТ в лейкоцитах на 25,83% ( $p < 0,05$ ), которое в

## ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ СЕРТОНИНА В ЛЕЙКОЦИТАХ КРОВИ КРЫС

течение 5-7-х суток сохранялось на уровне тенденций ( $p > 0,05$ ), а к девятым суткам эксперимента составило 121,72% ( $p < 0,05$ ) относительно значений в контрольной группе животных (рис. 2-Б).

При систематическом введении налоксона не было выявлено изменений, характерных для действия изолированного ЭМИ КВЧ, не зафиксировано достоверных отличий этого показателя от значений у контрольных животных ( $p > 0,05$ ) (рис. 2-Б). Таким образом, при блокаде ОР стимулирующего эффекта ЭМИ КВЧ в отношении увеличения содержания СТ в лейкоцитах крови не наблюдалось.

Динамика содержания СТ в лейкоцитах крови в течение девятисуточной ГК имела определенные особенности. Так, произошло резкое повышение уровня СТ в лейкоцитах крови на третьи сутки наблюдения (на 48,07%,  $p < 0,01$ ) с последующим его снижением до уровня значений в контрольной группе к пятым суткам эксперимента. В остальные (7-9-е) сутки наблюдения было зафиксировано дальнейшее снижение этого показателя. При этом минимальное значение содержания СТ зарегистрировано на девятые сутки ГК стресса, когда оно составило 68,87% ( $p < 0,01$ ) от значений этого показателя у животных контрольной группы (рис. 2-В).

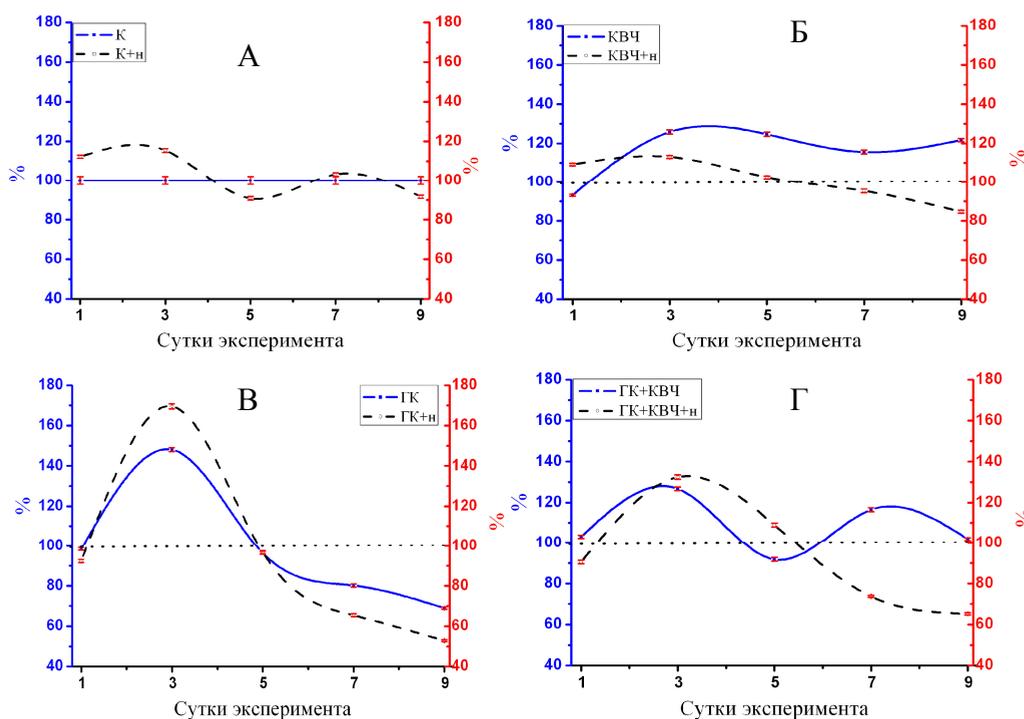


Рис. 2. Динамика содержания серотонина в лейкоцитах периферической крови крыс контрольной группы (А), при воздействиях ЭМИ КВЧ (КВЧ) (Б), гипокинезии (ГК) (В), их комбинации (ГК+КВЧ) (Г) и введении налоксона (н) (в % относительно значений в контрольной группе крыс).

Изменение содержания СТ в лейкоцитах крови крыс, находившихся в условиях ограничения подвижности на фоне блокады рецепторов ОпП, имела сходный характер, однако снижение концентрации СТ было более выражено, чем при воздействии изолированного ГК стресса. Так, девятые сутки наблюдения уровень СТ был на 23,32% ( $p < 0,05$ ) ниже значений соответствующего показателя в третьей группе крыс (ГК).

Следовательно, блокада ОР привела к более выраженным изменениям содержания СТ в крови при ГК стрессе.

Согласно полученным данным, при систематическом воздействии ЭМИ КВЧ на животных с ограниченной подвижностью характер и направленность изменений содержания СТ в лейкоцитах были отличны от группы животных, находившихся в условиях изолированной стресс-реакции (рис. 2-Г). Так, на третьи сутки эксперимента также наблюдалось повышение содержания СТ в лейкоцитах, при этом оно составило 85,57% от значений этого показателя в третьей группе крыс (ГК) ( $p < 0,01$ ) с последующим его снижением до уровня значений у контрольных животных на пятые сутки. Однако на седьмые и девятые сутки сочетанного с ГК воздействия ЭМИ КВЧ содержание СТ в лейкоцитах было достоверно выше, чем в группе крыс, подвергнутых изолированной ГК (на 45,4 и 45,1% соответственно,  $p < 0,05$ ). При этом наблюдалась тенденция к повышению содержания СТ относительно значений этого показателя у интактных животных ( $p > 0,05$ ).

Таким образом, изменений уровня СТ, характерных для ГК стресса, при действии ЭМИ КВЧ на животных, находящихся в условиях ограничения подвижности, не зафиксировано.

В группе животных, находившихся в условиях комбинированного действия ЭМИ КВЧ и ГК на фоне введения налоксона было зарегистрировано увеличение содержания СТ на третьи сутки эксперимента относительно значений в контрольной группе на 32,38% ( $p < 0,02$ ), однако уже на пятые сутки наблюдалось снижение значений этого показателя до значений у интактных животных ( $p > 0,05$ ), которое продолжалось и в последующие сроки наблюдения. К девятым суткам эксперимента содержание СТ в лейкоцитах составило 65,25% ( $p < 0,01$ ) от значений у крыс контрольной группы. Причем во все сроки наблюдения достоверных отличий от значений этого показателя в группе животных, подвергнутых изолированной ГК, не зафиксировано.

Таким образом, настоящим исследованием выявлено разнонаправленное изменение содержания СТ в лейкоцитах крови крыс при воздействиях ЭМИ КВЧ и ГК стресса как в норме, так и в условиях блокады ОР.

Воздействие ЭМИ КВЧ на животных, находящихся в условиях как нормального, так и ограниченного двигательного режима привело к возрастанию содержания СТ, что свидетельствует об активации стресс-лимитирующей системы организма под влиянием этого физического фактора.

В литературе имеются лишь отдельные данные об изменении уровня СТ при воздействии низкоинтенсивных миллиметровых излучений. Так, например, зафиксирована активация СТ-ергической системы в двигательной коре мозга крыс под действием этого вида облучения [16]. Анальгезирующий и седативный

эффекты КВЧ-терапии, показанные во многих экспериментальных и клинических исследованиях [17-19], также могут быть связаны с активацией СТ-ергической эндогенной анальгезирующей системы ствола головного мозга. Эта система оказывает тормозное влияние на нейроны задних рогов спинного мозга и таким образом блокирует передачу ноцицептивной информации [20].

Элементы APUD-системы, являющиеся первичными мишенями миллиметрового излучения [1, 21], располагаются практически во всех органах и тканях, в том числе и в коже, и синтезируют биогенные амины и пептидные гормоны, в том числе и СТ. Известно, что под влиянием ЭМИ КВЧ происходит дегрануляция тучных клеток кожи и выделение СТ [22-24], который впоследствии может захватываться клетками крови для дальнейшей транспортировки. Усиление выброса секрета из тучных клеток при их дегрануляции, по-видимому, является одним из механизмов в каскаде событий, ведущих к системному ответу организма на воздействие низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ.

Под влиянием ГК стресса динамика содержания СТ в лейкоцитах коренным образом отличалась от таковой у животных, подвергнутых действию ЭМИ КВЧ. Так, было зарегистрировано повышение уровня СТ в первые сутки ГК стресса, что, возможно, связано с активацией стресс-лимитирующей системы организма, медиатором которой является СТ [25]. Благодаря наличию СТ рецепторов в корковом слое надпочечников, СТ тормозит выделение железами глюкокортикоидов, снижая тем самым активность стресс-реализующих систем [26]. Девятисуточная ГК соответствует первой стадии (тревоги, или мобилизации) развития общего адаптационного синдрома при ГК [1, 27, 28] и характеризуется гиперактивацией САС [1, 2]. В этот период происходит истощение защитных сил организма [29], снижение активности стресс-лимитирующих систем организма на фоне активации стресс-реализующих систем организма, с чем возможно и связано снижение содержания СТ в последующие дни наблюдения.

В данной работе показано, что на фоне блокады ОР изменяется содержание СТ в лейкоцитах при различных экспериментальных воздействиях, что указывает на существование определенной связи между системой эндогенных ОпП и СТ. На связь системы ОпП и СТ указывают и данные литературы. Так, существует предположение, согласно которому эндогенные опиоиды могут модулировать метаболизм и эффекты СТ за счет воздействия на ОР [30, 31], а увеличение синтеза СТ из триптофана блокировалось налоксоном, и в то же время налоксон практически не изменял уровень триптофана в головном мозге [32, 33]. Кроме того известно, что ОпП вызывают налоксонзависимое увеличение образования и высвобождение СТ из СТ-ергических нейронов [34]. Показано, что анальгетический эффект ОпП, введенных в желудочки мозга крыс, усиливается СТ и ослабляется предварительной резерпинизацией [35], а блокада СТ-ергических рецепторов ослабляет действие ОпП [36].

Следовательно, настоящим исследованием показана вовлеченность системы ОпП в регуляцию механизмов биологического действия ЭМИ КВЧ.

Участие ОпП в механизмах биологического действия ЭМИ КВЧ показана как в наших предыдущих [2-4], так и в других исследованиях [16, 37, 38]. В частности, с

изменениями активности эндогенных ОпП связывают обезболивающий эффект и снижение состояния напряженности под влиянием низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ [37, 39, 40]. Интересно отметить, что курс иглорефлексотерапии и электроакупунктуры также приводит к повышению в крови  $\beta$ -эндорфина, то есть к активации опиоидной системы [41]. Поэтому естественно предположить, что активация опиоидной системы является неспецифической реакцией организма на низкоинтенсивные воздействия.

Таким образом, с помощью микроспектрального люминесцентного анализа выявлено изменение содержания СТ в лейкоцитах периферической крови при воздействии низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ, ГК стресса и их комбинации, показана вовлеченность системы ОпП в реализацию биологического эффекта ЭМИ КВЧ в отношении увеличения уровня СТ в лейкоцитах периферической крови.

### **ВЫВОДЫ**

1. Воздействие ЭМИ КВЧ привело к увеличению содержания серотонина в лейкоцитах на 26%, ( $p < 0,05$ ) относительно значений этого показателя у интактных крыс, что свидетельствует об активации одной из основных стресс-лимитирующих систем организма.

2. При действии на животных экспериментально вызванной стресс-реакции на ограничение подвижности произошло повышение содержания серотонина в лейкоцитах на третьи сутки наблюдения на 48% ( $p < 0,01$ ) и снижение его на 5-9-е сутки эксперимента на 31% ( $p < 0,01$ ) относительно значений в контрольной группе животных.

3. При систематическом воздействии ЭМИ КВЧ на животных с ограниченной подвижностью на третьи сутки эксперимента наблюдалось повышение содержания серотонина в лейкоцитах относительно значений в контрольной группе животных, при этом оно составило 86% от значений в группе крыс, подвергнутых гипокинетическому стрессу ( $p < 0,01$ ). На 7-9-е сутки одновременного с гипокинезией воздействия ЭМИ КВЧ содержание серотонина в лейкоцитах было достоверно выше, чем в группе крыс, подвергнутых изолированной гипокинезии (на 45%,  $p < 0,05$ ).

4. На фоне блокады опиоидных рецепторов изменялось содержание серотонина в лейкоцитах крови крыс, подвергнутых воздействию ЭМИ КВЧ, гипокинезии и их комбинации, что указывает на существование связи между системой эндогенных опиоидных пептидов и серотонином.

### **Список литературы**

1. Чуян Е.Н. Нейроиммуноэндокринные механизмы адаптации к действию низкоинтенсивного электромагнитного излучения крайне высокой частоты: Автореф. дисс. ... доктора биол. наук: 03.00.13 / КНУ. – Киев, 2004. – 417 с.
2. Чуян О.М., Махонина М.М., Заячкіова Т.В., Джелдубаева Е.Р. Взаємодія симпатoadреналової і опіодергічної систем у реакціях організму на ізольований і комбінований з гіпокінезією вплив низькоінтенсивного випромінювання надто високої частоти // Вісник проблем біології і медицини. – 2006. – С. 230-236.

3. Чуян Е.Н., Махонина М.М. Роль опиоидных пептидов в изменении концентрации цитокинов в плазме крови крыс при действии низкоинтенсивного электромагнитного излучения крайне высокой частоты // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2006. – Т. 19 (58). – № 2. – С. 131-136.
4. Чуян Е.Н., Махонина М.М., Заячникова Т.В. Влияние блокады системы опиоидных пептидов на изменения эмоционально-поведенческих реакций крыс, вызываемые действием электромагнитного излучения крайне высокой частоты в условиях нормы и гипокинетического стресса // Нейрофизиология / Neurophysiology. – 2006. – Т. 38, № 1. – С. 52-60.
5. Самойлов В.О., Барский И.Я., Бигдай Е.В. и др. Прижизненная флюориметрия в физиологии и клинике // Мед. техника. – 1997. – № 3. – С. 3-7.
6. Коваленко Е.А., Гуровский Н.Н., Гипокинезия. – М.: Медицина, 1980. – 307 с.
7. Лоуренс Д.Р., Бенитт П.Н. Клини. фармакол. – 1993. – Т. 1-2. – 1358 с.
8. Falck B., Owman C. A detailed methodological description of the fluorescence method for the cellular demonstration of biogenic monoamines. Acta Univ. Lundensis, Section II. – 1965. – № 7.
9. Новицкая В.П. Модификация метода определения моноаминов в лейкоцитах на мазках периферической крови // Клиническая лабораторная диагностика. – № 1. – 2002. – С. 24-33.
10. Лапач С.Н., Чубенко А.В., Бабич П.Н. Статистические методы в медико-биологических исследованиях с использованием Excel. – К.: Модмон, 2000. – 319 с.
11. Реброва О.Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTICA. – М.: МедиаСфера, 2006. – 312 с
12. Сборник договоров Совета Европы: Украинская версия // Е.М Вишневецкий (пер. та ред.) – К.: Парламентское издательство, 2000. – 654 с
13. Закон Украины «Про захист тварин від жорстокого поводження» від 21.02.2006 № 3447-IV // Відомості Верховної Ради України. – № 27. – 2006. – С. 990.
14. Holaday J. W. Cardiovascular consequences of endogenous opiate antagonism // Biochem. Pharmacol. — 1983.—Vol. 32. Issue 4 — P. 573-585.
15. Goldstein A., Pryor G.T., Otis L. S. et al. On the role of endogenous opioid peptides: Failure of naloxone to influence shock escape threshold in the rat // Life Sic. — 1976. — V. 18. — P. 599-604.
16. Штемберг А.С., Узбеков М.Г., Шихов С.Н. Некоторые нейротропные эффекты электромагнитных волн малой интенсивности у крыс с разными типологическими особенностями высшей нервной деятельности // ЖВНД. – 2000. – Т. 50, № 5. – С. 867-877.
17. Лиманський Ю.П., Тамарова З.А. Можливі механізми анальгетичної дії низькоінтенсивного мікрохвильового випромінювання // Нейрофизиология. – 1998. – Т. 30, № 6. – С. 439-441.
18. Ситько С.П., Скрипник Ю.А., Яненко А.Ф. Аппаратурное обеспечение современных технологий квантовой медицины / Под ред. С.П. Ситько. – К.: ФАДА, ЛТД, 1999. – 199 с.
19. Repacholi M.H. Low-level exposure to radiofrequency electromagnetic fields: health effects and research needs // Bioelectromagnetics. – 1998. – № 1. – P. 1-19.
20. Кирова Б.В. Предполагаемые механизмы КВЧ-пунктурного обезболивания // Сб. докл. 12 Российского симп. с межд. участием «Миллиметровые волны в медицине и биологии». – М.: МТА КВЧ. – 2000. – С. 57-58.
21. Чуян Е.Н. Влияние миллиметровых волн нетепловой интенсивности на развитие гипокинетического стресса у крыс с различными индивидуальными особенностями: Автореф. дис... канд. биол. наук / СГУ. – Симферополь, 1992. – 25 с.
22. Попов В.И., Рогачевский В.В., Гапеев А.Б. Дегрануляция тучных клеток кожи под действием низкоинтенсивного электромагнитного излучения крайне высокой частоты // Биофизика. – 2001. – Т. 46, вып. 6. – С. 1096-1102.
23. Струсов В.В., Уткин Д.В., Дремучев В.А. Хирургические аспекты применения КВЧ-терапии // Миллиметровые волны в биологии и медицине. – 1995. – № 6. – С. 48-49.
24. Хижняк Е.П., Бецкий О.В., Воронков В.Н. О роли пространственного распределения поглощения ЭМИ в формировании биоэффектов при КВЧ-облучении // Сб. докл. Междунар. симпозиума «Миллиметровые волны нетепловой интенсивности в медицине». – Т. 3. – М.: ИРЭ АН СССР. – 1991. – С. 630-635.

25. Culman J., Kiss A. and Kvetnansky R. Serotonin and tryptophan hydroxylase in isolated hypothalamic and brain stem nuclei of rats exposed to acute and repeated immobilization stress // *Exp. din. Endocr.* – 1984. – Vol. 83. – P. 28-36.
26. Федосеева Г.В., Жихарев С.С., Гончарова В.А., Качанова Т.А., Разумовская Т.Л. Роль серотонина, гистамина и калликреин-кининовой системы в патогенезе приступов удушья при бронхиальной астме // *Тер. Архив.* – 1992. – № 1. – С. 47-53.
27. Михайлов А.В. Функциональная морфология нейтрофилов крови крыс в процессе адаптации к гипокинезии: Автореф. дис... канд. биол. наук: 03.00.13 / СГУ. – Симферополь, 1985. – 25 с.
28. Верко Н.П. Функциональная активность нейтрофилов крови крыс при развитии адаптационных реакций различного типа: Автореф. дис... канд. биол. наук: 03.00.13 / СГУ. – Симферополь, 2003. – 20 с.
29. Пшеничкова М.Г. Феномен стресса. Эмоциональный стресс и его роль в патологии // *Пат. физиол.* – 2001. – № 2. – С. 26-30.
30. Вальдман А.В., Бабаян Э.А., Звартау Э.Э. Психофармакологические и медико-правовые аспекты токсикоманий. – М., 1988 - с. 288
31. Hare B.D. The opioid analgesics: rational selection of agents for acute and chronic pain // *Hosp. Formul.*, 1987 – Vol.22. – P. 64-86
32. Михайлович В.А., Игнатов Ю.Д. Болевой синдром – Л., 1990 - 336 с.
33. Freye E. Opioidagonists, antagonists and mixed narcotic analgesics: Theoretical background and considerations for practical use // Berlin: Springer Verlag - 1987 - P. 108
34. Garcia-Sevilla J.A., Magnusson T., Carlsson A. Effects of enkephalins and two enzyme resistant analogues on monoamine synthesis and metabolism in rat brain // *Naunyn. Schmiedebergs Arch. Pharmacol.* – 1980. – Vol. 310(3). – P. 211-218.
35. Lee R.L., Sewell R.D., Spencer P.S. Antinociceptive activity of D-ala2-D-leu5-enkephalin (BW 180C) in the rat after modification to central 5-hydroxytryptamine function // *Neuropharmacology.* – 1979. – Vol. 18(8-9). – P. 711-717.
36. Харкевич Д.А., Титов М.И. Аналгетическая активность пептидов // *Вестник Академии наук СССР.* – 1982. – № 5. – С. 54-64.
37. Lai Y., Horita A., Chou C.K., Guy A.W. Low-level microwave irradiation attenuates naloxoneinduced with drawl syndrome in morphinedependent rats // *Pharmacol. Biochem. and Behav.* – 1986. – Vol. 24, № 1. – P. 151-153.
38. Kavaliers M., Prato F.S., Ossenkopp K.S., Carson J.J.L. Opioid systems and the biological effects of magnetic fields // *Nature of Electromagnetic Field Interactions with Biological System / Ed. A.H. Frey.* – Maryland: Potamac, R.G. Landes Co. – 1994. – P. 181-194.
39. Andersson S., Lundeberg T. Accupuncture – from empiricism to science: the functional background to acupuncture effects in pain and disease // *Med. Hypotheses.* – 1995. – Vol. 45, №. 3. – P. 271-281.
40. Кулікович Ю.М., Тамарова З.А. Роль опіятних рецепторів в анальгезії, викликаній дією на точку акупунктури низькоінтенсивних міліметрових хвиль // *Мед. перспективи.* – 1999. – Т. 4, № 3. – С. 9-14.
41. Меерсон Ф.З., Пшеничкова М.Г., Кузнецова Б.А. Развитие адаптации к стрессу в результате курса транскраниальной электростимуляции // *Бюл. экспер. биол. и мед.* – 1994. – № 1. – С. 16-18.

*Поступила в редакцию 07.12.2006 г..*

УДК 591.4:599:533: 591.173:62.004.13

## ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЙ ДИЗАЙН СПИННЫХ ПЛАВНИКОВ ЧЕРНОМОРСКИХ ДЕЛЬФИНОВ

*Павлов В.В., Мартынюк В.С.*

Обитатели моря, обладающие высокими скоростными качествами, демонстрируют морфологические особенности, связанные с созданием мощной силы тяги, высокой эффективностью движения и низким уровнем сопротивления [1]. Для дельфинов эти морфологические характеристики включают в себя обтекаемую форму тела, специфическое строение кожного покрова, сжатый с боков хвостовой стебель и плавники, имеющие крыловидную форму [2 – 12].

Плавники дельфинов выполняют функции создания силы тяги, контроля устойчивости движения и терморегуляции. Кроме того, форма плавников дельфинов у некоторых видов связана с половым диморфизмом и выполняет сигнальную функцию в социальном поведении дельфинов. С точки зрения биомеханики, лопасти хвостового плавника функционируют как пара крыльев [13]. Однако, в отличие от жестких крыльев самолётов, хвостовой плавник совершает машущие движения для создания силы тяги, связанной с подъёмной силой. Грудные плавники дельфинов функционируют как подводные крылья, контролируемые моменты сил, вызывающие крен, рысканье и вращение тела дельфина. Контроль этих моментов важен для поддержания стабильности во время плавания и маневрирования дельфина. Положение спинного плавника позади центра тяжести дельфина играет важную роль в поддержании стабильности движения [14, 15]. Спинной плавник также предотвращает крен и рысканье, а также занос тела дельфина во время выполнения маневра.

Гидродинамический дизайн плавников дельфинов является объектом исследования в различных областях прикладной науки. Точная характеристика сложной формы спинного плавника дельфинов необходима для развития метода фотоидентификации в исследованиях экологии и поведения дельфинов, разработки новых рулевых поверхностей для самоходных подводных аппаратов, а также создания новых телеметрических устройств, обладающих низким сопротивлением. В связи с этим, целью настоящего исследования явился анализ формы плавников дельфина с помощью аэродинамических параметров для определения эффективности плавника как подводного крыла.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование контура и формы сечений спинных плавников проводилось на 19 особях трех подвигов дельфинов, обитающих в Черном море: афалины

черноморской *Tursiops truncatus ponticus* (Delphinidae) – 5 особей, белобочки черноморской *Delphinus delphis ponticus* (Delphinidae) – 6 особей, черноморской морской свиньи *Phocoena phocoena ponticus* (Phocoenidae) – 8 особей. Для описания формы плавников в плане, т.е. контура плавников, использовались показатели стреловидности передней кромки плавника и относительного удлинения плавника AR. Для расчета угла стреловидности измерялась длина корневой хорды плавника, т.е. расстояние от нижней границы передней кромки плавника до задней кромки. Затем на расстоянии одной четверти длины корневой хорды от передней кромки откладывался перпендикуляр к корневой хорде плавника до пересечения его с передней кромкой. В точке пересечения измерялся угол между касательной к передней кромке плавника и корневой хордой. Относительное удлинение плавника рассчитывалось как  $AR = H^2/S$ , где  $H^2$  – квадрат размаха плавника,  $S$  – площадь плавника в плане. Кроме того, рассчитывался индекс отклонения плавника по формуле:

$$CI = (L^2 - H^2)1/2/CLr^2,$$

где  $L$  – длина от начала передней кромки плавника до его вершины,  $H$  – размах плавника,  $CLr$  – длина корневой хорды плавника. Измерения проводились на фотографиях плавников дельфинов с помощью программы анализа изображений Image Pro.

На сечениях плавников измерялись основные параметры профиля крыла: длина хорды профиля  $L$ , т.е. расстояние от наиболее удаленных точек передней и задней кромки профиля, радиус передней кромки профиля  $r$ , максимальная толщина профиля  $MT$ , а также расстояние от передней кромки до точки максимальной толщины профиля  $PMT$  (рис. 1). Для проведения измерений выполнялась следующая последовательность действий: Плавники дельфинов были иссечены шестью поперечными сечениями, проведенными на равном расстоянии друг от друга. Фотографии сечений были записаны в виде графических файлов в формате JPG в цветовой палитре RGB с разрешением 300 точек на дюйм. На каждой фотографии вместе с сечением плавника была отснята линейка, с помощью которой в дальнейшем производилась калибровка фотографий. Контуры сечений на откалиброванных фотографиях фиксировались с помощью сплайновой кривой в пакете автоматизированного проектирования AutoCad. XY-координаты точек сплайна, описывающего контур сечения, использовались в дальнейшем для расчета абсолютных и относительных значений  $L$ ,  $r$ ,  $MT$  и  $PMT$ .

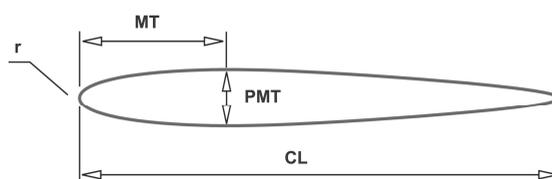


Рис. 1. Основные параметры профиля крыла.  $L$  – длина профиля,  $MT$  – максимальная толщина профиля,  $PMT$  – расстояние от максимальной толщины профиля до передней кромки крыла,  $r$  – радиус передней кромки крыла.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Спинной плавник дельфинов имеет сложную трехмерную форму, близкую к форме крыла, которая описывается основными параметрами крыла и его сечений, принятыми в аэродинамике. Плавники исследованных видов дельфинов имеют существенные различия в абсолютных размерах, сохраняя при этом некоторые общие закономерности строения. Треугольная форма спинного плавника морской свиньи имеет существенные отличия от удлиненной серповидной формы плавников афалины и белобочки. Средняя величина относительного удлинения спинного плавника морской свиньи равна  $0,73 \pm 0,05$ , что достоверно ниже средних величин этого же показателя у афалины и белобочки,  $1,11 \pm 0,07$  и  $1,42 \pm 0,03$  соответственно. В целом, средняя величина относительного удлинения спинного плавника повышалась в ряду морская свинья – белобочка – афалина (Рис. 2).

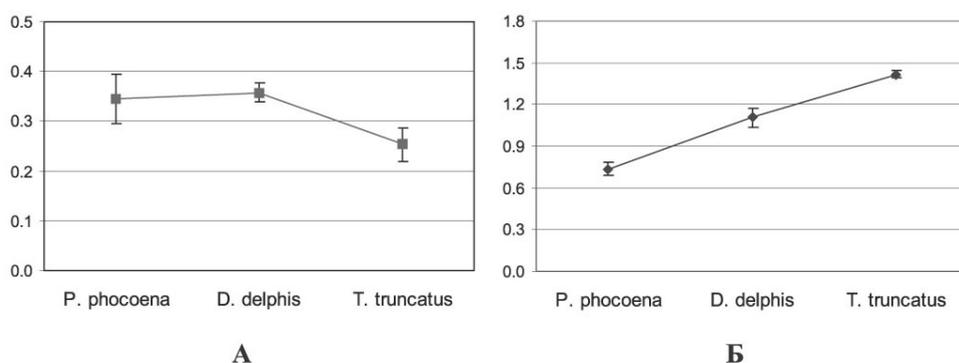


Рис. 2. А - Индекс отклонения спинного плавника морской свиньи, белобочки и афалины, средние  $\pm$  стандартное отклонение. Б - Относительное удлинение спинного плавника морской свиньи, белобочки и афалины, средние  $\pm$  стандартное отклонение.

Индекс отклонения плавника имеет отрицательную линейную зависимость от относительного удлинения плавника и уменьшается в том же ряду (рис. 2). При этом средние величины этого показателя не имеют достоверных отличий у морской свиньи и белобочки и равны  $0,34 \pm 0,02$  и  $0,36 \pm 0,05$  соответственно. Удлиненный спинной плавник афалины достоверно отличается от плавников морской свиньи и белобочки и характеризуется минимальным значением индекса отклонения, равным  $0,025 \pm 0,03$ .

На фоне заметных отличий в форме плавников, описываемых показателями относительного удлинения и индекса отклонения, угол стреловидности передней кромки практически не отличается у морской свиньи, белобочки и афалины. Средняя величина этого показателя составляет  $42 \pm 3^\circ$  у морской свиньи,  $45 \pm 2^\circ$  у белобочки и  $46 \pm 3^\circ$  у афалины.

Сечения спинных плавников исследованных видов имеют форму, близкую к известным авиационным профилям NASA и EPPLER. Основные отличия сечений плавников от упомянутых авиационных профилей заключаются в утолщенной последней трети сечения, что, по-видимому, связано с биологическими

ограничениями прочности задней кромки плавников. Сечения у основания плавника имеют форму, близкую к профилю NACA 0012, в то время как сечения у верхушки плавника близки к профилю EPPLER 475. Абсолютные значения параметров сечения MT и PMT у плавников морской свиньи, белобочки и афалины уменьшаются от основания плавника к его вершине. В то же время, изменение радиуса передней кромки имеет более сложную закономерность. Характерной особенностью в строении плавников морской свиньи, белобочки и афалины является общий характер изменения параметров сечений плавника от основания плавника к его вершине (рис. 3).

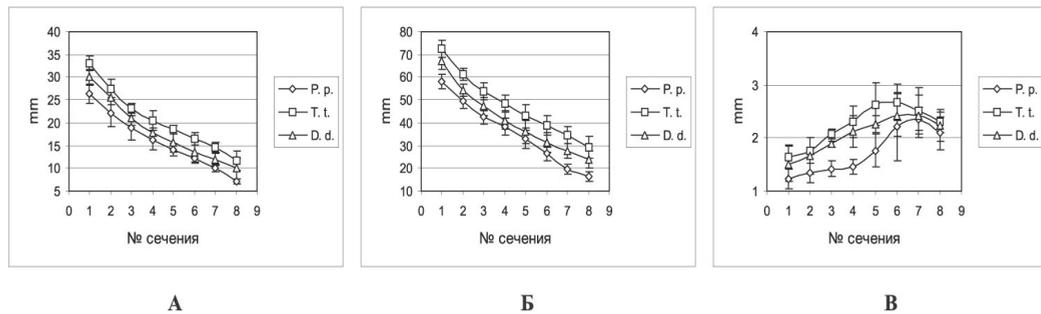


Рис. 3. Распределение основных параметров сечений CL, MT и PMT на спинных плавниках дельфинов, средние  $\pm$  стандартное отклонение. А - максимальная толщина сечения, Б - расстояние от передней кромки до максимальной толщины сечения, В - радиус передней кромки. Линии с символами ромба, квадрата и треугольника относятся к параметрам сечений плавников морской свиньи (*Phocoena phocoena*), афалины (*Tursiops truncatus*) белобочки (*Delphinus delphis*) соответственно.

Основным показателем гидро/аэродинамического качества крыла является отношение подъёмной силы к сопротивлению. Сопротивление крыла складывается из сопротивления профиля крыла, связанного с геометрией поперечного сечения крыла и индуцированного сопротивления, связанного с подъёмной силой. Сопротивление профиля возникает вследствие разницы давления на передней и задней кромке крыла и не зависит от подъёмной силы крыла [12]. Спинной плавник дельфинов имеет симметричный профиль поперечного сечения, и подъёмная сила возникает только при постановке плавника под углом к обтекающему потоку. Такие условия возникают при выполнении дельфином маневра.

Форма спинного плавника китов и дельфинов в плане демонстрирует комбинацию относительного удлинения и стреловидности передней кромки, которая способствует увеличению подъёмной силы и снижению сопротивления [9, 16]. Максимальное отношение подъёмной силы к сопротивлению пропорционально корню квадратному из относительного удлинения крыла [12]. Короткий треугольный плавник морской свиньи характеризуется относительно низким значением относительного удлинения. Такая форма плавника предопределяет более низкое отношение подъёмной силы к сопротивлению по сравнению с удлинённой серповидной формой плавника афалины [9]. Большая подъёмная сила,

производимая плавниками с высоким показателем относительного удлинения, делает их более эффективными при выполнении дельфином манёвра. Короткий треугольный спинной плавник морской свиньи обладает меньшей подъёмной силой и может ограничивать возможности манёвра.

Удлиненная форма спинного плавника с низким индексом отклонения наиболее эффективна в снижении индуцированного сопротивления [17]. В этом отношении, плавники афалины и белобочки имеют более совершенный гидродинамический дизайн по сравнению со спинным плавником морской свиньи.

Обтекаемая форма поперечных сечений спинного плавника исследованных видов дельфинов характеризуется тупым, закругленным передним концом, максимальной толщиной сечения, расположенной на отрезке от одной трети до половины сечения, и суживающейся к задней кромке последней трети сечения. Обтекаемый профиль минимизирует сопротивление, уменьшая градиент давления вдоль профиля и обеспечивая безотрывное обтекание [18]. Такой дизайн сечений плавника, с некоторыми вариациями, характерен для плавников китов и дельфинов и близок к авиационным профилям с высокими аэродинамическими характеристиками [16, 19 – 22].

### **ВЫВОДЫ**

1. Форма плавников дельфинов в плане имеет существенные отличия у исследованных видов, что отражает видовую специфику и особенности биологии дельфинов.

2. У всех исследованных видов сечения плавника имеют симметричный профиль, близкий к известным аэродинамическим профилям крыла.

3. Спинные плавники морской свиньи, белобочки и афалины имеют общий характер изменения гидродинамических параметров сечений плавника от основания к вершине плавника.

4. Изменчивость формы плавников, обусловленная видовыми, половыми и возрастными особенностями не превышает морфологических ограничений, обеспечивающих эффективные гидродинамические свойства плавников.

### **Список литературы**

1. Weihs D., Webb P.W. Optimization of Locomotion. Fish Biomechanics. – New York: Praeger. – 1983. – 371 p.
2. Суркина Р.М. Строение соединительнотканного остова кожи дельфина. Механизмы передвижения животных. – Киев: Наукова думка, 1968. – С. 78-86.
3. Соколов В.Е. Структура кожного покрова некоторых китообразных // Бюлл. Моск. о-ва испытателей природы. Отд. биологии. – 1955. – № 6 (60). – С. 45-60.
4. Соколов В.Е., Бурлаков В.Д., Грушанская Ж.Я. Теоретический чертеж черноморского дельфина-афалины // Бюлл. Моск. о-ва испытателей природы. Отд. биологии. – 1972. – № 6 (77). – С. 43-53.
5. Бабенко В.В., Козлов Л.Ф., Першин С.В., Соколов В.Е., Томилин А.Г. Самонастройка демпфирующих свойств кожи китообразных при активном плавании // Бионика. – 1982. – №16. – С. 3-10.
6. Першин С.В. Гидродинамический анализ профилей плавников дельфинов и китов // Бионика. – 1975. – №9. – С. 26-36.
7. Pavlov V.V. Wing design and morphology of the harbor porpoise dorsal fin // J. Morphology. – 2003. – № 258. – P. 284-295.

8. Fish F.E. Imaginative Solutions by Marine Organisms for Drag Reduction // Proc. International Symposium on Seawater Drag Reduction. Newport, RI. 1998: – P. 443-450.
9. Fish F.E, Rohr J.J. Review of Dolphin Hydrodynamics and Swimming Performance. SPAWARS System Center Technical Report 1801, San Diego, CA. 1999. – P 193.
10. Kramer M.O. The Dolphins' Secret // New Sci. – 1960. – № 7. – P. 1118-1120.
11. Videler J.J. Body surface adaptations to boundary layer dynamics / Ellington C.P. and Pedley T.J., ed. Biological fluid dynamics. – Cambridge: Society of Experimental Biology, 1995. – P. 1-20.
12. Webb P.W. Hydrodynamics and energetics of fish propulsion // Bull. Fish. Res. Bd. Can. – 1975. – № 190. – P. 1-158.
13. Vogel S. Life in Moving Fluids. – Princeton: Princeton University Press, 1994. – 257 p.
14. Parry D.A. The Swimming of Whales and a Discussion of Gray's Paradox // J. Exp. Biol. – 1949. – № 26. – P. 24-34.
15. Fish F.E. Biological Designs for Enhanced Maneuverability: Analysis of Marine Mammal Performance // Proc. Tenth International Symposium on Unmanned Untethered Submersible Technology: Special Session on Bio-Engineering Research Related to Autonomous Underwater Vehicles. Lee, 1997: – P. 109-117.
16. Першин С.В. Основы гидробионики. – Ленинград: Судостроение, 1988. – 264 с.
17. van Dam C.P. Efficiency Characteristics of Crescent-shaped Wings and Caudal Fins // Nature. – 1987. – № 325. – P. 435-437.
18. Abbot I.H., von Doenhoff A.E. Theory of Wing Sections. – NewYork: Dover Publications, 1959. – 465 p.
19. Lang T.G. Hydrodynamic Analysis of Dolphin Fin Profiles // Nature. – 1966. №. 209. – P. 1110-1111.
20. Шпет Н.Г. Особенности формы туловища и хвостового плавника китов // Бионика. – 1975. – №9. – С. 36-41.
21. Грушанская Ж.Я., Короткин А.И., Тюшкевич В.А. Исследование обтекания и гидродинамических характеристик твердых моделей плавников дельфина // Тр. Ленингр. о-ва естествоиспытателей. – 1976. – № 3 (5). – С. 42-52.
22. Fish F.E., Battle J.M. Hydrodynamic Design of the Humpback Whale Flipper // J. Morph. – 1995. – № 225. – P. 51-60.

*Поступила в редакцию 22.12.2006 г.*

УДК: 57.081:59.082:615.83:577.15

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭМИ КВЧ КАК КОРРЕГИРУЮЩЕГО ФАКТОРА НАРУШЕНИЙ В ПРОТЕАЗО-АНТИПРОТЕАЗНОЙ СИСТЕМЕ ПРИ ДЕЙСТВИИ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ**

*Палёная Ю.В., Харченко В.З., Темурьянц Н.А., Чуян Е.Н.*

В настоящее время отмечается повсеместный рост онкологических заболеваний, в связи с чем остро стоит вопрос о разработке новых и совершенствовании традиционных способов их лечения. Традиционные противоопухолевые методы лечения - химио- и лучевая терапия вызывают развитие тяжелых побочных эффектов [1 - 3]. В связи этим необходима разработка способов и средств снятия этих осложнений. Для эффективной разработки таких способов необходимо дальнейшее углубленное изучение. Известно, что в развитии различных патологических состояний важную роль их генеза играют сывороточные и тканевые протеазы и их ингибиторы. Их баланс при действии ионизирующих излучений не изучен. Вместе с тем в настоящее время в онкологии предложено применение низкоинтенсивного электромагнитного излучения (ЭМИ) крайне высокой частоты (КВЧ), обладающего выраженной терапевтической активностью [4 - 8]. Комбинированное действие ЭМИ КВЧ и ионизирующего излучения на протеазо-ингибиторную систему крови не изучено.

В связи с изложенным целью настоящего исследования явилось изучение влияния низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ на протеазо-антипротеазную систему крови у крыс подвергнутых действию ионизирующего излучения.

### **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

Исследования выполнены на 36 взрослых белых крысах-самцах линии Вистар массой 180-220 грамм, полученных из питомника научно-исследовательского института биологии Харьковского национального университета им. В.Н. Каразина. Для экспериментов отбирали животных со средним уровнем двигательной активности и низкой эмоциональностью, определяемых в тесте «открытого поля», которые преобладают в популяции [7, 9]. В связи с чем, можно утверждать, что именно у этих животных развивается наиболее типичная реакция на любое воздействие.

Экспериментальные животные были разделены на четыре равноценные группы. Первая группа здоровых животных, находившихся в соответствующих условиях вивария, служила контрольной. Вторая группа животных подвергалась тотальному облучению в дозе 6 Гр. Третья группа - действию ЭМИ КВЧ. В четвертой группе

крысы подвергались комбинированному действию ионизирующего излучения и ЭМИ КВЧ.

Воздействие низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ проводили 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 (регистрационное свидетельство № 783/99 от 14.07.99, выданное КНМТ МОЗ Украины о праве на применение в медицинской практике в Украине). Воздействие осуществлялось по 30 минут на затылочно-воротниковую область в течение 9 дней эксперимента [9, 10].

Однократное тотальное воздействие гамма-излучением проводили с использованием установки «АГАТ-Р-1» мощностью излучения 11,55 мЗв/сек в дозе 6 Гр в течение 580 секунд. Девятидневное воздействие ЭМИ КВЧ на животных четвертой группы предшествовало гамма-излучению.

Материалом исследования служила сыворотка крови. Забор крови при декапитации под легким эфирным наркозом проводили у животных, подвергнутых действию ЭМИ КВЧ на 9 сутки воздействия, а у животных 2 и 3 групп на 3 день после действия гамма-излучения, так как в этот день по результатам предыдущих исследований были зарегистрированы наиболее выраженные изменения изучаемых показателей в сыворотке крови [5, 11].

Так как основными ферментами, характеризующими протеолитический потенциал сыворотки крови, являются трипсин и эластаза, а альфа-1-ингибитор протеиназ обеспечивает 90% антитриптической активности сыворотки крови, кроме того, является ингибитором химотрипсина, тромбина и эластазы [12] проводили их определение с использованием специфических субстратов - этилового эфира N-бензоил-L-аргинина (БАЭЭ) и N-т-бок-аланил-п-нитрофинилового эфира (БАНФЭ) фирмы «Reanal» [12, 13]. Кроме того, определение концентрации среднемолекулярных олигопептидов (СМО), являющихся маркером эндогенной интоксикации, проводили по методике Н.И. Габриэлян и соавторов [14].

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. Обработка результатов осуществлялась с использованием стандартных статистических программ.

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 (Киев, 2001).

## **РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ**

При действии ионизирующего излучения обнаружен дисбаланс протеазо-ингибиторной системы сыворотки крови, связанный с ростом протеолитической активности и падением уровня ингибиторов данных ферментов. При этом

обнаружено увеличение ТПА и ЭПА на 75,9% ( $p < 0,001$ ) и 26,5% ( $p < 0,05$ ), которое сопровождалось снижением уровня ингибитора на 16,3% ( $p < 0,001$ ) (рис.).

Следствием дисбаланса в протеазо-антипротеазной системе является повышение уровня среднемолекулярных олигопептидов - маркеров эндогенной интоксикации, концентрация которых на 3 сутки после действия ионизирующего излучения на 159,2% ( $p < 0,01$ ) превышала значение изученных показателей в контрольной группе животных (рис.) [13]. Чрезмерное увеличение активности протеолитических ферментов являлось причиной деструктивных изменений, связанных с неконтролируемым разрушением белковых молекул. Данные изменения могли повлечь за собой усиление повреждающего воздействия излучения на организм.

Изолированное воздействие ЭМИ КВЧ приводило к незначительным изменениям в активности протеолитических ферментов в сыворотке крови. Так, трипсиноподобная активность снижалась на 28,4%, уровень эластазоподобной активности возрастал на 9,3% относительно значений в контрольной группе животных ( $p < 0,01$ ). Активность альфа-1-ингибитора протеиназ и уровень среднемолекулярных олигопептидов при данном виде воздействия также имел тенденцию к снижению, но изменения этих показателей были гораздо менее выражены, чем при действии ионизирующего излучения (рис.). Эффект снижения протеолитической активности при действии КВЧ был обнаружен ранее с использованием цитохимических методов [5].

У крыс, которые подвергались превентивному действию ЭМИ КВЧ перед однократным гамма-излучением трипсиноподобная активность значительно снижалась (на 46,65%,  $p < 0,01$ ) относительно показателей, зарегистрированных при изолированном действии ионизирующего излучения и приближалась к значению этого показателя в контрольной группе крыс. Аналогичные изменения зарегистрированы и при изучении эластазоподобной активности сыворотки крови. При этом уровень ингибитора протеолитических ферментов увеличивался на 17,07% ( $p < 0,01$ ) по сравнению с контрольными значениями. Полученные данные подтверждают литературные, в которых описан факт снижения протеолитической активности ЭМИ КВЧ диапазона при действии стрессовых факторов [7].

Концентрация среднемолекулярных олигопептидов в сыворотке крови животных данной группы была достоверно выше контрольных значений на 31,25% ( $p < 0,01$ ), а при самостоятельном действии гамма-излучения данный показатель на 159,24% ( $p < 0,01$ ) превышал величины, зарегистрированные у здоровых животных (рис.).

Протеолитическая активность сыворотки крови при комбинированном действии двух видов излучений была значительно ниже по сравнению с изолированным действием ионизирующего излучения, но не приближалась к контрольным значениям. Отмеченная тенденция к снижению активности протеолитических ферментов и увеличению уровня их ингибиторов свидетельствует о том, что превентивное действие ЭМИ КВЧ способствует активации компенсаторных механизмов здоровых тканей, т.е. «готовит» их к действию более мощного повреждающего фактора. Литературные данные

свидетельствуют, что миллиметровые волны могут выступать в роли протектора. По-видимому, это происходит вследствие повышения пролиферативной активности стволовых клеток, что в свою очередь приводит к повышению митотической активности клеток костного мозга [6].

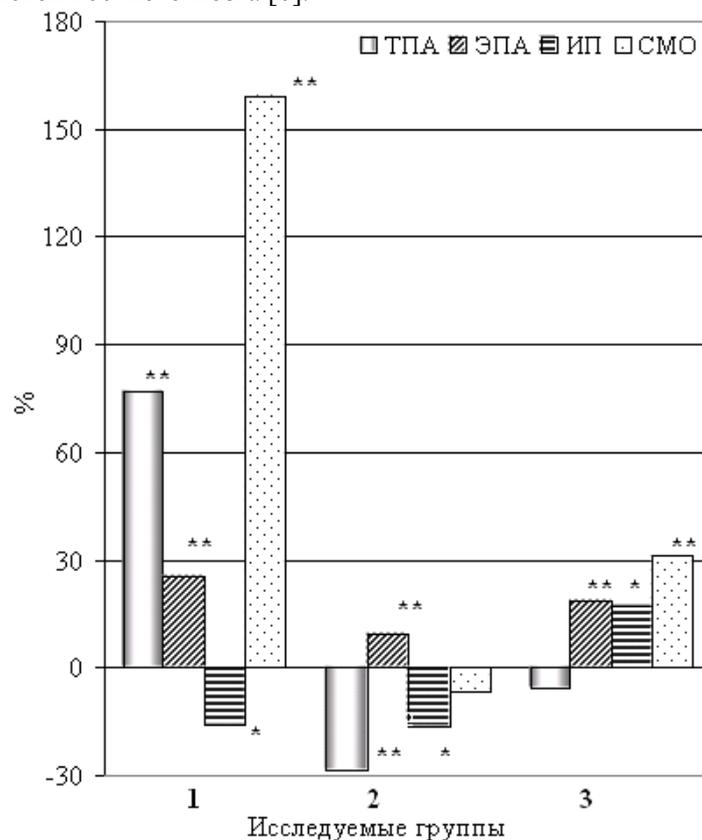


Рис. Изменение активности протеолитических ферментов и их ингибиторов, уровня среднемолекулярных олигопептидов при действии ЭМИ КВЧ и ионизирующего излучения.

Примечание: 1 - гамма-излучение; 2 - ЭМИ КВЧ; 3 - ЭМИ КВЧ + гамма-излучение; \* - достоверность различий между показателями при  $p < 0,05$ ; \*\* - достоверность различий между показателями при  $p < 0,01$ ;

Данные, об уменьшении уровня протеолитических ферментов в сыворотке крови у животных, подверженных комбинированному воздействию двух видов излучений, полученные нами в результате эксперимента, подтверждаются снижением уровня интоксикации и дополняют имеющиеся в литературе сведения о протекторной роли электромагнитных излучений миллиметрового диапазона путем определения некоторых молекулярных механизмов, имеющих изменения [3, 8, 15, 16].

## ВЫВОДЫ

1. Однократное тотальное действие ионизирующее излучение в дозе 6 Гр приводило к возникновению протеазо-ингибиторного дисбаланса, сыворотке крови животных, связанного с повышением активности протеолитических ферментов и падением уровня их ингибиторов на фоне выраженного эндотоксикоза.

2. Изолированное действие электромагнитного излучения крайне высокой частоты на здоровых животных приводило к снижению трипсиноподобной активности, уровня альфа-1-ингибитора протеиназ и среднемoleкулярных олигопептидов на 28,44%, 16,17% и 6,79%, соответственно, и тенденции к повышению эластазоподобной активности на 9,27% по сравнению с контрольными значениями.

3. Превентивное действие электромагнитного излучения крайне высокой частоты снижало повреждающее действие ионизирующего излучения в дозе 6 Гр, что подтверждается менее выраженными изменениями в протеазо-ингибиторной системе и значительным снижением уровня эндотоксикоза в сыворотке крови животных.

## Список литературы

35. Голдобенко Г. В., Дурнов Л.А., Абдрахманов Ж. Детская радиационная онкология. - Алма-Ата: Казахстан, 1991. - 198 с.
36. Голдобенко Г.В., Костылев В.А. Краткое практическое руководство по детской радиационной онкологии. - М.: Медицина, 1995. - 186 с.
37. Теплоне М.В., Авакян Р.С. Крайне высокочастотная (КВЧ)-терапия в онкологии // Миллиметровые волны в биологии и медицине. - 2003. - № 1 (29). - С. 3-19.
38. Жукова Г.В. О влиянии низкочастотной модуляции на антистрессорные эффекты миллиметровых волн // Миллиметровые волны в биологии и медицине. - 2002. - №3 (27). - С.55-63.
39. Темуриянц Н.А., Туманянц Е.Н., Московчук О.Б. и др. Превентивное антистрессорное действие ЭМИ КВЧ // Миллиметровые волны в биологии и медицине. - 2002. - №2 (26) - С. 44-51.
40. Лебедева Н.Н., Котровская Т.И. Экспериментально-клинические исследования в области биологических эффектов миллиметровых волн // Миллиметровые волны в биологии и медицине. - 2003. - №1. - С.20-43.
41. Чуян Е.Н. Влияние миллиметровых волн нетепловой интенсивности на развитие гипокинетического стресса у крыс с различными индивидуальными особенностями: Автореф. дисс. ... канд-та биол. наук: 03.00.13 / СГУ. - Симферополь, 1992. - 20 с.
42. Девятков Н.Д., Бецкий О.В. Особенности взаимодействия миллиметрового излучения низкой интенсивности с биологическими объектами. - В сб.: Применение миллиметрового излучения низкой интенсивности в биологии и медицине. Под ред. академика Н.Д.Девяткова. - М.: ИРЭ АН СССР, 1985. - С. 6-20.
43. Сантана Вега Л. Роль индивидуальных особенностей двигательной активности в развитии гипокинетического стресса у крыс: Автореф. дис...канд. биол. наук: 03.00.13 / СГУ. - Симферополь, 1991. - 21 с.
44. Чуян Е.Н., Джелдубаева Э.Р. Зависимость анальгетического действия низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ от наличия поляризации и экспозиции воздействия. // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». - 2006. - Т. 19 (58). - № 2. - С. 3-16.
45. Палёная Ю.В. Состояние протеолиза и эндотоксикоза в радиочувствительных и радиорезистентных органах крыс при действии ионизирующего излучения // Экосистемы Крыма, их оптимизация и охрана. - 2006. - Вып. 16. - С.18-23.

46. Кринская А.В., Пасхина Т.С. Количественное определение калликреина и калликреиногена в сыворотке (плазме) крови человека // Современные методы биохимии. - М.: Медицина, 1977. - С.163-170.
47. Оглоблина О.Г., Платонова Л.В., Мясникова Л.В. Активность протеиназ гранулоцитов и уровень кислотостабильных ингибиторов протеназ в бронхоальвеолярном секрете детей с бронхопатиями различной этиологии // Вопросы медицинской химии. - 1980. - №3. - С.387-392.
48. Габриэлян Н.И., Липатова В.И. Опыт использования показателя средних молекул в крови для диагностики нефрологических заболеваний у детей // Лабораторное дело. - 1984. - № 3. - С.138-140.
49. Севастьянова Л.А., Голант М.Б., Зубенкова Э.С. Действие радиоволн миллиметрового диапазона на нормальные ткани и злокачественные новообразования. - В сб.: Применение миллиметрового излучения низкой интенсивности в биологии и медицине. Под ред. академика Н.Д.Девяткова. - М.: ИРЭ АН СССР, 1985. - С. 37-49.
50. Севастьянова Л.А., Потапов С.Л., Адаменко В.Г. Комбинированное воздействие рентгеновского и сверхвысокочастотного излучения на костный мозг // Научные доклады высшей школы, сер. Биологические науки. - 1969. - № 66 (6). - С. 46-48.

*Поступила в редакцию 12.10.2006 г.*

УДК 796.012.265:611.1

## **ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАРДИОРЕСПИРАТОРНОЙ СИСТЕМЫ ПРИ ПРЕРЫВИСТОЙ ГИПОКСИИ У СПОРТСМЕНОК СИНХРОННОГО ПЛАВАНИЯ**

*Ровная О.А.*

Результативность соревновательной деятельности зависит не только от уровня функциональной подготовленности спортсмена, но и от способности мобилизовать свои резервы [1]. Мобилизационная готовность обеспечивает достижение высоких результатов. Вместе с тем, по данным литературы нормативные показатели уровня мобилизации готовности очень вариабельны. Существует ряд психологических тестов, которые определяют мобилизационную готовность спортсмена. Однако в физиологии спорта критерии мобилизационной готовности к соревновательной деятельности разработаны еще недостаточно. Синхронное плавание – водный вид спорта, характеризующийся избытком нетрадиционных рабочих поз (вниз головой, различных вращений, ныряний) и воздействием гипоксических влияний. Поэтому определение мобилизационной готовности организма спортсмена к гипоксическим состояниям соревновательной деятельности в синхронном плавании является определяющим. Известно, что проведение тренировочной работы в условиях гипоксии среднегорья повышает анаэробную производительность спортсменов [1]. Вместе с тем, доказано, что применение дозированных циклов дыхания гипоксической газовой смесью в нормобарических условиях также дает положительный результат [2 – 4]. Однако данных по изучению использования гипоксического фактора, как критерия мобилизационной готовности спортсменок синхронного плавания к условиям соревновательной деятельности в литературе нами не обнаружено, что и определило цель настоящего исследования.

### **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

Для решения поставленных задач нами были проведены исследования с участием 13 девушек в возрасте 16-20 лет, занимающихся синхронным плаванием, со спортивной квалификацией мастера спорта и мастера спорта международного класса. Сеанс прерывистой нормобарической гипоксии (ПНГ) состоял из трех повторных циклов, общей продолжительностью 30 минут. Цикл включал поочередное дыхание газовой смесью, содержащей 10,7 % кислорода, 0,03 % углекислого газа, 89,0 % азота (гипоксический интервал) и дыхание атмосферным воздухом (нормоксический интервал). Каждая фаза цикла продолжалась 5 минут [3].

Определение показателей функционального состояния кардиореспираторной системы осуществлялось в состоянии покоя до сеанса, на последней минуте каждой фазы цикла, на 5-ой, 10-ой и 15-ой минуте восстановительного периода. Изучение функций системы внешнего дыхания проводилось спиропневмотахометрическим методом с помощью прибора «Мета-2-40» и пневмотахометра. Фиксировались следующие показатели: частота дыхательных движений ( $f$ , цкл\*мин<sup>-1</sup>), дыхательный объем ( $V_T$ , л), объем лёгочной вентиляции ( $V_E$ , л\*мин<sup>-1</sup>). Содержание кислорода и углекислого газа в выдыхаемом воздухе ( $F_E O_2$ , %,  $F_E CO_2$ , %) определялось с помощью газоанализатора «Бекман». Рассчитывались скорость потребления кислорода ( $VO_2$ , л\*мин<sup>-1</sup>), коэффициент использования кислорода (КИО<sub>2</sub>, отн.ед.). Лёгочные объемы приводились к условиям ВTPS, показатели газообмена к условиям STPD.

В капиллярной крови определялся уровень парциального давления кислорода ( $pO_2$ , мм рт. ст.) и углекислого газа ( $pCO_2$ , мм рт. ст.) при помощи биомикроанализатора ОР-210/2 марки «Radelkis».

Контроль функционального состояния сердечно-сосудистой системы проводился по методике вариационной пульсометрии (Р.М. Баевский, 1979). Регистрация сердечной деятельности осуществлялась на электрокардиографе ЭК-6Т: определялась частота сердечных сокращений (РН, уд\*мин<sup>-1</sup>). Статистическая обработка материала проводилась с помощью стандартных программ Statistica. В качестве критерия оценки достоверности наблюдаемых изменений использовался t-критерий Стьюдента.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ изменений показателей внешнего дыхания, газообмена и гемодинамики в ответ на три повторных цикла гипоксических и нормоксических воздействий выявил разнонаправленные приспособительные реакции кардиореспираторной системы в разных фазах цикла (табл. 1).

Установлено, что во время гипоксических интервалов парциальное напряжение кислорода в артериальной крови снижалось до 80 % ( $p < 0,001$ ). При этом в периоды нормоксической инспирации наблюдалось практически полное восстановление показателя до исходных значений. Вероятно, что понижение уровня парциального давления кислорода в артериальной крови в периоды нормобарической гипоксии вызывало компенсаторное повышение частоты сердечных сокращений от 7 % до 12 % ( $p < 0,001$ ), причем максимальное повышение показателя наблюдалось в первом цикле, уменьшаясь в последующих, и сопровождалось полным восстановлением его до исходного уровня в периоды нормоксических интервалов. Отмеченные приспособительные реакции спортсменов характеризуют высокую степень адаптации организма к гипоксическим состояниям.

Выявлено постепенное повышение объема лёгочной вентиляции от первого гипоксического воздействия на 18 %, ко второму на 25 % ( $p < 0,01$ ), к третьему на 48 %, ( $p < 0,001$ ) и снижение этого показателя в период нормоксических фаз цикла ниже исходного уровня на 10-23 % ( $p < 0,05-0,01$ ). Необходимо отметить, что наблюдаемая нами динамика вентиляторного ответа организма в течение сеанса ПНГ достаточно специфична. Как известно, у спортсменов других специализаций, а также

Таблица 1.

Изменение показателей кардиореспираторной системы у спортсменок синхронного плавания в течение одного сеанса нормобарической гипоксии ( $\bar{x} \pm S \bar{x}$ )

Показатели	До сеанса	1 цикл		2 цикл		3 цикл		Восстановительный период		
		гипоксия	нормоксия	гипоксия	нормоксия	гипоксия	нормоксия	5 мин	10 мин	15 мин
$pO_2$ мм рт.ст.	97,0 ±0,1	80,3 ±0,4 ***	96,5 ±0,4	79,1 ±0,9 ***	96,0 ±0,2	78,2 ±1,0 ***	95,4 ±0,3 ***	96,4 ±0,2	97,0 ±0,2	97,0 ±0,2
$f$ , цкл* мин <sup>-1</sup>	16,3 ±0,7	14,4 ±0,2 *	15,3 ±0,3	12,1 ±0,2 ***	14,9 ±0,3	15,1 ±0,2	14,6 ±0,7	14,8 ±0,9	15,0 ±1,1	15,1 ±0,7
$V_T$ , л	0,75 ±0,02	0,93 ±0,08 *	0,76 ±0,09	1,05 ±0,07 **	0,77 ±0,05	0,99 ±0,03 ***	0,76 ±0,05	0,75 ±0,01	0,75± 0,03	0,73 ±0,03
$V_E$ , л* мин <sup>-1</sup>	12,00 ±0,75	14,16 ±1,15	10,80 ±1,10	15,00 ±0,23 **	9,22 ±0,37 *	17,72 ±0,95 ***	9,84 ±0,37 *	10,50 ±0,75	11,52 ±0,25	11,71 ±0,22
$KIO_2$ отн. ед.	38,0 ±1,2	28,40 ±1,0 ***	46,2 ±1,7 **	32,8 ±1,2 *	48,1 ±1,5 ***	31,9 ±1,7 *	48,4 ±1,9 ***	42,3 ±1,3 *	40,5 ±1,2	39,1 ±1,2
$RH$ , уд* мин <sup>-1</sup>	62,1 ±0,8	69,3 ±0,2 ***	63,2 ±0,2	67,9 ±0,3 ***	62,4 ±0,4	66,8 ±0,4 ***	63,3 ±0,2	61,5 ±0,2	61,3 ±0,3	61,5 ±0,1

Примечание: \* уровень достоверности различий 0,05, \*\* уровень достоверности различий 0,01, \*\*\* уровень достоверности различий 0,001 относительно данных, зарегистрированных в состоянии покоя.

у нетренированных лиц, уровень легочной вентиляции значительно повышен по сравнению с показателями покоя, не только во время гипоксических, но и во время нормоксических интервалов [4 – 6]. Очевидно, выраженность приспособительных реакций организма обследуемых детерминирована сформировавшимися эффективными механизмами адаптации аппарата внешнего дыхания к острым гипоксическим воздействиям, специфичным для тренировочной и соревновательной деятельности в синхронном плавании.

В исследовании было зафиксировано, что увеличение легочной вентиляции во время дыхания гипоксической смесью происходило, главным образом, за счет роста дыхательного объема на 24-40 % ( $p < 0,05-0,001$ ). Вместе с тем, в период гипоксического воздействия наблюдалось снижение показателей частоты дыхания от 6 % до 25 % ( $p < 0,05-0,01$ ). Эти изменения указывают на достаточно экономичный уровень функционирования внешнего дыхания обследуемых.

В течение сеанса ПНГ отмечались разнонаправленные реакции показателя коэффициента использования кислорода. Выявлено снижение его значений от 16 % до 26 % ( $p < 0,001$ ) в гипоксическом интервале дыхания и повышение на 21 – 26 %

( $p < 0,001$ ) в период нормоксических пауз, следовательно в период дыхания атмосферным воздухом наблюдалась достаточно быстрая оптимизация кислородного режима организма, уменьшались энергетические траты на обеспечение респираторной функции.

Таким образом, специфика синхронного плавания способствует формированию эффективных механизмов адаптации к гипоксическим воздействиям. Очевидно, постоянные колебания параметров газового состава артериальной крови при выполнении спортивных действий изменяют чувствительность периферических хеморецепторов, что в итоге лимитирует выраженность реакций кислородтранспортной системы в ответ на сдвиги газового гомеостаза крови. В этой связи использование сеанса ПНГ в качестве критерия устойчивости организма к острым гипоксическим состояниям представляет особый интерес для оценки мобилизационной готовности спортсменов.

### ВЫВОДЫ

1. Специфика спортивных действий в синхронном плавании способствует формированию эффективных механизмов адаптации кислородтранспортной системы спортсменов к острым гипоксическим воздействиям.

2. Физиологическим критерием мобилизационной готовности спортсменов синхронного плавания может служить выраженность приспособительных реакций кардиореспираторной системы во время сеанса прерывистой нормобарической гипоксии.

### Список литературы

1. Булатова М.М., Платонов В.Н. Физическая подготовка спортсмена. – К.: Олимпийская литература, 1995. – 320 с.
2. Кривошеков С.Г., Диверт Г.М., Диверт В.Э. Расширение функционального диапазона реакций дыхания и газообмена при повторных гипоксических воздействиях // Физиология человека. – 2005. – Т.31, №3. – С. 100-107.
3. Кривошеков С.Г., Диверт Г.М., Диверт В.Э. Индивидуальные особенности внешнего дыхания при прерывистой нормобарической гипоксии // Физиология человека. – 2006. – Т.32, №3. – С. 62-69.
4. Интервальная гипоксическая тренировка. Эффективность, механизмы действия / Отв. ред. А.З. Колчинская. – Киев: ММиС Украины, 1992. – 106 с.
5. Колчинская А.З., Ткачук Е.Н., Закусило М.П. Изменения дыхания, кровообращения и кислородных режимов организма во время сеанса интервальной гипоксической тренировки // Нур. Мед. J. 1993. – Т. 1, N 2. – С. 7-12.
6. Агаджанян Н.А., Степанов О.Г., Архипенко Ю.В. Дыхательные газы и функциональное состояние пищеварительной системы. – Москва-Краснодар, 2002. – 191с.

*Поступила в редакцию 20.12.2006 г.*

УДК 581.524.13:581.526.52

## АЛЛЕЛОПАТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГЛИКОГАЛОФИТА *ARTEMISIA SANTONICA* L.

Симагина Н.О.

В процессе эволюции высшие растения, конкурируя между собой в экосистемах за влагу, свет и питательные вещества, выработали различные средства защиты с помощью химических веществ [1]. Аллелопатические взаимодействия растений в фитоценозах представляют собой химическую конкуренцию между растениями и являются элементами биохимической адаптации [2, 3]. Аллелопатия – широко распространенное в природе явление, закрепленное естественным отбором и играющее важную роль в эволюции видов [2, 4, 5]. Выделение веществ растениями происходит в результате нормальной секреторной деятельности организма, или является следствием воздействия стрессовых факторов [6].

Независимо от типа происхождения аллелопатически активного вещества, суть его фитоценологического действия заключается в том, что происходит более или менее стойкое накопление физиологически активной смеси веществ, выполняющих функцию регулятора видового состава фитоценоза [4, 7]. Этот аллелопатически активный фонд пополняется за счет поступления в среду выделений растений, разлагающегося опада и в то же время расходуется при поглощении аллелопатически активных веществ растениями, разрушении микроорганизмами [8, 9, 10].

Интерес представляет изучение средообразующей функции галофитов, в связи с использованием их как основных объектов фитомелиорации вторично засоленных почв. Гликогалофиты (соленепроницаемые галофиты) - специализированная группа растений, выработавшая в процессе эволюции механизмы устойчивости к специфическим абиотическим факторам экотопа [11]. Гликогалофиты поглощают незначительные количества солей, а высокое осмотическое давление клеточного сока создается и поддерживается за счет растворимых продуктов фотосинтеза. Цитоплазматическая мембрана клеток малопроницаема для солей [12]. В оптимальных условиях произрастания ионный гомеостаз цитозоля паренхимных клеток на ранних этапах онтогенеза растения определяется формированием метаболического пула карбоксилата, при ведущей роли к-карбоксилатной системы [13]. Гликогалофиты обладают мощным ионтранспорными барьерами на уровне коры корня [14, 15]. Типичным представителем этой группы растений является *Artemisia santonica* L.

В предыдущих наших исследованиях было установлено ингибирование жизненности однолетников, произрастающих в фитогенном поле *Artemisia*

*santonica* L. [16]. Цель данного исследования состояла в изучение аллелопатических свойств *Artemisia santonica* L. Задачи исследования включали оценку аллелопатической активности водных экстрактов листьев, стеблей, цветоносов, корней, опада *Artemisia santonica* L.; установление степени ингибирования тест-объектов аллелопатически активными веществами; выявление структур, обеспечивающих аллелопатическую активность *Artemisia santonica* L.

#### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объект исследования - *Artemisia santonica* L. (семейство – *Asteraceae* Dumort., подсемейство – *Asteroideae*, триба – *Artemideae* Cass.) – многолетнее растение, полукустарник высотой (15) 30-75 (90) см. Материалы для исследования отбирался в прибрежной зоне соленого озера Сасык (Северо-Западный Крым) в вегетационные периоды 2002-2005 гг.

Для выявления аллелопатического потенциала *Artemisia santonica* L. проводили серию биотестов с использованием экстрактов различных концентраций из надземных и подземных органов растений. Принимая во внимание, что при биохимическом взаимодействии растений в фитоценозе наибольшую роль играют водорастворимые физиологически активные вещества, для экспериментов на первоначальном этапе использовали водные экстракты из листьев, стеблей, цветоносов, корней, опада *Artemisia santonica* L. (концентрации 1:10, 1:50, 1:100), которые готовили по методике А.М.Гродзинского [4]. В качестве тест-объектов были выбраны однолетники *Salicornia europaea* L., *Suaeda prostrata* Pall., *Petrosimonia oppositifolia* (Pall.) Litv., *Camphorosma monspeliaca* L., относящиеся к группе эгалофитов. Наш выбор был обусловлен тем, что, во-первых, перечисленные виды характерны для исследуемых фитоценозов, во-вторых, они имеют высокую всхожесть семян. Эта характеристика является наиболее важной при изучении аллелопатических эффектов, поскольку, чем активнее протекают ростовые процессы, тем чувствительнее растительный организм к внешним воздействиям. Семена тест-объектов проращивались в чашках Петри при температуре 23°C в количестве 100 штук (в пятикратной повторности), при увлажнении водными экстрактами *Artemisia santonica* L. В контрольных условиях семена тест-объектов проращивались при увлажнении дистиллированной водой.

Для исследования летучих выделений 3г измельченного растительного сырья *Artemisia santonica* L., находящегося в чаше диаметром 3 см, помещали в чашку Петри диаметром 10 см, в которой на фильтровальной бумаге располагалось 20 семян тест-объектов. Контакт через водную среду между семенным и растительным материалом отсутствовал. Подсчет проросших семян тест-объектов проводили каждые 24 часа, длину проростков измеряли каждые 2 дня.

Оценку действия летучих выделений на ювенильные, имматурные, виргинильные особи *Salicornia europaea* L., *Suaeda prostrata* Pall., *Petrosimonia oppositifolia* (Pall.) Litv. проводили в лабораторных условиях. Растения тест-объектов по достижению определенной стадии онтогенеза выкапывали из почвы. Затем эти растения помещали в горшки с грунтом, характерным для естественных мест обитания. В лабораторных условиях пересаженные особи *Salicornia*

*europaea* L., *Suaeda prostrata* Pall., *Petrosimonia oppositifolia* (Pall.) Litv. в количестве 10 шт. помещались под стеклянный цилиндр, где находилось 1 растение *Artemisia santonica* L. В контрольных условиях растения тест-объекты не испытывали воздействия летучих выделений *Artemisia santonica* L. Длительность эксперимента составляла 3 месяца. Каждые 2 недели у растений в опыте и контроле отмечали фенологическое состояние и измеряли основные мофрометрические параметры. Для определения качественного и количественного состава эфирного масла использовали метод газовой-жидкостной хроматографии. Количественный состав эфирного масла определяли по методу Гинзберга [17]. Анатомические исследования проводили по общепринятым методам [18]. Анализ результатов проводили методами математической статистики [19].

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

При действии водных экстрактов листьев, стеблей, цветочных, корней, опада *Artemisia santonica* L. процесс прорастания семян всех тест-объектов характеризовался низкой интенсивностью. Как показано на рисунке 1 наибольшая аллелопатическая активность среди вегетативных органов характерна листьям. Всхожесть семян *Salicornia europaea* L. при увлажнении водным экстрактом (в концентрации 1:10) составила 7%. При уменьшении концентрации в 10 раз энергия прорастания семян увеличивалась на 20%, но не достигала показателей в контроле (85-90%). Семена *Suaeda prostrata* Pall. в латентный период онтогенеза также проявляли низкую толерантность к действию водорастворимых экстрактов из листьев *Artemisia santonica* L. Процесс прорастания семян ингибировался на 80-90%. Наиболее высокие показатели всхожести из всех тест-объектов были характерны для *Petrosimonia oppositifolia* (Pall.) Litv. (45-50%).

Водные экстракты из стеблей *Artemisia santonica* L. также обладали высокой аллелопатической активностью. Энергия прорастания семян *Salicornia europaea* L. и *Suaeda prostrata* Pall. снижалась на 65-88%, а *Camphorosma monspeliaca* L., *Petrosimonia oppositifolia* (Pall.) Litv. на 45-65%. Всхожесть семян *Salicornia europaea* L. составила 10-34%, а *Suaeda prostrata* Pall. – 12-37%. В данной серии опытов при уменьшении концентрации водных экстрактов стеблей *Artemisia santonica* L. всхожесть семян *Camphorosma monspeliaca* L., *Petrosimonia oppositifolia* (Pall.) Litv. составила 65-70% по сравнению с контролем.

Известно, что при аллелопатическом взаимодействии важнейшую роль играют вещества, входящие в состав корневых выделений [5, 20]. Водорастворимые экстракты из корней *Artemisia santonica* L. оказывали ингибирующее действие на все тест-объекты. Всхожесть семян *Salicornia europaea* L. составила 29%, *Petrosimonia oppositifolia* (Pall.) Litv.- 48%, *Camphorosma monspeliaca* L.- 51%. В латентный период онтогенеза *Suaeda prostrata* Pall. характеризуется низкой аллелопатической толерантностью к воздействию экстрактов из корней *Artemisia santonica* L., что отражается в показателях всхожести семян (10%).

Водные экстракты, полученные из опада *Artemisia santonica* L., также обладают аллелопатическими свойствами. В ходе исследований было отмечено ингибирование энергии прорастания семян тест-объектов на 40-50%.

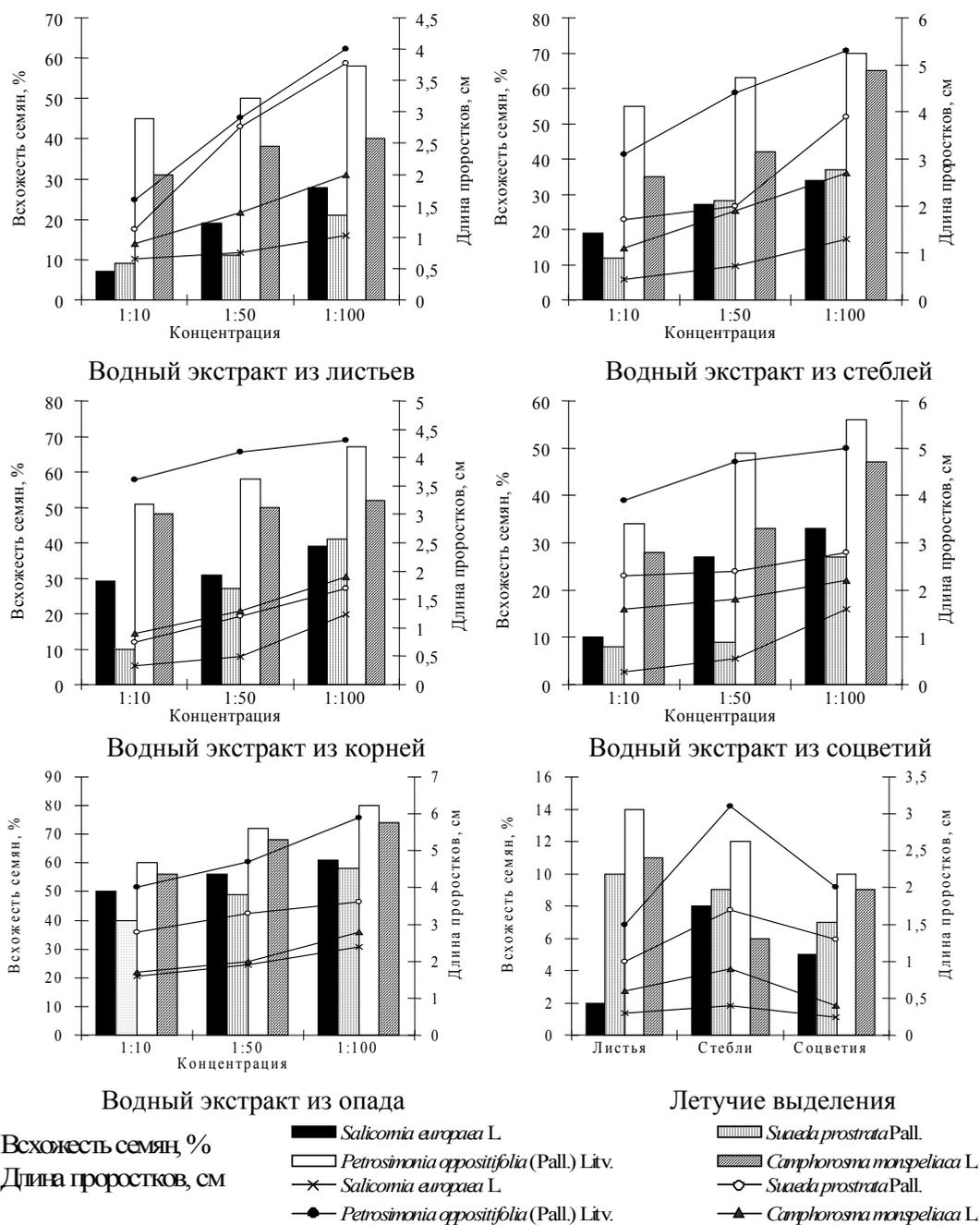


Рис. 1. Влияние аллелопатически активных выделений *Artemisia santonica* L. на прорастание семян и рост проростков тест-объектов.

Опад, состоящий из отмерших побегов *Artemisia santonica* L., в течение длительного периода времени может ингибировать прорастание семян других видов. Таким образом, поддерживается биохимическая среда, созданная растением при жизни.

Кроме определения всхожести и энергии прорастания семян тест-объектов были проведены ежедневные измерения длины проростков в опытных и контрольных вариантах. Прослеживается соответствие воздействия водных экстрактов различных концентраций не только на всхожесть семян тест-объектов, но и на дальнейшее развитие проростков (рис.1). С увеличением концентрации водорастворимых физиологически активных веществ возрастает их ингибирующее действие на рост проростков тест-объектов.

Наибольшее ингибирующее действие на рост проростков тест-объектов оказывает корневой экстракт *Artemisia santonica* L. (в концентрации 1:10). Прирост проростков составляет у *Salicornia europaea* L. 18,9%, *Suaeda prostrata* Pall. – 14,7% по сравнению с контролем. При уменьшении концентрации данного экстракта в 10 раз прирост проростков однолетников увеличивается в 3,5 раз и составляет 42-66% относительно контроля. Сходные показатели роста проростков *Salicornia europaea* L. и *Suaeda prostrata* Pall. были отмечены при увлажнении экстрактами из листьев (в концентрации 1:10). При уменьшении концентрации до 1:100 прирост проростков *Salicornia europaea* L. составили 57%, а *Suaeda prostrata* Pall. – 74% относительно контроля.

Наименьшее токсическое действие на рост проростков *Salicornia europaea* L. оказывали водные экстракты цветonoсов *Artemisia santonica* L. (концентрация 1:100), при увлажнении которыми их прирост составил 87,9%. Проростки *Suaeda prostrata* Pall., *Petrosimonia oppositifolia* (Pall.) Litv., *Camphorosma monspeliaca* L. более аллелопатически толерантны к действию водного экстракта из цветonoсов *Artemisia santonica* L. (концентрация 1:100), прирост в среднем составил 55% относительно контроля. Полученные данные позволяют заключить, что наибольшей аллелопатической активностью обладают листовые и корневые водные экстракты *Artemisia santonica* L.

Поступление водорастворимых аллелопатически активных веществ в среду фитоценоза происходит путем вымывания при выпадении атмосферных осадках [21]. Накопление водорастворимых веществ в свободном пространстве клетки создает условия для беспрепятственного их вывода наружу, поскольку целлюлозная оболочка легко проницаема для неорганических ионов и низкомолекулярных органических соединений. Воздействие атмосферных осадков в виде росы, дождя, тумана стимулирует этот процесс. В своей основе вымывание является пассивным процессом, хотя не исключено, что некоторые метаболиты могут попадать на поверхность растения после их активного выделения (секреции) и атмосферные осадки только смывают их [21, 22, 23]. Среди веществ теряемых листьями обнаружены ингибиторы роста полифенольной природы, флавоноиды, альдегиды [10, 21].

Вымывание различного рода соединений осуществляется и через корневые системы растений. Выделительная поверхность корней сильно увеличивается за счет корневых волосков, ультраструктура которых обеспечивает высокий уровень

обмена веществ, а тонкие оболочки плотно соприкасаются с почвой. Через корневую систему могут выделяться почти все соединения, поступающие извне или синтезируемые в растении. В начальные фазы роста корней выделения составляют 7-10% от всей надземной массы растения [21].

Летучие выделения имеют большое физиологическое и фитоценотическое значение [24 – 27]. В ходе исследований было установлено, что при действии летучих выделений *Artemisia santonica* L. всхожесть семян тест-объектов снижалась на 85-95% (рис. 1). Среди летучих выделений надземных органов наибольшее ингибирование оказывали выделения листьев, соцветий *Artemisia santonica* L. Через 48 часов после начала эксперимента всхожесть семян *Salicornia europaea* L. составила 1,79%. Длина проростков *Salicornia europaea* L. была в 3 раза меньше по сравнению с контролем. Летучие выделения стеблей *Artemisia santonica* L. ингибировали прорастание семян *Salicornia europaea* L., *Suaeda prostrata* Pall., *Petrosimonia oppositifolia* (Pall.) Litv. Всхожесть семян на 15 день эксперимента составила 8%, 9%, 12% соответственно. Сравнительный анализ действия различного рода выделений *Artemisia santonica* L. на растения-акцепторы в латентный период онтогенеза показал, что летучие выделения проявляют наибольший токсический эффект и являются наиболее аллелопатически активными. Это характерно и для других аллелопатически активных видов [24, 25].

При оценке воздействия летучих выделений на ювенильные, имматурные, виргинильные особи тест-объектов отмечена высокая смертность, задержка роста, онтогенетического развития *Salicornia europaea* L., *Suaeda prostrata* Pall., *Petrosimonia oppositifolia* (Pall.) Litv. Наиболее чувствительны к действию летучих выделений были ювенильные особи всех тест-объектов. Была отмечена смертность 60% особей, находящихся в ювенильной стадии онтогенеза. Аналогичная тенденция наблюдалась и в полевых экспериментах. Имматурные и виргинильные особи вегетировали в течение всего эксперимента. Однако у них отмечались более низкие показатели относительной скорости роста по сравнению с контролем.

У контрольных растений *Salicornia europaea* L., *Suaeda prostrata* Pall., *Petrosimonia oppositifolia* (Pall.) Litv. ход онтогенеза не нарушался. Ювенильные особи тест-объектов, находящихся в контрольных условиях, к концу эксперимента имели хорошо развитую побеговую и корневую системы. В экспериментальных условиях переход в следующее возрастное состояние не наблюдался. Таким образом, летучие выделения *Artemisia santonica* L., обладая высокой аллелопатической активностью, ингибируют рост и развитие однолетников *Salicornia europaea* L., *Suaeda prostrata* Pall., *Petrosimonia oppositifolia* (Pall.) Litv.

Выделение летучих компонентов аллелопатических веществ *Artemisia santonica* L. связано с наличием специализированных эндогенных и экзогенных терпеноидсодержащих железистых структур. У *Artemisia santonica* L. по классификации Г.А.Денисовой [28] выявлено три типа экзогенных железистых образований: сидячая железка с одноклеточной головкой, железистый трихом с одноклеточной ножкой и одноклеточной головкой, железистый трихом с двухклеточной ножкой и одноклеточной головкой. В субкутикулярной полости терпеноидсодержащих структур накапливается эфирное масло. При повреждении

кутикулы летучие компоненты эфирного масла попадают в окружающую среду. Плотность железистых образований варьирует по органам (лист, стебель, околоцветник) в широких пределах 15 - 46 шт./мм<sup>2</sup>.

Эндогенные железистые структуры представлены схизогенными полостями, присутствующими в стебле и корне *Artemisia santonica* L. Данная терпеноидсодержащая структура представляет собой короткий замкнутый канал, вздутый в зоне паренхимы флоэмных и сердцевинных лучей. Диаметр их варьирует от 30 до 50 мкм. Схизогенные секреторные каналы выявлены также в плодовой оболочке зрелой семянки *Artemisia santonica* L. Они располагаются над проводящими пучками.

Большая часть эфирного масла содержится в стеблях и листьях – 51% и 61% соответственно; в корнях – 1% , в цветках – 28%, в сеянках – 10%. Основными компонентами эфирного масла являются пинен, цинеол (13%), мирцен (10,9%), цимол, спирты – 24%, фенолы (флавоны, флавонолы, флаваны, халконы, стилбены) – 12%. В железистых волосках локализуется довольно много соединений, содержащих один или более фенольных остатков. Качественный состав эфирного масла *Artemisia santonica* L., а также типы и характер локализации железистых структур указывают на сложные механизмы секреции и транспорта терпеновых соединений в окружающую среду. В зоне фитогенного поля *Artemisia santonica* L. проявляется комплексный характер прямого и косвенного воздействия на растение-акцептор летучих и водорастворимых компонентов эфирного масла наряду с другими аллелопатическими веществами.

Летучие аллелопатически активные вещества проникают через устьица в межклетники, затем в клетки, где вызывают коагуляцию белков и разрушение хлоропластов. В других случаях при испарении терпенов, пары их, будучи тяжелее воздуха, оседают и поглощаются сухой почвой, а затем переходят в почвенные растворы, проявляя в ризосферной зоне ингибирующий аллелопатический эффект [21, 22].

*Artemisia santonica* L. обладает высокой аллелопатической активностью, которая обеспечивается водорастворимыми и газообразными физиологически активными веществами, выделяемыми надземными и подземными органами растения. Гликогалофит *Artemisia santonica* L., приспособившись к жестким условиям засоления, проявляет специфические адаптационные механизмы. Высокое осмотическое давление в клетках обусловлено не столько анионами (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Cl<sup>-</sup>) и катионами (Na<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup>), попадающими из засоленной почвы, сколько органическими веществами. Интенсификация синтеза различных органических веществ для преодоления абиотического стресса, обуславливает высокую аллелопатическую активность *Artemisia santonica* L. Это позволяет виду занять определенную позицию и доминировать в сообществах ассоциаций *Artemisietum (santonicae) saliconiosum (europaea)*, *Artemisietum (santonicae) suaedosum (prostratae)*, *Artemisietum (santonicae) petrosimoniosum (oppositifoliae)* несмотря на высокую конкурентную способность эугаллофитов *Salicornia europaea* L., *Suaeda prostrata* Pall, *Petrosimonia oppositifolia* (Pall.) Litv.

## ВЫВОДЫ

1. *Artemisia santonica* L. обладает высокой аллелопатической активностью, которая обеспечивается водорастворимыми и газообразными физиологически активными веществами, выделяемыми надземными и подземными органами растения.

2. Водорастворимые аллелопатически активные вещества значительно снижают показатели всхожести семян (30-90%) и ингибируют рост проростков тест-объектов.

3. Выделение летучих компонентов аллелопатически активных веществ *Artemisia santonica* L. связано с наличием специализированных эндогенных и экзогенных терпеноидсодержащих железистых структур.

4. При действии газообразных аллелопатически активных веществ отмечено снижение показателей всхожести семян на 80-95%, а также высокая смертность, задержка роста, онтогенетического развития растений тест-объектов *Salicornia europaea* L., *Suaeda prostrata* Pall., *Petrosimonia oppositifolia* (Pall.) Litv.

## Список литературы

1. Харборн Дж. Б. Введение в экологическую биохимию. – М.: Мир, 1985. – 311 с.
2. Гродзинский Д.М. Надежность растительных систем. – К.: Наукова думка, 1983. – 368 с.
3. Whittaker R.H., Feeney P.P. Allelochemicals: chemical interaction between species // *Physiology of plants*. – 1989. – Vol. 10 – P. 757-770.
4. Гродзинский А.М. Аллелопатия растений и почвоутомление. – К.: Наукова думка, 1991. – 294 с.
5. Мороз П.А. Экологические аспекты аллелопатического последствия эдификаторов садовых фитоценозов: Дис. ... докт. биол. наук: 03.00.12. – К., 1995. – 374 с.
6. Кондратьев М.Н. Биохимические взаимодействия между растениями в агрофитоценозах: Учебное пособие для студентов агр. специальностей. – М.: МСХА, 2001. – 61 с.
7. Шеф Р.П. Значение аллелопатического фактора в взаимоотношениях растений в фитоценозах // Аллелопатия и продуктивность растений. – К.: Наукова думка, 1990. – С. 114-120.
8. Головкин С.А. Исторично-аналітичний погляд: від класичної фізіології рослин до сучасної аллелопатії // *Інтродукція рослин*. – 2001. – № 1-2. – С. 5-17.
9. Горобец С.А., Назаренко Е.Н. Средообразующая роль растений в круговороте физиологически активных веществ // Аллелопатия и продуктивность растений: Сборник научных трудов. – К.: Наукова думка, 1990. – С. 36-41.
10. Putnam A.R., Tang C.S. Allelopathy: State of the science // *The science of allelopathy*. – New York: John Wiley and Sons, 1986. – P. 1-19.
11. Ungar I.A. Are biotic factors significant in influencing the distribution of halophytes in saline habitats? // *Botanical Review*. – 1998. – Vol. 64, №2. – P. 177-199.
12. Блохин В.Г. Основы экологической биохимии. – Симферополь: КрымПолиграфБумага, 2003. – 130 с.
13. Осмоловская Н.Г., Кучаева Л.Н., Новак В.А. Регуляторные аспекты ионного гомеостатирования у гликофитных растений // Тезисы докладов 4-й съезда общества физиологов растений России. Международная конференция "Физиология растений – наука 3-го тысячелетия". – М. – Т.1. – М., 1999. – С. 434.
14. Кушниренко Д.М. Физиология солеустойчивости (Состояние и перспективы) // *Известия*

- АН Молдова. Биологические и химические науки. – 1992. – № 3. – С. 3-15.
15. Шахов А.А. Солеустойчивость растений. – М.: АН СССР, 1956. – 552 с.
  16. Симагина Н.О. Аллелопатическое влияние *Artemisia santonica* L. на виталитет однолетних галофитов // Экосистемы Крыма, их оптимизация и охрана. Тематический сборник научных трудов. – Симферополь: ТНУ, 2002. – №12. – С. 81-83
  17. Петров К.П. Методы биохимии растительных продуктов. – К.: Вища школа, 1978. – 224 с.
  18. Основы микротехнических исследований в ботанике. Справочное руководство/ Барыкина Р.П., Веселова Т.Д., Девятов А.Г., Джалилова Х.Х., Ильина Г.М., Чубатова Н.В. – М.: Наука, 2000. – 125 с.
  19. Шмидт К. Математические методы в ботанике. – М.: Мир, 1969. – 564 с.
  20. Иванов В.П. Растительные выделения и их значение в жизни фитоценозов. – М.: Наука, 1973. – 293 с.
  21. Рощина В.Д., Рощина В.В. Выделительная функция высших растений. – М.: Наука, 1989. – 173 с.
  22. Einhellig F.A. Mechanisms and modes of action of allelopathy // The science of allelopathy. – New York: John Wiley and Sons, 1986. – P. 171-188.
  23. Hansen- Quartey S.A. Effect of aquas extracts from *Artemisia arfa* parts and soil on seed germination and early seedling development in selected plant species // S. Afr. Plant and soil. – 1998. – Vol. 15, № 1. – P. 1-5
  24. Гродзинский А.М. О механизмах действия летучих и водорастворимых выделений // Физиолого-биохимические основы взаимодействия растений в фитоценозах. – К.: Наукова думка, 1972. – Вып. 3. – С. 3-6.
  25. Дідик Н.П., Машковська С.П. Аллелопатичний вплив ефірних олій деяких лікарських та пряно-ароматичних видів на пирій повзучий (*Elytrigia repens* (L.) Nevski) // Матеріали II Міжнародної наукової конференції молодих дослідників "Теоретичні та прикладні аспекти інтродукції рослин і зеленого будівництва". – 2002. – С.15– 16.
  26. Машковська С.П. Аллелопатичні та біохімічні особливості роду Чорнобривці (*Tagetes* L.): Дис. ... канд. біол. наук: 03.00.12. / Национальний ботанічний сад ім. М.М. Гришка. – К., 2002. – 165 с.
  27. Санадзе Г.А. Выделение растениями летучих органических веществ. – Тбилиси: АН ГССР, 1961. – 115с.
  28. Денисова Г.А. Терпеноидосодержащие структуры растений. – М.: Наука, 1982. – С. 10-32.

Поступила в редакцію 10.12.2006 г.

**УДК 591.111.1:599.636:4**

## **НЕКОТОРЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЕСТЕСТВЕННОЙ РЕЗИСТЕНТНОСТИ У ПОРОСЯТ 2-3-ХМЕСЯЧНОГО ВОЗРАСТА ПРИ ВКЛЮЧЕНИИ В ИХ РАЦИОН БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНОЙ ДОБАВКИ**

*Снегирев Ф.Ф.*

Анализ литературных данных свидетельствует о том, что клеточные и гуморальные факторы естественной защиты в значительной степени определяют адаптационные механизмы животных и приспособляемость их к чрезвычайно разнообразным воздействиям внешней среды.

Поэтому в последние годы возникла острая необходимость проведения общих и специфических мероприятий, направленных на создание стойкого ветеринарного благополучия крупных животноводческих ферм и комплексов за счет мер, направленных на усиление защитных механизмов и устранения вторичных иммунодефицитов у сельскохозяйственных животных, в том числе и у свиней.

Многие исследователи [1 – 3] считают, что обнаруживаемые иммунобиологические сдвиги у животных в значительной степени являются следствием несбалансированности их рационов по ряду питательных веществ.

Известно, что с помощью биологически активных добавок, вводимых в рацион животных, можно существенно корректировать многие биохимические процессы, происходящие в их организме. С учетом выше изложенного, целью настоящего исследования явилось изучение влияния биологически активной добавки (отходов, полученных после культивирования в технологических условиях биофабрик клеток перепелиных эмбрионов) к рациону питания поросят-отъемышей на неспецифические факторы защиты организма, а именно, определить бактерицидную и лизоцимную активность сыворотки крови, фагоцитарную активность лейкоцитов и уровень общих иммуноглобулинов.

### **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

Исследования проводились в период 2002-2004 гг. в условиях Курской межрайонной ветеринарной лаборатории и свиноводческой фермы ПТ «Надежда» Курской области (Россия), были проведены исследования влияния на факторы естественной резистентности у поросят-отъемышей при добавлении в их рацион биодобавки, полученной после культивирования культуры клеток перепелиных фибробластов в технологических условиях Курской биофабрики.

Химический состав сухого остатка добавки по данным анализа, проведенного в условиях научно-исследовательской лаборатории Курской биофабрики, включает белки и аминокислоты. При этом большая часть белка представлена альбуминами (55%), содержание липидов относительно низкое (0,44 мг/л), минеральные компоненты представлены кальцием (388,4 мг/л), неорганическим фосфором (285,6 мг/л), магнием (199,4 мг/л), калием (108,3 мг/л), в своем составе отходы содержат более 10 различных витаминов.

С целью изучения влияния добавки на неспецифическую резистентность у поросят при ее добавлении в пищевой рацион, были сформированы контрольная и опытная группы из 60-тидневных поросят-отъемышей по 30 особей в каждой. Условия содержания и кормления (концентрированные корма в виде густой мешанки) у поросят обеих групп были одинаковыми. При этом животным опытной группы дополнительно в пищу вносили 300 мл биологической добавки в сутки в расчете на одного поросенка. Добавка включалась в рацион поросят опытной группы с 60 до 90-суточного возраста.

В 60, - 75 – и 90-суточном возрасте у поросят обеих групп брали кровь, в которой определяли фагоцитарную активность лейкоцитов (ФА), бактерицидную (БАСК) и лизоцимную активность (ЛАСК) сыворотки крови, а также общее содержание иммуноглобулинов. Лабораторный анализ крови проводили на базе Курской межрайонной ветеринарной лаборатории.

Фагоцитарную активность лейкоцитов исследовали по Е.А. Кост (1975), бактерицидную активность сыворотки крови с использованием культуры *Staphylococcus aureus* по П.А. Емельяненко (1980), лизоцимную активность сыворотки крови устанавливали с использованием культуры *Micrococcus lysodecticus*, содержание иммуноглобулинов определяли цинк-сульфатным методом.

Данные, полученные в ходе проведения опытов, подвергались биометрической обработке.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты анализа полученных данных показывают, что, показатели фагоцитарной активности лейкоцитов у поросят обеих групп в 60-тисуточном возрасте существенных различий не имели: у опытных животных они составляли  $36,6 \pm 1,2\%$ , а у контрольных –  $37,5 \pm 1,7\%$ . У 75-суточных поросят разница между выявленными показателями фагоцитарной активности крови была достоверной ( $P < 0,05$ ). Однако в этом случае относительно высокий показатель отмечался у опытных поросят ( $39,6 \pm 1,1\%$ ), а в контроле он был ниже ( $36,1 \pm 1,0\%$ ). В конце эксперимента фагоцитарная активность лейкоцитов у поросят, получавших биологическую добавку, несколько снизилась ( $38,5 \pm 2,3\%$ ), но оставалась более высокой, чем у контрольных животных ( $37,9 \pm 2,0\%$ ) (табл. 1).

ФИ у поросят, в рацион которых вводили биологически активную добавку во все периоды исследований, за исключением 60-суточного возраста, был более высоким, чем у контрольных животных.

БАСК поросят обеих групп в 60-суточном возрасте была примерно одинаковой и между выявленными показателями достоверных различий не выявлено ( $P > 0,05$ ). С

увеличением возраста поросят БАСК повышалась. Однако у поросят, в рацион которых была введена биологически активная добавка, она была более выраженной, чем у контрольных животных. Так, в 75-суточном возрасте у поросят опытной группы БАСК составляла  $64,4 \pm 1,8\%$ , а у контрольных –  $58,4 \pm 1,9\%$ . Разница была статистически достоверной ( $P < 0,05$ ). У 90-суточных поросят БАСК соответственно составляла  $63,5 \pm 1,5\%$  и  $57,7 \pm 2,0\%$  ( $P < 0,05$ ) (табл. 1).

Таблица 1.

**Показатели фагоцитарной активности лейкоцитов, бактерицидной и лизоцимной активности сыворотки крови, содержания общих иммуноглобулинов в крови поросят, получавших биологически активную добавку**

Показатели	Возраст поросят, сут.					
	60		75		90	
	1 группа (контрольная)	2 группа (опытная)	1 группа (контрольная)	2 группа (опытная)	1 группа (контрольная)	2 группа (опытная)
n	10	10	10	10	10	10
ФА %	$37,5 \pm 1,7$	$36,6 \pm 1,2$	$36,1 \pm 1,0$	$39,6 \pm 1,1$	$37,9 \pm 2,0$	$38,5 \pm 2,3$
			$P < 0,05$			
ФИ	$3,9 \pm 0,1$	$3,8 \pm 0,2$	$3,8 \pm 0,2$	$4,6 \pm 0,2$	$3,8 \pm 0,4$	$4,0 \pm 0,3$
	$P > 0,05$		$P < 0,05$		$P > 0,05$	
БАСК, %	$46,8 \pm 1,3$	$47,2 \pm 1,5$	$58,4 \pm 1,9$	$64,4 \pm 1,8$	$57,7 \pm 2,0$	$63,5 \pm 1,5$
			$P < 0,01$		$P < 0,01$	
ЛАСК, %	$48,4 \pm 2,5$	$46,8 \pm 2,3$	$47,7 \pm 3,0$	$48,9 \pm 2,4$	$47,5 \pm 2,5$	$49,6 \pm 2,8$
Общие иммуноглобулины, г %	$1,86 \pm 0,11$	$1,78 \pm 0,2$	$1,42 \pm 0,13$	$1,77 \pm 0,15$	$1,44 \pm 0,16$	$1,84 \pm 0,19$
			$P < 0,05$		$P < 0,05$	

ЛАСК у поросят, в рацион которых вводили биологическую добавку, также была выше, чем у контрольных животных. По окончании эксперимента ЛАСК у поросят экспериментальной группы повысилась, и составила ( $49,6 \pm 2,8\%$ ), а у контрольных животных она была в среднем на  $5,8\%$  ниже (табл. 1).

Уровень общих иммуноглобулинов в крови поросят обеих групп в период проведения эксперимента находился в пределах физиологической нормы ( $1,53 \pm 0,1 - 1,86 \pm 0,11$  г%). В 75-суточном возрасте у поросят, получавших биологически активную добавку, содержание иммуноглобулинов было на  $0,35$  г %, а в 90-суточном возрасте на  $0,31$  г% больше, чем у контрольных животных.

Таким образом, отходы, полученные после культивирования клеток перепелиных эмбрионов и использованные в качестве биологически активных добавок к рационам питания животных, оказывают стимулирующее действие на их

неспецифическую резистентность и могут быть применены в условиях производства животноводческой продукции.

### **ВЫВОДЫ**

1. В процессе применения биологически активной добавки у поросят с 2-х до 3-хмесячного возраста фагоцитарная активность лейкоцитов.

2. Введение биологически активной добавки стимулирует бактерицидную и лизоцимную активности сыворотки крови у поросят.

3. Содержание общих иммуноглобулинов в крови поросят, получавших в течение 30 суток биологическую добавку, достоверно выше (на 0,31 г %), чем у контрольных животных.

4. Отходы, полученные после культивирования клеток перепелиных эмбрионов и использованные в качестве биологически активных добавок к рационам питания животных, оказывают стимулирующее действие на их неспецифическую резистентность и могут быть применены в условиях производства животноводческой продукции.

### **Список литературы**

1. Плященко С.И., Сидоров В.Т. Естественная резистентность организма животных. – Л.: Колос, 1979. – 184 с.
2. Комаров И.И., Чепелев Н.А. Показатели резистентности поросят при включении в их рационы цветочной пыльцы. – Курск, 2003. – С. 40-43.
3. Наумкин И.В. Влияние биологически активных веществ на рост, развитие и неспецифическую резистентность животных. – Дис...канд. биол.наук. – Новосибирск, 1996. – 20 с.
4. Сахно В.М. Иммунные реакции в системе защиты организма // Вестник ветеринарии. – 1996. – № 2. – С. 63-65.

*Поступила в редакцию 10.12.2006 г.*

УДК 612.766.1+796.091.2

## ОСОБЕННОСТИ ВЕСТИБУЛОВЕГЕТАТИВНЫХ ТИПОВ РЕАКЦИЙ У СПОРТСМЕНОВ С НАРУШЕНИЕМ ФУНКЦИИ СЛУХА

*Сышко Д.В., Мутьев А.В.*

Ведущее значение в сложной нейродинамике, лежащей в основе реакций равновесия, ориентации в пространстве и координации движений в динамических условиях, принадлежит вестибулярному анализатору и сложной системе безусловных вестибуло-соматических и вестибуло-вегетативных рефлексов.

В обычных условиях равновесие тела человека, как известно, обеспечивается за счёт взаимодействия сенсорных анализаторов.

Уменьшение объема информации получаемой глухими вследствие поражения слуха, сказывается на развитии всех познавательных процессов, что в свою очередь откладывает отпечаток на развитии двигательного анализатора и на овладении почти всеми видами двигательных навыков.

Проявления подобной специфики отмечались при спортивной деятельности глухих [1].

Так, по данным исследований [2, 3] глухие показали полное отсутствие ощущения вращения по сравнению со слышащими. Слышащие быстро и отчетливо ощущали перемещение тела, правильно указывали направление вращения.

В исследованиях восприятия глухими ритмически повторяемого линейного движения в вертикальной плоскости [2] констатировано повышение порогов ощущения у глухих во время вращения. Ощущение вертикального движения возникает во внутреннем ухе и связано оно с отолитовым прибором, поскольку именно эти рецепторы реагируют в основном на толчок при смене направления движения. При вращательной нагрузке [4] установлено укорочение латентного периода двигательной реакции у школьников со сниженным слухом. У слышащих наблюдалось обратное явление. Под влиянием вращательной нагрузки у них отмечалось удлинение латентного периода. У глухих действия угловых и кориолисовых ускорений не вызывает синдрома укачивания, нистагма иллюзионных ощущений [2].

Считается, что уровень развития двигательной сферы лиц с нарушением слуха во многом обусловлен недостаточной функциональной активностью вестибулярного анализатора. Глухие со значительной сохранностью вестибулярной функции располагают более высокими функциональными возможностями при выполнении физических упражнений [2]. Таким образом, исследователи отмечали особенности двигательной деятельности лиц с нарушением слуха, которые зависят

от степени потери слуха, недостаточности речевой деятельности, уменьшения объёма информации из-за поражения слуха, от состояния и развития двигательного анализатора, а также от степени функциональной активности вестибулярного анализатора. Исследования показали, что повышение работоспособности связано с деятельностью сердечно-сосудистой и дыхательной систем. Известно, также, что существует индивидуальные вегетативные реакции на вестибулярные раздражения у спортсменов [3;5]. В связи с этим целью исследования явилось определение соотношения типов вестибуловегетативных реакций у спортсменов с нормальным слухом и у спортсменов с нарушением слуха.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В нашем исследовании принимало участие 200 спортсменов с нормальным слухом, занимающихся различными видами спорта (бокс, борьба, кикбоксинг, гимнастика, плавание, велоспорт (спринт), игровые виды спорта, легкая атлетика, туризм), а также 18 спортсменов с нарушением слуха, занимающиеся легкой атлетикой. Обследованные спортсмены имели спортивную квалификацию от массовых разрядов до мастеров спорта. Исследования проводились в подготовительном периоде тренировочного цикла. Вестибулярная нагрузка задавалась при помощи вращений в кресле Барани по методу Воячека [5]. Вестибуловегетативный тип реакции «К», определяли по формуле (1):

$$K = \frac{CB_2 - CB_1}{ОПСС \cdot 1000}, \quad (1)$$

где  $CB_1$  - сердечный выброс в покое,  $CB_2$  - сердечный выброс после вестибулярной нагрузки, ОПСС - общее периферическое сосудистое сопротивление после вестибулярной нагрузки.

$CB_1$ ,  $CB_2$  и ОПСС определяли при помощи реоанализатора РА-5.01, в тетраполярном грудном отведении по Кубичеку в модификации Пушкаря [5].

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Сравнительный анализ вестибуловегетативных типов реакций спортсменов с нормальным слухом и спортсменов с нарушением слуха, позволил прийти к заключению о том, что индивидуальные реакции на вестибулярную нагрузку характерны как для спортсменов с нормальным слухом, так и для спортсменов с нарушением функции слуха. Эти реакции, связаны с типологией вестибуловегетативного статуса. Процентное соотношение различных типов реакций у нормальнослышащих спортсменов и спортсменов с нарушением функции слуха различно (рис. 1, 2).

Полученные данные свидетельствуют, что процентное распределение спортсменов с нарушением слуха по вестибуловегетативным типам реакции и атипичным реакциям отличается от спортсменов с нормальным слухом. Спортсмены с нарушением слуха, имеющие гиперкинетическую реакцию на вестибулярное раздражение составляли 40,6%, а нормальнослышащие 42,4%, что существенно не отличается. Спортсмены, отнесенные к эукинетическому типу реакции, среди глухих составляли 46,8%, а среди нормальнослышащих - 30,2%. Наиболее отличалось соотношение по гипокинетическому типу реакции на

вестибулярное раздражение: так у глухих спортсменов всего лишь 3%, а спортсменов с нормальным слухом 25,2%.

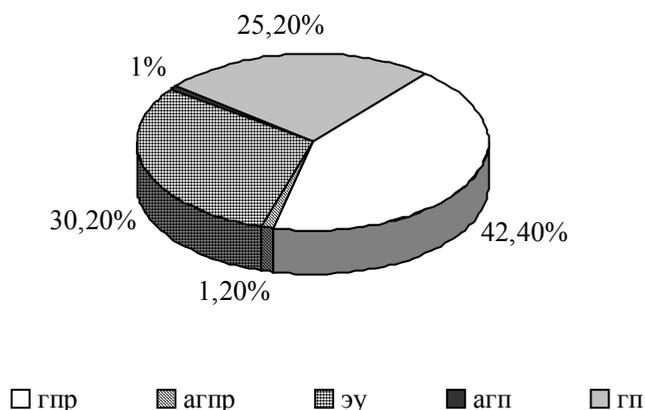


Рис. 1. Соотношение вестибуловегетативных типов реакций у спортсменов с нормальным слухом (гпр - гиперкинетический тип реакции, агпр- атипичный гиперкинетический тип реакции, эу- эукинетический тип реакции, агп- атипичный гипокинетический тип реакции, гп- гипокинетический тип реакции).

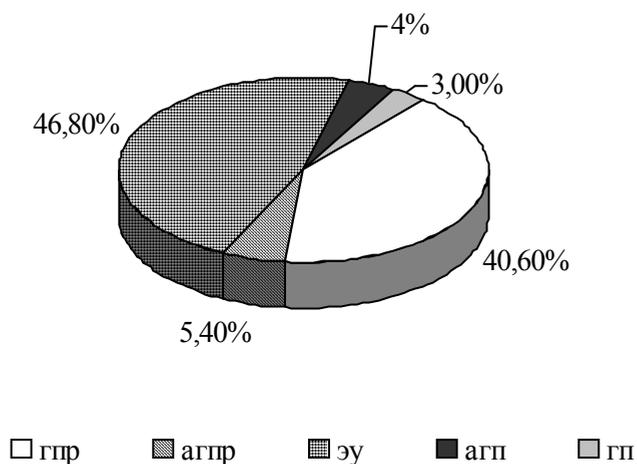


Рис. 2. Соотношение вестибуловегетативных типов реакций у спортсменов с нарушением слуха (гпр - гиперкинетический тип реакции, агпр- атипичный гиперкинетический тип реакции, эу- эукинетический тип реакции, агп- атипичный гипокинетический тип реакции, гп- гипокинетический тип реакции).

Результаты ретестирования у спортсменов с нарушением слуха свидетельствовали о наличии устойчивого стереотипа взаимоотношений между

вестибулярной и вегетативной системой, вследствие особенностей нозологии и многолетнего тренировочного процесса.

Коэффициент надёжности теста ( $r_{\text{т}}$ ), позволяющего, определить принадлежность к тому или иному вестибуловегетативному типу колебался в пределах от 0,84 до 0,97 усл.ед. Данный показатель свидетельствует, о том, что применяемый нами критерий определения вестибуловегетативного типа реакции для глухих спортсменов находился в пределах средней, хорошей и отличной надёжности [6].

Таким образом, спортсмены с нарушением слуха, отличаются от спортсменов с нормальным слухом только по процентному соотношению эукинетической реакции и значительно по процентному соотношению гипокинетической реакции. Если взять известное положение о том, что лица с нарушением слуха менее чувствительны к вращательным нагрузкам и к «синдрому укачивания», то можно предположить, что вестибулярный анализатор у этих лиц обладает меньшей реактивностью на вестибулярное раздражение.

В связи с вышеуказанным положением, более высокий процент эукинетической реакции на вестибулярное раздражение у глухих спортсменов можно объяснить устойчивостью вестибулярных центров и незначительным их влиянием на вегетативные центры, в частности на сердечно-сосудистый.

Меньший процент спортсменов с нарушением слуха, имеющих гипокинетический тип реакции на вестибулярное раздражение, связан с отсутствием у них процессов надпороговой гиперполяризации рецепторов вестибулярного аппарата, а также подавления вегетативных центров.

Достаточно высокий процент гиперкинетической реакции у глухих спортсменов, связан с механизмами запуска процессов адаптации сердечно-сосудистой системы к вестибулярному воздействию, благодаря сложившемуся стереотипу в результате спортивных тренировок, даже при незначительных изменениях в рецепторах вестибулярного аппарата и центрах вестибулярного анализатора.

Полученные данные позволяют сделать заключение, что гипокинетическая реакция при вестибулярных раздражениях для любого контингента, является следствием подавления вегетативных центров вестибулярными центрами. Это явление происходит вследствие либо недостаточной тренированности вестибулярного аппарата, либо неспособности вегетативных центров запускать механизмы адаптации, а так же из-за особенностей фонового функционального состояния организма и слабой тренированности систем кардиореспираторного обеспечения, в основном определяющих вегетативную реакцию.

Основываясь на этом положении, гипокинетическую реакцию на вестибулярные раздражения можно назвать негативной или дезадаптивной. Однако, по-нашему мнению, только в том случае если она выходит за пределы критерия, лежащего в основе определения вестибуловегетативного типа. Гиперкинетическую реакцию на вестибулярные раздражения можно назвать адаптивной, эукинетическую - индифферентной.

## ВЫВОДЫ

1. У спортсменов с нарушением слуха выделены два основных вестибуло-вегетативных типа реакции на вестибулярные раздражения: гиперкинетический и эукинетический, а у нормальнослышащих спортсменов три основных типа: гиперкинетический, эукинетический и гипокинетический.

2. Вестибуловегетативный тип реакции на вестибулярные раздражения у спортсменов с нарушением слуха также характеризуется высокой устойчивостью, что связано со снижением функции слуха, энергетической и кинематической направленностью тренировочного процесса.

3. У спортсменов с нарушением слуха гораздо чаще наблюдаются атипичные реакции системы кровообращения на вестибулярные раздражения в сравнении с нормальнослышащими спортсменами.

4. Меньшее процентное соотношение гипокинетического типа реакции на вестибулярное раздражение у спортсменов с нарушением слуха связано с отсутствием процессов надпороговой гиперполяризации рецепторов вестибулярного аппарата, а так же подавления вегетативных центров.

5. Обнаруженный высокий процент гиперкинетической реакции у глухих спортсменов связан с адаптацией сердечно-сосудистой системы к вестибулярному воздействию, благодаря сложившемуся стереотипу взаимоотношений между вестибулярными и вегетативными системами, под влиянием спортивных тренировок.

## Список литературы

1. Байкина Н.Г., Бессарабов Н.С. К характеристике физической подготовленности глухих школьников // Материалы VII научн. сессии по дефектологии. - М.: АПН РСФСР, 1975. - С. 633.
2. Дзюрич В.В. Влияние нарушений вестибулярной функции на двигательную деятельность глухих школьников // Материалы VII научн. сессии по дефектологии. - М.: АПН РСФСР, 1975. - С. 78-80.
3. Корнеева И.Т., Поляков С.Д. Оргостатическое тестирование в оценке функциональной готовности юных спортсменов // Теория и практика физической культуры. - 2002. - №2. - С. 9-13.
4. Букун Н.И. Психофизиологические основы повышения эффективности трудовой деятельности глухих и слабослышащих: Автореф. дис. ... д-ра психол. наук. - М., 1986. - 44 с.
5. Сышко Д.В. Вестибулярные реакции у спортсменов. - Симферополь: Феникс, 2005. - 248 с.
6. Зацюрский В.М. Спортивная метрология: Учебник для институтов физкультуры. - М.: ФиС, 1982.- 316 с.

*Поступила в редакцию 04.06. 2006 г.*

УДК 612.822.3:612.828:615.214.547.78

## **ВЗАИМОСВЯЗЬ АКТИВНОСТИ ДОФАМИНЕРГИЧЕСКИХ НЕЙРОНОВ ВЕНТРАЛЬНОГО ТЕГМЕНТУМА С РИТМАМИ ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАММЫ**

*Фокина Ю.О., Куличенко А.М., Павленко В.Б.*

ЭЭГ является эффективным методом оценки функционального состояния нервной системы и диагностики психических заболеваний. В тоже время генез ЭЭГ, в частности, вклад активности отдельных структур мозга в формирование характерного паттерна остается не изученным. Поэтому, исследования в этом направлении являются актуальными для современной нейрофизиологии [1]. В 1997 году Дж. Любаром было высказано предположение, согласно которому активность нейронов аминергических систем ствола мозга критически влияет на процесс формирования паттернов ЭЭГ [2]. В проведенных ранее исследованиях нами действительно показаны взаимосвязи импульсной активности серотонинергических нейронов ядер шва и норадренергических клеток голубого пятна ствола мозга со спектральной мощностью основных ритмов ЭЭГ бодрствующих кошек [3, 4]. Известно что, дофаминергическая система принимает участие в организации двигательных актов [5 - 8], в формировании энграмм памяти [9], внимания [10], в развитии положительных эмоций [7, 11], связана с механизмами мотивации [12], что указывает на ее модуляторное действие по отношению к психофизиологическим состояниям животных и человека. В связи с этим, можно предположить, что указанная аминергическая система также будет вносить определенный вклад в генерацию ЭЭГ. Поэтому, целью настоящего исследования явилось изучение взаимосвязи активности дофаминергических (ДА) нейронов вентрального тегмента (ВТ) среднего мозга с амплитудой ритмов ЭЭГ кошки.

### **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

Эксперименты проведены на двух бодрствующих кошках обоего пола, весом 2,5-4 кг. Животное предварительно оперировали под общим наркозом (нембутал 40 мг/кг, внутривенно). В процессе операции в мозг животного справа вживляли направляющую канюлю из нержавеющей стали, кончик которой располагался в шести миллиметрах над областью ВТ (расчетная точка имела координаты: А = +4; R = 0...2; Н = 4...5, в соответствии со стереотаксическим атласом Рейнозо-Суареца [13]). Канюля вводилась под наклоном, чтобы избежать попадания в венозный синус. Импульсную активность отводили серебряным электродом в стеклянной

изоляции, который подводили к исследуемой структуре с помощью специального микроманипулятора [3, 4]. К дофаминергическим клеткам исследуемые нейроны были отнесены на основании соответствующей локализации в стволе головного мозга; частоты генерации потенциалов действия (до 6-8 имп/с), их длительности (от 1,5 до 4 мс) и многофазности формы (рис 1).

ЭЭГ регистрировали в пяти отведениях: лобном, центральном (по средней линии головы), височном (слева и справа) и затылочном и подвергали стандартному спектральному анализу, выделяя следующие частотные компоненты: 1-3 Гц (дельта-активность); 4-7 Гц (тета-активность); 8-13 Гц (альфа-ритм); 14-30 Гц (бета-ритм); 31-48 Гц (гамма-ритм) [14]. Активность ДА-нейронов ВТ и ЭЭГ отводили параллельно (программа «Нейрон-ЭЭГ», программист Зинченко Е.).

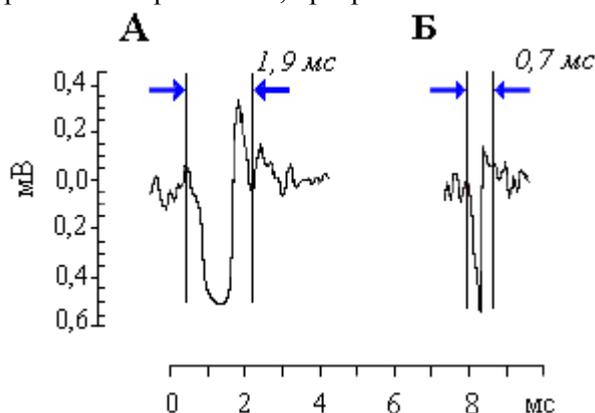


Рис. 1. Потенциалы действия предполагаемых дофамин- (А) и недофаминергических (Б) нейронов вентрального тегмента. Стрелками и вертикальными линиями указаны измеренные величины длительности потенциала действия, мс.

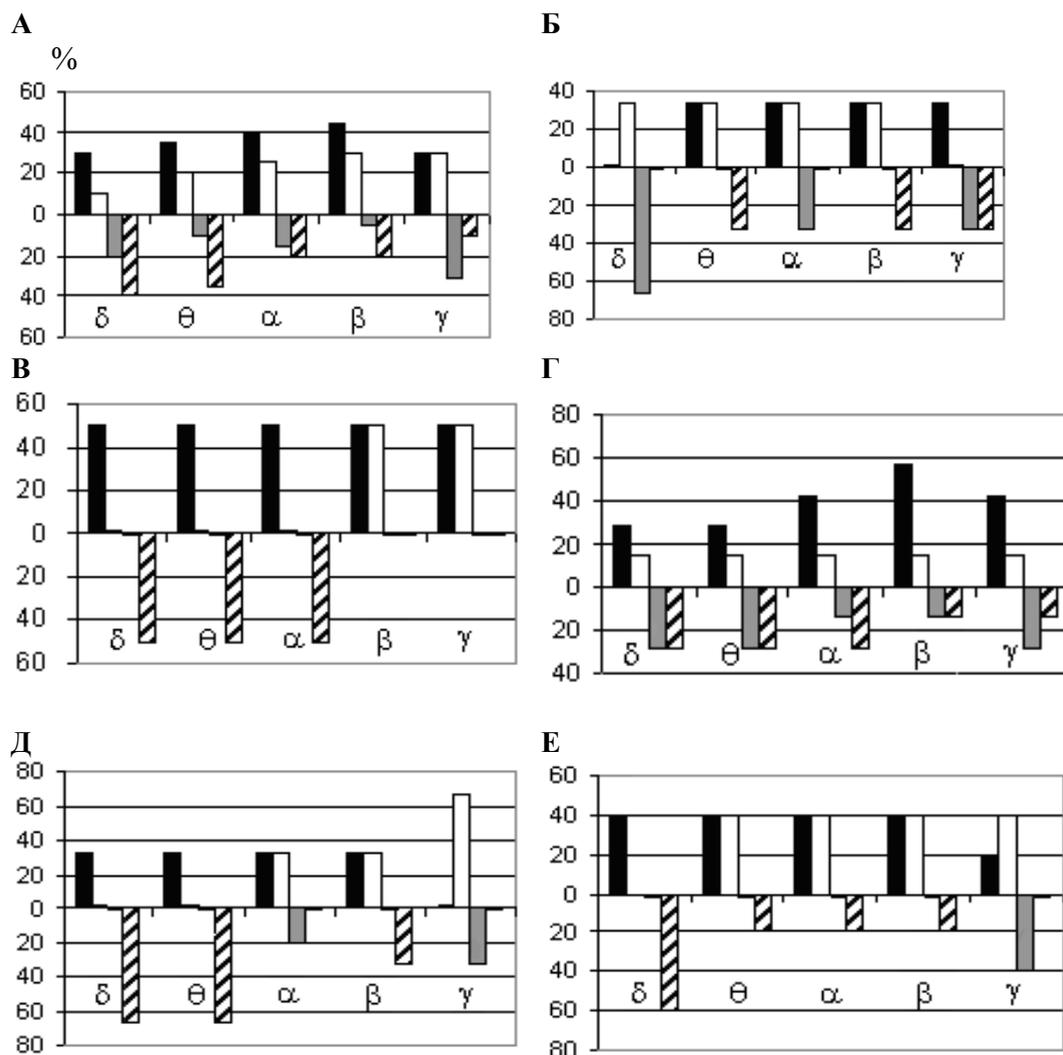
По окончании эксперимента, для контроля области отведения, животное усыпляли летальной дозой нембутала и наносили электрокоагуляционные метки. После этого мозг фиксировали в формалине и на замораживающем микротоме изготавливали срезы, которые затем сверяли с атласом [13].

Статистическую обработку выполняли с применением стандартных средств компьютерного анализа данных (программа «Statistica»). Корреляционный анализ проводили с помощью непараметрического критерия Спирмена.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В процессе эксперимента зарегистрирована активность 12 предположительно ДА-нейронов.

В результате исследования взаимосвязи частоты фоновой импульсной активности ДА-нейронов ВТ с амплитудой ритмов ЭЭГ показано, что частота разрядов изученных нейронов в большинстве случаев положительно коррелировала с амплитудой бета- (45%), альфа- (40%), тета- (36%) ритмов ЭЭГ (рис. 2).



■ - 1; □ - 2; ▒ - 3; ▨ - 4

Рис. 2. Процентные соотношения разных видов корреляций активности дофаминергических нейронов с амплитудой ритмов ЭЭГ, регистрируемой в разных отведениях: А - по всей совокупности отведений; Б - в лобном; В - в центральном; Г - в затылочном; Д - в левом височном; Е - в правом височном. По горизонтали: соответствующие ритмы ЭЭГ. По вертикали: вверх и вниз показаны доли положительных и отрицательных корреляций (соответственно), выраженные в процентах. 1 - положительные статистически значимые корреляции; 2 - положительные корреляции, не достигающие уровня значимости; 3 - отрицательные статистически значимые корреляции; 4 - отрицательные корреляции, не достигающие уровня значимости ( $p \leq 0,05$ ).

Интересным фактом является наличие, более высоких положительных корреляций активности ДА-нейронов ВТ с амплитудой всех ритмов ЭЭГ в центральном отведении, а также асимметричность распределения положительных статистически значимых корреляций ( $p \leq 0,05$ ) между активностью клеток ВТ и амплитудой ритмов ЭЭГ, регистрируемой в правом и левом височных отведениях.

Высокие статистически значимые положительные корреляции активности ДА-нейронов ВТ с амплитудой бета-ритма ЭЭГ, зарегистрированные во всех отведениях, можно объяснить тем, что в норме этот ритм регистрируется по всей поверхности скальпа. Так, выделяют три типа бета-ритма: широко-распространенный бета-ритм (распространенный по всей поверхности головы), лобно-центральный бета-ритм и теменно-затылочный бета-ритм. Ряд авторов связывают бета-ритм с гиперактивностью двигательной коры, которая плотно иннервирована ДА-системой [15, 16].

Выявленные в нашем исследовании высокие корреляции активности ДА-клеток ВТ с альфа-ритмом ЭЭГ подтверждают предположение, сделанное Дж. Любаром, который считает, что альфа-ритм связан с развитием корковых зональных резонансов (петли между макропучками неокортекса, отстоящими друг от друга на несколько сантиметров) в активации которых участвует ДА [2]. Также интересно отметить, что по данным томографических исследований, активация области ВТ сопровождается усилением моргания. Таким образом, частота моргания является поведенческим индикатором ДА-активности [17]. Кроме этого, при закрывании глаз наблюдается активация альфа-ритма [18, 19]. В тоже время, имеются исследования, в которых показана положительная взаимосвязь между активностью нейронов области ВТ и переходом от низкочастотных ритмов ЭЭГ к альфа-ритму [17].

Как известно, тета-ритм у животных характеризует некоторую поведенческую активацию, в поддержании которой участвуют ДА клетки ВТ. Возможно, поэтому большинство корреляций активности ДА - нейронов с амплитудой тета-ритма также были положительными.[20].

Более высокая положительная корреляция активности ДА-нейронов ВТ с амплитудой основных ритмов ЭЭГ в правом височном отведении по сравнению с левым, возможно, обусловлена тем, что нейронная активность, отводилась нами от правого ВТ (канюля вводилась в правое полушарие), который напрямую иннервирует ипсилатеральное полушарие.

Высокая статистически значимая положительная корреляция активности ДА-эргических клеток с амплитудой всех ритмов ЭЭГ в центральном отведении вероятно связана с тем, что расположение электрода в данном отведении соответствовало моторной области коры, которая отличается наиболее плотной ДА-иннервацией [21, 22].

Анализируя данные настоящего исследования с результатами наших предыдущих работ [3, 4], можно заключить, что формирование характерного паттерна ЭЭГ обусловлено влиянием со стороны разных аминергических систем ствола мозга. Комбинация этих влияний обуславливает тот или иной паттерн ЭЭГ. В тоже время можно предположить, что, наблюдающееся при сеансах биологической обратной связи, изменения в паттерне ЭЭГ[2] и, как следствие,

улучшение психофункционального состояния, связаны с оптимизацией активности разных аминергических систем ствола мозга.

### **ВЫВОДЫ**

1. Фоновая импульсная активность дофаминергических нейронов вентрального тегмента и текущая ЭЭГ специфически взаимосвязаны.

2. Активность большинства ДА-нейронов статистически значимо положительно коррелирует с амплитудой тета-, альфа-, бета - ритмов ЭЭГ.

### **Список литературы**

1. Николаева Е.И. Психофизиология. Психологическая физиология с основами физиологической психологии. - М.: ПЕР СЭ; Логос, 2003. - 544 с.
2. Lubar J.F. Neocortical dynamics: implication for understanding the role of neurofeedback and related techniques for the enhancement of attention // *Applied Psychophysiology and Biofeedback*. - 1997. - V. 22, № 2. - P. 111-126.
3. Колотилова О.И., Павленко В.Б., Коренюк И.И., Куличенко А.М., Фокина Ю.О. Взаимосвязь активности нейронов аминергических систем головного мозга и ритмов ЭЭГ у кошки // *Ученые записки ТНУ*. - 2005. - Т. 18 (57), № 1. - С. 131-137
4. Колотилова О.И., Куличенко А.М., Фокина Ю.О., Павленко В.Б., Зинченко Е.Н. Влияние стволовых структур головного мозга на паттерн массовой электрической активности бодрствующих кошек // *Ученые записки ТНУ*. - 2005. - Т. 18 (57), № 2. - С. 34-42.
5. Doudet D.J., Gross C., Arluison M., Bioulac B. Modification of precentral cortex discharge and EMG activity in monkeys with MPTP-induced lesions of DA nigral neurons // *Exp. Brain Res.* - 1990. - V. 80, № 1. - P. 177-178.
6. Dunnett S.B., Robbins T.V. The functional role mesotelencephalic dopamine systems // *Biol. Rev. Cambridge Phil. Soc.* - 1992. - V. 67, № 4 - P. 491-517.
7. Schultz W. The reward signal of midbrain dopamine neurons // *News Physiol. Sci.* - 1999. - V.14. - P. 249-255.
8. Раева С.Н. Нейронные механизмы словесно направляемого движения // *Механизмы деятельности мозга человека. Часть 1. Нейрофизиология человека* // Л.: Наука, 1988. - С. 245-267.
9. Routtenberg A., Kim H.J. The substantia nigra and neostriatum: substrates for memory consolidation// *Cholinergic - monoaminergic interactions in the brain*// Ed. L.L. Butcher. - New York etc., 1978. - P. 305-331.
10. Malon M.A., Kersherer J.R., Swanson J.M. Hemispheric processing and methylphenidate effects in attention-deficit hyperactivity disorder // *J. Child Neurol.* - 1994. - V. 9, № 2. - P. 181-189.
11. Грей Д. Нейропсихология темперамента // *Иностранная психология*. - 1993. - Т. 1, № 6. - С. 24-36.
12. Beninger R. The role of dopamine in locomotor activity and learning // *Brain Res. Rev.* - 1983. - V.6, №2. - P. 173-196.
13. Reinoso-Suarez F. *Topographischer Hirnatlas der Katze fur experimental-physiologische Untersuchungen*. - Darmstadt, 1961. - 411 S.
14. Шевко Г.Н. Типологические характеристики высшей нервной деятельности и особенности электрической активности головного мозга // *Журн. высш. нервн. деятельности*. - 1975. - Вып. 2. - С. 342-349.
15. Гнездицкий В.В. Обратная задача ЭЭГ и клиническая электроэнцефалография. - Таганрог: ТРТУ, 2000. - 640 с.
16. *Частная физиология нервной системы. Серия: Руководство по физиологии*. - Л.: Наука, 1983. - 734 с.
17. Sadato N., Nakamura S., Oohashi T. Neural networks for generation and suppression of alpha rhythm: a PET study // *NeuroReport*. - 1998. - V. 9, № 5. - P. 893-897.
18. Sterman B. Physiological origins and functional correlates of EEG rhythmic activities: implication for self-regulation // *Biofeedback and self-regulation*. - 1996. - 21, № 1. - P. 3-33.

19. Фарбер Д.А., Вильдавский В.Ю. Гетерогенность и возрастная динамика альфа-ритма электроэнцефалограммы // Физиология человека. - 1996. - Т. 22, № 5. - С. 5-12.
20. Kjaer T.W., Bertelsen C., Piccini P., Brooks D., Alving J., Lou H.C. Increased dopamine tone during meditation-induced change of consciousness // Cognitive Brain Research. - 2002. - V. 13, № 2. - P. 255-259.
21. Foote S.L., Morrison J.H. Extrathalamic modulation of cortical function // Ann. Rev. Neurosci. - 1987. - V. 10. - P. 67-95.
22. Levis D.A. The organization of chemically-identified neural systems in monkey prefrontal cortex: Afferent systems// Progr. Neuro-Psychopharmacol. and Biol. Psychiat. - 1990. - 14, № 3. - P. 371-377.

*Поступила в редакцию 10.10.2006 г.*

УДК: 612.821 612.8:616.8

## ОСОБЕННОСТИ ОБРАБОТКИ ЭМОЦИОНАЛЬНО ОКРАШЕННОЙ ИНФОРМАЦИИ У ЧЕЛОВЕКА ПО ДАННЫМ ВЕРОЯТНОСТНОЙ ЭЭГ - ТОМОГРАФИИ

*Черный С.В., Коваленко А.А., Павленко В.Б.*

Известно, что характеристики ЭЭГ-потенциалов являются одними из объективных критериев оценки психофизиологического статуса человека. Исходя из того, что эмоции являются неотъемлемой составляющей психической жизни человека, можно предполагать, что процесс обработки эмоционально окрашенной информации должен отражаться как в паттернах текущей ЭЭГ, так и в её пространственном распределении.

Имеется множество данных о наличии тесных связей ритмов ЭЭГ с различными эмоциональными состояниями [1 - 5]. Нами ранее также были показаны различия в характеристиках текущей ЭЭГ-активности при мысленном воспроизведении эмоциональных вербальных стимулов [6]. Однако работ, посвящённых выявлению возможных очагов генерации ритмов ЭЭГ различных частотных диапазонов в процессе обработки эмоционально окрашенной информации, крайне мало. Данный факт связан с тем, что классическому методу ЭЭГ недоступна физическая трёхмерная реконструкция активности целого мозга. Однако этот недостаток компенсируется появлением нового современного метода вероятностной ЭЭГ-томографии, который заключается в построении томограмм на основе пространственного распределения ЭЭГ-активности [7]

Различные виды томографии, такие как рентгеновская компьютерная томография, позитронно-эмиссионная томография, метод ядерно-магнитного резонанса, эффективны для исследования повреждений мозга, оценки метаболической активности в различных участках мозга. Однако низкое временное разрешение указанных технологий (десятки секунд и минуты) совершенно не отвечает быстротечной динамике нейронных сетей и не позволяет исследовать фундаментальные механизмы информационно-аналитической деятельности мозга. [8]. В этом отношении метод вероятностной ЭЭГ-томографии оказывается достаточно информативным, так как по своей природе является практически безынерционным относительно подвижности процессов, протекающих в ЦНС, а основные электрофизиологические явления, характеризующие высшую нервную деятельность, обусловлены активностью коры больших полушарий мозга, вполне доступной для ЭЭГ-томографии [9].

В настоящее время широкое распространение получил подход, названный электромагнитной томографией низкого разрешения - LORETA (Low Resolution Electromagnetic Tomography). Суть метода заключается в нахождении прямого трехмерного решения для распределения электрической активности в мозге. Однако этот метод имеет ряд неточностей: так, сигнал, регистрируемый в виде ЭЭГ, не является стационарным, и повторное выявление источника локализации может не совпадать с предыдущим; кроме того, необходимо учитывать и неоднородную плотность тканей мозга. Исходя из этого, для выявления локализации коркового источника возможной ЭЭГ был предложен метод вычисления равного волнового фронта. Метод основан на предположении о том, что от существующего генератора электрической активности волны расходятся во всех направлениях, и если зафиксировать волны, чей волновой фронт обладает равными параметрами, то можно с высокой долей вероятности вычислить, откуда этот фронт расходится, то есть найти возможный очаг генерации [10].

Необходимо отметить, что систематических исследований с помощью указанного метода пока не проводилось. В связи с этим целью настоящей работы являлось выявление особенностей рисунка томограмм во время мысленного представления эмоционально негативных ситуаций.

#### **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

В исследовании приняли участие 27 человек в возрасте 17 - 23 лет (обоих полов, все правши). Все испытуемые были добровольцами и не находились в состоянии эмоционального стресса. Электроэнцефалограмму регистрировали монополярно, в 21 отведении, в состоянии спокойного бодрствования при закрытых глазах. Расположение электродов соответствовало системе «10-20», референтным электродом служили объединённые датчики над сосцевидными отростками черепа.

После записи фоновых показателей испытуемому давали инструкцию мысленно воспроизвести наиболее тревожащую, негативную ситуацию, которую они когда-либо испытывали в жизни. Полученные данные сравнивались с фоновыми значениями ЭЭГ.

Для оценки пространственных особенностей генерации ритмов ЭЭГ и выявления возможных очагов генерации тех или иных частотных диапазонов анализировали томограммы, полученные методом равного волнового фронта.

Для анализа были выбраны следующие частотные диапазоны: 1-4 Гц ( $\delta$ -ритм), 4-8 Гц ( $\theta$ -ритм), 8-14 Гц ( $\alpha$ -ритм), 14-25 Гц ( $\beta_1$ -ритм), 25-30 Гц ( $\beta_2$ -ритм). Нормальность распределения проверялась с помощью критерия Колмогорова - Смирнова. Различия между фоновыми значениями и функциональной нагрузкой определяли с помощью критерия Вилкоксона.

#### **РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ**

Во время представления эмоционально негативной ситуации наблюдалось достоверное увеличение амплитуды дельта-ритма во фронтальных и париетальных отведениях по сравнению с фоновой записью (табл. 1, рис. 1, 2). Судя по данным

вероятностной ЭЭГ-томографии эти очаги локальны и чётко выделяются на фоне активности остальных областей неокортекса. Также во фронтальных и парietальных отведениях наблюдалось и изменение амплитуды тета-ритма, которое, однако, не достигало уровня статистически достоверных различий. Анализ показал, что префронтальные и парietальные зоны коры наиболее полно отражают изменения в представленной экспериментальной ситуации.

Таблица 1.

Изменение амплитуды дельта- и тета-ритма текущей ЭЭГ при мысленном воспроизведении эмоционально негативной ситуации (в процентах от максимальной амплитуды ЭЭГ)

Отведе- ния	ДЕЛЬТА-РИТМ		ТЕТА-РИТМ	
	x ± Sx фон	x ± Sx Нагрузка	x ± Sx фон	x ± Sx Нагрузка
Fr1	28,13±3,32	39,04±4,87	29,34±3,05	25,99±3,56
Fr2	29,84±4,02	40,06±4,77*	32,13±3,67	36,76±4,05
Frz'	13,88±2,38	22,64±4,66*	15,62±2,07	21,96±3,62
P3	19,58±2,06	25,53±3,33**	28,73±2,66	29,74±2,87
P4	14,85±1,51	25,53±3,33	22,58±2,55	25,58±3,03

Примечание: различия достоверны при \* - p<0,05; \*\* - p<0,01

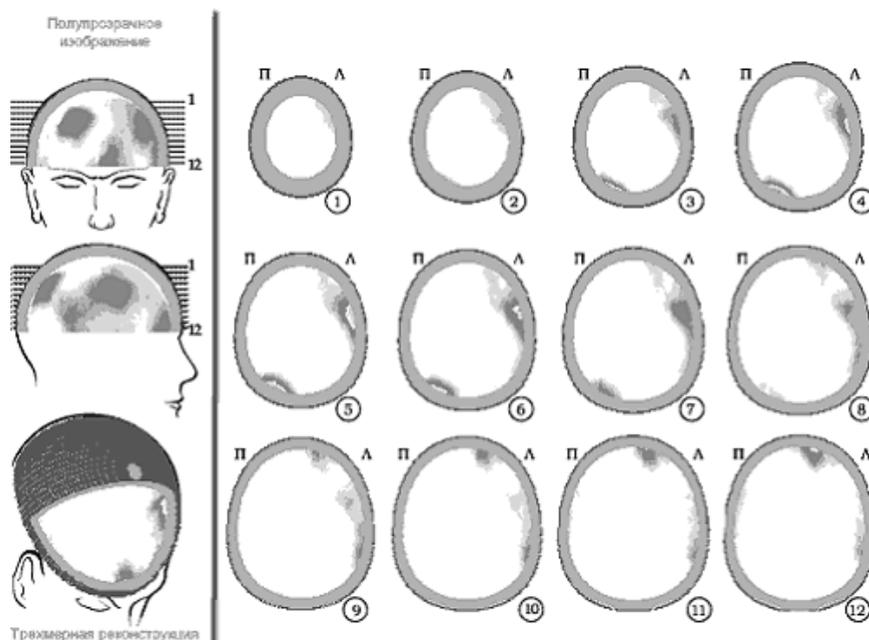


Рис. 1. Пример вероятностной ЭЭГ-томограммы в диапазоне дельта-ритма испытуемого К.И. в процессе представления эмоционально негативной ситуации. Очаги активности дельта-ритма наиболее выражены в префронтальных, парietо-темпоральных и окципитальных областях.

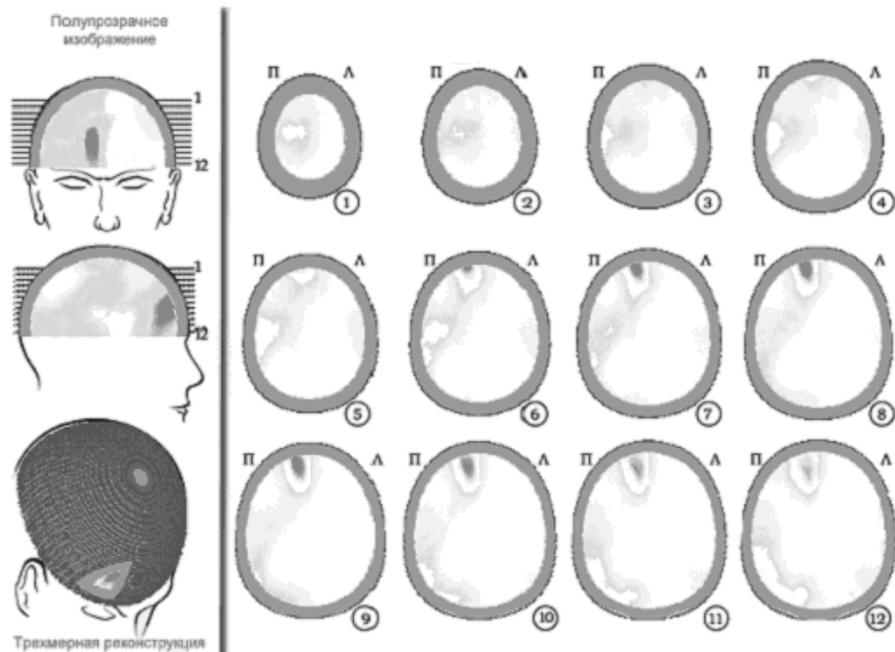


Рис. 2. Пример вероятностной ЭЭГ-томограммы в диапазоне тета-ритма испытуемого Л.А. в процессе представления эмоционально негативной ситуации. Очаги активности тета-ритма распределены диффузно в правом полушарии, однако наибольший фокус отмечен в правой префронтальной области.

Известно [11], что дельта-ритм отражает тормозные процессы в коре головного мозга и может быть связан с активностью серотонинергической системы [12]. Кроме того, усиление дельта-ритма во фронтальных, центральных, темпоральных, парietальных и окципитальных областях происходит на фоне преобладания негативных эмоций [13] и связан со снижением мотивационных потребностей [14].

Изменения характеристик ЭЭГ префронтальных и парietальных зон коры в данной экспериментальной ситуации оцениваются нами как закономерные. Ранее было показано, что орбитофронтальная кора играет основную роль в эмоциональной окраске как внешних, так и внутренних образов, особенно тех, которые имеют негативную модальность. Кроме того, повреждение этой зоны коры ведет к нарушению обработки эмоционально окрашенной информации на нескольких уровнях обработки стимула, что связано, в итоге, с возможными когнитивными нарушениями [15, 16]. Кроме того, следует указать на связь активности орбитофронтальной коры с эмоционально - мотивационными процессами, которые характеризуются ассоциацией полученной информации с опытной и, на основе этого, коррекцией текущей поведенческой реакции [17]. Так, выявлено, что люди с высокоамплитудным дельта-ритмом часто страдают различными нейровегетативными симптомами (головокружением, головной болью,

нарушением сна и др.) и имеют повышенные оценки по шкалам истерии, ипохондрии, психастении, паранойяльных тенденций согласно результатам Миннесотского многопрофильного личностного опросника (MMPI), повышенный индекс нейротизма [18].

Преобладание медленноволновой активности в рисунке текущей ЭЭГ может быть связано с временным локальным снижением мозгового кровотока психогенного генеза [19, 20]. Это утверждение согласуется с данными, показывающими, что ситуации, связанные с переживанием негативных эмоций, характеризуются усилением локального кровотока в лимбических и паралимбических областях, в отличие от темпоральной и префронтальной областей коры, а снижение локального кровотока характеризуется нарушением корковой передачи и усилением влияния со стороны нижележащих структур [21]. Функциональные связи, существующие между миндалиной и префронтальной корой, связаны с активацией негативного психоэмоционального состояния у человека и приматов [22]. Так как префронтальная кора модулирует уровень активации миндалины [23, 24], то вполне вероятно, что эти взаимосвязи лежат в основе регуляции эмоционального поведения [25].

В литературе были отмечены связи эмоциональных реакций с активностью фронто-париетальных зон коры. Показано, что сила эмоции являет отрицательную связь между диапазонами дельта,- и альфа ритмов, и на этом фоне происходит усиление мощности дельта-ритма и ее снижение в диапазоне альфа-ритма, что наиболее ярко выражено в передних и центральных отделах обоих полушарий [26]. Сходная картина наблюдается также у испытуемых, страдающих обсессивно - компульсивным синдромом. У них отмечено усиление активности стриатума, орбитофронтальной коры и базальных ганглиев. В этом случае, однако, происходит угнетение активности фронтальных отделов коры, контролирующей активность ниже лежащих структур, что, как думают, и приводит к характерным нарушениям, описываемым данной нозологической единицей [27].

Выявленное усиление дельта-ритма в префронтальной зоне правого полушария мы связываем со спецификой полушарной активности в обработке эмоциогенных стимулов. Многими исследованиями показано, что левополушарная активация характерна в основном для позитивных эмоций, а правополушарная - для негативных [28, 29]. Нужно, однако, отметить, что существуют данные и о противоположной направленности эмоциональных процессов в полушариях [30, 31].

Достоверное усиление дельта-ритма в левой теменной области, выявленное в данном исследовании, требует, на наш взгляд, более детального изучения.

Наблюдаемое усиление тета-ритма в центральной и правой префронтальных корковых областях не достигало статистической значимости различий и было выявлено лишь на уровне тенденции. Однако, несмотря на это, данный феномен обсуждается нами как один из показателей изменения активности мозга в данной экспериментальной ситуации. Так, имеется ряд данных, говорящих о связи тета-ритма с отрицательными эмоциями [32, 33, 34], особенно при правополушарной активации корковых зон [1] и большей представленности этой активности во

фронтальных зонах правого полушария [35], фронто-центральных и темпоральных областях коры [36]. Это связано с тем, что основную роль в генезе тета-ритма играют таламус, гипоталамус, ретикулярная формация ствола мозга и лимбическая система - т.е. структуры, непосредственно участвующие в детекции и регуляции эмоций. Специфическим для функциональности тета-ритма можно и необходимо считать также то, что в гиппокампе наличествует довольно много нейронов - «детекторов новизны» [32], что позволяет сделать вывод об осуществлении лимбической системой своей активирующей функции в ответ на изменение окружающей обстановки, особенно если это связано с определенным эмоциональным состоянием.

#### ВЫВОДЫ

4. Во время мысленного представления эмоционально негативных ситуаций происходит локальное усиление амплитуды дельта-ритма в центральной и правой переднелобной, а также левой теменной областях, что свидетельствует об усилении тормозных влияний на кору мозга со стороны стволовых структур.

5. При выполнении функциональной пробы выявлены очаги тета-ритма в лобных долях правого полушария.

#### Список литературы

1. Aftanas L.I., Reva N.V., Savotina L.N. et al. Neurophysiological correlates of induced discrete emotions in humans: an individually oriented analysis // *Neurosci. Behav. Physiol.* - 2006. - V. 36, № 2. - P. 119-130.
2. Kostyunina M.B., Kulikov M.A. Frequency characteristics of EEG spectra in the emotions // *Neurosci Behav Physiol.* - 1996. - V. 26, № 4. - P. 340-343.
3. Русалова М.Н. Отражение эмоционального напряжения в пространственной синхронизации биопотенциалов головного мозга человека // *Журнал ВНД.* - 1990. - Т.40, №2. - С. 254.
4. Русанов М.Н., Костюнина М.Б. Отражение в межполушарном распределении частотно-амплитудных параметров ЭЭГ силы эмоционального переживания, величины потребности и вероятности ее удовлетворения // *Физиология человека.* - 2000. - Т. 26, №1. - С. 32-39.
5. Klimesh W. EEG alpha and theta oscillations reflect cognitive and memory performance: a review and analysis // *Brain Research reviews.* - 1999. - V. 29, № 2-3. - P. 169-195.
6. Черный С.В., Коваленко А.А. Отражение внутренних переживаний в характеристиках текущей ЭЭГ // *Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского, серия «Биология, химия».* - 2005. -Т. 18 (57), №4. - С. 191-198.
7. Гнездицкий В.В. Обратная задача ЭЭГ и клиническая электроэнцефалография. - Таганрог: ТРТУ, 2000. - 640 с.
8. Thatcher R.W. Tomographic electroencephalography / magnitoencephalography. Dynamics of human neural network switching // *J. Neuroimaging.* - 1995. - V. 5, № 1. - P. 35
9. Pascual-Marqui R.D., Michel CM., Lehmann D. Low resolution electromagnetic tomography: a new method for localizing electrical activity in the brain // *Int. J of Psychophysiology.* -1994. - V. 18. - P. 49.
10. Крамаренко А.В. Трёхмерная локализация очаговой патологии при электроэнцефалографическом исследовании // [www.dx-telemedicine.com](http://www.dx-telemedicine.com). - 2005.
11. Мамедов З.Г., Игнатъев Д.А. Анализ спектральных характеристик ЭЭГ коры при активации серотонинреактивных структур неокортекса // *Физиол. ж. СССР.* - 1982. - Т. 68, № 5. - С. 705-708.
12. Туровская З.Р. Индивидуальные особенности вегетативного баланса и уравновешенность основных нервных процессов // *Психология и психофизиология индивидуальных различий.* - М.: Педагогика, 1977. - С. 149-154.

13. Rusalova M.N., Kostiumina M.B. Use of spectral correlation method in a study of human emotional states // *Russ. Fiziol. Zh. Im I.M. Sechenova*. - 2003. - № 89. - P. 512-521.
14. Knyazev G.G., Savostyanov A.N., Levin E.A. Anxiety and synchrony of alpha oscillations // *Int. J. Psychophysiol.* - 2005. - V. 57, № 3 - P. 175-180.
15. Angrilli A., Palomba D., Cantagallo A. et al. Emotional impairment after right orbitofrontal lesion in a patient without cognitive deficits. // *Neuroreport*. - 1999. - V. 10, № 8. - P. 1741-1746.
16. Canli T., Desmond J.E., Zhao Z. et al. Hemispheric asymmetry for emotional stimuli detected with fMRI. // *Neuroreport*. - 1998. - V. 9, № 14. - P. 3233-3239.
17. Rolls E. Convergence of Sensory Systems in the Orbitofrontal Cortex in Primates and Brain Design for Emotion // *The anatomical record part*. - 2004. - V. 281. - P. 1212-1225.
18. Roth N., Sask G. Relations between slow (4 cps) EEG activity, sensorimotor speed, and psychopathology // *Int. J. Psychophysiol.* - 1990. - V. 9, № 2. - P. 121-127.
19. Панков Д.Д. Синдромология и возможности дифференцированной терапии при ранних клинических формах недостаточности кровообращения мозга // *Журн. невропатол. и психиатр.* - 1987. - Т. 87, № 9. - С. 1301-1306.
20. Рахимджанов А.Р., Гафуров Б.Г., Маджидова Я.Н., Мирзаева З.К., Дадамьянц Н.Г. Роль синдрома вегетативной дистонии в генезе доинсультных форм цереброваскулярной патологии у женщин молодого возраста. // *Журн. неврол. и психиатр.* - 1997. - Т. 97, № 6. - С. 19-21.
21. Shin L.M., Kosslyn S.M., McNally R.J. et al. Visual imagery and perception in post-traumatic stress disorder. A positron emission tomographic investigation. // *Arch. Gen. Psychiatry* - 1997. - V. 54, № 2. - P. 233-241.
22. Kalin N.H., Shelton S.E. Nonhuman primate models to study anxiety, emotion regulation, and psychopathology. // *Ann N Y Acad Sci.* - 2003. - V. 1008. - P. 189-200.
23. Keightley M.L., Winocur G., Graham S.J. et al. An fMRI study investigating cognitive modulation of brain regions associated with emotional processing of visual stimuli. // *Neuropsychologia*. - 2003. - V. 41. - P. 585-596.
24. Beauregard M., Levesque J., Bourgouin P. Neural correlates of conscious self-regulation of emotion. // *J Neurosci.* - 2001. - V. 21, № 18. - P. 165.
25. Hariri A.R., Weinberger D.R. Imaging genomics. // *Br. Med. Bull.* - 2003. - V. 65. - P. 237-248.
26. Русалова М.Н., Костюнина М.Б., Стрельникова И.В. Электрофизиологические корреляты основных компонентов эмоционального напряжения // *Всерос. научн. конф. с межд. участием, посв. 150-летию со дня рождения академика И.П. Павлова, С-Пб., 15-17 сент., 1999: материалы конференции.* - СПб., 1999. - С. 271.
27. Herrmann M.J., Jacob C., Unterecker S., et al. Reduced response-inhibition in obsessive-compulsive disorder measured with topographic evoked potential mapping // *Psychiatry Res.* - 2003. - V. 120, № 3. - P. 265-271.
28. Ahern G.L., Schwartz G.E. Differential lateralization for positive and negative emotion in the human brain: EEG spectral analysis. // *Neuropsychologia*. - 1985. - V. 23, № 6. - P. 745-755.
29. Русалова М. Н. К вопросу о межполушарной организации эмоций // *Физиология человека*. - 1987. - Т. 13, № 6. - С. 940-947.
30. Костандов А. Э. Функциональная асимметрия полушарий мозга и неосознаваемое восприятие. - М.: Медицина, 1983. - 256 с.
31. Swenson R.A., Toker D.M. Lateralized cognitive style and self-deskription // *International Journal of Neuroscience*. - 1983. - V. 21, № 3-4. - P. 91-10.
32. Гусельников В. И. Электрофизиология головного мозга. - М., 1976. - 300 с.
33. Абрамов Ю. Б. Стресс и его патогенетические механизмы // *Материалы Всесоюзного симпозиума. Кишинев, 1973.* - С. 46-47.
34. Yamaguchi Y., Kuwano S., Tshujimoto T. Properties of the frontal theta bursts appearing on mental work // *Electroencephalogr. and Clin. Neurophysiol.* - 1981. - V. 52, №3. - P. 48.
35. Balconi M, Lucchiari C. EEG correlates (event-related desynchronization) of emotional face elaboration: a temporal analysis. // *Neurosci Lett.* - 2006. - V. 9, № 392. - P. 118-123.
36. Il'iuchenok IR, Savost'ianov AN, Valeev RG. Dynamics of spectral characteristics of theta- and alpha-range EEG during negative emotional reactions // *Zh. Vyssh. Nerv. Deiat. Im. I.P. Pavlova*. - 2001. - V. 51, № 5. - P. 563-571.

*Поступила в редакцию 20.05.2006 г.*

УДК 591.18: 615.849.11

**ВЛИЯНИЕ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ  
КРАЙНЕ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ НА ВЗАИМОСВЯЗЬ ИНФРАДИАННОЙ  
РИТМИКИ БОЛЕВОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ КРЫС С ВАРИАЦИЯМИ  
ГЕЛИОГЕОФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ**

*Чуян Е.Н., Джелдубаева Э.Р., Григорьев П.Е., Чуян Е.В.*

Одной из фундаментальных проблем современного естествознания является поиск биофизических механизмов влияния на биологические объекты и биосферу в целом природных электромагнитных полей (ЭМП), связанных с гелиогеофизическими (ГГФ) вариациями. По мнению А.С. Пресмана (1968), в пространственной и временной (синхронизации ритмов) самоорганизации живой природы основополагающую роль играют ЭМП среды обитания как носитель управляющих сигналов [1]. Причем важнейшую роль в этих процессах играют ЭМП фонового (реликтового) происхождения. В настоящее время доказано, что с ГГФ параметрами коррелируют различные функциональные показатели организма, цикличность эпидемий и смертности [2, 3]. На роль действующего на биосистемы фактора космической погоды выдвигали инфразвуковые колебания атмосферы, концентрации радона, нейтронов в приземном слое, магнитных полей сверхнизких частот и т.д. [4]. Следует подчеркнуть, что до настоящего времени мониторинг вариаций и спектрального состава природных ЭМП практически отсутствует. Вместе с тем, в исследованиях С.В. Авакяна (2005) на основе анализа пространственно-временных характеристик нескольких тысяч геомагнитных всплесков обнаружено, что частота и сила возрастания мощности радиоизлучения ионосферы коррелируют с изменением площади солнечных пятен, особенно с продолжительными хромосферными рентгеновскими вспышками на Солнце и полярными сияниями, включая периоды рекуррентных возрастаний солнечной активности (СА) [5]. В работе Г. Дюшоссуа (1986) показано наличие у ионосферы и верхней атмосферы Земли микроволнового излучения, при этом все это излучение (начиная с длины волны  $\lambda \approx 0,8$  мм и более) свободно проникает в нижнюю атмосферу до земной поверхности [6]. Увеличение интенсивности микроволнового излучения (существенное превышение над фоном) прямо коррелирует как с СА, особенно со вспышками, так и с геомагнитными бурями. В связи с этим необходимо отметить, что в соответствие с новейшими радиофизическими измерениями в астрономии максимум реликтового ЭМП приходится на миллиметровый диапазон длин волн [7]. Это обстоятельство может быть решающим в проявлении биологической эффективности микроволнового излучения.

В наших предыдущих исследованиях [8] были изложены доказательства того, что при воздействии электромагнитного излучения (ЭМИ) крайне высокой частоты (КВЧ) на животных изменяется исходная временная организация болевой чувствительности животных в ультра-, цирка- и инфранианном диапазонах, однако эти эксперименты проводились на фоне постоянного ЭМП Земли, в связи с чем естественно предположить, что зарегистрированные биологические эффекты ЭМИ КВЧ могут быть вызваны воздействием комбинированного ЭМИ естественного и искусственного происхождения. При этом связи ритмических процессов болевой чувствительности животных с ГГФ факторами при воздействии ЭМИ КВЧ не изучены.

В связи с этим целью данного исследования явилось выявление закономерностей связи многодневной динамики болевой чувствительности животных с вариациями ГГФ факторов и изменение этой связи при воздействии искусственного ЭМИ КВЧ.

### **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

Исследования выполнены на взрослых белых крысах-самцах линии Вистар массой 180-220 грамм, полученных из питомника научно-исследовательского института биологии Харьковского национального университета им. В.Н. Каразина. Для экспериментов отбирали животных со средним уровнем двигательной активности и низкой эмоциональностью, определяемых в тесте «открытого поля», которые, согласно нашим [9] и литературным [10] данным, преобладают в популяции, поэтому можно утверждать, что именно у этих животных развивается наиболее типичная реакция на любое воздействие.

Экспериментальных животных разделили на две равноценных групп по 10 особей в каждой. У крыс всех болевой стресс моделировали тесте электростимуляции (ТЭС) [8]. Животные первой группы (ТЭС) подвергались изолированному действию болевого фактора. Крыс второй группы (КВЧ+ТЭС) непосредственно перед болевым тестом подвергали превентивному воздействию ЭМИ КВЧ (длина волны – 7,1 мм, плотность потока мощности– 0,1 мВт/см<sup>2</sup>, локализация воздействия – затылочно-воротниковую область, экспозиция – 30 минут). В данном тесте определяли болевой порог (БП) (в вольтах) ежедневно с 8<sup>00</sup> до 11<sup>00</sup> часов в течение 40 суток эксперимента.

Далее был проведен сравнительный анализ динамики БП у крыс, подвергнутых изолированному (ТЭС) и комбинированному с воздействием низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ (КВЧ+ТЭС) действию болевого фактора со значениями Ар-индекса геомагнитной активности (ГМА) и индексом «числа Вольфа» (W) СА. Данные были получены на сайте <ftp://ftp.ngdc.noaa.gov/stp>.

Продолжительность периодов и амплитудно-фазовые характеристики данных показателей рассчитывались с помощью косинор-анализа, который является методом исследования спектральных характеристик временных рядов небольшой длины, но при этом дает полное представление о структуре физиологических ритмов и обеспечивает сопоставимость с другими методами [11].

Для использования методов статистической обработки суточные значения Ар-индекса ГМА и индекса «числа Вольфа» (W) СА были приведены к нормальному

распределению. Как было показано ранее [12], это возможно при следующих преобразованиях значений индексов:

$$Ap_{\text{норм}} = \ln(Ap + 1); \quad W_{\text{норм}} = \sqrt{W + 1}.$$

Нормализованные индексы имеют тот же физический смысл, при этом более чувствительны к небольшим изменениям величин. Далее проводился кросскорреляционный анализ связи динамики напряжений и токов, соответствующих БП с ГМА и СА [13]. Использовались сглаженные ряды значений для уменьшения вклада стохастических или короткопериодических флуктуаций в величину связи. Сглаживание проводилось методом гауссова окна (Gaussian Window method). Размер гауссова окна был взят равным 5 точкам, а его стандартное отклонение 0,65.

Эксперименты проводились с соблюдением принципов «Европейской конвенции о защите позвоночных животных, которые используются для экспериментальных и других научных целей» (Страсбург, 18 марта 1986 года), Постановления первого национального конгресса по биоэтике (Киев, 2001) и Законом Украины №3447–IV «Про захист тварин від жорстокого поводження», принятого 21 февраля 2006 года.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Как показали результаты косинор-анализа, в спектрах инфранианной ритмики БП в ТЭС животных и инфранианной ритмики ГГФ индексов за время проведения эксперимента наблюдалось значительное количество совпадающих или близких периодов:  $\approx 3^{\text{д}}, 5$ ;  $\approx 5^{\text{д}}, 0$ ;  $\approx 7^{\text{д}}, 0$ ;  $\approx 9^{\text{д}}, 0$ ;  $\approx 11^{\text{д}}, 0$  и  $\approx 22^{\text{д}}, 0$ . Полученные данные согласуются с результатами исследований других авторов [2, 3] и являются подтверждением того, что к внешним синхронизаторам биологических ритмов можно отнести гелиогеомагнитные ритмы, имеющие разные периоды: собственного вращения Солнца и орбитального вращения Луны (около 28 дней), гармоник и субгармоник геомагнитного поля (около 3,5; 7,0 и 14,0 дней). Эти ритмы природных ЭМП сыграли, по-видимому, важную роль в формировании инфранианной ритмики физиологических показателей живых организмов и интегрировались в эндогенную ритмику биологических систем [14]. Так, например, ритмы обострения ряда заболеваний, отторжения трансплантатов после операций по пересадке органов и тканей имеют периоды около 7, 14, 28 дней [2, 3].

Динамики БП у крыс, подвергнутых изолированному (ТЭС) и комбинированному с КВЧ-воздействием (КВЧ+ТЭС) действию болевого фактора и индексов ГМА и СА имели определенную степень сходства (рис. 1, 2). При этом наблюдается более выраженное сходство ритмики нормализованного  $Ap$ -индекса (показателя ГМА) с ритмикой БП у крыс, подвергнутых только действию болевого стресса.

Кросскорреляционный анализ подтвердил эти результаты (рис. 3 –А). При этом значимая положительная корреляция ( $r=0,36$ ,  $p<0,024$ ) наблюдалась при отсутствии смещения динамики БП у животных контрольной группы (ТЭС) относительно ГМА. В группе животных, подвергнутых предварительному воздействию ЭМИ КВЧ, значимых корреляций БП с  $Ap$ -индексом не выявлено (рис. 3 –Б).

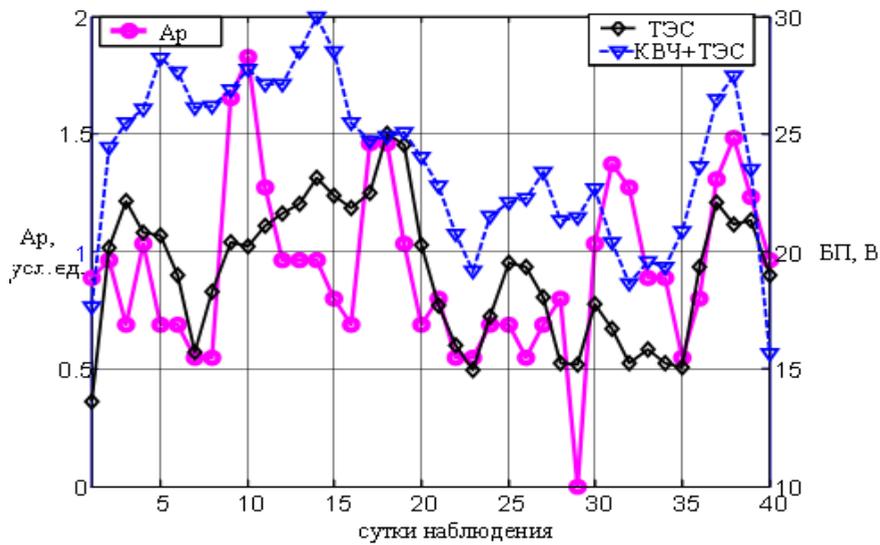


Рис. 1. Динамики величины болевого порога (в вольтах) у животных, подвергнутых изолированному (ТЭС) и комбинированному с воздействием ЭМИ КВЧ (КВЧ+ТЭС) действию болевого фактора в тесте электростимуляции и геомагнитной активности (нормализованный Ар-индекс) в течение 40 суток наблюдения.

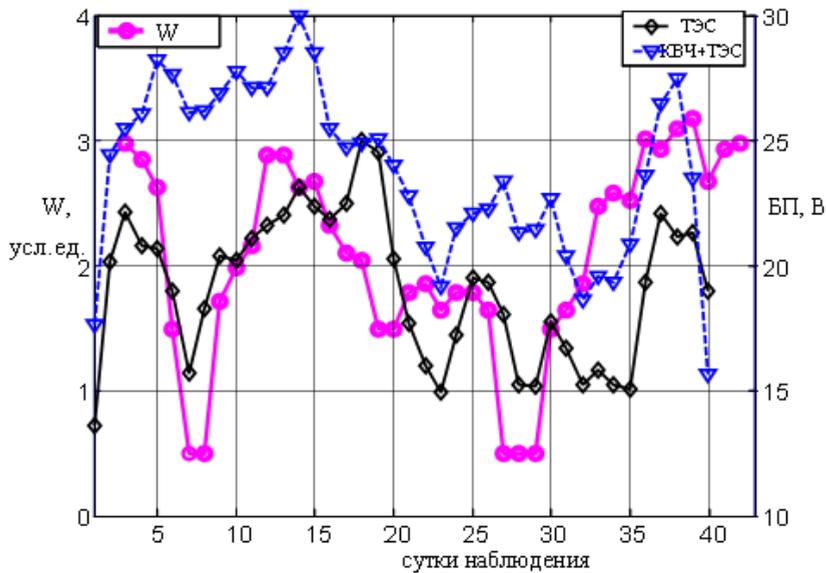


Рис. 2. Динамики величины болевого порога (в вольтах) у животных, подвергнутых изолированному (ТЭС) и комбинированному с воздействием ЭМИ КВЧ (КВЧ+ТЭС) действию болевого фактора в тесте электростимуляции и

солнечной активности (нормализованный индекс «числа Вольфа»(W)) в течение 40 суток наблюдения.

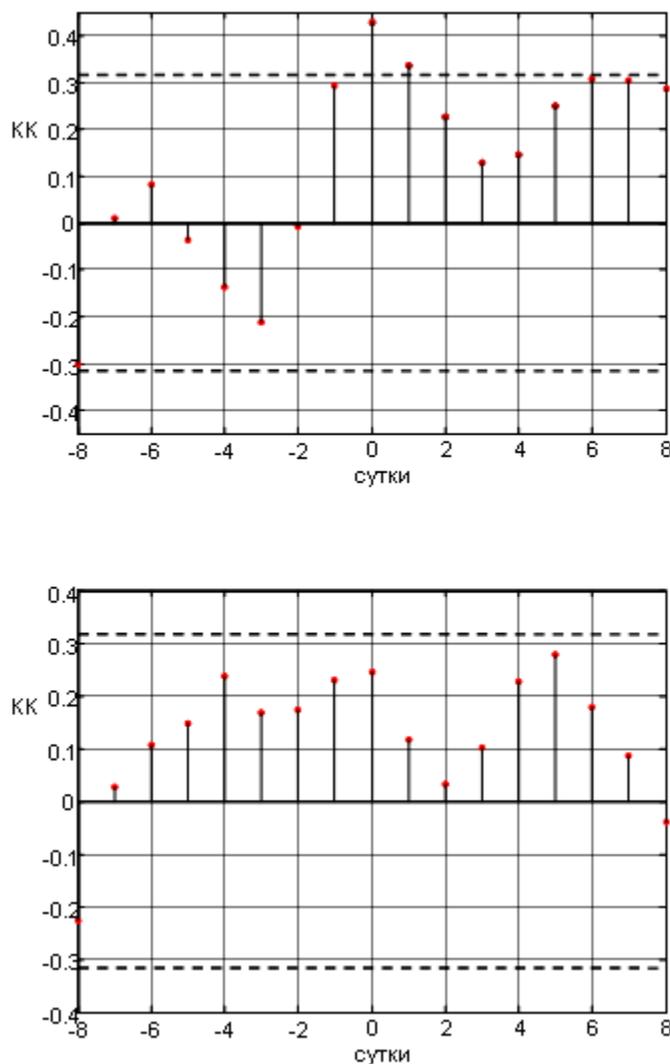


Рис. 3. Кросскорреляционный анализ динамики болевого порога у животных, подвергнутых изолированному (ТЭС) (А) и комбинированному с воздействием ЭМИ КВЧ (КВЧ+ТЭС) (Б) действию болевого фактора в тесте электростимуляции с геомагнитной активностью (нормализованный Ар-индекс). По осям ординат – коэффициент линейной корреляции (КК).

При сопоставлении динамики БП у животных исследуемых групп с индексом СА (W), смещенного на 2 суток отмечалось наибольшее сходство такого с ритмической составляющей болевой чувствительности у крыс, подвергнутых изолированному действию болевого фактора (рис. 2). Эти данные

подтверждаются кросскорреляционным анализом (рис. 3): значимая положительная связь индекса СА с динамикой БП у животных контрольной группы (ТЭС) выявлена при запаздывании БП на 2-3 суток относительно динамики индекса W ( $r = 0,41$   $p < 0,012$ ); отрицательная корреляция ( $r = 0,45$   $p < 0,05$ ) при опережении динамики БП на 7-8 суток относительно индекса СА (рис. 4 – А). При этом у животных, подвергнутых изолированному действию ЭМИ КВЧ и болевому стрессу значимых корреляционных связей БП с индексом W не зарегистрировано (рис. 4 – Б).

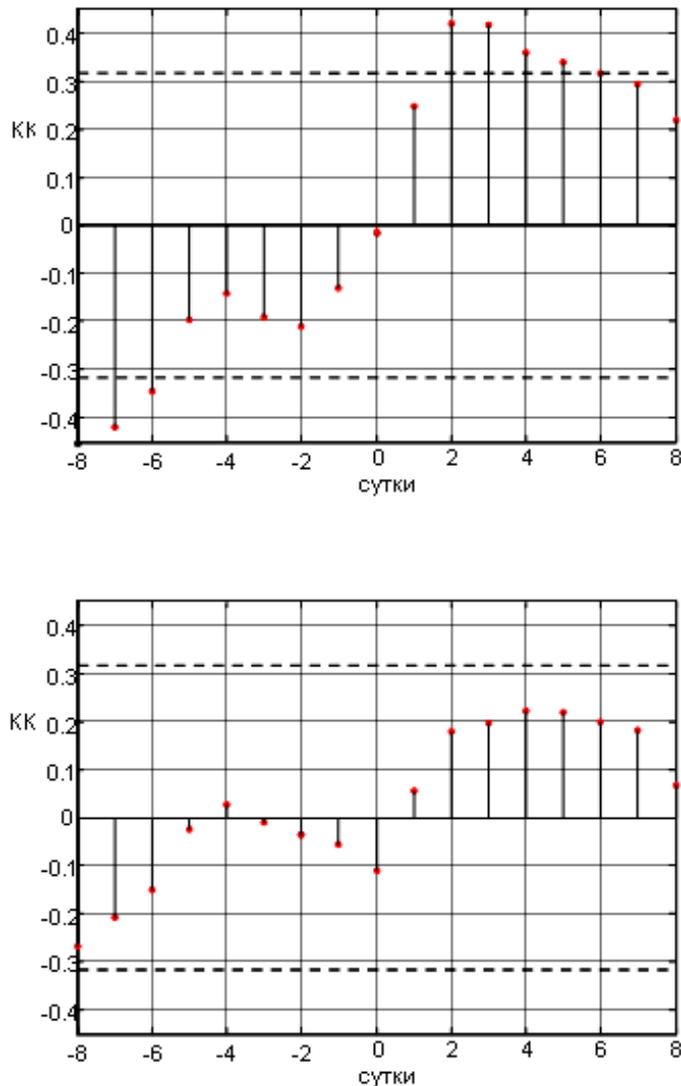


Рис. 4. Кросскорреляционный анализ динамики болевого порога у животных, подвергнутых изолированному (ТЭС) (А) и комбинированному с воздействием низкоинтенсивного электромагнитного излучения крайне высокой частоты

(КВЧ+ТЭС) (Б) действию болевого фактора в тесте электростимуляции и солнечной активности (нормализованный индекс «числа Вольфа»(W)).

Известно, что воздействие раздражителей чрезвычайной силы, в том числе и болевых, приводит к развитию в организме общего адаптационного синдрома или стресс-реакции [15], которая сопровождается изменением временной организации физиологических систем, что свидетельствует о резком обострении внутренних противоречий и предшествует развитию патологических состояний с последующими информационными, энергетическими, обменными и структурными изменениями [16–18]. В частности, согласно современным представлениям, при различных патологических процессах наблюдается та или иная степень десинхроноза [19]. Изменение исходной периодичности при стрессе характеризуется не только нарушением постоянства периода, но и увеличением амплитуды колебательного процесса, изменением акрофазы, т.е. развитием десинхроноза [18].

Вместе с тем, как показали наши исследования, у крыс, находящихся в условиях болевой стресс-реакции, развитие внутреннего десинхроноза сопровождалось возникновением внешней синхронизации с ГГФ факторами, на что указывает тот факт, что динамика порога болевой чувствительности при болевой электростимуляции коррелирует с геомагнитной активностью «день в день», а с солнечной активностью – с запаздыванием на 2-3 суток. Данный факт может быть вызван тем, что организм «подстраивается» под внешний, естественный датчик времени. Отсюда становится понятным тот факт, что больные люди (любое заболевание вызывает в организме развитие стресс-реакции) обладают повышенной чувствительностью к вариациям ГГФ факторов [3, 20, 21].

Как было показано ранее [8] при болевых стрессах различной природы и продолжительности воздействие низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ оказывает корректирующее и синхронизирующее действие. Однако при воздействии ЭМИ КВЧ на организм на фоне внутренней синхронизации возникает выраженный внешний десинхроноз – нарушение синхронизации физиологических процессов с ГГФ факторами, что может быть связано с тем, что организм «переключается» на новый датчик времени – искусственное низкоинтенсивное ЭМИ, которое, по видимому, оказывает на организм более сильное синхронизирующее действие, чем природные ЭМП. Явление синхронизации ритмики физиологических процессов между собой и с внешними ритмозадающими факторами является фундаментальным свойством биологических систем. Для реализации синхронизации необходимо, чтобы осциллирующая система обладала внутренним источником энергии, за счет которого происходят автоколебания. Тогда при попадании частоты внешнего сигнала в область синхронизации будет происходить «захват» частоты внешнего сигнала внутренним ритмом биосистемы [22]. Следовательно, при воздействии искусственного ЭМИ КВЧ уменьшается величина связи ритмики физиологических процессов организма с вариациями природного ЭМП, а синхронизация физиологических процессов в инфраничном диапазоне осуществляется в большей степени низкоинтенсивным ЭМИ искусственного происхождения, чем естественного. При этом воздействие ЭМИ КВЧ увеличивает

толерантность организма к болевому фактору, одновременно уменьшая величину корреляции БП с ГМА и СА.

Таким образом, на фоне спокойной геомагнитной обстановки (среднее значение Ар-индекса 7,6) и при низкой СА (среднее значение «чисел Вольфа» 18,9) существует достоверная корреляционная связь БП с ГМА (Ар-индексом) «день в день», а с СА (W) – с запаздыванием БП относительно СА на 2-3 суток и опережением на 6-8 суток у животных контрольной группы, подвергнутых изолированному действию болевого стресса. К сожалению, без дополнительных экспериментов нельзя ответить на вопрос о том, какие факторы в большей степени влияют на физиологические показатели организма – крайненизкочастотные ЭМП, связанные с ГМА или ЭМП широкого спектра, связанные с СА, поскольку различные физиологические системы могут реагировать на действие физического фактора с различным временем запаздывания. При воздействии искусственного ЭМИ КВЧ увеличивается толерантность организма к болевому фактору, одновременно уменьшается величина связи БП с СА и ГМА.

Результаты исследования свидетельствуют о том, что организм обладает способностью реагировать на ритмические вариации природного ЭМП. При этом воздействие ЭМИ КВЧ не просто изменяет временную организацию физиологических процессов, но и модифицирует влияние ГГФ факторами на болевую чувствительности. Результаты данной работы показывают целесообразность применения ЭМИ КВЧ для уменьшения неблагоприятных последствий действия космической погоды на организм.

### **ВЫВОДЫ**

1. Выявлены закономерности связи многодневной динамики болевой чувствительности животных в тесте электростимуляции с вариациями гелиогеофизических факторов, а также изменения этой связи при воздействии искусственного ЭМИ КВЧ.

2. На фоне спокойной геомагнитной обстановки и при низкой солнечной активности существует достоверная корреляционная связь болевого порога с геомагнитной активностью (Ар-индексом) «день в день», а с солнечной активностью (W) – с запаздыванием болевого порога относительно СА на 2-3 суток и опережением на 6-8 суток у животных, подвергнутых изолированному действию болевого стресса.

3. При воздействии низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ увеличивается толерантность организма к болевому фактору, одновременно уменьшается величина связи динамики болевого порога с геомагнитной и солнечной активностями.

### **Список литературы**

1. Пресман А. С. Электромагнитные поля и живая природа. – М.: Наука, 1968. – 288 с.
2. Владимирский Б.М., Сидякин В.Г., Темурьянц Н.А. Космос и биологические ритмы. – Симферополь. - 1995. - 206 с.

3. Бреус Т.К., Рапопорт С.И. Магнитные бури: медико-биологические и геофизические аспекты. – М.: Советский спорт, 2003. – 192 с.
4. Темурьянц Н.А., Владимирский Б.М., Тишкин О.Г. Низкочастотные электромагнитные сигналы в биологическом мире. – Киев: Наукова думка, 1992. – 150 с.
5. Авакян С.В. Микроволновое излучение ионосферы как фактор воздействия солнечных вспышек и геомагнитных бурь на биосистемы // Оптический журнал. – 2005. – Т. 72, № 8. – С. 41-48.
6. Дюшоссуа Г. Дистанционная индикация из космоса. Достижения и перспективы в Европе // Импакт., 1986. – С. 88-107.
7. Бецкий О.В., Кислов В.В., Лебедева Н.Н. Миллиметровые волны и живые системы. – М.: Наука, 2004. – 272 с.
8. Чуян Е.Н., Джелдубаева Э.Р. Механизмы антиноцицептивного действия низкоинтенсивного миллиметрового излучения: монография. – Симферополь: „ДИАЙПИ“, 2006. – 456 с.
9. Чуян Е.Н. Влияние миллиметровых волн нетепловой интенсивности на развитие гипокINETического стресса у крыс с различными индивидуальными особенностями: Автореф. дис... канд. биол. наук / СГУ. – Симферополь, 1992. – 25 с.
10. Сантана Вега Л. Роль индивидуальных особенностей двигательной активности в развитии гипокINETического стресса у крыс.: Автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.13 / СГУ. – Симферополь, 1991. – 21 с.
11. Емельянов И.П. Формы колебания в биоритмологии. - Новосибирск: Наука, 1976. –127 с.
12. Григорьев П.Е. Связь инфранианной ритмики физиологических процессов у животных с вариациями гелиогеофизических факторов: Автореф. дисс.... канд. биол. наук: 03.00.13 / ТНУ. – Симферополь, 2006. – 20 с.
13. Наследов А.Д. Математические методы психологического исследования. Анализ и интерпретация данных. Учебное пособие. – СПб.: Речь, 2004. – 392 с.
14. Halberg F., Breus T.K., Cornelissen G. Chronobiology in Space. – Minnesota University Medtronic Seminar. – Series №1. – Desember. – Minnessota. – 1991. – Vol.13, N 12/1. – P.21.
15. Селье Г. Очерки об адапционном синдроме. – М.: Медицина, 1960. – 254 с.
16. Степанова С.И. Биоритмологические аспекты адаптации.- М.: Наука, 1986. - 241с.
17. Чибисов С.М. Интегральные взаимоотношения разнопериодических биоритмов сердца в норме и при их десинхронизации: Дис... д-ра мед. наук. – М., 1993. – 79 с.
18. Бреус Т.К., Чибисов С.М., Баевский Р.М., Шебзухов К.В. Хроноструктура биоритмов сердца и факторы внешней среды. Монография. – М.: Изд-во Российского университета дружбы народов, 2002. – 232 с.
19. Ашофф Ю. Биологические ритмы. Т. 1. – М.: Мир, 1984. – 176 с.
20. Гуркинфель Ю.И., Любимов В.В., Ораевский В.Н. и др. Влияние геомагнитных возмущений на капиллярный кровоток. – Препринт ИЗМИРАН, 1994. – 256 с.
21. Ионова В.Т., Сазонова Е.А., Сергиенко Н.П. и др. Реакция организма человека на гелиогеофизические возмущения // Биофизика. – 2003. – Т. 48., № 2. – С. 380-384.
22. Пиковский А., Розенблюм М., Куртс Ю. Синхронизация. Фундаментальное нелинейное явление. – М.: Техносфера, 2003. – 496 с.

*Поступила в редакцию 10.12.2006 г..*

УДК 591.1: 615.849.11

## **МОДИФИЦИРУЮЩЕЕ ДЕЙСТВИЯ ГИПОКИНЕТИЧЕСКОГО СТРЕССА НА ИЗМЕНЕНИЕ БОЛЕВОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ КРЫС В ТЕСТЕ ЭЛЕКТРОСТИМУЛЯЦИИ**

*Чуян Е.Н., Заячникова Т.В.*

Проблема боли занимает одно из центральных мест в современной физиологии и медицине и является предметом широкомасштабного междисциплинарного исследования. Однако экспериментальное изучение болевой чувствительности у людей и животных наталкивается на многочисленные специфические трудности. Во-первых, практически все стимулы, повреждающие ткань, вызывают боль, поэтому нельзя выделить какой-либо один стимул, адекватный для боли. Во-вторых, в связи с субъективной оценкой боли человеком и невозможностью точно определить её интенсивность, многие аспекты количественного определения болевой чувствительности не исследованы. Решению данных проблем способствуют эксперименты на животных, которые позволяют количественно оценить интенсивность боли при отсутствии психогенного фактора, сопровождающего исследование болевых реакций у человека.

Известно, что интенсивность боли зависит не только от силы стимула, но и от функционального состояния организма, баланса активностей ноцицептивной и антиноцицептивной систем. Различные факторы, в том числе и стрессорные, вызывают изменение уровня болевой чувствительности организма [1]. Одним из широко распространенных в настоящее время стресс-факторов, вызывающих ряд изменений в функционировании практически всех органов и систем организма, является ограничение подвижности – гипокинезия (ГК) [2]. В наших предыдущих исследованиях показано модифицирующее влияние ГК стресса на изменение болевой чувствительности животных при экспериментально вызванных тонической [3], висцеральной [4] и острой термической боли [5]. Однако модифицирующее влияние ГК стресса на уровень болевой чувствительности при экспериментальной острой боли, вызванной электрорадражением, не изучено.

В связи с вышеизложенным, целью данной работы явилось изучение модифицирующего действия ГК стресса на изменение уровня болевой чувствительности у крыс при острой боли, моделируемой в тесте электростимуляции (ТЭС).

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Экспериментальные исследования выполнены на 30 взрослых белых крысах-самцах линии Вистар массой 180-200 грамм, полученных из питомника научно-исследовательского института биологии Харьковского национального университета им. В.Н. Каразина. Для экспериментов отбирали животных со средним уровнем двигательной активности и низкой эмоциональностью, определяемых в тесте «открытого поля», которые, согласно нашим [6] и литературным данным [7], преобладают в популяции, поэтому у них развивается типичная реакция на любые воздействия.

Предварительно отобранных животных разделили на две равноценные группы по 15 особей в каждой. Животные первой и второй групп подвергались воздействию экспериментально вызванной острой боли в ТЭС ежедневно в течение 9-ти суток.

ТЭС является одним из распространенных методов стимуляционной алгометрии, широко применяемых в анестезиологии [8]. В нашем исследовании крысу помещали в камеру из оргстекла 20х30х20 см, пол у которой был изготовлен из медной проволоки, через которую пропускали электрический ток с помощью генератора Г5-82 (свидетельство о проверке рабочего средства измерительной техники № 024537 от 14.07.2007), создающего прямоугольные одинарные импульсы длительностью 10 мс с частотой 40 Гц. Показателем болевой чувствительности в данном тесте являлся болевой порог (БП), за который принимали минимальную силу тока (в миллиамперах, мА), при которой регистрировались первые болевые реакции у животных – отдергивание конечности или подскок. БП определялся у животного три раза подряд с интервалом в три минуты, затем вычисляли среднее арифметическое из трех измерений.

Животные первой группы (ТЭС) составляли контроль и подвергались изолированному действию болевого фактора. Ко второй группе (ГК+ТЭС) относились крысы, которых предварительно подвергали ГК стрессу, который моделировался помещением крыс в специальные пеналы из оргстекла, в которых они находились по 22 часа ежедневно в течение 9-ти суток. Известно, что такие клетки обеспечивают существенное ограничение подвижности животных по всем направлениям и вызывают стрессовую реакцию [2].

Для количественной оценки модифицирующего влияния ГК стресса на уровень болевой чувствительности крыс использовался коэффициент модификации (КМ; усл. ед.):

$$KM = \frac{BP_2 - BP_1}{BP_1},$$

где  $BP_1$  – значения БП у крыс первой группы, подвергнутых изолированному действию болевого фактора;  $BP_2$  – значение БП у крыс второй группы, подвергнутых последовательному действию ГК и болевого стресса. В случае если КМ приближается к нулевому значению, модифицирующее влияние изучаемого фактора отсутствует.

Учитывая тот факт, что у грызунов БП в течение суток не постоянен [9], эксперименты проводились в одно и то же время светлой половины суток (с 9.00 до 11.00 часов).

После проверки экспериментальных данных на нормальность распределения статистический анализ результатов проводили с помощью параметрических методов. В качестве критерия оценки достоверности наблюдаемых изменений использовали t-критерий Стьюдента. Обработка результатов производилась на ПК с использованием стандартных статистических программ.

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 (Киев, 2001).

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты проведенного исследования свидетельствуют о том, что при воздействии острого электроболевого стресса у животных первой группы (ТЭС) БП в течение 9-и суток эксперимента изменялся незначительно и находился в пределах от  $180 \pm 10$  мА до  $400 \pm 50$  мА (рис. 1).

У крыс, предварительно подвергавшихся ГК стрессу (ГК+ТЭС) происходило достоверное изменение БП по сравнению со значениями данного показателя у животных контрольной группы. Однако направленность этих изменений зависела от продолжительности ограничения подвижности.

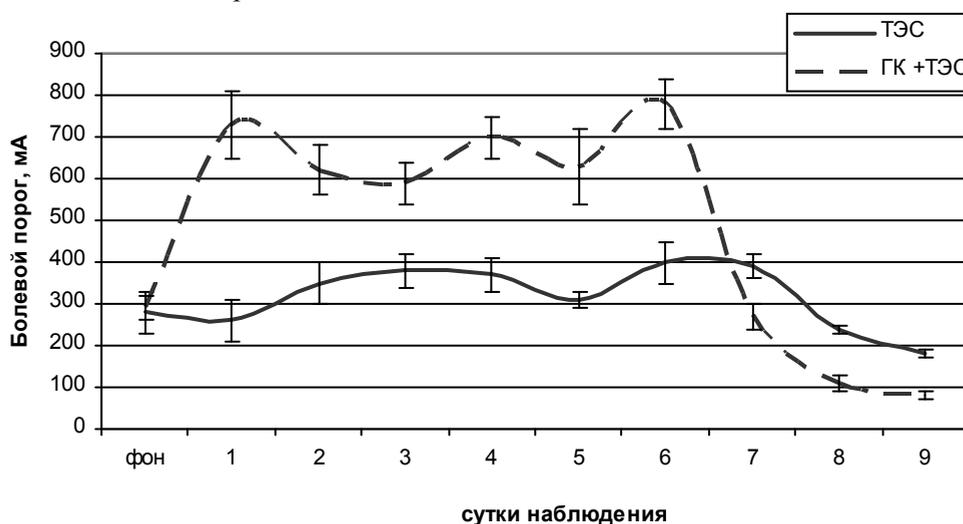


Рис. 1. Динамика болевого порога (мА) у крыс, подвергнутых изолированному (ТЭС) и комбинированному с гипокинетическим стрессом (ГК + ТЭС) действию болевого стресса в тесте электростимуляции в течение девяти суток наблюдения.

Так, у животных, подвергнутых, комбинированному действию ГК и болевого стрессов с 1-х по 6-е сутки наблюдения регистрировалось, увеличение БП

относительно данных у животных контрольной группы, наиболее выраженное после 1-х суток ГК (на 180,77 %;  $p < 0,01$ ) (рис. 1). Однако с 7-х по 9-е сутки эксперимента у животных данной группы отмечалось уменьшение БП в среднем на 53,17 % ( $p < 0,05$ ) относительно значений у животных, подвергнутых изолированному электроболевому воздействию.

Таким образом, результаты проведенного исследования показали разнонаправленные изменения уровня болевой чувствительности в ТЭС в зависимости от продолжительности ГК стресса, что подтверждает и динамика КМ, который с 1-х по 6-е сутки наблюдения был положительным, а с 7-х по 9-е сутки – отрицательным (рис. 2). При этом максимальное значение КМ имел после 1-х суток (1,81 усл. ед.), а минимальное – после 8-х суток (-0,55 усл.ед.) ограничения подвижности.

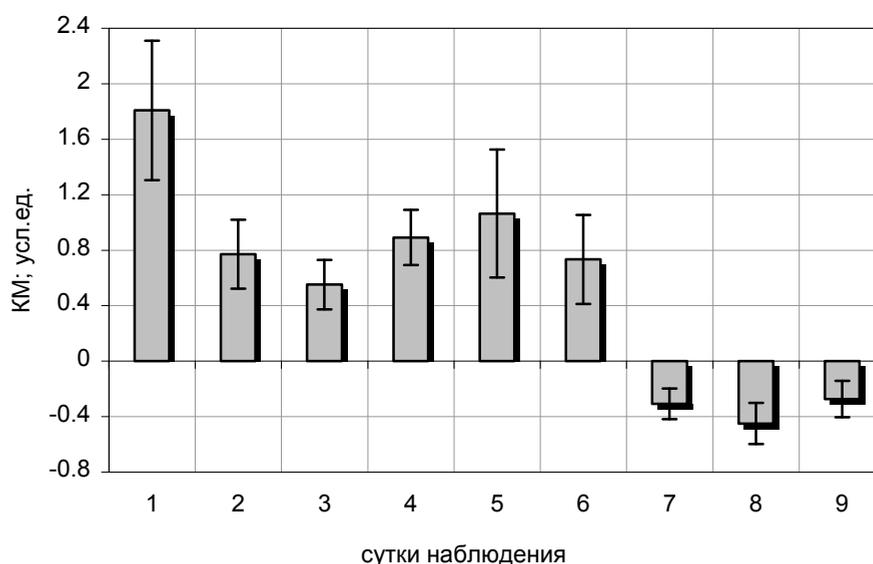


Рис. 2. Изменение коэффициента модификации (КМ, усл. ед.) гипокинетического стресса на уровень болевой чувствительности у крыс при действии острой боли в разные сроки наблюдения.

Полученные данные согласуются с результатами наших предыдущих исследований [3-5], в которых показано, что при экспериментально вызванных тонической, висцеральной и острой термической боли непродолжительный (до 7-и суток) ГК стресс вызвал достоверное уменьшение продолжительности болевых реакций и увеличение БП и уровня выносливости боли у животных в «формалиновом», «уксусном» тестах и тесте «горячая пластинка». Эти результаты согласуются и с литературными данными, в которых показано, что у животных, перенесших острый иммобилизационный стресс, БП увеличился более чем вдвое [10].

Таким образом, при непродолжительном ГК стрессе (до 6-7 суток) реализуется аналгетический эффект при последующем болевом воздействии, а возможно, и другие эффекты, ограничивающие стрессорные повреждения. По-видимому, при

непродолжительном ГК стрессе в организме крыс развивается перекрестная или кросс-адаптация. Это означает, что адаптация к какому-либо стрессору, в частности к ГК, может не только повышать устойчивость организма к действию данного стрессора, т.е. вызывать прямой защитный эффект, но и увеличивать устойчивость к действию других стрессоров [11], в данном случае к болевому.

Однако при продолжительном ГК стрессе (7-9 сутки) в ТЭС, а также предыдущих работах при экспериментальной тонической, висцеральной и острой термической боли [3-5] произошло увеличение продолжительности болевых реакций, уменьшение БП и уровня выносливости боли, что свидетельствует об уменьшении резистентности к болевому стрессу. Из литературных источников известно, что 9-и суточное ограничение подвижности у крыс соответствует стадии тревоги ГК стресса [12, 13]. При этом наблюдается значительное увеличение активности стресс-реализующих систем (симпатоадреналовой и гипоталамо-гипофизарно-адреналовой) [14, 15] и снижение активности стресс-лимитирующих систем организма, (опиод-, серотонин-, дофамин-, ГАМК-ергических систем [16, 17], которые играют значительную роль не только в развитии стресс-реакции, но и в регуляции болевой чувствительности [18]. Следовательно, при интенсивной и/или длительной стресс-реакции основные адаптивные эффекты трансформируются в повреждающие и могут стать основой стрессорных болезней.

Таким образом, данные настоящего и предыдущего исследований [3-5] показали, что ГК стресс обладает модифицирующим действием при болевых стрессах различной этиологии. Известно, что в механизме развития острого болевого синдрома, включающего в себя эмоциональную реакцию на боль, ведущую роль играют центральные механизмы формирования болевой реакции. При моделировании висцеральной боли в «уксусном тесте» на первый план выступают гуморальные механизмы болевой чувствительности. В случае же использования «формалинового теста», имитирующего хроническое болевое раздражение в результате образования воспалительного процесса в тканях и изменения функции нейронов дорсальных рогов спинного мозга главную роль играют центральные механизмы афферентации в условиях ноцицепции и антиноцицепции [18, 19].

Следовательно, полученные результаты свидетельствуют от определенной универсальности модифицирующих эффектов ГК стресса в отношении болевой чувствительности животных.

## **ВЫВОДЫ**

1. Гипокинетический стресс модифицирует уровень болевой чувствительности у животных, что проявляется в изменении болевого порога при экспериментальном электроболевым воздействием.

2. Направленность изменений болевой чувствительности у крыс в тесте электростимуляции зависит от продолжительности гипокинетического стресса: при адаптации крыс к непродолжительному гипокинетическому стрессу (первые 6 суток ограничения подвижности) повышается резистентность к болевому стрессу, что выражается в увеличении болевого порога, при продолжительном ограничении

подвижности (7-9 сутки), напротив, происходит уменьшение болевого порога, что свидетельствует об увеличении болевой чувствительности.

### Список литературы

1. Пшенникова М.Г. Роль опиоидных пептидов в реакции организма на стресс // Пат. физиология и экспериментальная медицина. – 1987. – № 3. – С. 85-90.
2. Коваленко Е.А., Гуровский Н.Н. Гипокинезия. – М.: Медицина, 1980. – 307 с.
3. Чуян Е.Н., Заячникова Т.В. Модификация поведенческих реакций у крыс с экспериментально вызванной тонической болью с помощью гипокинетического стресса // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2005. – Т. 18 (57), № 2. – С. 192-198.
4. Чуян Е.Н., Заячникова Т.В., Трибрат Н.С. Гипокинетический стресс модифицирует болевую чувствительность у крыс при экспериментально вызванной висцеральной боли // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2006. – Т. 19 (58), № 3. – С. 108-120.
5. Чуян Е.Н., Заячникова Т.В. Модифицирующее действия гипокинетического стресса на изменение болевой чувствительности крыс в тесте «горячая пластинка» // Проблемы, достижения и перспективы развития медико-биологических наук и практического здравоохранения. – 2006. – Т. 142, часть 3. – С. 178-181.
6. Чуян Е.Н. Влияние миллиметровых волн нетепловой интенсивности на развитие гипокинетического стресса у крыс с различными индивидуальными особенностями. Автореф. дис. ... канд биол.наук: 03.00.13 / Симферопольский гос. ун-т, 1992. – 22 с.
7. Сантана Вега Л. Роль индивидуальных особенностей двигательной активности в развитии гипокинетического стресса у крыс: Автореф. дис...канд. биол. наук: 03.00.13 / СГУ. – Симферополь, 1991. – 21 с.
8. Василенко А.М.: Тензоалгометрия // Боль и ее лечение. – 1997.– №6.– С.56-75.
9. Golombek D.A., Escobar E., Burin L.J. et al. Time-dependent melatonin analgesia in mice: inhibition by opiate or benzodiazepine antagonist // Eur. J. Pharmacol. – 1991. –Vol. 194, № 1. – P. 25-30.
10. Olivero A., Castellano C., Puglisi-Allegra S. Anticonvulsant effects of stress: role of endogenous opioids // Brain Research. – 1983. – Vol. 271. – P 193-195.
11. Меерсон Ф.З. Физиология адаптационных процессов. – М.: Наука, 1986. – 635 с.
12. Португалов В.В., Ильина - Какуева Е.И., Старостин В.И., Рохленко К.Д., Савик З.Ф. Структурные и цитохимические изменения скелетных мышц при ограничении подвижности // Арх. Анат., гистол., эмбриол. – 1971. Т. 61, № 11. – С. 82-90.
13. Михайлов А.В. Функциональная морфология нейтрофилов крови крыс в процессе адаптации к гипокинезии: Автореф. дис... канд. биол. наук: СГУ. – Симферополь, 1985. – 25 с.
14. Мальгина В.И. Симпатоадреналовая система крыс при адаптации к гипокинезии: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Симферополь, 1989. – 23 с.
15. Чуян Е.Н., Заячникова Т.В. Модифицирующее действие гипокинетического стресса на изменение активности симпатоадреналовой системы при инфузии крыс // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2005. – Т. 18 (57). – № 3. – С. 198-205.
16. DeFeudis F. V. Muscimol and GABA-receptors, basic studies and therapeutic implications // Rev. Appl. Pharmacol. Sci. – 1982. – Vol. 3. – P. 319-379.
17. Пшенникова М.Г. Феномен стресса. Эмоциональный стресс и его роль в патологии // Пат. физиол. – 2001. – №2. – С. 26-30.
18. Брагин Е.О. Нейрохимические механизмы регуляции болевой чувствительности – М.: Изд-во Ун-та дружбы народов, 1991. – 248 с.
19. Калужный Л. В. Физиологические механизмы регуляции болевой чувствительности. – М.: Медицина, 1984. – 216 с.

*Поступила в редакцию 10.12.2006 г..*

УДК 576. 895. 1: 599.745 (260)

## ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ПАРАЗИТОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ ПРИ ВЫЯСНЕНИИ ПРОИСХОЖДЕНИЯ, ЭВОЛЮЦИИ, СИСТЕМАТИКИ И ЗООГЕОГРАФИИ ХОЗЯЕВ

*Юрахно М.В., Стрюков А. А., Демиденко Л.А.*

Паразиты – природные метки своих хозяев. Они развиваются сопряженно с ними во времени и пространстве. Эволюция паразитов чаще несколько запаздывает по сравнению с эволюцией хозяев, но бывают и случаи опережения. Изменчивость у паразитов нередко достигает таких скоростей, которые не встречаются у хозяев. Поэтому паразиты иногда могут быть очень удобными объектами для решения некоторых общебиологических проблем, касающихся вопросов происхождения, филогении, систематики и зоогеографии различных групп животных.

В связи с этим, целью данной работы явилось обобщение опыта применения паразитологических данных при выяснении происхождения, эволюции, систематики и зоогеографии хозяев.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В основу положены результаты исследования гельминтологического материала от 2435 ластоногих 13 видов: сивуч (55 вскрытий), северный морской котик (322), тихоокеанский морж (166), Ларга (157), кольчатая нерпа (309), каспийский тюлень (707), крылатка (259), лахтак (99), тюлень-крабоед (247), тюлень Росса (14), морской леопард (67), тюлень Уэдделла (28) и субантарктический морской слон (5 вскрытий). Помимо паразитологических использовались также данные палеонтологии, исторической геологии, океанологии, зоогеографии и териологии.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Первым стал широко использовать паразитологические данные при выяснении вопросов исторической геологии, зоогеографии и филогении позвоночных животных американский учёный Иеринг (Ihering) [1, 2]. Изучая происхождение южноамериканской фауны млекопитающих, он сравнил их гельминтофауну с гельминтофауной североамериканских млекопитающих и пришёл к выводу, что соединение обеих Америк произошло не раньше плиоцена и что фауна Южной Америки складывается из двоякого рода элементов. Одни из них – древние автохтоны, другие – более поздние поселенцы, проникшие после плиоцена из Северной Америки. Автохтоны обладают специфическими паразитами, а гетерохтонные пришельцы характеризуются паразитами, сходными с таковыми голарктических млекопитающих.

Другой американский паразитолог Келлог (Kellog) [3, 4] большое внимание уделял птичьим пухоедам при выяснении филогении их хозяев. Обнаружив общие виды пухоедов у разных видов европейских и американских птиц (например, у двух разных видов корольков, у двух разных видов ворон – европейского и американского), он объяснял этот факт как признак происхождения такой пары хозяев от одного общего предка.

Пухоедами занимался и Гаррисон (Harrison) [5,6]. По наличию общего семейства Mallorhaga на австралийских сумчатых и южноамериканских дикобразов он предположил о существовании былой южной связи между Австралией и Америкой. Он же отмечал, что характер Mallorhaga пингвинов свидетельствует против всякого их родства с антарктическими водоплавающими птицами.

Большой интерес представляет работа К.И. Скрыбина [7] «Значение гельминтологии при выяснении родства человека с антропоморфными обезьянами», в которой подчёркивается существенное сходство в фауне нематод у сравниваемых хозяев.

Хегнер (Hegner) [8] установил, что и большинство простейших, паразитирующих у человека и обезьян, принадлежит к одним и тем же видам, морфологически не отличимым друг от друга. В то же время, с паразитами домашних животных почти никакого сходства не наблюдается.

Горячим сторонником сопряжённой эволюции (филогенетического параллелизма) паразитов и их хозяев был А.И. Рубцов [9]. Он считал, что «эволюция специализированного паразита, как правило, протекает сопряжённо с хозяином во времени и пространстве: за дивергенцией хозяина следует дивергенция паразита. Отсюда следует, что родственные хозяева населены и родственными паразитами». В качестве примеров автор привёл эволюцию непарнокопытных (осла, зебры и лошади) и их оводов *Gastrophilus flavipes*, *G. meridionalis* и *G. intestinalis*, а также слонов (африканского и индийского) и их специализированных паразитов *Cobboldia loxodontis* и *C. elephantis*. По мнению И.А. Рубцова, сопряжённая эволюция является «... чрезвычайно плодотворным методом для выяснения ряда самых общих и сложных вопросов систематики, биогеографии и других смежных дисциплин».

В 1950 г. была опубликована статья С.Л. Делямуре «Филогенетическое родство дельфинов и наземных хищных в свете гельминтологической науки», в которой делался вывод о филогенетической близости китообразных и наземных хищных млекопитающих сходными видами нематод. Позднее В.Л. Контримавичусом [10] этот вывод оспаривался и было высказано, на наш взгляд оправданное, предположение, что у нематод – паразитов дельфинов, куньих и виверровых сходство чисто конвергентное. В то же время, В.Л. Контримавичус считал, что сходство, например, росомахи и куниц может учитываться как одно из доказательств принадлежности росомах к Mustelinae и их поэтому нецелесообразно выделять в самостоятельное подсемейство. Он также полагал, что отличия в гельминтофауне речных выдр и других куньих зависят не столько от экологических факторов, сколько от физиологических особенностей этих животных и могут вполне рассматриваться как показатель филогенетической обособленности выдр.

Много сделал для выяснения роли филогенетического параллелизма в паразито-хозяинных системах Эйхлер (Eichler) [11, 12]. Паразитизм рассматривается

им как эволюционный динамический процесс, направленный на постоянное сужение круга хозяев или возрастание специфичности паразитов. Характер эволюции взаимоотношений паразитов и хозяев, по мнению Эйхлера, подчиняется некоторым паразитофилетическим правилам: 1) классификация родовых и надродовых таксонов паразитов в общих чертах соответствует таковой их хозяев; 2) уровень организации паразитов и их хозяев в целом соответствуют друг другу; 3) для aberrantных хозяев характерны aberrantные паразиты. В эволюции паразитов основное значение имеют 2 фактора. Один из них – радиация, которая при радиации и дифференциации хозяев ведёт к образованию новых групп паразитов. Вторым фактором является количество доступных хозяев, что обуславливает возможность быстрой радиации паразитов в пределах крупных групп близкородственных хозяев. Эйхлером делается вывод, что законы филогенеза паразитов и их взаимоотношений с хозяевами подтверждают синтетическую теорию эволюции.

Хорошим доказательством возможности использования паразитологического материала при решении общебиологических проблем может служить работа В.А. Мамонтовой [13], в которой на примере тлей обстоятельно анализируется явление коэволюции, сопряжённой эволюции и сопряжённых видов.

Большой вклад в развитие учения о филогенетическом параллелизме внесла кафедра зоологии Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Мировое признание получила монография С.Л. Десямуре [14] «Гельминтофауна морских млекопитающих в свете их экологии и филогении». В частности, высокую оценку В.А. Догеля [15] получил её зоогеографический раздел.

Подробная зоогеографическая характеристикагельминтофауны китообразных Северной Пацифики дана в работе А.С. Скрыбина [16].

Специальная работа была посвящена систематическому положению хохлача [17]. На основании гельминтологических данных (сходство цестод, акантоцефалов) М.В. Юрахно был сделан вывод о наличии родства у хохлача и морских слонов и о нецелесообразности ликвидации подсемейства *Cystophorinae*.

В том же году М.В. Юрахно [18] была опубликована оригинальная теория происхождения байкальской нерпы. Гельминтологические данные свидетельствуют о том, что байкальская нерпа – не древний абориген и не северный пришелец, а, скорее всего, проникла по системе Палео-Амура из тихоокеанского бассейна.

В 1991 году были изложены результаты изучения путей проникновения настоящих тюленей в Северную Пацифику [19].

В 1992 году М.В. Юрахно [20], опираясь на теорию филогенетического параллелизма обосновал 3 новых семейства, надсемейство и подотряд ленточных червей.

Много внимания было уделено происхождению каспийского тюленя [21, 22]. Авторы пришли к выводу, что, не смотря на длительность изоляции, он сохранил сходство с арктической кольчатой нерпой.

Сведения о своеобразии филогении цестод настоящих тюленей Антарктики содержатся в работе М.В. Юрахно и В.Н. Мальцева [23].

В 1998 году вышла в свет двухтомная монография «Северный морской котик (систематика, морфология, поведение». В ней М.В. Юрахно, А.С. Скрыбиным и И.М. Тайковым [24] подробно анализируется популяционная структура

паразитофауны этого животного и подтверждается мнение о существовании трёх популяций северного морского котика: командорской, курильской и аляскинской.

Большой интерес у специалистов, изучающих ластоногих, вызвала публикация «Эволюционное распространение предков настоящих тюленей в пределах Голарктики (гельминтологические доказательства)» [25]. В ней убедительно доказано, что морской заяц и кольчатая нерпа из Северной Атлантики распространялись арктическим путём вдоль берегов Евразии, а предки крылатки и ларги проникли из этого бассейна в Северную Пацифику через Канадский архипелаг. Что же касается предка обыкновенного тюленя, то он мигрировал на юг и в плиоцене по кроссцентралноамериканскому проливу тоже проник в Северную Пацифику, где дивергировал на 3 подвида.

Последними исследованиями [26] опровергнута точка зрения С.Л. Делямуре [14] о том, что гельминтофауна ластоногих не имеет самостоятельных черт. Выяснилось, что она включает много специфичных таксонов различного ранга, которые ещё раз подтверждают всеобъемлющий характер филогенетического параллелизма.

Паразито-хозяйинные взаимоотношения интенсивно исследуются А.А. Стрюковым [27 – 31] на примере акантоцефалов ластоногих. Выясняется их гостальная и географическая изменчивость, фенотипическое разнообразие, эволюционные преобразования.

Результаты изучения популяционной структуры каспийского тюленя с помощью гельминтологического материала изложены в работе М.В. Юрахно, А.В. Ивашова и Л.А. Демиденко [32].

## ВЫВОДЫ

Паразитологические сведения являются благодатным вспомогательным материалом при выяснении происхождения, эволюции, систематики и зоогеографии хозяев.

## Список литературы

1. Ihering H. On the ancient relations between New Zealand and South America // Trans. And Proc. New Zeal. Inst. – 1891. – Vol. 24. – P. 431-445.
2. Ihering H. Die Helminthen als Hilfsmittel der zoogeografischen Forschung // Zool.Anz. – 1902. – Vol. 26. – S. 42-51.
3. Kellog V. New Mallophaga // Proc. Calif. Acad. Sci. – 1896. – Vol. 6. – P. 31-168; 431-548.
4. Kellog V. American insects // N.Y., H. Holt and Co. – 1908.
5. Harrison L. The Mallophaga as a possible clue to bird phylogeny // Austral. zool. – 1914. – Vol. I. – P. 1-5.
6. Harrison L. Host and parasite // Proc. Linn. soc. N.S.W. – 1928. – 53. – P. 9-29.
7. Скрябин К.И. Значение гельминтологии для выяснения родства человека с антропоморфными обезьянами // Тр. об-ва вет. врачей. – Новочеркасск, 1919. – Вып. 1.
8. Hegner R. The evolutionary significance of the protozoan of monkeys and man // Quart. rev. boil. – 1928. – Vol. 3. – P. 225-244.
9. Рубцов А.И. Филогенетический параллелизм паразитов и хозяев и его значение в систематике и биогеографии // Усп. совр. биол. – 1940. – Vol. 13. – С. 430-456.
10. Контримавичус В.Л. Гельминтофауна куньих и пути её формирования. – М.: Наука, 1969. – 432 с.
11. Eichler W. Uber gewisse wechselbeziehungen zwischen Okologie und Evolution in der Sphere des Parasitismus // Dtsch. entomol. Z. – 1980. –V.27, № 4-5. – S. 189-197.

12. Eichler W. Les regles parasitophyletiques comme phenomene de la theorie de l evolution // Mem. Mus. nat. hist. nature. – 1982. – Vol. A 123. – P. 69-71.
13. Мамонтова В.А. Коэволюция, сопряжённая эволюция и сопряжённые виды на примере тлей (Homoptera, Aphidinea) // Вестн. Зоологии. – 1988. – №1. – С. 3-13.
14. Делямуре С.Л. Гельминтофауна морских млекопитающих в свете их экологии и филогении. – М.: Изд-во АН СССР, 1955. – 517 с.
15. Догель В.А. Общая паразитология. – Л.: Изд-во Ленинградского у-та, 1962. – 464 с.
16. Скрябин А.С. Зоогеографическая характеристика гельминтофауны морских млекопитающих Борео-Пацифической подобласти // Изв. Крымск. пед. ин-та. – Симферополь, 1958. – Т. 31. – С. 5-45.
17. Юрахно М.В. О систематическом положении хохлача в сети гельминтологических данных // Экология, воспроизводство и охрана биоресурсов морей Северной Европы: Тез. докл. III Всес. конф. – Мурманск, 1990. – С. 228-230.
18. Юрахно М.В. О происхождении байкальской нерпы в свете гельминтологических данных // Морские млекопитающие: Тез. докл. X Всес. совещ. по изучению, охране и рац. использованию морских млекопитающих (г. Светлогорск Калининградской обл.). – М., 1990. – С. 337-339.
19. Юрахно М.В. О путях проникновения в Северную Пацифику настоящих тюленей (гельминтологические доказательства) // Рациональное использование биоресурсов Тихого океана. Сб. тез. докл. – Владивосток, 1991. – С. 152-154.
20. Юрахно М.В. О систематике и филогении некоторых групп цестод отряда Pseudophyllidea // Паразитология. – 1992. – Т. 26, вып. 6. – С. 449-461.
21. Юрахно М.В. Особенности паразитофауны каспийского тюленя в связи с его происхождением // XI конф. Украинского общества паразитологов. Тез. докл. – Киев, 1993. – С. 184, 185.
22. Юрахно М.В., Ивашов А.В., Демиденко Л.А. Консортивні зв'язки з гельмінтами як показник походження каспійського тюленя // Доповіді Національної Академії Наук України. – 2004. – Т. 1. – С. 186-191.
23. Юрахно М.В., Мальцев В.Н. Филогения цестод настоящих тюленей Антарктики // Паразитология в Україні. – Київ, 1996. – С. 119-124.
24. Юрахно М.В., Скрябин А.С., Тайков И.М. Паразитофауна северного морского котика и её популяционная структура // Северный морской котик (систематика, морфология, поведение). – М., 1998. – Ч.2. – С. 810-861.
25. Юрахно М.В. Эволюционное распространение предков настоящих тюленей в пределах Голарктики (гельминтологические доказательства) // Морские млекопитающие Голарктики. Материалы междунар. конф. – Архангельск. – 2000. – С. 443-446.
26. Юрахно М.В. О своеобразии гельминтофауны ластоногих // Морские млекопитающие Голарктики. Сб. научн. трудов по материалам 3-ей междунар. конф. Коктебель, 2004. – Москва, 2004. – С. 597-599.
27. Стрюков А.А. Особенности локализации скребня *Corynosoma pseudohamanni* Zdzitowiecki, 1984 и возрастно-половая структура его тихоокеанской популяции // Учёные записки Таврического нац. у-та. – Симферополь. – 2003. – Т. 16 (55), № 2. – С. 184-187.
28. Стрюков А.А. Заражённость акантоцефалами настоящих тюленей Антарктики // Вестник зоологии. – 2004. – Т. 38 (4) – С. 23-29.
29. Юрахно М.В., Стрюков А.А. О географической изменчивости акантоцефалов настоящих тюленей Антарктики // Морские млекопитающие Голарктики. Сб. научн. трудов по материалам 3-ей междунар. конф. Коктебель, 2004. – Москва, 2004. – С. 599-601.
30. Юрахно М.В., Стрюков А.А. Фенотипическое разнообразие скребня *Corynosoma pseudohamanni* Zdzitowiecki, 1984 – паразита настоящих тюленей Антарктики // Наук. зап. пед. Ун-ту ім. В. Гнатюка. – Серія: Біологія. – Спец. Вип. «Гідроекологія». – 2005. – Т. 4 (27). – С.285-287.
31. Стрюков А.А. Гостальная изменчивость *Corynosoma pseudohamanni* Zdzitowiecki, 1984 от настоящих тюленей Антарктики // Уч. зап. Таврич. нац. у-та. Сер. «Биология, химия». – 2006. – Т. 19 (59), № 2. – С. 66-72.
32. Yurahno M.V., Ivashov A.V., Demidenko L.A. Consortive ties of Caspian seal with helminthofauna as index of its populational structure // Экология та ноосферология. – 2004. – Т.15, №1-2. – P. 44-48.

Поступила в редакцию 13.11.2006 г.

УДК 612.36+591.132.5

## ИЗМЕНЕНИЯ СЕКРЕТОРНОЙ И ЭКСКРЕТОРНОЙ ФУНКЦИЙ ПЕЧЕНИ ПОД ВЛИЯНИЕМ ВАЗОПРЕССИНА

*Янчук П.И., Весельский С.П., Парчами Газеев С., Горенко З.А., Спивак Л.С.*

В последние десятилетия знания о нейро-гуморальной регуляции физиологических функций организма существенно пополнились данными о роли нейропептидов в этом процессе. В зависимости от места их высвобождения нейропептиды могут модулировать реактивность определенных групп нейронов, стимулировать или тормозить синтез и выделение гормонов, регулировать тканевой метаболизм, осуществлять медиаторную функцию. Кроме того, в отличие от полипептидных цепей гормонов белковой природы, нейропептиды легко проникают через гемато-энцефалический барьер, поэтому многие из них широко используются в терапевтических целях.

Одним из первых идентифицированных нейропептидов был вазопрессин (или антидиуретический гормон) – гормон, секретруемый нейронами супраоптического и паравентрикулярного ядер гипоталамуса, и накапливающийся в задней доле гипофиза. В организме человека и животных вазопрессин оказывает прессорный и гипогликемический эффекты, но наиболее важным является антидиуретический. Механизм антидиуретического действия вазопрессина состоит в усилении обратного всасывания воды в почечных канальцах в ответ на возбуждение осморцепторов мозга и печени. В литературных источниках есть сведения о влиянии антидиуретического гормона на деятельность различных органов желудочно-кишечного тракта [1 – 5], а также кровообращение в печени [6], однако желчеобразовательная и экскреторная функции печени при действии вазопрессина изучались мало. Поэтому целью данного исследования было изучить влияние вазопрессина на внешнесекреторную функцию печени у собак, а также исследовать изменения содержания билирубина и белка в полученной желчи.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Опыты проведены в хроническом эксперименте на голодных (спустя 18-20 ч после кормления) беспородных собаках с вживленной по методике П.С. Лященко [7] холецисто-дуоденальной фистульной трубкой. В опытах учитывали количество отделяемой печенью желчи (мл/кг массы животного) за каждые 30 минут в течение 4 часов секреции. Вазопрессин (адиупрессин, Амеда-фарма, Пвт.Лтд, Индия), в дозах 0,1 и 0,2 нг/кг вводили внутримышечно (в/м) в 1 мл физиологического раствора,

после чего желчь собирали в течение 3-х часов. Контролем были опыты с в/м введением животным 1 мл физиологического раствора (спонтанный холерез). В каждой полученной пробе желчи определяли содержание общего белка по методу Мирошниченко и Савельева [8], билирубина по методу Ендрашека-Гроффа в модификации Чевари-Эртла [9] и рассчитывали в мг/кг массы тела животного. Статистическую обработку полученных результатов проводили с помощью пакета программ Statistika, используя t-критерий Стьюдента для данных, которые были нормально распределены. Достоверными считались отличия между контролем и опытом при  $p < 0,05$ .

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты наших исследований показали, что интенсивность секреции желчи при внутримышечном введении вазопрессина изменялась в зависимости от дозы вводимого препарата. Вазопрессин в дозе 0,1 нг/кг в третьем получасе опыта достоверно увеличивал объем отделяемой желчи на 138,9% ( $p < 0,01$ ) по сравнению со спонтанным холерезом, тогда как в остальных полученных пробах разница между контролем и опытом не была статистически значимой (рис.1). В сумме за 3 часа наблюдения желчи секретировалось на 57,6% больше ( $2,19 \pm 0,44$  мл/кг;  $p < 0,05$ ), чем в контрольных опытах ( $1,39 \pm 0,09$  мл/кг).

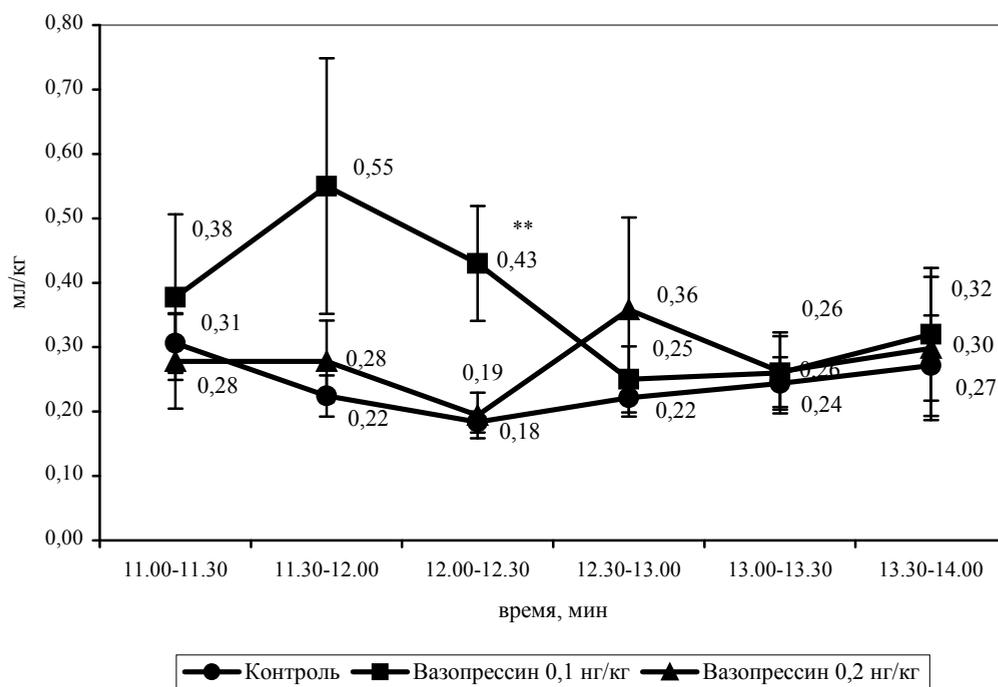


Рис.1. Изменения объема секретируемой желчи у собак при внутримышечном введении вазопрессина в дозах 0,1 и 0,2 нг/кг.

Сравнение данных контрольных опытов и опытов с введением вазопрессина в дозе 0,2 нг/кг свидетельствует, что показатели объема секретируемой желчи в течение всего периода наблюдения под влиянием пептида были близки к контрольным значениям. Статистически достоверными эти изменения не были (рис. 1).

Данные литературы свидетельствуют, что на гепатоцитах расположены V1a вазопрессиновые рецепторы, которые локализованы исключительно на базолатеральном домене плазматической мембраны [10] и биологический эффект вазопрессина осуществляется с участием вторичного посредника. По данным Schiff [11] взаимодействие вазопрессина с V1a рецепторами гепатоцитов приводит к повышению концентрации  $Ca^{2+}$  в цитозоле ( $Ca^{2+}_{вн}$ ) и активации протеинкиназы С (РКС) путем гидролиза фосфоинозитолбифосфата и образования инозитолтрифосфата, а также диацилглицерола. Согласно данным литературы  $Ca^{2+}_{вн}$  и РКС влияют на секрецию желчи тремя путями. Во-первых,  $Ca^{2+}_{вн}$  стимулирует каналкулярные сокращения, что приводит к перистальтическому выделению желчи [12]. По данным Nathanson [13] V1a вазопрессиновые рецепторы преимущественно локализованы на гепатоцитах прицентральной области печеночной долики. Поскольку известно, что  $Ca^{2+}$ -волны в гепатоцитах распространяются в направлении от центральной вены к портальным областям, возможно,  $Ca^{2+}$ -волны, двигаясь по концентрационному градиенту, образуют периодическое движение желчи в холангиолах. Во-вторых, агонисты  $Ca^{2+}_{вн}$  и РКС стимулируют апикальный экзоцитоз, хотя эффекты  $Ca^{2+}_{вн}$  опосредованы РКС [14]. В-третьих, протеинкиназа С стимулирует транспорт органических компонентов желчи через каналкулярный мультиспецифический переносчик органических анионов (canalicular multispecific organic anion transporter - mrp2) [15].

Кроме того, описаны эффекты  $Ca^{2+}_{вн}$  и РКС, угнетающие желчеотделение. Так, по данным Liu [16]  $Ca^{2+}_{вн}$  повышает проницаемость плотных контактов гепатоцитов. Другими авторами [17] установлено, что РКС уменьшает выделение липидов, угнетая как трансцитозольный, так и каналкулярный транспорт последних. К тому же, непосредственным эффектом агонистов  $Ca^{2+}_{вн}$  и активаторов протеинкиназы С является угнетение секреции неорганических ионов [18]. Также согласно данным литературы величина секреторного ответа гепатоцитов может зависеть от дозы введенного пептида [19]. Возможно, в наших опытах мы наблюдали именно такой эффект, поскольку под влиянием меньшей дозы гормона наблюдалось статистически значимое увеличение количества отделяемой желчи.

О комплексном влиянии вазопрессина на различные процессы в паренхиме печени, связанные с желчеобразованием, свидетельствуют также изменения содержания общего белка в желчи, составляющими которого являются различные пептиды, аминокислоты и продукты их обмена – мочева кислота и мочевины. Хотя концентрация белков в желчи невелика, спектр их довольно широк. Это и протеины плазмы (альбумин, иммуноглобулин А, гептоглобин), и лизосомальные ферменты (кислая фосфатаза,  $\beta$ -глюкуронидаза,  $\beta$ -галактозидаза), и ферментативные белки каналкулярной мембраны (щелочная фосфатаза, 5'-нуклеотидаза), а также многие другие, влияющие на интенсивность желчеотделения [20].

## ИЗМЕНЕНИЯ СЕКРЕТОРНОЙ И ЭКСКРЕТОРНОЙ ФУНКЦИЙ ПЕЧЕНИ

В наших исследованиях мы определяли содержание в желчи общего белка. Результаты опытов показали, что под влиянием вазопрессина (0,1 нг/кг) дебит белка в первом получасе опыта увеличился на 194,9% ( $p < 0,05$ ), во втором на 344,3% ( $p < 0,05$ ), в третьем на 318,8% ( $p < 0,001$ ) и в четвертом на 100,6% ( $p < 0,01$ ), а в пятом и шестом соответственно на 66,5% ( $p > 0,05$ ) и 97,6% ( $p > 0,05$ ) по сравнению со спонтанным холерезом. Всего за три часа опыта печень собак секретировала на 188,1% ( $p < 0,001$ ) общего белка больше, чем в контроле (табл.1).

В опытах под действием вазопрессина в дозе 0,2 нг/кг дебит общего белка в первой пробе желчи увеличился на 132,6% ( $p < 0,05$ ), во второй на 109,7% ( $p < 0,05$ ), в третьей на 126,6% ( $p < 0,01$ ), в четвертой на 194,2% ( $p > 0,05$ ), в пятой на 50% ( $p > 0,05$ ) и в шестой на 107,3% ( $p > 0,05$ ) по сравнению с контролем. В сумме за опыт выделилось на 129,3% ( $p < 0,001$ ) общего белка больше, чем в контроле (табл.1).

**Таблица 1.**

**Влияние вазопрессина на содержание белка в желчи собак  
(мг/кг массы животного)**

№ пробы	Время	Контроль	Вазопрессин (0,1 нг/кг)	Вазопрессин (0,2 нг/кг)
1	11,00-11,30	1,75±0,30	5,16±1,53*	4,07±1,07*
2	11,30-12,00	1,76±0,50	7,82±2,96*	3,69±0,52*
3	12,00-12,30	1,28±0,17	5,36±0,73***	2,90±0,49**
4	12,30-13,00	1,70±0,17	3,41±0,64**	5,00±2,01
5	13,00-13,30	2,24±0,45	3,73±0,73	3,36±0,19
6	13,30-14,00	2,48±0,68	4,90±1,30	5,14±1,80
Сумма	11,00-14,00	10,54±1,27	30,37±4,83***	24,17±1,80***

Примечание: \* -  $p < 0,05$ ; \*\* -  $p < 0,01$ ; \*\*\* -  $p < 0,001$  по сравнению с контролем.

Установлено, что белки выделяются в желчь из лизосом гепатоцитов, каналикулярной мембраной, вследствие трансцитоза пузырьков или из плазмы путем парацеллюлярной диффузии. Выделение белка этими путями регулируется отдельными механизмами. Известно, что протеинкиназа С в гепатоцитах повышает парацеллюлярную проницаемость и экзоцитоз, увеличивая секрецию белка с желчью [11], поэтому можно предположить, что индуцируемый вазопрессином  $Ca^{2+}_{вн}$  активирует протеинкиназу С и таким образом повышает уровень секреции белка с желчью.

Результаты наших исследований показали, что как для объема отделяемой желчи, так и для содержания в ней общего белка меньшая доза вазопрессина оказалась более эффективной. Это может быть связано с феноменом резервных рецепторов, поскольку максимальный ответ клетки может наблюдаться при концентрациях гормона, обеспечивающих занятость всего 5-10% общего числа специфических участков связывания [21].

Одним из компонентов желчи, определяющим ее качественное своеобразие, является билирубин. Он не принимает участия в пищеварении и выделение его

печенью в составе желчи – сугубо экскреторный процесс. Поэтому состояние выделительной функции печени характеризуется количеством билирубина, который выделяется в составе печеночной желчи.

Согласно результатов наших исследований применение вазопрессина в дозе 0,1 нг/кг сопровождалось мало заметными и незакономерными изменениями содержания билирубина в желчи (табл.2), тогда как при введении большей дозы пептида (0,2 нг/кг) наблюдалось стабильное и статистически достоверное увеличение показателей дебита данного компонента в секрете (табл.2). Так, содержание билирубина в первом получасе опыта увеличилось на 45,5% ( $p < 0,05$ ), во втором на 114,9% ( $p < 0,01$ ), в третьем на 71,4% ( $p < 0,05$ ), в четвертом на 195,9% ( $p > 0,05$ ), в пятом на 92,2% ( $p < 0,01$ ), в шестом на 62% ( $p > 0,05$ ). Всего за опыт с желчью экскретировалось на 107,7% ( $p < 0,001$ ) билирубина больше, чем в контроле (табл.2).

**Таблица 2.**

**Влияние вазопрессина на содержание билирубина в желчи собак  
(мг/кг массы животного)**

№ пробы	Время	Контроль	Вазопрессин (0,1 нг/кг)	Вазопрессин (0,2 нг/кг)
1	11,00-11,30	0,099±0,013	0,078±0,021	0,144±0,014*
2	11,30-12,00	0,067±0,011	0,113±0,032	0,144±0,017**
3	12,00-12,30	0,063±0,005	0,108±0,014	0,108±0,018*
4	12,30-13,00	0,073±0,010	0,065±0,010	0,216±0,087
5	13,00-13,30	0,077±0,011	0,080±0,009	0,148±0,017**
6	13,30-14,00	0,100±0,032	0,100±0,021	0,162±0,046
Сумма	11,00-14,00	0,444±0,026	0,543±0,064	0,922±0,089***

Примечание: \* -  $p < 0,05$ ; \*\* -  $p < 0,01$ ; \*\*\* -  $p < 0,001$  по сравнению с контролем.

Результаты наших исследований свидетельствуют о том, что достоверное увеличение экскреции билирубина с желчью наблюдалось после применения вазопрессина в дозе 0,2 нг/кг. Такой эффект может быть связан с тем, что, согласно данных литературы [3], активность внутриклеточной протеинкиназы С играет важную роль в функциональных свойствах Ah рецептора (aryl hydrocarbon receptor). Так автором было показано, что протеинкиназа С вызывает аккумуляцию Ah рецептора на ядре и этот эффект является следствием добавочных сигналов, которые вызывают лиганд-связанный захват рецептора. То есть протеинкиназа С вовлечена в клеточные и молекулярные процессы, которые влияют на способность рецептора запускать транскрипцию. Кроме того, согласно данным Huang [22] активация Ah рецептора билирубином приводит к повышению экспрессии UGT1A1-изоформы UGT1 гена, участвующей в глюкуронизации билирубина [23].

## ВЫВОДЫ

1. Вазопрессин оказывает модулирующее действие на желчеобразовательную функцию печени. В дозе 0,1 нг/кг этот пептид увеличивает как объем отделяемой желчи, так и секрецию белка, но не влияет на экскрецию билирубина.

2. При введении вазопрессина в дозе 0,2 нг/кг его эффект на секреторные процессы в печени не проявляется, однако пептид активирует экскреторную функцию железы.

## Список литературы

1. Bridges RJ, Nell G, Rummel W. Influence of vasopressin and calcium on electrolyte transport across isolated colonic mucosa of the rat // *J.Physiol.* – 2004. – Vol. 338. – P. 463–75.
2. Bridges RJ, Rummel W, Wollenberg P. Effects of vasopressin on electrolyte transport across isolated colon from normal and dexamethasone-treated rats // *J.Physiol.* – 2004. – Vol. 355. – P. 11–23.
3. Morgan E.T., Sewer M.B., Iber H. et al. Physiological and pathophysiological regulation of cytochrome P450 // *Drug metabolism and disposition.* – 1998. – Vol. 26. – Is. 12. – P.1232–1240.
4. Gao Z. Y., Henquin J. C. Argenic vasopressin and oxytocin effects on mouse pancreatic beta-cells receptor involved in stimulation of insulin release // *Diabetes.* – 1999. – Vol. 42. – P. 914–921.
5. Кожевникова Л.А., Косенко А.Ф. О влиянии вазопрессина на желудочную секрецию, стимулированную гистамином // *Республик.межвед.науч.сборник «Проблемы физиологии гипоталамуса».* – К.: Изд-во при КГУ. – 1985. – Вып. 19. – С. 52–57.
6. Янчук П.И., Цыбенко В.А., Егорова Л.С. и др. Изменения кровообращения и напряжения кислорода в печени под влиянием вазопрессина и окситоцина // *Республик. межвед. науч. сборник «Проблемы физиологии гипоталамуса».* – К.: Изд-во при КГУ. – 1988. – Вып. 22. – С. 12–17.
7. Лященко П.С. К методике исследования внешнесекреторной функции печени у собак // *Физиол.журн. СССР.* – 1975. – Т. 61, № 12. – С. 1891–1893.
8. Мирошниченко В.П., Савельев В.Г. Фотометрическое определение общего белка желчи // *Лабор.дело.* – 1989. – Т. 1. – С. 56–61.
9. Чевари С., Чаба И., Эртл Т. Модифицированный метод Ендрашика-Грофа для определения концентрации конъюгированного билирубина в сыворотке крови // *Лабор.дело.* – 1983. – Т. 12. – С. 24.
10. Trana D., Stellya N., Tordjanna T. et al. Visualization of Cell Surface Vasopressin V1a Receptors in Rat Hepatocytes with a Fluorescent Linear Antagonist // *Journal of Histochemistry and Cytochemistry.* – 1999. – Vol. 47. – P. 401–410.
11. Schiff E.R., Sorrel F., Maddrey W.C. // *Schiff's disease of the liver.* – 8<sup>th</sup> ed. – Lippincott – Raven publisher, Philadelphia. – 1999. – 1783 p.
12. Nicous A., Serriere V., Prigent S. et al. Hypothalamic vasopressin release and hepatocyte Ca<sup>2+</sup> signaling during liver regeneration: an interplay stimulating liver growth and bile flow // *The FASEB Journal.* – 2003. – Vol. 17. – P. 1901–1903.
13. Nathanson M.H., Burgstahler A.D., Mennone A. et al. Ca<sup>2+</sup> waves are organized among hepatocytes in the intact organ // *Am. J. Physiol.* – 2003. – Vol. 269. – P. G167–171.
14. Roma M.G., Ahmed C.J., Coleman R. The protein kinase inhibitor 1-(5-isoquinolinylsulfonyl)-2-methyl-piperazine (H-7) prevents and reverses Ca(2+)-mediated injury in isolated rat hepatocyte couplets // *Toxicol.Appl.Pharmacol.* – 1999. – Vol. 161. – P. 192–200.
15. Guo G.L., Klaassen C.D. Protein Kinase C Suppresses Rat Organic Anion Transporting Polypeptide 1- and 2-Mediated Uptake // *Pharmacology.* – 2001. – Vol. 299, № 2. – P. 551–557.
16. Liu X., LeCluyse E.L., Brouwer K.R. et al. Use of Ca<sup>2+</sup> Modulation to Evaluate Biliary Excretion in Sandwich-Cultured Rat Hepatocytes // *J.Pharmacology.Exp.Ther.* – 1999. – Vol. 289. – № 3. – P. 1592–1599.
17. Kubitz R., Saha N., Kuhlkamp T. et al. Ca<sup>2+</sup>-dependent protein kinase C isoforms induce cholestasis in rat liver // *J. Biol. Chem.* – 2004. – Vol. 279, № 11. – P. 10323–10330.
18. Sato Y, Hanai H, Nogaki A, Hirasawa K, Kaneko E, Hayashi H, Suzuki Y. Role of the vasopressin V(1) receptor in regulating the epithelial functions of the guinea pig distal colon // *Am.J.Physiol.* – 1999. – Vol. 277. – P. G819–828.

19. Serriere V., Berthon B., Boucherie S., Acquemin E. J., Guillon G., Claret M. T. Vasopressin receptor distribution in the liver controls calcium wave propagation and bile flow // The FASEB Journal.– 2001.– Vol. 15.–P. 1484–1486.
20. Baynes J., Dominiczak M.H. Medical biochemistry. – Mosby, 1999. – 696 p.
21. Теппермен Дж., Теппермен Х. Физиология обмена веществ и эндокринной системы. – М.: Мир, 1989. – 656 с.
22. Wendong H., Zhang J. , Moore D.D. A traditional herbal medicine enhances bilirubin clearance by activating the nuclear receptor CAR // Clin. Invest. – 2004. – Vol. 113. – P. 137–143.
23. Wells P.G., Mackenzie P.I., Chowdhury J.R. et all. Glucuronidation and the UDP–glucuronosyltransferases in health and disease // Drug metabolism and disposition. – 2004. – Vol. 32. – P. 281–290.

*Поступила в редакцию 13.12.2006 г.*

## ТРИТЕРПЕНОВЫЕ ГЛИКОЗИДЫ ЦВЕТЧНЫХ БУТОНОВ И СТЕБЛЕЙ КУССОНИИ МЕТЕЛЬЧАТОЙ *CUSSONIA PANICULATA*

Довгий И. И., Гришковец В. И., Качала В. В., Шашков А. С.

В наших предыдущих публикациях [1- 5] описано выделение и установление строения тритерпеновых гликозидов из листьев куссонии метельчатой *Cussonia paniculata* Eckl. et Zeih. - растения семейства аралиевых (*Araliaceae* Juss.). Целью настоящей статьи является продолжение изучения гликозидного состава различных органов этого растения.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Цветочные бутоны и стебли *Cussonia paniculata* были получены из Ботанического сада Ботанического института РАН (г. Санкт-Петербург). При предварительном анализе спиртовых экстрактов с использованием двумерной ТСХ хроматографии [6] было показано, что в стеблях *Cussonia paniculata* наряду с нейтральными бисдесмозидными тритерпеновыми гликозидами присутствуют кислые гликозиды, в то же время не обнаружены ацилированные гликозиды, в бутонах наряду с нейтральными бисдесмозидными тритерпеновыми гликозидами были обнаружены ацилированные гликозиды и в следовых количествах кислые гликозиды.

Бутоны (12 г) и стебли (15,5 г) высушили, измельчили и обезжирили бензолом (3 порции по 200 мл в обоих случаях). Из бутонов гликозиды экстрагировали 80% изопропиловым спиртом (3 порции по 250 мл). При упаривании экстракта было получено 1,1 г сухого остатка. Для очистки суммы тритерпеновых гликозидов остаток растворили в бутаноле (300 мл) и промыли водой (3 порции по 150 мл), при упаривании бутанольного слоя получили 950 мг очищенной суммы тритерпеновых гликозидов. Для выделения индивидуальных тритерпеновых гликозидов очищенную сумму разделяли на силикагеле L при градиентном элюировании системой хлороформ-изопропиловый спирт (6:1→1:1), насыщенной водой. В результате были получены 10 фракций тритерпеновых гликозидов, обозначенных от А до J в порядке элюирования из хроматографической колонки (здесь и далее Fl (flowers) обозначает бутоны, а St (stems) - стебли). Фракции Fl-A (67 мг), Fl-B (25

мг), Fl-C (62 мг), Fl-E (153 мг), Fl-G (115 мг), Fl-H (43 мг), Fl-I (80 мг) и Fl-J (93 мг) представлялись индивидуальными веществами при ТСХ-анализе в различных системах растворителей. Фракции близких по полярности гликозидов Fl-D (68 мг) и Fl-F (240 мг) были разделены на микросферическом силикагеле «Silpearl» при элюировании системами растворителей хлороформ-изопропиловый спирт (4:1) и (3:1), насыщенными водой, в результате чего были получены гликозиды Fl-D<sub>1</sub> (30 мг), Fl-D<sub>2</sub> (35 мг), Fl-F<sub>1</sub> (146 мг) и Fl-F<sub>2</sub> (90 г).

Из стеблей тритерпеновые гликозиды также экстрагировали 80% изопропиловым спиртом (3 порции по 250 мл). Для очистки суммы гликозидов растворитель отгоняли, а сухой остаток (1,05 г) растворяли в бутаноле (300 мл) и промывали 5%-ным водным аммиаком (3 порции по 150 мл). При упаривании бутанольного слоя было получено 762 мг очищенной суммы тритерпеновых гликозидов. Разделение суммы гликозидов проводилось на силикагеле L при градиентном элюировании системой растворителей хлороформ-изопропиловый спирт (6:1→1:1), насыщенной водой. В результате было получено 9 фракций тритерпеновых гликозидов: St-A (63 мг), St-B (35 мг), St-C (43 мг), St-D (46 мг), St-E (213 мг), St-F (56 мг), St-G (62 мг), St-H (145 мг), St-I (93 мг). Фракция St-I была разделена на нейтральный гликозид St-I<sub>1</sub> (38 мг) и кислый гликозид St-I<sub>2</sub> (53 мг) на основном карбонате магния при элюировании системой растворителей хлороформ-изопропиловый спирт (1:1), насыщенной водой.

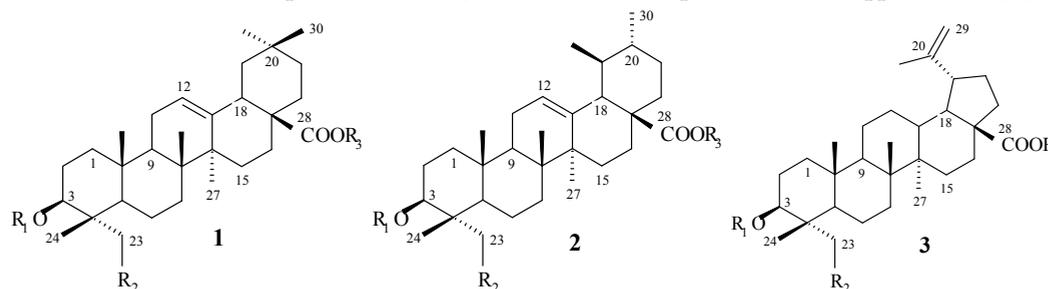
Химические методы установления строения тритерпеновых гликозидов (кислотный, щелочной и мягкий щелочной гидролиз описаны в [2]). ЯМР-спектры получены на приборе Bruker DRX-500 (500 МГц для <sup>1</sup>H и 125 МГц для <sup>13</sup>C) в дейтеропиридине.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

При изучении спектров ЯМР <sup>13</sup>C было показано, что, как и в листьях, многие гликозиды представляют собой смеси изомерных хроматографически неразделимых гликозидов. Гликозиды Fl-A<sub>1</sub>, Fl-A<sub>2</sub>, Fl-B, Fl-C, Fl-D<sub>1a</sub>, Fl-D<sub>1b</sub>, Fl-D<sub>2a</sub>, Fl-D<sub>2b</sub>, Fl-E<sub>1a</sub>, Fl-E<sub>1b</sub>, Fl-E<sub>2a</sub>, Fl-E<sub>2b</sub>, Fl-F<sub>1</sub>, Fl-F<sub>2a</sub>, Fl-F<sub>2b</sub>, Fl-G<sub>1</sub>, Fl-G<sub>2</sub>, Fl-H, Fl-I<sub>1</sub>, Fl-I<sub>2</sub>, Fl-J, выделенные из бутонов, были идентичны выделенным ранее из листьев *Cussonia paniculata*, их строение было подтверждено результатами кислотного, щелочного и мягкого щелочного гидролиза, а также идентификацией с ранее выделенными гликозидами по ТСХ. Кроме того, строение всех гликозидов было подтверждено сравнением величин химических сдвигов атомов <sup>13</sup>C в спектре ЯМР <sup>13</sup>C с химическими сдвигами атомов <sup>13</sup>C гликозидов, выделенных ранее. Соотношения изомерных гликозидов во фракциях также были близки к таковым для гликозидов, выделенных из листьев. Структуры гликозидов, выделенных из бутонов, приведены в таблице 1. Строение известных гликозидов St-A, St-D, St-F, St-G, St-H, St-I, St-J, выделенных из стеблей, было установлено аналогично гликозидам, выделенным из бутонов. Структуры гликозидов, выделенных из стеблей, приведены в таблице 2.

Установление строения гликозидов St-B, St-C и St-E производилось следующим образом. В кислотном гидролизате гликозидов St-B и St-C были идентифицированы глюкоза и агликон, имеющий одинаковую с хедерагенином

хроматографическую подвижность, но отличающийся светло-коричневой окраской хроматографической зоны при детектировании фосфорновольфрамовой кислотой (зоны гликозидов хедерагенина имеют синюю окраску). При щелочном гидролизе гликозида был получен агликон, что указывало на отсутствие углеводной цепи по атому С-3 агликона. В спектрах ЯМР  $^{13}\text{C}$  гликозидов по ранее опубликованным данным [2] были отнесены сигналы 23-гидроксиурсоловой кислоты. В качестве углеводных фрагментов по данным спектров ЯМР  $^{13}\text{C}$  в St-B был определен  $\beta$ -D-глюкопиранозильный фрагмент, а в St-C -  $\beta$ -D-глюкопиранозил-(1 $\rightarrow$ 6)-O- $\beta$ -D-глюкопиранозильный фрагмент. На основании этих данных гликозид St-B являются новым 28-O- $\beta$ -D-глюкопиранозидом 23-гидроксиурсоловой кислоты, а St-C - 28-O- $\beta$ -D-глюкопиранозил-(1 $\rightarrow$ 6)-O- $\beta$ -D-глюкопиранозидом 23-гидроксиурсоловой кислоты, и оба этих гликозида являются новыми веществами. Данные спектров ЯМР  $^{13}\text{C}$  гликозидов St-B и St-C приведены в таблицах 3 и 4. При кислотном гидролизе гликозида St-E в его составе были определены глюкоза, рамноза и агликон, идентичный по ТСХ агликону гликозидов St-B и St-C. Прогенин, полученный при щелочном гидролизе, идентичен самому агликону. В спектре ЯМР  $^{13}\text{C}$  St-E по литературным данным были отнесены сигналы  $\alpha$ -L-рамнопиранозил-(1 $\rightarrow$ 4)-O- $\beta$ -D-глюкопиранозил-(1 $\rightarrow$ 6)-O- $\beta$ -D-глюкопиранозильного фрагмента [7].



При анализе агликонной части спектра ЯМР  $^{13}\text{C}$  гликозида St-E было найдено, что количество сигналов существенно больше, чем должно наблюдаться для одного агликона. Отнесения, выполненные по [2, 3] показали, что агликонами являются хедерагенин и его изомер 23-гидроксиурсоловая кислота в мольном отношении 1:2, что следовало из отношения интенсивностей сигналов одних и тех же атомов углерода. Исходя из вышеизложенного, гликозид St-E является не индивидуальным веществом, а смесью двух изомерных хроматографически неразделимых гликозидов, обозначенных St-E<sub>1</sub> и St-E<sub>2</sub> и представляющих собой 28-O- $\alpha$ -L-рамнопиранозил-(1 $\rightarrow$ 4)-O- $\beta$ -D-глюкопиранозил-(1 $\rightarrow$ 6)-O- $\beta$ -D-глюкопиранозиды хедерагенина и 23-гидроксиурсоловой кислоты, соответственно. Это известные вещества - St-E<sub>1</sub> ранее выделялся из стеблей *Cussonia barbery* [8], а St-E<sub>2</sub> идентичен Fl-F<sub>1</sub>, а также гликозиду G<sub>2</sub> из листьев *Cussonia paniculata* [2]. Данные спектров ЯМР  $^{13}\text{C}$  гликозидов St-E<sub>1</sub> и St-E<sub>2</sub> приведены в таблицах 3 и 4.

Таблица 1.

Структуры тритерпеновых гликозидов из бутонов *Cussonia paniculata*

Гликозид	Тип агликона	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>
Fl-A <sub>1</sub>	1	Ara→	H	H
Fl-A <sub>2</sub>	2	Ara→	H	H
Fl-B	1	Ara→	OH	H
Fl-C	1	Glc→ <sup>2</sup> Ara→	H	H
Fl-D <sub>1a</sub>	3	H	OH	←Glc <sup>6</sup> ←Glc <sup>4</sup> ←Rha <sup>2</sup> ←OAc
Fl-D <sub>1b</sub>	3	H	OH	←Glc <sup>6</sup> ←Glc <sup>4</sup> ←Rha <sup>3</sup> ←OAc
Fl-D <sub>2a</sub>	1	H	OH	←Glc <sup>6</sup> ←Glc <sup>4</sup> ←Rha <sup>2</sup> ←OAc
Fl-D <sub>2b</sub>	1	H	OH	←Glc <sup>6</sup> ←Glc <sup>4</sup> ←Rha <sup>3</sup> ←OAc
Fl-E <sub>1a</sub>	1	Ara→	H	←Glc <sup>6</sup> ←Glc <sup>4</sup> ←Rha <sup>2</sup> ←OAc
Fl-E <sub>1b</sub>	1	Ara→	H	←Glc <sup>6</sup> ←Glc <sup>4</sup> ←Rha <sup>3</sup> ←OAc
Fl-E <sub>2a</sub>	2	Ara→	H	←Glc <sup>6</sup> ←Glc <sup>4</sup> ←Rha <sup>2</sup> ←OAc
Fl-E <sub>2b</sub>	2	Ara→	H	←Glc <sup>6</sup> ←Glc <sup>4</sup> ←Rha <sup>3</sup> ←OAc
Fl-F <sub>1</sub>	2	H	OH	←Glc <sup>6</sup> ←Glc <sup>4</sup> ←Rha
Fl-F <sub>2a</sub>	1	Ara→	OH	←Glc <sup>6</sup> ←Glc <sup>4</sup> ←Rha <sup>2</sup> ←OAc
Fl-F <sub>2b</sub>	1	Ara→	OH	←Glc <sup>6</sup> ←Glc <sup>4</sup> ←Rha <sup>3</sup> ←OAc
Fl-G <sub>1</sub>	1	Ara→	H	←Glc <sup>6</sup> ←Glc <sup>4</sup> ←Rha
Fl-G <sub>2</sub>	2	Ara→	H	←Glc <sup>6</sup> ←Glc <sup>4</sup> ←Rha
Fl-H	1	Ara→	OH	←Glc <sup>6</sup> ← <sup>1</sup> Glc <sup>4</sup> ←Rha
Fl-I <sub>1</sub>	1	Glc→ <sup>2</sup> Ara→	H	←Glc <sup>6</sup> ← <sup>1</sup> Glc <sup>4</sup> ←Rha <sup>2</sup> ←OAc
Fl-I <sub>2</sub>	1	Glc→ <sup>2</sup> Ara→	H	←Glc <sup>6</sup> ← <sup>1</sup> Glc <sup>4</sup> ←Rha <sup>3</sup> ←OAc
Fl-J	1	Glc→ <sup>2</sup> Ara→	H	←Glc <sup>6</sup> ← <sup>1</sup> Glc <sup>4</sup> ←Rha

Таблица 2.

Структуры тритерпеновых гликозидов из стеблей *Cussonia paniculata*

Гликозид	Тип агликона	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>
St-A	1	Ara→	OH	H
St-B*	2	H	OH	←Glc
St-C*	2	H	OH	←Glc <sup>6</sup> ←Glc
St-D	1	Ara→	OH	←Glc <sup>6</sup> ←Glc
St-E <sub>1</sub>	1	H	OH	←Glc <sup>6</sup> ←Glc <sup>4</sup> ←Rha
St-E <sub>2</sub>	2	H	OH	←Glc <sup>6</sup> ←Glc <sup>4</sup> ←Rha
St-F	1	GlcUA→	H	H
St-G	1	GlcUA→	OH	H
St-H	1	Ara→	OH	←Glc <sup>6</sup> ←Glc <sup>4</sup> ←Rha
St-I <sub>1</sub>	1	Glc→ <sup>2</sup> Ara→	OH	←Glc <sup>6</sup> ←Glc <sup>4</sup> ←Rha
St-I <sub>2</sub>	1	Glc→ <sup>2</sup> GlcUA→	H	←Glc

Примечание: условные обозначения Glc - β-D-глюкопиранозил, Ara - α-L-арабинопиранозил, GlcUA - β-D-глюкуронопиранозил, Rha - α-L-рамнопиранозил. \* - обозначены новые гликозиды.

Таблица 3.

Химические сдвиги ( $\delta$ , м.д., 0 - ТМС;  $C_5D_5N$ ) атомов  $^{13}C$  агликонных частей гликозидов St-B, St-C из стеблей *Cussonia paniculata*

С-атом	St-B, St-C, St-E <sub>2</sub>	St-E <sub>1</sub>	С-атом	St-B, St-C, St-E <sub>2</sub>	St-E <sub>1</sub>
1	39,1	38,9	16	24,7	23,5
2	27,6	27,7	17	48,7	47,1
3	73,7	73,6	18	53,4	41,6
4	42,7	42,6	19	39,5	46,2
5	48,6	48,6	20	39,2	30,7
6	18,7	18,7	21	31,0	34,1
7	33,3	32,9	22	36,9	32,4
8	40,3	39,8	23	68,0	67,8
9	48,2	48,2	24	13,2	13,1
10	37,2	37,4	25	16,4	16,2
11	23,9	23,9	26	17,9	17,5
12	126,2	122,8	27	23,9	26,1
13	138,6	144,3	28	176,6	176,2
14	42,9	42,1	29	17,5	33,2
15	28,9	28,2	30	21,4	23,6

Таблица 4.

Химические сдвиги ( $\delta$ , м.д., 0 - ТМС;  $C_5D_5N$ ) атомов  $^{13}C$  углеводных частей гликозидов St-B, St-C из стеблей *Cussonia paniculata*

С-атом	Гликозид		
	St-B	St-C	St-E <sub>1</sub> , St-E <sub>2</sub>
	-GLC	-GLC-	-GLC-
1	95,9	95,8	95,9
2	74,1	73,7	73,9
3	78,8	78,8	78,7
4	71,0	71,3	70,8
5	79,1	78,1	78,1
6	62,1	69,9	69,5
		-GLC	-GLC-
1		105,1	104,8
2		75,2	75,2
3		78,2	76,6
4		71,7	78,5
5		78,3	77,2
6		62,9	61,3
			-GLC
1			102,9
2			72,6
3			72,5
4			73,8
5			70,5
6			18,5

Проведенное исследование показало, что содержание тритерпеновых гликозидов в стеблях и цветочных бутонах меньше, чем в листьях. При этом в стеблях *Cussonia paniculata* не обнаружены ацилированные гликозиды. В бутонах, как и в листьях, преобладают ацетилированные гликозиды, но не выделены кислые гликозиды, наличие следовых количеств которых было определено по ТСХ. В бутонах преобладающими являются гликозиды олеаноловой кислоты. В стеблях - гликозиды хедерагенина, а олеаноловая кислота входит в состав лишь двух кислых гликозидов. В стеблях не обнаружены гликозиды урсоловой и 23-гидроксипетулиновой кислоты, найденные в листьях и бутонах. Основным гликозидом во всех изученных органах является 28-O- $\alpha$ -L-рамнопиранозил-(1 $\rightarrow$ 4)-O- $\beta$ -D-глюкопиранозил-(1 $\rightarrow$ 6)-O- $\beta$ -D-глюкопиранозид 23-гидроксиурсоловой кислоты.

### ВЫВОДЫ

1. В результате проведенного исследования впервые изучен состав тритерпеновых гликозидов цветочных бутонов и стеблей *Cussonia paniculata*.
2. Установлено строение 21 гликозида из бутонов и 11 гликозидов из стеблей *Cussonia paniculata*, 2 из которых являются новыми.
3. Показано качественное различие в гликозидном составе бутонов и стеблей, также указано на близость гликозидного состава листьев и цветочных бутонов этого растения.

### Список литературы

1. Довгий И. И., Гришковец В. И. Тритерпеновые гликозиды листьев *Cussonia paniculata*// Учёные записки ТНУ. - 2005. - Т. 18 (58), №2. - С. 38-42.
2. Довгий И. И., Гришковец В. И., Качала В. В., Шашков А. С. Тритерпеновые гликозиды *Cussonia paniculata*. I. Выделение и установление строения гликозидов А, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, С, D, G<sub>2</sub>, Н<sub>1</sub> и Н<sub>2</sub>// Химия природ. соедин. - 2005. - № 2. - С. 160-163.
3. Гришковец В. И., Довгий И. И., Качала В. В., Шашков А. С. Тритерпеновые гликозиды *Cussonia paniculata*. II. Ацетилированные гликозиды из листьев *Cussonia paniculata*// Химия природ. соедин. - 2005. - № 4. - С. 351-356.
4. Довгий И. И., Гришковец В. И., Качала В. В., Шашков А. С. Тритерпеновые гликозиды *Cussonia paniculata*. III. Выделение и установление строения гликозидов I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub>, J<sub>1a</sub>, J<sub>1b</sub>, J<sub>2</sub>, K, L<sub>1</sub> и L<sub>2</sub> из листьев *Cussonia paniculata*// Химия природ. соедин. - 2006. - № 2. - С. 149-152.
5. Довгий И. И., Гришковец В. И., Качала В. В., Шашков А. С. Использование методов ЯМР-спектроскопии для установления строения тритерпеновых гликозидов *Cussonia paniculata*// Учёные записки ТНУ. - 2006. - Т. 19 (58), № 1. - С. 141-146.
6. Гришковец В. И. Двумерная тонкослойная хроматография в анализе тритерпеновых гликозидов // Химия природ. соедин. - 2001. - № 1. - С. 53-55.
7. Harinantenaina L., Kasai R., Yamasaki K. Ent-Kauran Diterpenoid Glycosides from the leaves of *Cussonia racemosa*, a Malagasy Endemic Plant// Chem. Pharm. Bull. - 2002. - V. 50, №2. - P. 268-271.
8. Duboiss M. A., Ilyas M., Wagner H. Cussonosides A and B, two Triterpene-saponins from *Cussonia barteryi*// Planta Medica. - 1986. - V. 2. - P. 80-83.

Поступила в редакцию 14.11.2006 г.

УДК 539.196+543.422

## СПЕКТРОСКОПИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МОЛЕКУЛЯРНЫХ ФОРМ ФЕНИЛАНТРАНИЛОВОЙ КИСЛОТЫ

*Шейх-Заде М. И.*

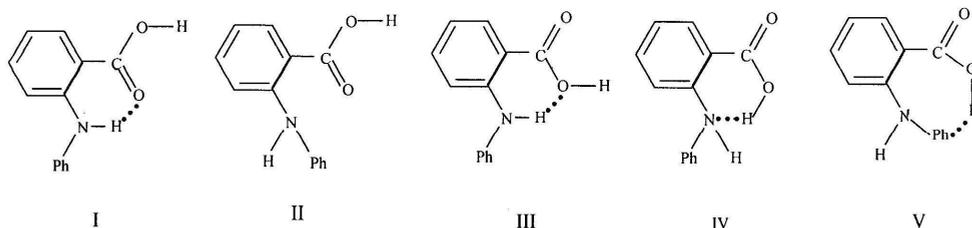
В спектроскопии межмолекулярных взаимодействий всё большее внимание исследователей привлекают сложные молекулы, содержащие несколько функциональных групп и способные одновременно образовывать несколько водородных связей с молекулами-партнёрами. Такие исследования стимулируют разработку различных методов определения термодинамических характеристик водородных связей в системах со сложными равновесиями, что важно для различных областей науки, а также могут способствовать установлению связей между электронным строением взаимодействующих молекул и спектроскопическими и энергетическими характеристиками образующихся комплексов.

В настоящей работе в качестве объекта исследования выбрана фенилантраниловая кислота (ФАК). Актуальность такого выбора обусловлена тем, что в молекулах ФАК, в принципе, могут образовываться внутримолекулярные водородные связи типа O-H...N, N-H...O=C, N-H...O, O-H... $\pi$ -электроны; кроме того, молекулы ФАК могут образовывать самоассоциаты линейного и циклического типа, а также комплексы с межмолекулярной водородной связью при наличии акцепторов протона.

Целью работы являлось установление молекулярных форм ФАК, существующих при выбранных условиях эксперимента: растворитель-тетрахлорэтилен (C<sub>2</sub>Cl<sub>4</sub>), область концентраций 10<sup>-4</sup> - 10<sup>-2</sup> моль/л, область температур 25 - 110°C.

Для решения этой задачи был использован метод инфракрасной спектроскопии, так как в инфракрасной области спектра молекулы ФАК имеют полосы поглощения, которые можно использовать для целей качественного и количественного анализа.

Априори можно предположить, что мономерные молекулы ФАК могут иметь следующие структуры:



Реализация той или иной структуры зависит от относительной способности функциональных групп к участию в водородной связи, стерических и электростатических факторов.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На рис.1 показан ИК спектр разбавленных растворов ФАК в  $C_2Cl_4$  в области  $\nu OH$ ,  $\nu NH$ ,  $\nu C=O$ .

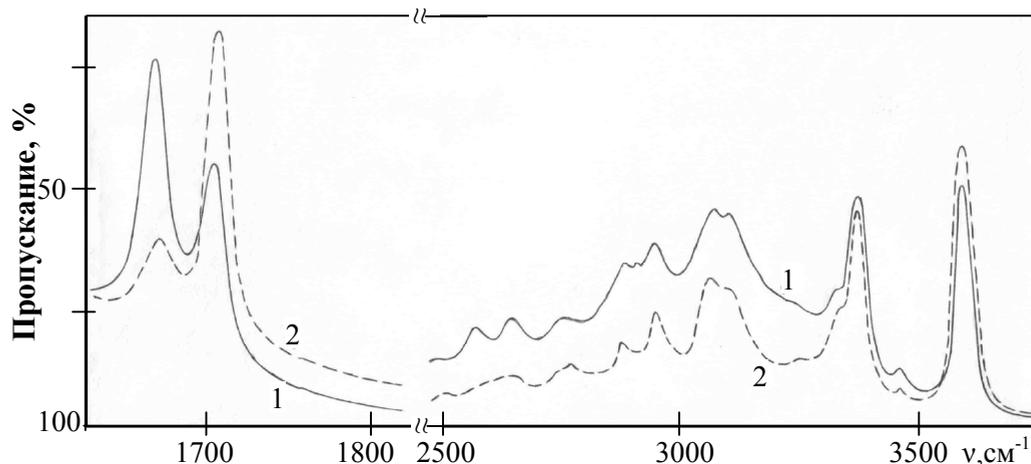


Рис.1. Спектры растворов ФАК в  $C_2Cl_4$  при температуре  $25^\circ C$  (кривая 1) и  $110^\circ C$  (кривая 2).

В спектре в области  $\nu C=O$  видны две полосы с частотами  $1663$  и  $1702\text{ см}^{-1}$ . Картина изменения интенсивностей этих полос в зависимости от температуры и концентрации ФАК такая же, как и для других карбоновых кислот [1,2]. Это позволяет идентифицировать полосы  $1663$  и  $1702\text{ см}^{-1}$  как полосы, принадлежащие циклическим димерам и мономерам ФАК соответственно.

Полосы  $\nu C=O$  ФАК имеют аномально низкую частоту, что свидетельствует об участии атома кислорода в образовании внутримолекулярной водородной связи  $C=O\dots H-N$  [3]. Для салициловой кислоты, для которой надёжно установлено, что мономеры имеют структуру с внутримолекулярной водородной связью  $C=O\dots H-O$  [4], частоты  $\nu C=O$  циклических димеров и мономеров имеют соответственно значения  $1663$  и  $1698\text{ см}^{-1}$ . Из этих фактов следует, что в использованных нами экспериментальных условиях мономеры ФАК имеют структуру I.

Этот вывод подтверждается анализом спектра в области  $\nu NH$ . Частота  $\nu NH$  ФАК в разбавленном растворе в  $C_2Cl_4$  равна  $3337\text{ см}^{-1}$ , что значительно ниже частоты  $\nu NH$   $3430\text{ см}^{-1}$  мономерных молекул дифениламина. Это свидетельствует об участии атома водорода аминогруппы в образовании внутримолекулярной водородной связи  $C=O\dots H-N$ .

Из рис.1 видно, что в области  $\nu NH$  наблюдается также полоса с частотой  $3293\text{ см}^{-1}$ . Эта полоса не может принадлежать мономерам ФАК со структурами II, IV, V, так как в этих случаях частота полосы  $\nu NH$  должна быть больше  $3337\text{ см}^{-1}$ . Эта

полоса не может принадлежать и мономерам со структурой III, так как и для этой структуры частота полосы  $\nu_{\text{NH}}$  должна быть больше  $3337 \text{ см}^{-1}$  (так как водородная связь N-H...O более слабая, чем водородная связь N-H...O=C). Кроме того, при изменении концентрации и температуры раствора отношение интенсивностей полос  $3293$  и  $3337 \text{ см}^{-1}$  остается постоянным в пределах ошибки эксперимента. Из этих фактов следует, что полоса  $3293 \text{ см}^{-1}$  не может принадлежать  $\nu_{\text{NH}}$  мономеров ФАК любой структуры I - V. Природа этой полосы нами пока не установлена. Заметим здесь, что полосы с частотами  $3293$  и  $3337 \text{ см}^{-1}$  наблюдаются и в ИК спектре разбавленного раствора метилового эфира ФАК в  $\text{CCl}_4$ . Отношение интенсивностей этих полос остается постоянным при изменении температуры в интервале  $22 - 72^\circ\text{C}^{1)}$ .

Из рис.1 видно, что в области  $\nu_{\text{OH}}$  имеется широкая, интенсивная полоса с центром  $\sim 2950 \text{ см}^{-1}$ , которую можно отнести к  $\nu_{\text{O} - \text{H} \dots \text{O}=\text{C}}$  циклических димеров ФАК и полоса с частотой  $3541 \text{ см}^{-1}$ , которая очевидно относится к  $\nu_{\text{OH}}$  мономеров ФАК. Такое отнесение полос  $\nu_{\text{OH}}$  не вызывает сомнения и подтверждается концентрационной и температурной зависимостями интенсивностей этих полос. Картина изменения интенсивностей этих полос такая же, как и для других карбоновых кислот [4,5], для которых отнесение полос  $\nu_{\text{OH}}$  надёжно установлено. Из этой интерпретации полос  $\nu_{\text{OH}}$  следует, что в выбранных условиях эксперимента отсутствуют структуры ФАК IV, V.

## ВЫВОДЫ

На основании проделанного анализа ИК спектров ФАК в области  $\nu_{\text{C}=\text{O}}$ ,  $\nu_{\text{NH}}$ ,  $\nu_{\text{OH}}$  следует, что в растворе в  $\text{C}_2\text{Cl}_4$  в интервале концентраций  $10^{-4} - 10^{-2}$  моль/л и температур  $25-110^\circ\text{C}$  как мономеры, так и циклические димеры ФАК находятся в конформации с внутримолекулярной водородной связью (структура I), в которой одна из неподеленных электронных пар атома кислорода C=O группы образует внутримолекулярную водородную связь с аминогруппой, а вторая или остается свободной (мономеры), или участвует в межмолекулярной водородной связи (димеры). Концентрационная и температурная зависимости интенсивностей полос  $\nu_{\text{C}=\text{O}}$ ,  $\nu_{\text{NH}}$ ,  $\nu_{\text{OH}}$  показывают, что в разбавленных растворах в  $\text{C}_2\text{Cl}_4$  имеется равновесие между мономерами и димерами ФАК:



Синтезированы координационные соединения гидразидов 3,4-диметокси- и 3,4,5-триметоксибензойных кислот с нитратами меди(II), кобальта(II) и никеля(II).

<sup>1)</sup> Выражаю благодарность Фёдорову Е.Е. за любезно предоставленные результаты по метиловому эфиру ФАК.

Установлено, что число метокси-групп в бензольном кольце органического лиганда не влияет на способ его координации и состав координационной сферы синтезированных соединений.

#### Список литературы

1. Hanrahan E. S., Bruce B. D. Dimerization of p-substituted benzoic acids // Spectrochim. Acta. - 1967. - V. 23A, № 9. - P. 2497.
2. Allen G., Watkinson I. G., Webb K.H. An infra-red study of association of benzoic acid in the vapour phase and in non-polar solvents // Spectrochim. Acta. - 1966. - V. 22, № 5. - P. 807.
3. Беллами Л. Новые данные по ИК-спектрам сложных молекул: - М.: Мир, 1971. - С. 192-193.
4. Нагибина Т. И., Смолянский А. Л., Шейх-Заде М.-И. Сравнительная характеристика протонодonorной способности салициловой и ацетилсалициловой кислот // Журн. общ. хим. - 1982. - Т. 5, № 4. - С. 754-759.
5. Денисов Г. С., Смолянский А. Л., Шейх-Заде М.-И., Спектроскопическое исследование протонодonorной способности галогензамещённых уксусной кислоты // Журн. прикл. спектр. - 1982. - Т. 36, № 5. - С. 852-855.

*Поступила в редакцию 12.10.2006 г.*

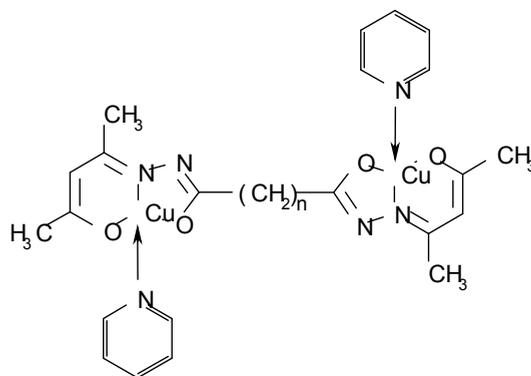
УДК 546.562 + 547.288.3 + 544.175

## СПЕЙСЕРИРОВАННЫЕ ДИМЕРЫ МЕДИ(II) НА ОСНОВЕ АЦИЛДИГИДРАЗОНОВ 1-ФЕНИЛ-3-МЕТИЛ-5-ГИДРОКСИ-4- ФОРМИЛПИРАЗОЛА

*Шульгин В.Ф., Обух А.И., Зуб В.Я.*

В литературе описано значительное число димерных комплексов меди(II). В подавляющем большинстве соединений данного типа катионы металла связаны мостиковыми группами небольшого размера и расположены на расстоянии около 3 Å. Небольшое расстояние между парамагнитными центрами способствует сильным обменным взаимодействиям, что делает димерные комплексы меди(II) удобными объектами для исследования методами магнетохимии [1,2]. Спектры ЭПР димеров меди(II) обычно исследуют в поликристаллических образцах. При переходе в раствор димерные комплексы разрушаются, либо дают регистрируемые сигналы при низких температурах, при которых жидкие растворы переходят в изотропные стекла [3]. По этой причине повышенный интерес вызывают биядерные комплексы меди, в которых мономерные субъединицы связаны алифатическим спейсером. Спейсированные димеры обычно растворимы в малополярных органических растворителях и дают хорошо разрешенные спектры ЭПР в жидких растворах.

Одним из первых спектры ЭПР жидких растворов спейсированных димеров меди(II) исследовал Г.М. Ларин с сотр. при изучении комплексов на основе ацилдигидразонов ацетилаcetона [4, 5].

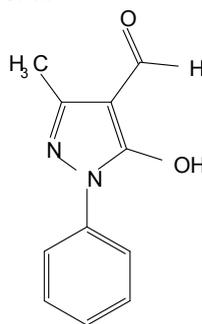


Было установлено, что при  $n = 1 - 4$  в спектрах ЭПР димеров данного типа наблюдается сигнал из семи линий СТС за счет взаимодействия неспаренных

электронов с двумя эквивалентными ядрами меди. Увеличение  $n$  до 5-8 подавляет обменные взаимодействия, и в спектре ЭПР наблюдается обычный для мономерных комплексов сигнал из четырех линий СТС.

Несколько позже аналогичные данные были получены при изучении спектров ЭПР спейсерированных димеров меди(II) на основе ацилдигидразонов салицилового альдегида [6] и 2-гидроксиацетофенона [7].

Задачей настоящей работы является исследование спейсерированных димеров меди(II) на основе ацилдигидразонов, полученных конденсацией дигидразидов алифатических дикарбоновых кислот (от янтарной до пимелиновой) и 1-фенил-3-метил-5-гидрокси-4-формил-пиразола.



## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

1-Фенил-3-метил-5-гидрокси-4-формилпиразол получен по методике, описанной в [8]. Синтез исследуемых координационных соединений осуществлен методом, разработанным ранее для спейсерированных димеров меди(II) на основе ацилдигидразонов алифатических дикарбоновых кислот [6,7]. Смесь 10 ммоль дигидразида соответствующей дикарбоновой кислоты и 22 ммоль 1-фенил-3-метил-5-гидрокси-4-формилпиразола в 20 мл метанола нагревали при перемешивании на магнитной мешалке до полного растворения дигидразида. Раствор охладили до комнатной температуры и выдержали сутки, после чего добавили 5 мл пиридина и 20 ммоль моногидрата ацетата меди(II). Полученную суспензию нагревали на магнитной мешалке при перемешивании до исчезновения кристаллов соли. После охлаждения реакционной смеси выделившееся вещество было отфильтровано под вакуумом, промыто метанолом и высушено на воздухе. Продукт растворен в минимальном объеме пиридина или пиперидина, раствор отфильтрован и упарен в вакуум-эксикаторе над серной кислотой. Получено мелкокристаллическое вещество серо-фиолетового цвета. Выход комплекса составляет 65-80% от теоретического в расчете на дигидразид.

По данным элементного и термического анализа состав комплексов отвечает формуле  $\text{Cu}_2\text{L}^n \cdot m\text{Py}(\text{Pipe}) \cdot x\text{H}_2\text{O}$  (где  $\text{H}_4\text{L}$  - соответствующий ацилдигидразон, вторая цифра в номере соединения указывает число метиленовых звеньев в алифатическом спейсере).

$\text{Cu}_2\text{L}^2 \cdot 2\text{Py}$  (1.2). Найдено (%): Cu - 16,14; N - 17,76. Для  $\text{C}_{36}\text{H}_{32}\text{Cu}_2\text{N}_{10}\text{O}_4$  вычислено (%): Cu - 15,97; N - 17,60. ( $\nu_{\text{max}}$ ,  $\text{cm}^{-1}$ ):  $\nu(\text{C}=\text{N})$  - 1600;  $\nu(\text{N}=\text{C}-\text{O}-)$  - 1500.

$\text{Cu}_2\text{L}^3 \cdot 2\text{Py} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (1.3). Найдено (%): Cu - 14,77; N - 16,85. Для  $\text{C}_{37}\text{H}_{38}\text{Cu}_2\text{N}_{10}\text{O}_6$  вычислено (%): Cu - 15,02; N - 16,56. ( $\nu_{\text{max}}$ ,  $\text{cm}^{-1}$ ):  $\nu(\text{C}=\text{N})$  - 1620;  $\nu(\text{N}=\text{C}-\text{O}-)$  - 1500.

$\text{Cu}_2\text{L}^4 \cdot 3\text{Pipe} \cdot (1.4)$ . Найдено (%): Cu - 14,10; N - 16,79. Для  $\text{C}_{43}\text{H}_{56}\text{Cu}_2\text{N}_{11}\text{O}_4$  вычислено (%): Cu - 13,85; N - 16,12. ( $\nu_{\text{max}}$ ,  $\text{cm}^{-1}$ ):  $\nu(\text{C}=\text{N})$  - 1610;  $\nu(\text{N}=\text{C}-\text{O}-)$  - 1490.

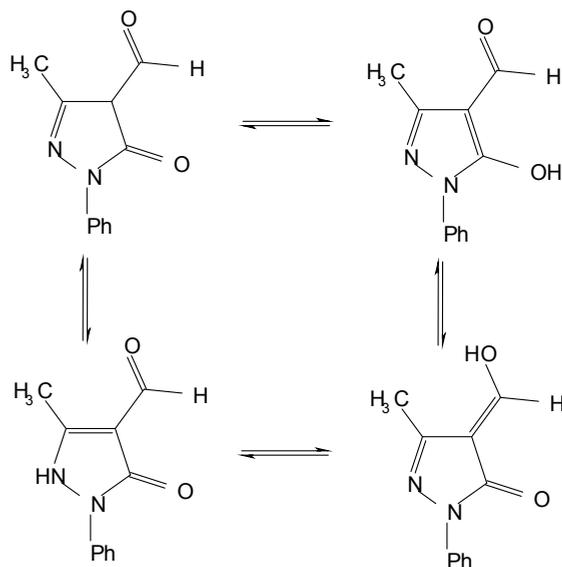
$\text{Cu}_2\text{L}^5 \cdot 3\text{Py} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  (1.5). Найдено (%): Cu - 13,06; N - 15,59. Для  $\text{C}_{44}\text{H}_{49}\text{Cu}_2\text{N}_{11}\text{O}_7$  вычислено (%): Cu - 13,10; N - 15,87. ( $\nu_{\text{max}}$ ,  $\text{cm}^{-1}$ ):  $\nu(\text{C}=\text{N})$  - 1620;  $\nu(\text{N}=\text{C}-\text{O}-)$  - 1500.

Термогравимграммы записаны на Q-дериватографе системы *Паулик-Паулик-Эрдей* в статической воздушной атмосфере, скорость нагревания 10 °С/мин, держатель образца - керамический тигель без крышки, эталон - прокаленный оксид алюминия. ИК-спектры образцов, спрессованных с KBr, исследованы в диапазоне 4000-400  $\text{cm}^{-1}$  на фурье-спектрофотометре "Nicollet". Спектры ЭПР получены на спектрометре ADANI PS.100 X в X-диапазоне при концентрации комплексов  $\sim 1 \cdot 10^{-3}$  моль/л. В качестве растворителя использована смесь пиридина с толуолом (1 к 5 по объему).

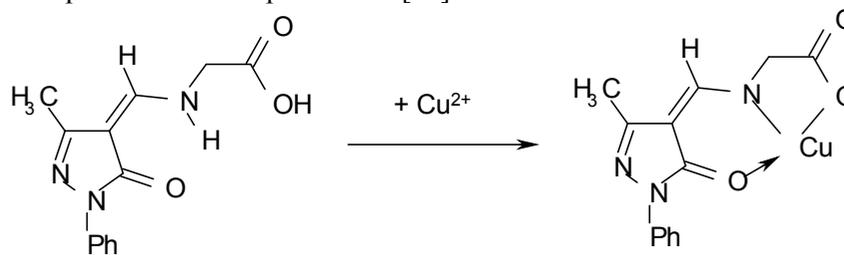
### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Проведенные ранее исследования взаимодействия солей меди(II) с ацилдигидразонами бифункциональных карбонильных соединений, содержащих в  $\beta$ -положении к азотметиновой группе фенольную группу, показывают, что реакция идет с образованием полимерных комплексов, содержащих димерные фрагменты  $\text{Cu}_2\text{O}_2$ , связанные полиметиленовыми мостиками [9]. Обработка полимерных комплексов избытком азотсодержащего основания Льюиса (пиридин, морфолин, пиперидин) идет с разрывом оксомостиков и образованием мономерных биядерных комплексов (спейсерированных димеров) [6,7].

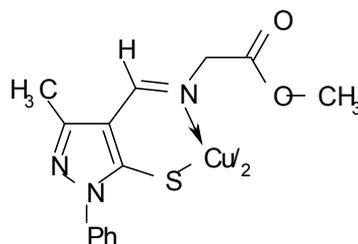
Согласно литературным данным 1-фенил-3-метил-5-гидрокси-4-формилпиразол существует в виде нескольких таутомерных форм [10]:



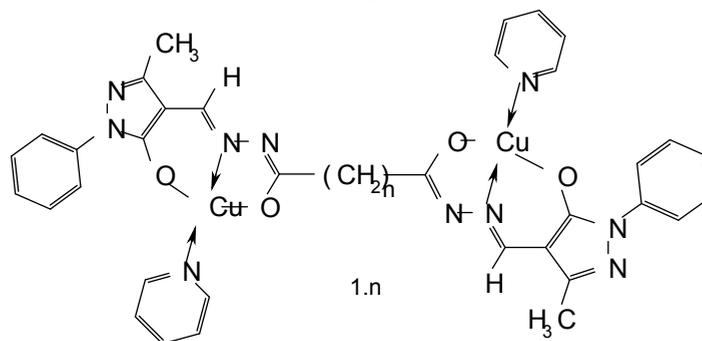
Продукты его взаимодействия с соединениями, содержащими аминогруппу, например с аминокислотами, существуют в енаминкетонной форме, которая сохраняется при комплексообразовании [11].



В то же время, для серусодержащих аналогов была предложена координация в тиольной форме.



Результаты проведенных нами исследований позволяют приписать продуктам реакции ацилдигидразонов 1-фенил-3-метил-5-гидрокси-4-формилпиразола с ацетатом меди(II) аналогичный способ координации.



По данным термогравиметрического анализа соединение 1.2 устойчиво до температуры 220 °С, при которой начинается быстрая потеря массы, вызванная удалением из координационной сферы молекул пиридина. Процесс заканчивается при 280 °С и сопровождается эндоэффектом с минимумом на кривой ДТА при температуре 290 °С. Дальнейшее повышение температуры приводит к термоокислительной деструкции ацилдигидразона. Процесс сопровождается узким экзоэффектом с максимумом на кривой ДТА при 350 °С, но не имеет четко выраженных границ на кривой ТГ и плавно переходит в процесс выгорания

**СПЕЙСЕРИРОВАННЫЕ ДИМЕРЫ МЕДИ(II) НА ОСНОВЕ**

органического остатка с мощным эндоэффектом (максимум на кривой ДТА при 460 °С) (табл. 1). Аналогично происходит и процесс разложения соединений 1.3 - 1.5 с тем различием, что для соединений 1.3 и 1.5 потере координированных молекул пиридина предшествует удаление внешнесферных молекул воды в интервале температур 50-140 °С (соединение 1.3) и 160-200 °С (соединение 1.5). Для комплекса 1.3 процесс дегидратации сопровождается четким эндоэффектом с минимумом на кривой ДТА при 100 °С, для соединения 1.5 дегидратация не сопровождается видимыми термическими эффектами.

**Таблица 1.**

**Данные термогравиметрического анализа комплексов меди(II) с ацилдигидразонами 1-фенил-3-метил-5-гидрокси-4-формилпиразола**

Соединение	Интервал температур по ТГ, °С	Экстремум на кривой ДТА, °С*	Потеря массы, %	Процесс
1.2	220-280	290 (-)	20	- 2Ru Разложение Выгорание
	290-660	350(+), 460(+)	78	
1.3	50-110	100 (-)	7	-2H <sub>2</sub> O - 2Ru Разложение Выгорание
	140-300	220(-)	16	
	300-630	320 (+), 500 (+)	81	
1.4	100-250	130(-)	26	-3Pir Разложение Выгорание
	340-600	500(+) 545(+)	84	
1.5	160-200	190(-)	3,5	-3H <sub>2</sub> O - 3Ru Разложение Выгорание
	200-310	300(+)	21	
	310-640	540(+)	81	

\*) (-) - эндотермический эффект; (+) - экзотермический эффект.

Анализ ИК-спектров соединений 1.2 - 1.5 свидетельствует о переходе ацилдигидразона в четырехкратно депротонированную имидольную форму. В спектрах комплексов отсутствует полоса «амид-I», наблюдаемая в ИК-спектрах свободных пролигандов при 1640-1630 см<sup>-1</sup>, и появляются две новые полосы поглощения с максимумами в области 1620-1590 см<sup>-1</sup> (валентные колебания группировки атомов >C=N-N=C<) и 1500-1490 см<sup>-1</sup> (валентные колебания связи углерод-кислород группы -N=C-O-), а так же регистрируется полоса в области около 1650 см<sup>-1</sup> (валентные колебания связи C=N группы -N=C-O-).

В спектре ЭПР жидкого раствора комплекса 1.2 при 22 °С наблюдается слабо разрешенный сигнал из семи линий СТС с константой 35 Гс и g = 2,07. Увеличение температуры раствора до 100 °С приводит к увеличению разрешения СТС за счет уменьшения ширины линий (рис. 1). Параметры эффективного спинового

гамильтониана при этом практически не изменяются (табл. 2). Понижение температуры возвращает первоначальный вид спектра.

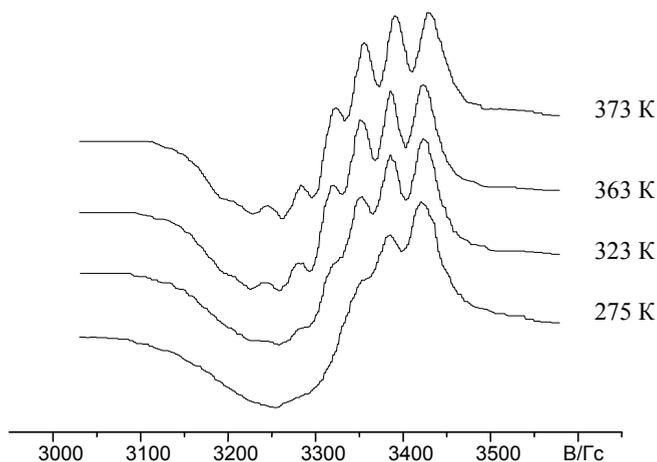


Рис. 1. Спектр ЭПР жидкого раствора комплекса 1.2 при разных температурах.

Таблица 2.

**Параметры спектров ЭПР спейсированных димеров меди(II) на основе ацилдигидразонов 1-фенил-3-метил-5-гидрокси-4-формилпиразола**

Соединение (температура)	$g$	$a_{Cu} \cdot 10^4, \text{ см}^{-1}$
1.2 (295 K)	2,07	35
1.2 (323 K)	2,07	35
1.2 (363 K)	2,07	36
1.2 (373 K)	2,07	36
1.3 (295 K)	2,11	44
1.4 (295 K)	2,10	65
1.5 (295 K)	2,11	69

СТС из семи линий наблюдается также в спектре ЭПР жидкого раствора комплекса 1.3.

Сигнал из семи линий СТС с наблюдаемым соотношением интенсивности (1:2:3:4:3:2:1) довольно часто наблюдается на сигнале запрещенного перехода в спектрах ЭПР поликристаллических образцов димерных карбоксилатов меди(II) [3,12]. Проявление сверхтонкой структуры от двух эквивалентных ядер меди в виде семи линий с половинным значением константы в спектрах ЭПР комплексов 1.2 и

1.3 можно объяснить как результат спин-спинового обменного взаимодействия неспаренного электрона с двумя эквивалентными ядрами атомов меди. Увеличение длины полиметиленовой цепочки, разделяющей координационные полиэдры, до четырех звеньев приводит к подавлению обменных взаимодействий, и в спектрах ЭПР комплексов 1.4 и 1.5 наблюдается обычный для мономерных комплексов меди(II) изотропный сигнал из четырех линий СТС с нормальным значением константы (рис. 2, табл. 2).

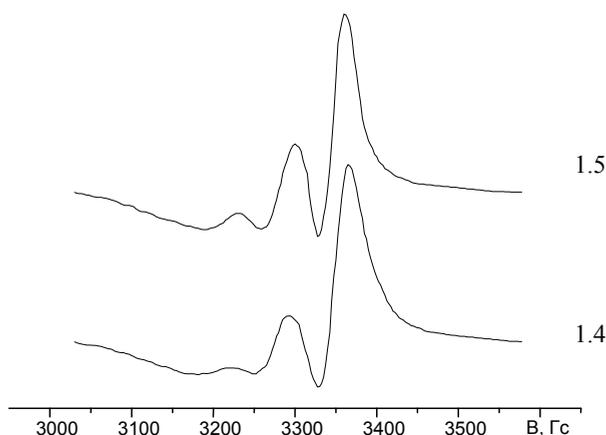


Рис. 3. Спектры ЭПР жидких растворов комплексов 1.4 и 1.5 при 295 К.

#### ВЫВОДЫ

Синтезированы и изучены первые представители нового типа спейсерированных димеров меди(II), в которых каждый из двух неспаренных электронов взаимодействует с двумя эквивалентными ядрами меди. Наиболее ярким проявлением данного взаимодействия является регистрация в спектрах ЭПР сверхтонкой структуры из семи линий с соотношением интенсивностей 1:2:3:4:3:2:1.

#### Список литературы

1. Карлин Р. Магнетохимия. - М.: Мир, 1989. - 400 с.
2. Калинин В.Т., Ракитин Ю.В. Введение в магнетохимию. Метод статической магнитной восприимчивости в химии. - М.: Наука, 1980. - 302 с.
3. Smith T.D., Pilbrow J.R. The Determination of Structural Properties of Dimeric Transition Metal Ion Complexes from EPR Spectra // Coord. Chem. Rev. - 1974. - V. 13. - P. 173.
4. Антиферромагнитный обмен по цепочке  $\sigma$ -связей в биядерных комплексах Cu(II) / Г.М. Ларин, Б.Б. Умаров, В.В. Минин и др. // Докл. АН СССР. - 1988. - Т. 303. - С. 139-144.

5. Ларин Г.М., Минин В.В., Ракитин Ю.В. Идентификация методом ЭПР очень слабых обменных взаимодействий в биядерных комплексах меди // Неорган. материалы. - 1994. - Т. 30, № 11. - С. 1424-1428.
6. Исследование методом ЭПР слабых обменных взаимодействий в биядерных комплексах меди(II) с салицилиденгидразонами / Г.М. Ларин, В.Ф. Шульгин, Е.А. Сарнит, Ю.В. и др. // Известия Академии наук. Серия химическая. - 2001. - № 5. - С. 777-783.
7. Исследование слабых обменных взаимодействий в биядерных комплексах меди(II) с ацилдигидразонами 2-оксиацетофенона методом ЭПР / В.Ф. Шульгин, А.Н. Гусев, В.Я. Зуб и др. // Известия Академии наук. Серия химическая. - 2002. - № 12. - С. 2107-2111.
8. Порай-Кошиц Б.А., Квитко И.Я. Химические превращения N,N-дизамещенных аминометиленовых производных пиразолона и родамина // ЖОХ. - 1964. - Т. 34. - № 9. - С. 2995-3005.
9. Ranford J.D., Vittal J.J., Wang Yu M. Dicopper(II) complexes of the antitumor analogues acyl-bis(salicylaldehyde hydrazones) and crystal structures of monomeric  $[\text{Cu}_2(1,3\text{-propandioyl bis(salicylaldehyde hydrazones)(H}_2\text{O)}_2)](\text{ClO}_4)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  and polymeric  $[\{\text{Cu}_2(1,6\text{-hexanedioyl bis(salicylaldehyde hydrazones)(C}_2\text{H}_5\text{OH)}_2\}_m](\text{ClO}_4)_{2m} \cdot m(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})$  // Inorg. Chem. - 1998. - V. 37. - № 6. - P. 1226-1231.
10. Квитко И.Я., Порай-Кошиц Б.А. О строении продукта гидролиза 1-фенил-3-метил-4-диметиламинометил-5-пиразолона // ЖОХ. - 1964. - Т. 34. - № 9. - С. 3005-3013.
11. Синтез и строение тридентатных лигандов на основе азотистых производных формилпиразолона и их медных комплексов / И.Я. Квитко, Л.Б. Алам, М.Н. Бобровников и др. // ЖОХ. - 1994. - Т. 64. - № 4. - С. 657-664.
12. Яблоков Ю.В., Воронкова В.К., Мосина Л.В. Парамагнитный резонанс обменных кластеров. - М.: Наука, 1988. - 256 с.

*Поступила в редакцию 13.11.2006 г.*

## АННОТАЦИИ

### **БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ**

*Аносов И.П., Станишевская Т.И.* **Индивидуально-типологические особенности становления и характера менструального цикла у девушек с разным соматотипом** // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2006. – Т. 19 (58). – № 4. – С. 3-11.

Изучены конституциональные особенности девушек 16-17 лет юго-востока Украины. Показано, что преобладающим соматотипом среди девушек является мегалосомный соматотип (47% от общего числа обследованных), лептосомный – 26%, мезосомный – 18%, неопределённый – 9%.

Отмечены поздние сроки появления первых менструаций и нарушения их ритма у всех обследованных девушек. Самые ранние сроки менархе отмечены у девушек мегалосомного конституционального типа, наиболее поздние – у девушек астенического соматотипа лептосомной конституции.

**Ключевые слова:** мегалосомный, лептосомный, мезосомный, неопределённый соматотипы; менархе, менструальный цикл.

*Баев О.А.* **Связь индивидуально-типологических свойств ВНД с сенсомоторными и вегетативными функциями организма** // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2006. – Т. 19 (58). – № 4. – С. 12-19.

Исследовали нейродинамические функции организма и особенности регуляции сердечного ритма при длительных физических нагрузках. Выявлено, что у юношей в возрасте 18-20 лет продолжается формирование свойств основных нервных процессов и сложных сенсомоторных реакций. Длительные физические нагрузки способствуют более интенсивному развитию нейродинамических функций. Вариабельность сердечного ритма у юношей-спортсменов характеризуется большей активностью парасимпатического отдела вегетативной нервной системы и ролью автономного контура регуляции. Свойства основных нервных процессов находят свое проявление в характере сенсомоторного и вегетативного реагирования.

**Ключевые слова:** сердечный ритм, высшая нервная деятельность, физические нагрузки, адаптация.

*Буков Ю.А., Алтева А.В.* **Биоэнергетическая эффективность системы внешнего дыхания детей в возрасте 5-6 лет в условиях адаптации к респираторному тренингу** // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2006. – Т. 19 (58). – № 4. – С. 20-26.

В результате проведенных исследований выявлено значительное отставание показателей механики дыхания у девочек 5-6 лет относительно возрастных норм.

Предложенная методика респираторной тренировки обеспечила рост функциональных возможностей бронхо-легочной системы, повышение биоэнергетической эффективности респираторной функции.

**Ключевые слова:** биоэнергетическая эффективность дыхательной системы, респираторная тренировка, девочки 5-6 лет.

*Вахрушева Л.П., Калинушкина Е.А., Котов С.Ф.* **Анализ успешности акклиматизации и перспективности использования в зеленых насаждениях г. Симферополя деревьев и кустарников отдела *Pinophyta* из арборетума Ботанического сада ТНУ им. В.И. Вернадского** // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2006. – Т. 19 (58). – № 4. – С. 27-40.

В статье представлены результаты исследования вегетативной сферы, биоэкологических особенностей, фитосанитарного состояния и репродуктивного потенциала интродуцированных и аборигенных видов отдела *Pinophyta*, произрастающих в Ботсаду ТНУ. Установлен также общий флористический состав Голосеменных и ареалогическая принадлежность отдельных их представителей. Осуществлена оценка успешности акклиматизации к условиям Крымского Предгорья растений отдела *Pinophyta* и выявлена их перспективность для озеленения г. Симферополя.

**Ключевые слова:** интродуценты, отдел *Pinophyta*, жизненное состояние, засухоустойчивость, морозоустойчивость, репродуктивный потенциал, успешность акклиматизации, перспективность для озеленения, фиторазнообразие.

*Верко Н.П., Григорьев П.Е., Темуриянц Н.А., Кокарева М.А., Добрева И.И.* **Индивидуальная чувствительность человека к гелиогеофизическим факторам** // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2006. – Т. 19 (58). – № 4. – С. 41-45.

Исследовали индивидуальную чувствительность лиц с различным вегетативным статусом к гелиогеофизическим факторам. Обнаружены достоверные корреляционные связи между индексами солнечной активности и всеми показателями психоэмоционального состояния в группе ваготоников. В группе симпатотоников отмечены только со стороны показателей тревожности и настроения. В группе «вегетативное равновесие» отсутствовали достоверные корреляционные связи между параметрами психоэмоционального состояния и солнечной активности. Сдвиг лейкоцитарной формулы влево преобладал в условиях «спокойного» солнца и сниженной солнечной и геомагнитной активности; увеличение зрелых форм нейтрофилов - в дни повышенной солнечной и геомагнитной активности. Повышенная солнечная и геомагнитная активность способствуют развитию у ваготоников и лиц с вегетативным равновесием реакции стресса. В условиях сниженной солнечной и геомагнитной активности, а также в условиях спокойного солнца, ваготоники пребывают в состоянии реакции повышенной активации, а лица с вегетативным равновесием - в состоянии реакции тренировки. В группе симпатотоников в дни с различной гелиогеофизической

активностью зарегистрирована адаптационная реакция повышенной активации. В периоды неспокойной гелиогеомагнитной обстановки угнетена активность бактерицидной системы миелопероксидазы в нейтрофилах крови симпатотоников и, особенно, ваготоников. У лиц с вегетативным равновесием содержание миелопероксидазы в нейтрофилах крови в дни с различной гелиогеофизической активностью находится в зоне физиологической нормы.

**Ключевые слова:** гелиогеофизические факторы, индивидуальная чувствительность, вегетативный статус.

*Гидулянов А.А., Жданова Е.Г.* **Влияние хлороформа и бензола на электрофоретическую подвижность гемоглобина** // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2006. – Т. 19 (58). – № 4. – С. 46-55.

Проведено сравнительное исследование влияния хлороформа и бензола на электрофоретическую подвижность фракций гемоглобина. В результате исследований получены данные, свидетельствующие об изменении электрофоретической подвижности гемоглобина под влиянием углеводов.

**Ключевые слова:** гемоглобин, хлороформ, бензол, электрофоретическая подвижность.

*Гидулянова К.В., Коношенко С.В.* **Жирнокислотный состав плазмы и мембран эритроцитов больных хроническим гломерулонефритом** // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2006. – Т. 19 (58). – № 4. – С. 56-62.

Установлено, что у больных хроническим гломерулонефритом прослеживаются выраженные изменения в жирнокислотном составе плазмы и мембран эритроцитов. Выявлено увеличение уровня содержания насыщенных жирных кислот и снижение уровня ненасыщенных жирных кислот, в мембране за счет представителей семейства  $\omega 3$ , в плазме за счет жирных кислот  $\omega 3$  и  $\omega 6$  семейств. Показано увеличение коэффициента насыщенности.

**Ключевые слова:** мембрана эритроцитов, плазма, жирнокислотный состав, окислительный стресс, патология.

*Гливенко А.В., Решетняк О.А., Чегодарь А.Я.* **Реактивность сердечно-сосудистой системы в зависимости от содержания токсических и эссенциальных элементов в организме у физически тренированных и нетренированных студентов** // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2006. – Т. 19 (58). – № 4. – С. 63-68.

Выполнено обследование сердечно-сосудистой деятельности у 46 тренированных и нетренированных юношей 18-20 лет. Среднее содержание тяжелых металлов (свинец, кадмий, свинец) в волосах не превышало нормы, а эссенциальных металлов - находилось на нижней границе нормы. Выявлены достоверные корреляционные связи между уровнями кадмия, свинца и сердечно-

сосудистых показателей при физической нагрузке, а для кальция и калия - в покое и в периоде восстановления.

**Ключевые слова:** студенты, сердечно-сосудистая система, тяжелые металлы, эссенциальные металлы.

*Евстафьева Е.В., Евстафьева И.А., Репинская Е.В.* **Характеристики когнитивных потенциалов мозга в зависимости от уровня свинца, кадмия и цинка в организме 12-13-летних детей** // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2006. – Т. 19 (58). – № 4. – С. 69-75.

У 30 12-летних школьников обоего пола, проживающих в г.Симферополе, методом рентгено-флуоресцентного анализа выявлен дефицит цинка и относительно нормальное среднее содержание токсичных свинца и кадмия в волосах с превышением свинца у некоторых обследованных детей. Корреляционный анализ амплитуд и латентных периодов вызванных и связанных с событиями потенциалов выявил наличие корреляции с уровнем кадмия (10 параметров), затем свинца (4 параметра) и только в одном случае выявлена корреляционная связь латентного периода P3 с цинком. Характерно наличие прямой корреляционной связи ЛП P2 с содержанием Pb и Cd ( $0,30 < r < 0,46$ ) при весьма высоком уровне доверительной вероятности ( $0,05 < p < 0,001$ ). Общей характеристикой эффекта этих металлов явилась также обратная корреляция между их содержанием и амплитудой терминальной УНВ ( $0,36 < r < 0,33$ ,  $p < 0,05$ ). Для токсичного Cd и эссенциального Zn наблюдали синергизм при действии на ЛП P3 при отведении в левом полушарии. Эти результаты свидетельствуют о необходимости дальнейшего накопления и систематизации данных натуральных исследований для экологического нормирования и определения на их основе экологических нормативов.

**Ключевые слова:** ЭЭГ, вызванные и связанные с событием потенциалы, свинец, кадмий.

*Евстафьева Е.В., Тымченко С.Л., Негерши А.В., Гружевский В.А., Чегодарь А.Я.* **Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы у детей 13-14 лет в связи с содержанием эссенциальных элементов в организме** // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2006. – Т. 19 (58). – № 4. – С. 76-79.

В результате проведенного исследования у 26 школьников 13-14 лет г. Симферополя выявлен дефицит содержания меди и цинка. Был проведен анализ показателей сердечно-сосудистой системы и установлены корреляционные связи с содержанием цинка и меди. Плотность корреляционных связей колебалась от слабой до умеренной ( $0,30 < R_s < 0,50$ ), при высоком уровне доверительной вероятности. Цинк был более значимый для сосудистой системы, чем медь, которая обнаружила корреляционную связь только с длительностью сердечного цикла ( $R_s = 0,40$ ;  $p < 0,04$ ).

**Ключевые слова:** сердечно-сосудистая система, биоэлементы.

*Жижина М.Н., Кабузенко С.Н. Влияние биологически активных веществ на митотическую активность клеток корневой меристемы растений кукурузы и ячменя в условиях солевого стресса // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2006. – Т. 19 (58). – № 4. – С. 80-85.*

Изучали возможность снятия негативного действия солевого стресса на растения кукурузы с помощью регуляторов роста (6-БАП, ивин). Замачивание семян в растворах регуляторов роста способствует адаптации растений к солевому стрессу, что проявляется в возрастании митотической и ростовой активности корневой меристемы проростков кукурузы и ячменя.

**Ключевые слова:** кукуруза, ячмень, солевой стресс, регуляторы роста, митотическая активность

*Залата О.А. Связь характеристик психофизиологических функций с содержанием кальция и стронция в организме учащихся разного возраста // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2006. – Т. 19 (58). – № 4. – С. 86-91.*

Аннотация: выполнено ЭЭГ-обследование вместе с биомониторингом школьников (18) и студентов (33), которые проживают в городских условиях. Содержание кальция и стронция определяли рентген-флуоресцентным методом. Выявлено: превышение содержания стронция в организме у школьников и кальций-дефицит у студентов. У школьников установлена преимущественно прямая корреляционная зависимость между параметрами текущей ЭЭГ (нормированная спектральная мощность дельта-, альфа-, бета-диапазона) в равной степени с кальцием и стронцием в покое и при решении арифметической задачи. У студентов обнаружена обратная корреляционная зависимость между параметрами связанных с событием потенциалов (латентный период  $P_{300}$ , амплитуда УНВ) для двух полушарий и содержанием кальция.

**Ключевые слова:** ЭЭГ, связанные с событием потенциалы, кальций, стронций, школьники, студенты

*Ибрагимова Э.Э. Антропогенные фитоценозы в условиях аэротехногенного загрязнения окружающей среды // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2006. – Т. 19 (58). – № 4. – С. 92-98.*

Изучалась мужская репродуктивная система многолетних растений, произрастающих вдоль дороги с интенсивным движением автотранспорта. Выявлено, что у изученных культур резко возрастает продукция стерильной пыльцы как результат мутагенного действия аэрополлютантов на органы репродукции.

**Ключевые слова:** пыльца, репродуктивная система, стерильность, фертильность, аэротехногенное загрязнение, фитоценоз

*Иванов С. П.* **Классификация гнезд пчел-мегахилид (Hymenoptera: Apoidea: Megachilidae)** // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2006. – Т. 19 (58). – № 4. – С. 99-110.

Предлагается новая классификация гнезд пчел-мегахилид с разделением их на 2 типа по способу изготовления ячеек, 3 подтипа по строению и 4 класса по размерным показателям ячеек. Иерархия классификационных подразделений гнезд находится в соответствии с основными направлениями и этапами развития гнездостроительных инстинктов пчел-мегахилид, что позволяет считать данную классификацию естественной.

**Ключевые слова:** Megachilidae, строение гнезд, классификация гнезд.

*Кацев А. М., Макемсон Дж.* **Идентификация светящихся бактерий, выделенных из Черного и Азовского морей** // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2006. – Т. 19 (58). – № 4. – С. 111-116.

В статье описан процесс идентификации 23 штаммов светящихся бактерий, выделенных из Черного и Азовского морей. Для установления видовой принадлежности были использованы микробиологические, биохимические методы, а также фенотипирование с помощью системы Biolog. Результаты сравнивались с базой данных из 500 грамотрицательных бактерий.

**Ключевые слова:** светящиеся бактерии, биолюминесценция.

*Кириллова А.В., Панова С.А., Лесова Л.Д.* **Анализ влияния эфирного масла лаванды на психофизиологическое состояние человека** // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2006. – Т. 19 (58). – № 4. – С. 117-180.

Изучали влияние эфирного масла лаванды на психофизиологическое состояние человека. Определяли достоверные изменения ЭЭГ и психофизиологического состояния человека при действии эфирного масла лаванды

**Ключевые слова:** электроэнцефалограмма, ритмы, эфирное масло лаванды, психологическое тестирование.

*Коренюк И.И., Гамма Т.В., Ладыгина Т.М., Баевский М.Ю., Баевский А.М.* **Влияние 3-метил-2,3,4,5-тетрагидро-1Н-1,5-бензодиазепин-2-она на поведенческие реакции крыс** // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2006. – Т. 19 (58). – № 4. – С. 121-126.

В условиях тестов Порсолта и «Подвешивание за хвост» установлено, что 3-метил-2,3,4,5-тетрагидро-1Н-1,5-бензодиазепин-2-он при внутрибрюшинной инъекции в дозе 50 мг/кг проявляет антидепрессантные свойства, а в дозах 75, 100 и 150 мг/кг - усугубляет депрессию животных. По результатам теста «Черно-белая камера» 3-метил-2,3,4,5-тетрагидро-1Н-1,5-бензодиазепин-2-он проявляет анксиогенные свойства.

**Ключевые слова:** бензодиазепины, тест Порсолта, «Черно-белая камера», «Подвешивание за хвост», крысы.

*Кореньюк И.И., Раваева М.Ю., Орехова В.В., Курьянов В.О., Чупахина Т.А.*  
**Поведение крыс в различных стресс-тестах при действии N-уроноилпроизводных L-лейцина и L-валина** // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2006. – Т. 19 (58). – № 4. – С. 127-134.

В экспериментальных стресс-моделях исследовалась психотропная активность новых N-уроноилпроизводных L-лейцина и L-валина. Установлено, что N-уроноил-валин оказывает стресспротекторное и антидепрессантное действие, N-уроноил-лейцин проявляет стресспротекторные и анксиолитические свойства.

**Ключевые слова:** N-уроноилпроизводные L-лейцина и L-валина, поведение крыс, стресс-тесты.

*Кривоzubова Е.В.* **Психофизиологические особенности леворуких школьников** // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2006. – Т. 19 (58). – № 4. – С. 135-141.

Анализ литературы показал, что леворукие дети являются особой группой учеников, для которых наиболее характерно развитие трудностей в обучении. Определено, что неблагоприятные психофизиологические особенности леворуких обусловлены характером межполушарного и корково-подкорковых взаимодействий, отличным от праворуких. Рассмотрены и проанализированы имеющиеся в литературе причины возникновения леворукости. Предложено использование биологической обратной связи в коррекции неблагоприятных психофизиологических состояний леворуких учеников.

**Ключевые слова:** функциональная асимметрия мозга, леворукость, психофизиология школьников.

*Лысякова Н.Ю., Хараим Н.Н., Полякова С.В.* **Анатомо-морфологические и эмбриологические особенности некоторых видов семейства *Orchidaceae* Juss** // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2006. – Т. 19 (58). – № 4. – С. 142-150.

У 12 представителей подсемейств *Neottioideae* и *Orchidoideae*, относящихся к группам корневищных и корнеклубневых геофитов, выявлены особенности локализации эндомикотрофного компонента, динамики симбиотических отношений по фазам онтогенеза, влияния эдафических и климатических факторов на степень микотрофности. Установлена отрицательная коррелятивная зависимость между степенью микотрофности и морфометрическими параметрами, а также потенциальной и реальной семенной продуктивностью корневищных видов орхидей Крыма.

**Ключевые слова:** орхидеи, микотрофность.

*Махонина М.М., Чуян Е.Н., Бержанский В.Н., Попов В.В.* **Изменение содержания серотонина в лейкоцитах крови крыс при действии низкоинтенсивного электромагнитного излучения крайне высокой частоты** // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2006. – Т. 19 (58). – № 4. – С. 151-160.

С помощью микроспектрального люминесцентного анализа выявлено изменение содержания серотонина в лейкоцитах крови крыс при изолированном и комбинированном со стресс-фактором воздействии электромагнитного излучения крайне высокой частоты в норме и условиях блокады рецепторов опиоидных пептидов. Показана вовлеченность системы опиоидных пептидов в реализацию биологического эффекта электромагнитного излучения крайне высокой частоты в отношении увеличения содержания серотонина в лейкоцитах периферической крови.

*Ключевые слова:* низкоинтенсивное электромагнитное излучение крайне высокой частоты, серотонин, лейкоциты.

*Павлов В. В., Мартынюк В. С.* **Гидродинамический дизайн спинных плавников черноморских дельфинов** // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2006. – Т. 19 (58). – № 4. – С. 161-166.

В статье описан анализ формы спинного плавника трёх видов черноморских дельфинов с помощью аэродинамических параметров крыла. Установлено, что у всех исследованных видов сечения плавника имеют симметричный профиль, близкий к известным аэродинамическим профилям крыла. Показано, что изменчивость формы плавников, обусловленная видовыми, половыми и возрастными особенностями не превышает морфологических ограничений, обеспечивающих эффективные гидродинамические свойства плавников.

*Ключевые слова:* дельфин, плавник, гидродинамика

*Палёная Ю.В., Харченко В.З., Темурияц Н.А., Чуян Е.Н.* **Использование ЭМИ КВЧ как корректирующего фактора нарушений в протеазо-антипротеазной системе при действии ионизирующего излучения** // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2006. – Т. 19 (58). – № 4. – С. 167-172.

В статье описаны результаты экспериментальных исследований о влиянии превентивного ЭМИ КВЧ на состояние здоровых тканей животных при действии ионизирующего излучения. Результаты исследования свидетельствуют о том, что предварительное воздействие миллиметровыми волнами снижает повреждающее воздействие гамма-излучения.

*Ключевые слова:* онкология, ионизирующее излучение, миллиметровые волны.

*Ровная О.А.* **Динамика показателей кардиореспираторной системы при прерывистой гипоксии у спортсменок синхронного плавания** // Ученые записки

Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2006. – Т. 19 (58). – № 4. – С. 173-176.

В статье обсуждается возможность использования сеанса прерывистой нормобарической гипоксии в качестве критерия для определения готовности спортсменов к соревновательной деятельности. Выявлены особенности приспособительных механизмов к гипоксии у данной категории спортсменов.

**Ключевые слова:** кардиореспираторная система, синхронное плавание, прерывистая нормобарическая гипоксия.

*Симагина Н.О.* Аллелопатические свойства гликогалофита *Artemisia santonica* L. // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2006. – Т. 19 (58). – № 4. – С. 177-185.

*Artemisia santonica* L. обладает высокой аллелопатической активностью, которая обеспечивается водорастворимыми и газообразными физиологически активными веществами, выделяемыми надземными и подземными органами растения. Выделение летучих компонентов аллелопатических веществ *Artemisia santonica* L. связано с наличием специализированных эндогенных и экзогенных терпеноидсодержащих железистых структур.

**Ключевые слова:** аллелопатия, гликогалофиты, *Artemisia santonica* L.

*Снегирев Ф.Ф.* Некоторые показатели естественной резистентности у поросят 2-3- месячного возраста при включении в их рацион биологически активной добавки // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2006. – Т. 19 (58). – № 4. – С. 186-189.

В статье описано влияние биологически активной добавки на показатели естественной резистентности у поросят. Рекомендуется использовать добавку в животноводстве.

**Ключевые слова:** биологически активная добавка, поросята, кровь, резистентность животных.

*Сышко Д.В., Мутьев А.В.* Особенности вестибуловегетативных типов реакций у спортсменов с нарушением функции слуха // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2006. – Т. 19 (58). – № 4. – С. 190-194.

У спортсменов с нарушением слуха выделены две основных реакции на вестибулярные раздражения: гиперкинетическая и эукинетическая. Эти реакции связаны с особенностями восприятия вестибулярных раздражений и направленностью тренировочного процесса.

**Ключевые слова:** вестибулярные раздражения, нарушения слуха, спортсмены, тип реакции.

*Фокина Ю.О., Куличенко А.М., Павленко В.Б.* Взаимосвязь активности дофаминергических нейронов вентрального тегмента с ритмами

**электроэнцефалограммы** // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2006. – Т. 19 (58). – № 4. – С. 195-200.

Работа направлена на выяснение характера взаимосвязи между импульсной активностью нейронов дофаминергической системы и амплитудой ритмов ЭЭГ у кошек.

**Ключевые слова:** нейрон, дофамин, вентральный тегментум, ЭЭГ-ритмы.

*Черный С.В., Коваленко А.А., Павленко В.Б.* **Особенности обработки эмоционально окрашенной информации у человека по данным вероятностной ЭЭГ – томографии** // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2006. – Т. 19 (58). – № 4. – С. 201-207.

В статье представлены данные об особенностях рисунка томограмм во время мысленного представления эмоционально негативных ситуаций. Показаны возможные очаги генерации ритмов ЭЭГ в указанной экспериментальной ситуации.

**Ключевые слова:** негативные эмоции, ЭЭГ, томография.

*Чуян Е.Н., Джелдубаева Э.Р., Григорьев П.Е., Чуян Е.В.* **Влияние низкоинтенсивного электромагнитного излучения крайне высокой частоты на взаимосвязь инфранианной ритмики болевой чувствительности крыс с вариациями гелиогеофизических факторов** // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2006. – Т. 19 (58). – № 4. – С. 208-216.

Выявлены закономерности связи многодневной динамики болевой чувствительности животных с вариациями гелиогеофизических факторов, а также изменения этой связи при воздействии низкоинтенсивного электромагнитного излучения крайне высокой частоты (ЭМИ КВЧ). Показано, что существует достоверная корреляционная связь болевого порога с геомагнитной активностью «день в день», а с солнечной активностью – с запаздыванием на 2-3 суток и опережением на 6-8 суток у животных, подвергнутых изолированному действию болевого стресса. При воздействии низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ увеличивается толерантность организма к болевому фактору, одновременно уменьшается величина связи динамики болевого порога с геомагнитной и солнечной активностями.

**Ключевые слова:** электромагнитное излучение крайне высокой частоты, болевая чувствительность, геомагнитная активность, солнечная активность.

*Чуян Е.Н., Заячникова Т.В.* **Модифицирующее действия гипокинетического стресса на изменение болевой чувствительности крыс в тесте электростимуляции** // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2006. – Т. 19 (58). – № 4. – С. 217-222.

Изучено модифицирующее действие гипокинетического стресса на изменение уровня болевой чувствительности у крыс при острой боли, моделируемой в тесте электростимуляции. Показано, что гипокинетический стресс модифицирует уровень болевой чувствительности у животных, это проявляется в изменении болевого

порога при экспериментальном электроболевым воздействии. Направленность изменений болевой чувствительности крыс в тесте электростимуляции зависит от продолжительности гипокинетического стресса: при адаптации крыс к непродолжительному гипокинетическому стрессу (до 6 суток) повышается резистентность к болевому стрессу, что выражается в увеличении болевого порога, а при продолжительном ограничении подвижности (7-9 суток) напротив, происходит уменьшение болевого порога, что свидетельствует о повышении болевой чувствительности.

**Ключевые слова:** гипокинетический стресс, тесте электростимуляции, болевой порог, болевая чувствительность.

*Юрахно М.В., Стрюков А. А., Демиденко Л.А.* **Опыт применения паразитологических данных при выяснении происхождения, эволюции, систематики и зоогеографии хозяев** // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2006. – Т. 19 (58). – № 4. – С. 223-227.

Исследован гельминтологический материал от 2435 ластоногих 13 видов. Анализируется возможность использования паразитологических данных при выяснении происхождения, эволюции, систематики и зоогеографии хозяев.

**Ключевые слова:** паразит, хозяин, коэволюция, зоогеография.

*Янчук П.И., Весельский С.П., Парчами Газае С., Горенко З.А., Стивак Л.С.* **Изменения секреторной и экскреторной функций печени под влиянием вазопрессина** // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2006. – Т. 19 (58). – № 4. – С. 228-234.

Исследовали влияние вазопрессина на желчеобразование у собак в хроническом эксперименте. Показано, что вазопрессин оказывает модулирующее действие на желчеобразовательную функцию печени. В дозе 0,1 нг/кг этот пептид увеличивает объем отделяемой желчи и усиливает интенсивность секреции белка, но не влияет на уровень экскреции билирубина. При введении вазопрессина в дозе 0,2 нг/кг его эффект на секреторные процессы в печени не проявляется, однако пептид активирует экскреторную функцию железы.

**Ключевые слова:** печень, вазопрессин, секреция желчи, билирубин, белок.

## **ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ**

*Довгий И.И., Гришковац В.И., Качала В.В., Шашков А.С.* **Тритерпеновые гликозиды цветочных бутонов и стеблей *Cussonia paniculata*** // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2006. – Т. 19 (58). – № 4. – С. 235-240.

В статье описано выделение и установление строения тритерпеновых гликозидов из цветочных бутонов и стеблей куссонии метельчатой. Показаны качественные различия гликозидных составов изученных органов этого растения.

**Ключевые слова:** тритерпеновые гликозиды, *Cussonia paniculata*, *Araliaceae*.

*Шейх-Заде М.И.* **Спектроскопическое исследование молекулярных форм фенилантраниловой кислоты** // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2006. – Т. 19 (58). – № 4. – С. 241-244.

Получены инфракрасные спектры растворов 2-NH(C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>)-C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>COOH в C<sub>2</sub>Cl<sub>4</sub> в области валентных колебаний гидроксильной, amino и карбонильной групп в интервале температур 25-110 °С. Проведено отождествление полос  $\nu$ OH,  $\nu$ NH,  $\nu$ C=O. Из анализа значений частот полос, концентрационной и температурной зависимостей интенсивностей полос, сделан вывод о конформациях мономеров и димеров этой кислоты при выбранных условиях эксперимента.

**Ключевые слова:** инфракрасные спектры, фенилантраниловая кислота, конформация.

*Шульгин В.Ф., Обух А.И., Зуб В.Я.* **Спейсерированные димеры меди(II) на основе ацилдигидразонов 1-фенил-3-метил-5-гидрокси-4-формилпиразола** // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2006. – Т. 19 (58). – № 4. – С. 245-252.

Синтезированы и исследованы биядерные комплексы меди(II) с ацилдигидразами 1-фенил-3-метил-5-гидрокси-4-формилпиразола (H<sub>4</sub>L) состава Cu<sub>2</sub>L<sup>n</sup>·mPy(Pipе)·xH<sub>2</sub>O, в которых координационные полиэдры соединены полиметиленовой цепочкой разной длины (от 2 до 5 звеньев). В спектрах электронного парамагнитного резонанса растворов комплексов на основе ацилдигидразонов янтарной и глутаровой кислот при комнатной температуре наблюдаются семь линий сверхтонкой структуры с константами 36 и 44 Гс как результат обменного взаимодействия неспаренных электронов с двумя эквивалентными ядрами меди. Увеличение длины полиметиленовой цепочки до 4 и 5 звеньев препятствует обменным взаимодействиям, и в спектрах электронного парамагнитного резонанса регистрируется обычный для мономерных комплексов меди(II) сигнал из четырех линий сверхтонкой структуры с константой 65 и 69 Гс.

**Ключевые слова:** ацилдигидразон, медь(II), димер, электронный парамагнитный резонанс

## АНОТАЦІЇ

Аносов І.П., Станішевська Т.І. **Індивідуально-типологічні особливості становлення та характеру менструального циклу у дівчат з різним соматотипом** // Ученьє запискі Тавріческого національного університета ім. В.І. Вернадского. Серія „Біологія, хімія”. – 2006. – Т. 19 (58). – № 4. – С. 3-11.

Вивчені конституційні особливості дівчат 16-17 років південно-східного регіону України. Показано, що переважаючим соматотипом серед дівчат є мегалосомний соматотип (47% від загального числа обстежуваних), лептосомний – 26%, мезосомний – 18%, невизначений – 9%.

Відзначені пізні строки появи перших менструацій та порушення їх ритму у всіх обстежуваних дівчат. Найбільш ранні строки менархе відзначені у дівчат мегалосомного конституціонального типу, найбільш пізні – у дівчат астеничного соматотипу лептосомної конституції.

**Ключові слова:** мегалосомний, лептосомний, мезосомний, невизначений соматотипи; менархе, менструальний цикл.

Баєв О.А. **Зв'язок індивідуально-типологічних властивостей ВНД з сенсомоторними та вегетативними функціями організму** // Ученьє запискі Тавріческого національного університета ім. В.І. Вернадского. Серія „Біологія, хімія”. – 2006. – Т. 19 (58). – № 4. – С. 12-19.

Досліджували нейродинамічні функції організму та особливості регуляції серцевого ритму при тривалих фізичних навантаженнях. Виявлено, що у юнаків віком 18-20 років продовжується формування властивостей основних нервових процесів та складних сенсомоторних реакцій. Тривалі фізичні навантаження сприяють більш інтенсивному розвитку нейродинамічних функцій. Варіабельність серцевого ритму у юнаків-спортсменів характеризується більшою активністю парасимпатичного відділу вегетативної нервової системи та роллю автономного контуру регуляції. Властивості основних нервових процесів знаходять свій прояв у характері сенсомоторного та вегетативного реагування.

**Ключові слова:** серцевий ритм, вища нервова діяльність, фізичні навантаження, адаптація.

Буков Ю.О., Алєєва А.В. **Біоенергетична ефективність системи зовнішнього дихання дітей у віці 5-6 років в умовах адаптації до респіраторного тренінгу** // Ученьє запискі Тавріческого національного університета ім. В.І. Вернадского. Серія „Біологія, хімія”. – 2006. – Т. 19 (58). – № 4. – С. 20-26.

В результаті проведених досліджень виявлені значні відставання показників механіки дихання у дівчат 5-6 років відносно вікових норм. Запропонована методика респіраторного тренування забезпечила зростання функціональних можливостей бронхо-легеневої системи, підвищення біоенергетичної ефективності респіраторної функції.

**Ключові слова:** біоенергетична ефективність системи дихання, респіраторне тренування, дівчата 5-6 років.

*Вахрушева Л.П., Калінушкіна О.А., Котов С.Ф. Аналіз успішності акліматизації й перспективності використання в зелених насадженнях м. Сімферополя дерев та чагарників відділу *Pinophyta* з арборетуму Ботанічного саду ТНУ ім. В.І. Вернадського // Ученьє запискі Таврічеського національного університета ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2006. – Т. 19 (58). – № 4. – С. 27-40.*

В статті представлені результати дослідження вегетативної сфери, біоекологічних особливостей, фітосанітарного стану й репродуктивного потенціалу інтродукованих та аборигенних видів відділу *Pinophyta*, які зростають в Ботсаду ТНУ. Встановлено також загальний флористичний склад Голонасінних та арелогічну належність окремих її представників. Здійснена оцінка успішності акліматизації до умов Кримського Передгір'я рослин відділу *Pinophyta* та визначена їхня перспективність для зелених насаджень м. Сімферополя.

**Ключові слова:** інтродуценти, відділ *Pinophyta*, життєвий стан, посухостійкість, морозостійкість, репродуктивний потенціал, успішність акліматизації, перспективність для озеленення, фіторізноманіття.

*Верко Н.П., Григорьев П.С., Темур'янц Н.А., Кокарева М.О., Добрева І.І. Індивідуальна чутливість людини до геліогеофізичних чинників // Ученьє запискі Таврічеського національного університета ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2006. – Т. 19 (58). – № 4. – С. 41-45.*

Досліджували індивідуальну чутливість осіб з різним вегетативним статусом до геліогеофізичних чинників. Виявлені вірогідні кореляційні зв'язки між індексами сонячної активності і всіма показниками психоемоційного стану в групі ваготоніків; в групі симпатотоніків - відмічені тільки з боку показників тривожності і настрою. В групі “вегетативна рівновага” відсутні вірогідні кореляційні зв'язки між параметрами психоемоційного стану і сонячної активності. Зсув лейкоцитарної формули вліво переважав в умовах “спокійного” сонця і зниженої сонячної і геомагнітної активності; збільшення зрілих форм нейтрофілів - в дні підвищеної сонячної і геомагнітної активності. Підвищена сонячна і геомагнітна активність сприяють розвитку у ваготоніків та осіб з вегетативною рівновагою реакції стресу. В умовах зниженої сонячної і геомагнітної активності, а також в умовах „спокійного” сонця, ваготоніки перебувають в стані реакції підвищеної активації, а особи з вегетативною рівновагою - в стані реакції тренування. В групі симпатотоніків в дні високої і, особливо, низької сонячної і геомагнітної активності зареєстрована адаптаційна реакція підвищеної активації. В періоди неспокійної геліогеомагнітної обстановки пригнічена активність бактерицидної системи мієлопероксидази в нейтрофілах крові симпатотоніків і, особливо, ваготоніків. У осіб з вегетативною рівновагою вміст мієлопероксидази в нейтрофілах крові в дні з різною геліогеофізичною активністю знаходиться в зоні фізіологічної норми.

**Ключові слова:** геліогеофізичні чинники, індивідуальна чутливість, вегетативний статус.

*Гідулянов А.О., Жданова О. Г. Вплив хлороформу та бензолу на електрофоретичну рухливість гемоглобіну // Ученьє запискі Таврічєского національного університета ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2006. – Т. 19 (58). – № 4. – С. 46-55.*

Проведено порівняльне дослідження впливу хлороформу та бензолу на електрофоретичну рухливість фракцій гемоглобіну. У результаті досліджень отримані дані, що свідчать про зміну електрофоретичної рухливості під впливом вуглеводнів.

**Ключові слова:** гемоглобін, хлороформ, бензол, електрофоретична рухливість.

*Гідулянова Х.В., Коношенко С.В. Жиринокислотний склад плазми і мембран еритроцитів хворих на хронічний гломерулонефрит // Ученьє запискі Таврічєского національного університета ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2006. – Т. 19 (58). – № 4. – С. 56-62.*

Встановлено, що у хворих на хронічний гломерулонефрит простежуються виражені зміни в жиринокислотному складі плазми і мембран еритроцитів. Виявлено збільшення рівня вмісту насичених жирних кислот і зниження рівня ненасичених жирних кислот, у мембрані за рахунок представників родини  $\omega 3$ , у плазмі за рахунок жирних кислот родин  $\omega 3$  і  $\omega 6$ . Показано збільшення коефіцієнта насиченості.

**Ключові слова:** мембрана еритроцитів, плазма, жиринокислотний склад, окислювальний стрес, патологія.

*Глівенко А.В., Решетняк О.А., Чегодар А.Я. Реактивність серцево-судинної системи в залежності від концентрації токсичних та есенціальних елементів в організмі у тренуваних і нетренуваних студентів // Ученьє запискі Таврічєского національного університета ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2006. – Т. 19 (58). – № 4. – С. 63-68.*

Виконане дослідження особливостей серцево-судинної діяльності 46 тренуваних і нетренуваних юнаків 18-20 років. Середній вміст важких металів (свинець, кадмій, стронцій) у волоссі не перевищував норми, але середній вміст есенціальних металів був на нижній границі норми. Встановлені достовірні кореляційні зв'язки між рівнями кадмію, свинцю в організмі та серцево-судинними показниками при фізичному навантаженні, але для кальцію та калію - в покої і в період відновлення.

**Ключові слова:** студенти, серцево-судинна система, важкі метали, есенціальні метали.

*Євстаф'єва О.В., Євстаф'єва І.А., Репінська О.В. Характеристики когнітивних потенціалів мозку в залежності від рівня свинцю, кадмію та цинку в організмі 12-13-ти річних дітей // Ученьє запискі Таврічєского національного*

університета ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, ХІМІЯ”. – 2006. – Т. 19 (58). – № 4. – С. 69-75.

У 30 12-13 –ти річних школярів обох статей, мешкаючих у м.Сімферополі, методом рентгено-флуоресцентного аналізу визначено дефіцит цинку і відносно нормальний середній вміст токсичних свинцю та кадмію у волоссі з перевищенням свинцю в 1,5 раза в деяких випадках. Кореляційний аналіз амплітуд і латентних періодів викликаних та зв'язаних з подією потенціалів визначив кореляції з рівнем кадмію (10 параметрів), свинцю (4 параметра) і тільки в одному випадку встановлено кореляційний зв'язок латентного періоду P3 з цинком. Характерна наявність прямого кореляційного зв'язку ЛП P2 із вмістом Pb і Cd ( $0,30 < r < 0,46$ ) при достатньо високому рівні вірогідності ( $0,05 < p < 0,001$ ). Спільною характеристикою ефекту цих металів була також зворотня кореляція між їх вмістом і амплітудою термінальної УНВ ( $0,36 < r < 0,33$ ,  $p < 0,05$ ). Для токсичного Cd і есенціального Zn наблюдали синергізм в дії на ЛП P3 при відведенні з лівої півкулі. Ці результати свідчать про необхідність подальшого накопичення і систематизації даних натурних досліджень для екологічного нормування та розробки на їх основі екологічних нормативів.

Ключові слова: ЕЕГ, викликані та пов'язані з подією потенціали, свинець, кадмій

*Євтаф'єва О.В., Тимченко С.Л., Негершиш А.В., Гружєвський В.О., Чегодарь А.А. Функціональний стан серцево-судинної системи у дітей 12-13 років у зв'язку із вмістом есенціальних елементів в організмі // Ученьні записки Тавріського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2006. – Т. 19 (58). – № 4. – С. 76-79.*

В результаті проведеного дослідження у 26 учнів 12-13 років м. Сімферополя був виявлений дефіцит вмісту міді та цинку. Був проведений аналіз показників серцево-судинної системи та їх кореляційних зв'язків із вмістом цинку та міді. Щільність кореляційних зв'язків коливалася від слабкої до помірної, та мала високий рівень довірливої імовірності ( $0,30 < R_s < 0,50$ ). Цинк був більш значущий для судинної системи ніж мідь, яка мала кореляційний зв'язок тільки з довжиною серцевого циклу ( $R_s = 0,40$ ;  $p < 0,04$ ).

**Ключові слова:** серцево-судинна система, біоеlementи.

*Жижина М.М., Кабузенко С.М. Вплив біологічно активних речовин на мітотичну активність клітин кореневої системи рослин кукурудзи та ячменю в умовах сольового стресу // Ученьні записки Тавріського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2006. – Т. 19 (58). – № 4. – С. 80-85.*

Вивчали можливості зняття негативної дії сольового стресу на проростки кукурудзи з допомогою регуляторів росту (6-БАП, івін). Замочування насіння у розчинах регуляторів росту сприяє адаптації рослин до сольового стресу, що проявляється у підвищенні мітотичної і ростової активності кореневої меристеми проростків кукурудзи та ячменю.

**Ключові слова:** кукурудза, ячмінь, сольовий стрес, регулятори росту, мітотична активність

*Залата О.О. Зв'язок характеристик психофізіологічних функцій з вмістом кальцію та стронцію у організмі учнів різного віку // Учень записки Тавріського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2006. – Т. 19 (58). – № 4. – С. 86-91.*

Виконане ЕЕГ-обстеження разом із біомоніторингом школярів (18) та студентів-юнаків (33), що мешкають у місті. Вміст кальцію та стронцію визначали рентгено-флуоресцентним методом. Виявлені підвищення рівню стронцію у організмі школярів та кальцій-дефіцитний стан у студентів. У школярів реагували кальцій та стронцій із показниками фонові ЕЕГ (дельта-, альфа-, бета- діапазон) в спокої та при виконанні арифметичної задачі. У студентів показано негативний кореляційний зв'язок між пов'язаними з подією потенціалами (латентний період  $P_{300}$ , амплітуда умовно негативної хвилі) у лівій та правій півкулі головного мозку та кальцієм.

**Ключові слова:** ЕЕГ, пов'язані з подією потенціали, кальцій, стронцій, школярі, студенти.

*Ібрагімова Е.Е. Антропогенні фітоценози в умовах аеротехногенного забруднення довколишнього середовища // Учень записки Тавріського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2006. – Т. 19 (58). – № 4. – С. 92-98.*

Вивчалася чоловіча репродуктивна система багаторічних рослин, що ростуть уздовж дороги з інтенсивним рухом автотранспорту. Виявлено, що у вивчених культур різко зростає продукція стерильного пилка, як наслідок мутагенної дії аерополлютантів на органи репродукції.

**Ключові слова:** пилко, репродуктивна система, стерильність, фертильність, аеротехногенне забруднення, фітоценоз

*Іванов С. П. Класифікація гнізд бджіл-мегахілід (Hymenoptera: Apoidea: Megachilidae) // Учень записки Тавріського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2006. – Т. 19 (58). – № 4. – С. 99-110.*

Пропонується нова класифікація гнізд бджіл-мегахілід з розподілом їх на 2 типи за способом побудови комірок, 3 підтипи за будовою та 4 класи за розмірними показниками комірок. Ієрархія класифікаційних підрозділів гнізд відповідає загальним напрямкам та етапам розвитку гніздобудівних інстинктів бджіл-мегахілід, що дозволяє вважати цю класифікацію природничою.

**Ключові слова:** Megachilidae, будова гнізд, класифікація гнізд.

*Кацев А. М., Макемсон Дж. Ідентифікація світних бактерій, отриманих з Чорного та Азовського морів // Учень записки Тавріського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2006. – Т. 19 (58). – № 4. – С. 111-116.*

В статті приводиться описання процесу ідентифікації 23 світних бактерій, що були ізольовані з Чорного та Азовського морів. Для встановлення видової приналежності бактерій використали мікробіологічні, біохімічні методи та фенотипування за допомогою системи Biolog. Результати порівнювались з базою даних з 500 грам негативних бактерій.

**Ключові слова:** світні бактерії, біоломінесценція.

*Кіріллова А.В., Панова С.А., Лесова Л.Д.* **Аналіз впливу ефірною олією лаванди на психофізіологічний стан людини** // Ученьє запискі Таврічєского національного університета ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2006. – Т. 19 (58). – № 4. – С. 117-120.

Вивчали вплив ефірної олії лаванди на психофізіологічний стан людини. Визначені достовірні зміни електроенцефалограми і психофізіологічного стану людини при дії ефірної олії милаванди.

**Ключові слова:** електроенцефалограма, ритми, ефірна олія лаванди, психологічне тестування.

*Коренюк І.І., Гамма Т.В., Ладигіна Т.М., Баєвський М.Ю., Баєвський О.М.* **Вплив 3-метил-2,3,4,5-тетрагідро-1Н-1,5-бензодіазепін-2-ону на поведінкові реакції щурів** // Ученьє запискі Таврічєского національного університета ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2006. – Т. 19 (58). – № 4. – С. 121-126.

В умовах тестів Порсолта і “Підвішування за хвіст” встановлено, що 3-метил-2,3,4,5-тетрагідро-1Н-1,5-бензодіазепін-2-он при внутрішньочеревинній ін’єкції в дозі 50 мг/кг має антидепресантні властивості, а в дозах 75, 100 і 150 мг/кг - посилює депресію тварин. За результатами тесту “Чорно-біла камера” 3-метил-2,3,4,5-тетрагідро-1Н-1,5-бензодіазепін-2-он має анксиогенні властивості.

**Ключові слова:** бензодіазепіни, тест Порсолта, “Чорно-біла камера”, “Підвішування за хвіст”, щури.

*Коренюк І.І., Раваєва М.Ю., Орехова В.В., Кур’янов В.О., Чупахіна Т.О.* **Поведінка щурів в різноманітних стрес-тестах при дії N-уроноілпохідних L-лейціна і L-валіна** // Ученьє запискі Таврічєского національного університета ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2006. – Т. 19 (58). – № 4. – С. 127-134.

В експериментальних стрес-моделях досліджувалась психотропна активність нових N-уроноілпохідних L-лейціна і L-валіна. Встановлено, що N-уроноіл-валін надає стреспротекторну і антидепресантну дію, N-уроноіл-лейцин проявляє стреспротекторні і анксиолітичні властивості.

**Ключові слова:** N-уроноілпохідні L-лейціна і L-валіна, поведінка щурів, стрес-тести.

*Кривозубова К.В.* **Психофізіологічні особливості ліворуких школярів** // Ученьє запискі Таврічєского національного університета ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2006. – Т. 19 (58). – № 4. – С. 135-141.

Аналіз літератури виявив, що ліворукі діти - це особлива група учнів, для яких найхарактерніший розвиток труднощів у навчанні. Визначено, що такі несприятливі психофізіологічні особливості ліворуких обумовлені характером міжпівкулевих та кірково-підкіркових взаємодій, відмінних від праворуких. Розглянуті і проаналізовані причини виникнення ліворукості. Запропоновано використання біологічного зворотного зв'язку в корекції несприятливих психофізіологічних станів ліворуких учнів.

**Ключові слова:** функціональна асиметрія мозку, ліворукість, психофізіологія школярів.

*Лисякова Н.Ю., Хараїм Н.М., Полякова С.В. Анатомо-морфологічні ембріологічні особливості деяких видів сімейства *Orchidaceae* Juss // Ученьні записки Таврічеського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2006. – Т. 19 (58). – № 4. – С. 142-150.*

У 12 представників підродин *Neottioideae* і *Orchidoideae*, що належать до груп кореневищних і корнеклубневих геофітів, виявлені особливості локалізації ендомікотрофного компонента, динаміки симбіотичних відносин за фазами онтогенезу, впливи едафічних і кліматичних чинників на ступінь мікотрофності. Встановлена негативна корелятивна залежність між ступенем мікотрофності і морфометричними параметрами, а також потенційною і реальною насінною продуктивністю кореневищних видів орхідей Криму.

**Ключові слова:** орхідеї, мікотрофність.

*Махоніна М.М., Чуян О.М., Бержанський В.Н., Попов В.В. Зміна вмісту серотоніну в лейкоцитах крові щурів при дії низькоінтенсивного електромагнітного випромінювання над високої частоти // Ученьні записки Таврічеського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2006. – Т. 19 (58). – № 4. – С. 151-160.*

За допомогою мікроспектрального люмінесцентного аналізу виявлена зміна вмісту серотоніну в лейкоцитах крові щурів при ізольованій і комбінованій зі стрес-фактором дії електромагнітного випромінювання над високої частоти в нормі і в умовах блокади рецепторів опіїдних пептидів. Показана залученість системи опіїдних пептидів в реалізацію біологічного ефекту електромагнітного випромінювання вкрай високої частоти відносно збільшення вмісту серотоніну в лейкоцитах периферичної крові.

**Ключові слова:** низькоінтенсивне електромагнітне випромінювання вкрай високої частоти, серотонін, лейкоцити.

*Павлов В. В., Мартинюк В. С. Гідродинамічний дизайн спинних плавців чорноморських дельфінів // Ученьні записки Таврічеського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2006. – Т. 19 (58). – № 4. – С. 161-166.*

В статті зроблено аналіз форми спинного плавця трьох видів чорноморських дельфінів за допомогою аеродинамічних параметрів крила. Встановлено, що у всіх

досліджених видів зрізи плавця мають симетричний профіль, близький до відомих аеродинамічних профілів крила. Показано, що варіабельність форми плавців пов'язана з видовими, статевими та віковими особливостями, не перевищує морфологічних лімітів що забезпечують ефективні гідродинамічні властивості плавців.

**Ключові слова:** дельфін, плавець, гідродинаміка

*Пальона Ю.В., Харченко В.З., Темур'янц Н.А., Чуян О.М.* Використання ЕМВ НВЧ як спосіб корекції порушень у протеазно-антипротеазній системі при дії іонізуючого випромінювання // Ученьні записки Тавріського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2006. – Т. 19 (58). – № 4. – С. 167-172.

В статті наведені результати експериментальних досліджень про вплив ЕМВ НВЧ на стан здорових тканин тварин при дії іонізуючого випромінювання. Результати дослідження свідчать про те, що попередній вплив міліметрових хвиль зменшує пошкодження від дії гама-опромінювання.

**Ключові слова:** онкологія, іонізуюче випромінювання, міліметрові хвилі.

*Рівна О.А.* Динаміка показників кардіореспіраторної системи при переривчастій гіпоксії у спортсменок синхронного плавання // Ученьні записки Тавріського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2006. – Т. 19 (58). – № 4. – С. 173-176.

В статті обговорюється можливість використання сеансу переривчастої нормобаричної гіпоксії як критерію для визначення готовності спортсменок до змагальної діяльності. Виявлені особливості пристосувальних механізмів до гіпоксії в даній категорії спортсменок.

**Ключові слова:** кардіореспіраторна система, синхронне плавання, переривчаста нормобарична гіпоксія.

*Сімагіна Н.О.* Алелопатичні властивості глікогалофіта *Artemisia santonica* L. // Ученьні записки Тавріського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2006. – Т. 19 (58). – № 4. – С. 177-185.

*Artemisia santonica* L. володіє високою алелопатичною активністю, що забезпечується водорозчинними й газоподібними фізіологічно активними речовинами, які виділяються надземними й підземними органами рослини. Виділення летких компонентів алелопатичних речовин *Artemisia santonica* L. пов'язане з наявністю спеціалізованих ендогенних й екзогенних терпеноїдовмісних залозистих структур.

**Ключові слова:** алелопатія, глікогалофіти, *Artemisia santonica* L.

*Снегірьов Ф.Ф.* Деякі показники природної резистентності у поросят 2-3-місячного віку при включенні в їх раціон біологічно активної добавки. // Ученьні записки Тавріського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2006. – Т. 19 (58). – № 4. – С. 186-189.

В статті описано вплив біологічно активної добавки на показники природної резистентності у поросят. Рекомендується використовувати добавку в тваринництві.

**Ключові слова:** біологічно активна добавка, поросята, кров, резистентність тварин.

*Шишко Д.В., Мутьєв А.В.* **Особливості вестибуловегетативних типів реакції у спортсменів з порушеннями слуху**// Ученьні записки Тавріського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2006. – Т. 19 (58). – № 4. – С. 190-194.

У спортсменів з порушенням слуху встановлено дві основні реакції на вестибулярні подразнення: гіперкінетична і еукінетична. Ці реакції пов'язані з особливостями сприйняття вестибулярних подразнень і спрямованістю тренувального процесу.

**Ключові слова:** вестибулярні подразнення, порушення слуху, спортсмени, тип реакції.

*Фокіна Ю.О., Куліченко А.М., Павленко В.Б.* **Взаємозв'язок між активністю дофамінергічних нейронів вентрального тегментума та ритмів електроенцефалограми** // Ученьні записки Тавріського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2006. – Т. 19 (58). – № 4. – С. 195-200.

Стаття спрямована на з'ясування характеру взаємозв'язку між імпульсною активністю нейронів дофамінергічної системи та амплітудою ритмів ЕЕГ у кішок.

**Ключові слова:** нейрон, дофамін, вентральний тегментум, ЕЕГ-ритми.

*Чорний С.В., Коваленко А.О., Павленко В.Б.* **Особливості обробки емоційної інформації у людини згідно з даними ймовірнісної ЕЕГ – томографії** // Ученьні записки Тавріського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2006. – Т. 19 (58). – № 4. – С. 201-207.

У статті надані данні щодо особливостей патерна томограм під час мисленнєвого уявлення емоційно негативних ситуацій. Показані можливі очаги генерації ритмів ЕЕГ у вказаній експериментальній ситуації.

**Ключові слова:** негативні емоції, ЕЕГ, томографія.

*Чуян О.М., Джелдубаєва Е.Р., Грігорьев П.С., Чуян Є.В.* **Вплив низькоінтенсивного електромагнітного випромінювання надто високої частоти на взаємозв'язок інфрадіанної ритміки больової чутливості щурів з варіаціями геліогеофізичних чинників** // Ученьні записки Тавріського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2006. – Т. 19 (58). – № 4. – С. 208-216.

Виявлені закономірності зв'язку багатоденної динаміки больової чутливості тварин з варіаціями геліогеофізичних чинників, а також зміни цього зв'язку при дії низькоінтенсивного електромагнітного випромінювання надто високої частоти (ЕМВ НВЧ). Показано, що існує достовірний кореляційний зв'язок больового

порогу з геомагнітною активністю «день у день», а з сонячною активністю – із запізненням на 2-3 доби і випередженням на 6-8 діб у тварин, що піддаються ізольованій дії больового стресу. При дії низькоінтенсивного ЕМВ НВЧ збільшується толерантність організму до больового чинника, одночасно зменшується величина зв'язку динаміки больового порогу з геомагнітною і сонячною активністю.

**Ключові слова:** електромагнітне випромінювання надто високої частоти, больова чутливість, геомагнітна активність, сонячна активність.

*Чуян О.М., Заячкінова Т.В. Модифікуюча дія гіпокінетичного стресу на зміну больової чутливості щурів в тесті електростимуляції // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2006. – Т. 19 (58). – № 4. – С. 217-222.*

Вивчена модифікуюча дія гіпокінетичного стресу на зміну рівня больової чутливості у щурів при гострому болю, який моделюється в тесті електростимуляції. Показано, що напрямок змін больової чутливості щурів в тесті електростимуляції залежить від тривалості гіпокінетичного стресу: при адаптації щурів до короткочасного гіпокінетичного стресу (до 6 діб) підвищується резистентність до больового стресу, що виражається в підвищенні больового порогу, а при довготривалому обмеженні рухливості (7 – 9 діб), навпаки, відбувається зменшення больового порогу, що свідчить про підвищення больової чутливості.

**Ключові слова:** гіпокінетичний стрес, тест електростимуляції, больовий поріг, больова чутливість.

*Юрахно М.В., Стрюков А. А., Демиденко Л.А. Досвід вживання паразитологічних даних при з'ясуванні походження, еволюції, систематики і зоогеографії хазяїв // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия „Биология, химия”. – 2006. – Т. 19 (58). – № 4. – С. 223-227.*

Досліджено гельмінтологічний матеріал від 2435 ластоногих 13 видів. Аналізується можливість використання паразитологічних даних при з'ясуванні походження, еволюції, систематики і зоогеографії хазяїв.

**Ключові слова:** паразит, хаяїн, коеволуція, зоогеографія.

*Янчук П.І., Весельський С.П., Парчамі Газаєє С., Горенко З.А., Снівак Л.С. Зміни секреторної та екскреторної функцій печінки під впливом вазопресину // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия „Биология, химия”. – 2006. – Т. 19 (58). – № 4. – С. 228-234.*

Вивчали вплив вазопресину на жовчоутворення у собак у хронічному експерименті. Показано, що вазопресин здійснює модулюючий вплив на жовчоутворювальну функцію печінки. В дозі 0,1 нг/кг цей пептид збільшує об'єм виділеної жовчі та посилює інтенсивність секреції білка, але не впливає на рівень екскреції білірубину. При введенні вазопресину в дозі 0,2 нг/кг його ефект на секреторні процеси в печінці не проявляється, проте пептид активує екскреторну функцію залози.

**Ключові слова:** печінка, вазопресин, секреція жовчі, білірубін, білок.

## **ХІМІЧНІ НАУКИ**

*Довгий І.І., Гришковець В.І., Качала В.В., Шашков А.С.* **Тритерпенові глікозиди бутонів та стебла *Cussonia paniculata*** // Ученьні записки Тавріського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2006. – Т. 19 (58). – № 4. – С. 235-240.

У статті описано виділення та встановлення будови тритерпенових глікозидів квіткових бутонів та стебла *Cussonia paniculata*. Показано, що глікозидний склад вивчених органів має якісні відмінності.

**Ключові слова:** тритерпенові глікозиди, *Cussonia paniculata*, *Araliaceae*.

*Шейх-Заде М.І.* **Спектроскопічне дослідження молекулярних форм фенилантранілової кислоти** // Ученьні записки Тавріського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2006. – Т. 19 (58). – № 4. – С. 241-244.

Одержано інфрачервоні спектри розчинів 2-NH(C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>)-C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>COOH у C<sub>2</sub>Cl<sub>4</sub> в області валентних коливань гідроксильної, аміно і карбонільної груп в інтервалі температур 25-110 °С. Проведене ототожнення смуг  $\nu$ OH,  $\nu$ NH,  $\nu$ C=O. З аналізу значень частот смуг, концентраційної і температурної залежностей інтенсивностей смуг, зроблено висновок про конформації мономерів і димерів цієї кислоти при вибраних умовах експерименту.

**Ключові слова:** інфрачервоні спектри, фенилантранілова кислота, конформація.

*Шульгін В.Ф., Обух А.І., Зуб В.Я.* **Спейсеровані димери Купруму(II) на основі ацилдигідразонів 1-фенил-3-метил-5-гідрокси-4-формилпіразолу** // Ученьні записки Тавріського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2006. – Т. 19 (58). – № 4. – С. 245-252.

Синтезовано та досліджено біядерні комплекси Купруму(II) із ацилдигідразонами 1-фенил-3-метил-5-гідрокси-4-формилпіразолу (H<sub>4</sub>L) складу Cu<sub>2</sub>L<sup>n</sup>·mPy(Pipe)·xH<sub>2</sub>O, в яких координаційні поліедри з'єднані поліметиленовим ланцюгом різної довжини (від 2 до 5 ланок). В спектрах електронного парамагнітного резонансу розчинів комплексів на основі ацилдигідразонів янтарної та глутарової кислоти при кімнатній температурі спостерігаються сім ліній надтонкої структури з константами 36 і 44 Гс, як результат обмінної взаємодії непарних електронів з двома еквівалентними ядрами Купруму. Збільшення довжини поліметиленового ланцюга до 4 і 5 ланцюгів заважає обмінним взаємодіям, і в спектрах електронного парамагнітного резонансу реєструється звичайний для мономерних комплексів Купруму(II) сигнал із чотирьох ліній надтонкої структури з константою 65 і 69 Гс.

**Ключові слова:** ацилдигідразон, Купрум(II), димер, електронний парамагнітний резонанс.

## SUMMARY

### **BIOLOGICAL SCIENCES**

*Anosov I.P., Stanishevskaya T.I. Individual Typological Peculiarities of Formation and Nature of Menstruation Cycle of Young Girls Having Different Somatic Types // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2006. – V.19 (58). – № 4. – P. 3-11.*

Constitutional peculiarities of 16-17-year old girls in the South-Eastern Ukraine have been studied. It has been revealed that megalothomic somatic type is predominant (47% of all the examined girls). This type is followed by a leptosomic one (26%), mesothomic (18%) and indeterminate (9%).

Age terms of the first menstruation as well as infringement of their smooth functioning can be observed. The earliest menstruation is found with girls of megalosomic type of body constitution, whereas the latest one can be observed with girls of asthenic somatic type, having leptothomic constitution.

**Keywords:** megalothomic, leptosomic, mesothomic, indeterminate somatic types; menstruation cycle.

*Baev O.A. Individual and typical properties of high nervous activity are in the tight relations with senso motoric and vegetative functions of organism // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2006. – V.19 (58). – № 4. – P. 12-19.*

The article analyses neuron dynamic functions of organism and heart rhythm peculiarities while having long-term physical exercises. It is discovered that at the age of 18-20 the basic nervous formation process and complicated sensor reactions are going on. Long-term physical exercises promote more intensive neuron dynamic functions development. Heart rhythm variability of young sportsmen is characterized with greater activity of parasympathetic section of vegetative nervous system and autonomous outline. Properties of basic nervous processes become apparent within sensor motive and vegetative reactions.

**Keywords:** heart rhythm, high nervous activity, physical loads, adaptation.

*Bukov J.A. Alpeyeva A.V. Bioenergetical efficiency of the system of outer respiration of children of 5-6 years old under conditions of adaptation to the respirational training // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2006. – V.19 (58). – № 4. – P. 20-26.*

Essential load of indices of respiration mechanics of girls of 5-6 years old if compared to age standards discovered. Proposed method of respiration training ensured the development of functional potentialities of the bronchopulmonary system and increase of bioenergetical efficiency of respirational function.

**Keyword:** bioenergetic efficiency of respiration system, respiration training, girls of 5-6 years old

*Vakhrusheva L.P., Kalinushkina E.A., Kotov S.F. Analysis of acclimatization's degree and perspective for using in city greenery of Simferopol trees and shrubs belonging to division Pinophyta from arboretum of Botanical Garden Vernadsky Taurida National University // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2006. – V.19 (58). – № 4. – P. 27-40.*

Results of studying the vegetation sphere, bioecological abilities, phytosanitary stain, reproductive potentiality of introductive and autochthonic species which belong to division *Pinophyta* of Botanical Garden Vernadsky Taurida National University are presented. The general floristic composition of gymnosperm plants and geographical genesis all its specimens had determined also. The estimate of acclimatization's degree for natural condition of Crimean piedmont and perspective for its using in city greenery of Simferopol had been carried out.

**Keywords:** division *Pinophyta*, introductive plants, vitality, dry - resistance, froze - resistance, reproductive potentiality, acclimatization's degree, perspective for using in city greenery, phytodiversity.

*Verko N.P., Grigor'ev P.E., Temur'ynz N.A., Kokareva M.A., Dobreva I.I. Individual sensitivity of a person to heliogeophysical factors // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2006. – V.19 (58). – № 4. – P. 41-45.*

Individual sensitivity of persons with various vegetative state to heliogeophysical factors has been investigated. As a result of research the authentic correlation between indexes of solar activity and all parameters of psychoemotional condition in group of vagotonics has been found out. In a sympathicotonic group the correlation is marked only in respect of parameters of anxiety and mood. In group of "vegetative balance" the authentic correlation between parameters of psychoemotional condition and solar activity was absent. A shift of leukocytic formula to the left prevailed in the conditions of the "quiet" sun and the decreased solar and geomagnetic activity; the increase in mature forms of neutrophils - in the days of the raised solar and geomagnetic activity. The increased solar and geomagnetic activity contributes to the development of stress reaction in vagotonics and persons with vegetative balance. In the conditions of decreased solar and geomagnetic activity vagotonics are in a condition of reaction of the increased activation, and persons with vegetative balance - in a condition of reaction of training. In group of sympathicotonics in the days of high and particularly low solar and geomagnetic activity an adaptive reaction of increased activation was registered. In the periods of heavy heliogeomagnetic condition the activity of bactericidal system of myeloperoxidase in neutrophils of blood of sympathicotonics and especially vagotonics is suppressed. In persons with vegetative balance the contents of myeloperoxidase in neutrophils of blood in the days with various heliogeophysical activity is within the limits of physiological norm.

**Keywords:** heliogeophysical factors, individual sensitivity, vegetative status.

*Gidulyanov A.A., Zhdanova H.G.* **Influence of chloroform and benzene on electrophoretic mobility of hemoglobin** // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2006. – V.19 (58). – № 4. – P. 46-55.

Comparative research of influence of chloroform and benzene on electrophoretic mobility of fractions hemoglobin is conducted. As a result of researches the data testifying to change electrophoretic mobility of hemoglobin under influence hydrocarbons are received.

**Keywords:** hemoglobin, chloroform, benzene, electrophoretic mobility.

*Gidulyanova K.V., Konoshenko S.V.* **Fat - acid composition of plasma and membranes erythrocytes patients chronic glomerulonephrite** // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2006. – V.19 (58). – № 4. – P. 56-62.

It is established that at patients chronic glomerulonephrite the expressed changes in fat - acid composition of plasma and membranes erythrocytes are traced. The increase of a level of the contents of the saturated fat acids and decrease of a level of unsaturated fat acids in a membrane is revealed due to representatives of family  $\omega 3$ , in plasma due to fat acids of  $\omega 3$  and  $\omega 6$  families. The increase of factor of a saturation is shown.

**Keywords:** membrane erythrocytes, plasma, fat - acid composition, oxidative stress, pathology.

*Glivenko A.V., Reshetnyak O.A., Chegodar A.Y.* **The reactivity of cardiovascular system in dependence on concentration of toxic and essential metals in the organism of trained and untrained students** // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2006. – V.19 (58). – № 4. – P. 63-68.

The investigation of the cardiovascular activity in 18-20 years old trained and untrained 46 students was carried out. The heavy metals (lead, cadmium, strontium) content in their hair was within the normal limits but the calcium and potassium content was at the lower limit of norm. The cadmium and lead showed significant correlations with the cardiovascular parameters during the physical exercises; for calcium and potassium - at rest and after exercises.

**Keywords:** students, cardiovascular system, heavy metals, essential metals.

*Evstafyeva E., Evstafyeva I., Repinskaya E.* **Characteristics of cognitive potentials related to zinc concentration in 12-13 year-old children** // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2006. – V.19 (58). – № 4. – P. 69-75.

The association between characteristics of cognitive potentials and concentration of zinc, lead and cadmium was examined in thirty 12-13 year-old children (both genders) living in Simferopol. Zinc deficiency and normal concentration of toxic lead (was above normal in few cases) and cadmium in hair were determined by roentgen-fluorescent analyses. We revealed correlation between amplitude and latent period of evoked potentials and event related potentials and cadmium (10 parameters), lead (4 parameters)

and in one case correlation between latent period P3 and zinc concentration. Latent period P2 and lead and cadmium concentration were characterized by direct correlation ( $0,30 < r < 0,46$ ) with high accuracy ( $0,05 < p < 0,001$ ). These metals also shared same correlation with amplitude of terminal CNV ( $0,36 < r < 0,33$ ,  $p < 0,05$ ). Toxic cadmium and essential zinc also act as synergist on latent period P3 (leads from left hemisphere). These results prove evidence for further investigation and systematizing of such field observations in ecology and elaboration of ecological norms based on this.

**Keywords:** EEG, evoked related potentials (ERP), lead, cadmium

*Evstafyeva E.V., Tymchenko S.L., Negerish A.V., Gruzhevskiy V.A., Chegodar A. Ya.*

**Functional state of cardiovascular system in 12-13 year-old children related to the content of essential elements in their organism** // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2006. – V.19 (58). – № 4. – P. 76-79.

Examination of twenty six 12-13 year-old children living in Simferopol revealed deficiency of Cu and Zn. Cardiovascular system was examined by means of rheography and correlations were revealed with the contents of Zn and Cu. The strength of correlation fluctuated from slight to moderate with the high accuracy ( $0,30 < R_s < 0,50$ ). Zn appeared to be more significant for cardiovascular system than Cu, which revealed the correlation only with the duration of cardiac cycle ( $R_s = 0,40$ ;  $p < 0,04$ ).

**Keywords:** cardiovascular system, bioelements.

*Zhyzhyna M.N., Kabuzenco S.N.* **Influence of the Biologically Active Substances on Mitotic Activity of Root's Meristematic Cells of and Barley in Conditions of Salt Stress** // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2006. – V.19 (58). – № 4. – P. 80-85.

The possibility of removal the negative influence of salinity stress on maize with the help of growth regulators (6 - BAP, ivin) was studied. Wetting of seeds in solution of the growth regulators promotes to adaptation of plants to salt stress that is displayed in the increasing of the mitotic activity of root's meristem shoots of maize and barley.

**Keywords:** maize, barley, salt stress, growth regulators, mitotic activity

*Zalata O.A.* **Correlation between psychophysiological functions characteristic and calcium and strontium content in students of different age** // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2006. – V.19 (58). – № 4. – P. 86-91.

EEG-examination with biomonitoring of (18)- schoolboys and (33)- students (town Simferopol) carried out. The calcium and strontium contents were determined by the method of X-ray fluorescent spectroscopy. The calcium deficit in students and strontium surplus in schoolboys was discovered. Statistically significant correlation between EEG index (delta-, alpha-, beta-) and calcium, strontium content was shown at schoolboys, during rest and mental activity. Same correlation between cognitive characteristics of evoked potentials (latent period  $P_{300}$ , amplitude CNV) with calcium was shown at students.

**Keywords:** EEG, evoked potentials, calcium, strontium, schoolboys, students.

*Ibragimova E.E.* **Anthropogenic phytocenosis under condition of airtechnogenic pollution of environment** // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2006. – V.19 (58). – № 4. – P. 92-98.

Male reproductive system of long-term plants, growing along the roads with intensive traffic was studied. Production of sterile pollen of the cultures turned to increase as a result of mutagenic effect of air pollution on the reproductive bodies

**Keywords:** pollen, reproductive system, sterility, fertility, airtechnogenic pollution, phytocenosis

*Ivanov S. P.* **Classification of megachilid-bees' nests (Hymenoptera: Apoidea: Megachilidae)** // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2006. – V.19 (58). – № 4. – P. 99-110.

A new classification of megachilid-bees' nests was proposed. The nests were divided into 2 types by the ways of cell building, into 3 subtypes by the cell construction and into 4 classes by the dimension indexes of the cell. The hierarchy of the classificational subdivisions corresponds to the general ways and phases of evolution of megachilid-bees' nest building instincts which allows us to consider this classification to be a natural one.

**Keywords:** Megachilidae, nest construction, classification of nests.

*Katsev A. M., Makemson J.* **Identification of luminous bacteria isolated from Black and Azov seas** // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2006. – V.19 (58). – № 4. – P. 111-116.

In this paper identification procedure for luminous bacteria isolated from Black and Azov seas has been described. Microbiological, biochemical methods as well as phenotyping were used to define their species. Results were compared with Gram negative bacteria database.

**Keywords:** luminous bacteria, bioluminescence.

*Kirillova A.V., Panova S.A., Lesova L.D.* **The analysis of lavanda ether oil influence on the psycho-physiological state of man** // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2006. – V.19 (58). – № 4. – P. 117-120.

EEG records and psychological testing showed that lavanda ether oil odoration enhanced general level of brain activation.

**Keywords:** electroencephalogram, EEG rhythms, ether oil lavanda, psycho-physiological testing.

*Korennyuk I.I., Gamma T.V., Ladigina T.M., Baevsky M.Yu., Baevsky A.M.* **Effect of 3-methyl-2,3,4,5-tetrahydro-1H-1,5-benzodiazepin-2- ones on behavioral reactions of rats** // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2006. – V.19 (58). – № 4. – P.121-126.

Under conditions of Porsolt and "Tail-hanging" tests there was found, that 3-methyl-2,3,4,5-tetrahydro-1H-1,5-benzodiazepin-2- ones in a dosage of 50 mg/kg bears antidepressant property, while in the dosage of 75, 100 and 150 mg/kg provokes further

depression. "Black-and-white camera" test showed anxiogenic properties of 3-methyl-2,3,4,5-tetrahydro-1H-1,5-benzodiazepin-2-ones.

**Keywords:** benzodiazepin, test Porsolt, the "Black-and-white camera", "Tail-hanging", rats.

*Koreniuk I.I., Ravaeva M.Yu., Orehova V.V., Kuryanov O.V., Chupachina T.A.*  
**Behaviour of rats in some stress - tests under effect of N-uronoyl-derivative L-leycine and L-valine** // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2006. – V.19 (58). – № 4. – P. 127-134.

Psychotropic activity of new N-uronoyl-derivative L-leycine and L-valine in experimental stress-models studied. N-uronoyl-valine renders stress-protective and antidepressant effect, N-uronoyl-leycine has stress-protective and anxiolytic properties.

**Keywords:** N-uronoyl-derivative L-leycine and L-valine, behaviour of rats, stress-tests.

*Krivozubova C.V.* **Psychophysiological peculiarities of left-handed schoolboys** // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2006. – V.19 (58). – № 4. – P. 135-141.

The analysis of literature allowed to conclude that left-handed children turned to have specific difficulties in education process. It is definite, that unfavorable psychophysiological properties of left-handed students are conditioned by the character of interhemispheric and cortical-subcortical interaction different from those of right-handed students. Origins of left-handedness phenomena hypothesized. The use of biological feedback in correction of unfavorable psychophysiological states of left-handed students is offered.

**Keywords:** functional asymmetry of brain, left-handedness, psychophysiology of schoolboys.

*Lysyakova N.Yu., Haraim N.M., Polyakova S.V.* **Anatomic-morphological and embryological peculiarities of some species of family *Orchidaceae* Juss** // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2006. – V.19 (58). – № 4. – P. 142-150.

Peculiarities of endomycotrophic component localization, dynamics of symbiotic interaction on ontogenesis phases, influence of edaphic and climatic factors on the degree of micotrophy in 12 representatives of subfamilies *Neottioideae* and *Orchidoideae*, related to the groups of rhizomatous and rhizocarpous geophytes, discovered. Negative correlation between the degree of micotrophy and morphometric parameters, as well as potential and real seed efficiency of rhizomatous species of Crimean orchids.

**Keywords:** orchids, micotrophy

*Makhonina M.M., Chuyan E.N., Berdzhansky V.N., Popov V.V.* **Changes of serotonin concentration in leucocytes of rat blood under effect of low-intensity ultra-high frequency electromagnetic field** // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2006. – V.19 (58). – № 4. – P. 151-160.

Microspectral luminescent analysis helped find serotonin concentration changes in leucocytes of rat blood under isolated and combined with stress-factor influence of electromagnetic field of very high frequency under normal conditions as well as under condition of the opioid peptides receptors blockade. Opioid peptides system turned to be engaged in realization of biologic effect of E-field radiation of very high frequency so to increase serotonin concentration in leucocytes of peripheral blood.

**Keywords:** low-intensity ultra-high frequency electromagnetic field , serotonin, leukocyte

*Pavlov V.V., Martinyuk V.S. Hydrodynamic design of the dorsal fin of Black Sea dolphins // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2006. – V.19 (58). – № 4. – P. 161-166.*

In this paper the shape of the dorsal fin of three species of Black Sea dolphins was analysed with the basic wing and airfoil parameters. It was found that the cross-sections of the fin in all species studied have a symmetrical profile similar to known airfoils. It was stated that the variability of the dorsal fin shape related with species, sex and age peculiarities doesn't exceed the strict morphological limits which lead to effective hydrodynamic function of the dorsal fin.

**Keywords:** dolphin, fin, hydrodynamics

*Palyonaya Yu.V., Harchenko V.Z., Temur'ynz N.A., Chuyan E.N. EHF radiation as the correction method of ionizing irradiation influence // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2006. – V.19 (58). – № 4. – P. 167-172.*

Preventive use of millimeter band electromagnetic field resulted in diminished damage effect of gamma irradiation.

**Keywords:** oncology, ionizing radiation, millimeter bands.

*Rovnaya O.A. Dynamics of cardiorespiratory system parameters during faltering hypoxia at synchronized swimming sportswomen // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2006. – V.19 (58). – № 4. – P. 173-176.*

The possibility of use the session of faltering normobaric hypoxia as a criterion for determining the readiness level of sportswomen to competitive activity discussed. The features of adaptive mechanisms to hypoxia at the given category of sportswomen discovered.

**Keywords:** cardiorespiratory system, synchronized swimming, faltering normobaric hypoxia.

*Simagina N.O. Allelopathic characteristics of glycohalophyte *Artemisia santonica* L. // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2006. – V.19 (58). – № 4. – P. 177-185.*

*Artemisia santonica* L. possesses high allelopathic activity that is provided by water soluble and gaseous physiological active substances which are excreted by upground and underground organs of plant. The excretion of components of allelopathic substances

*Artemisia santonica* L. connects with presence of specialized endogenous and exogenous terpenoid-containing glandular structures.

**Keywords:** allelopathy, glycohalophytes, *Artemisia santonica* L.

**Snegirev F.F. Some defense indices of pigs of two to three months in the time of feeding the nutrition substance** // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2006. – V.19 (58). – № 4. – P. 186-189.

The effect of the nutrition substance on physiological and biochemical blood indices of pigs in feedings described. Some recommendations on using the nutrition substance presented.

**Keywords:** nutrition substance, pigs, blood, defense of animals.

**Syshko D.V., Mutev A.V. Vestibular vegetative types of reactions in deaf sportsmen** // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2006. – V.19 (58). – № 4. – P. 190-194.

Deaf sportsmen have two basic reactions on the vestibular irritations: hyperkinetic and eukinetic. These reactions turned to be connected to the properties of perception of vestibular irritations and direction of training process.

**Keywords:** vestibular irritations, deaf sportsmen, reaction type.

**Fokina J.O., Kylichenko A.M., Pavlenko V.B. The interconnection between activity of tegmentum ventralis dopaminergic neurons and EEG – rhythms** // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2006. – V.19 (58). – № 4. – P. 195-200.

The article analyzes the type of interconnection between impulse activity of dopaminergic system neurons and EEG rhythms amplitude of cats.

**Key words:** neuron, dopamine, tegmentum ventralis, EEG-rhythms.

**Cherniy S.V., Kovalenko A.A., Pavlenko V.B. The peculiarities of processing affective information on the basis of probabilistic EEG - tomography data** // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2006. – V.19 (58). – № 4. – P. 201-207.

The peculiarities of tomogram picture during thinking of negative emotional situations discussed. Possible centers of EEG rhythms generation during the experiment hypothesized.

**Keywords:** negative emotional states, EEG, tomography.

**Chuyan E.N., Dzheldubayeva E.R., Grigor'ev P.E., Chuyan E.V. Effect of low intensity ultra-high frequency electromagnetic field on relationship of infradian rhythmicity of pain sensitivity of rats with variations of the heliogeophysical factors** // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2006. – V.19 (58). – № 4. – P. 208-216.

Correlation between many-days dynamics of animal pain sensitivity and variations of heliogeophysical factors found. The type of correlation turned to change under influence

of low intensity ultra-high frequency electromagnetic field (UHF EMF). There was discovered the significant correlation between pain threshold index and geomagnetic activity «day in a day», and with sun activity – with delay of 2-3 days and passing on 6-8 days in animals, exposed to the isolated effect of pain stress. Under influence of UHF EMF the organism tolerance to the pain factor increases, while correlation between pain threshold dynamics and geomagnetic and sun activity diminishes.

**Keywords:** ultra-high frequency electromagnetic field, pain sensitivity, geomagnetic activity, sun activity.

*Chuyan E.N., Zayachnikova T.V.* **Modification effect of hypokinetic stress on change of pain sensitivity of rats in the electrostimulation test** // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2006. – V.19 (58). – № 4. – P. 217-222.

Modifying influence of hypokinetic stress on change of pain sensitivity level of rats at sharp pain modeled in the test of electrostimulation studied. Hypokinetic stress turned to modify the level of pain sensitivity in animals, taking into account the change of pain threshold at experimental electric pain influence. The direction of changes of pain sensitivity in rats in the electrostimulation test depends on hypokinetic stress duration: on adaptation of rats to short hypokinetic stress (up to 6 days) there developed the resistency to pain stress as the pain threshold increased, though long restriction of mobility (7-9 day) resulted in decrease of pain threshold.

**Keywords:** hypokinetic stress, the test of electrostimulation, pain threshold, pain sensitivity.

*Yurakhno M.V., Stryukov A. A., Demidenko L.A.* **Experience of parasitology data application at finding origin, evolution, systematics and zoogeography of hosts** // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2006. – V.19 (58). – № 4. – P. 223-227.

Helmintology material from 2435 pinnipeds of 13 species studied. Applicability of parasitology data at finding origin, evolution, systematics and zoogeography of hosts analysed.

**Keywords:** parasit, host, coevolution, zoogeography.

*Yanchuk P.I., Veselsky S.P., Parchamy Gasae Sepideh, Gorenko Z.A., Spivak L.S.* **Influence of vasopressin on secretion and excretion liver functions** // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2006. – V.19 (58). – № 4. – P. 228-234.

The influence of vasopressin on bile formation in dogs was investigated in chronic experiment. It was shown that vasopressin reveals modulatory effect on the cholepoietic function in the liver. Peptide at the dose 0,1 ng/kg increases level of bile flow and intensifies protein secretion, but does not change the bilirubin excretion level. Vasopressin at the dose 0,2 ng/kg does not affect secretion in the liver, but activates the hepatic excretive function.

**Keywords:** liver, bile secretion, vasopressin, bilirubin, protein.

## **CHEMICAL SCIENCES**

*Dovgii I. I., Grishkovets V. I., Kachala V. V., Shashkov A. S.* **Triterpene glycosides from flowers and stems of *Cussonia paniculata*** // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2006. – V.19 (58). – № 4. – P. 235-240.

Isolation and structure elucidation of triterpene glycosides from *Cussonia paniculata* flower buds and stems are described. The qualitative differences of triterpene glycosides composition of studied organs are shown.

**Keywords:** triterpene glycosides *Cussonia paniculata*, *Araliaceae*.

*Sheikh-Zade M.I.* **The phenylantranilyc acid molecular forms spectroscopic investigation** // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2006. – V.19 (58). – № 4. – P. 241-244.

The infrared spectrum solutions of 2-NH(C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>)-C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>COOH in C<sub>2</sub>Cl<sub>4</sub> were obtained in valency vibrations of hydroxyl, amino and carbonyl groups in the temperature interval of 25-110 °C. The identification of νOH, νNH, νC=O bands have been made. From the analysis of the bands frequency, concentration and temperature dependences of the intensity of bands the conclusion has been made about the conformation of monomers and dimers of this acid under the conditions chosen for this experiment.

**Keywords:** infrared spectrum, phenylantranilyc acid, conformation.

*Shul'gin V.F., Obuch A.I., Zub V.Ya.* **Space-armed copper(II) dimers with the acylbishydrazones of 1-phenyl-3-methyl-5-hydroxy-4-formylpirazole** // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2006. – V.19 (58). – № 4. – P. 245-252.

Dimeric copper(II) complexes with acylbishydrazones of 1-phenyl-3-methyl-5-hydroxy-4-formylpirazole (H<sub>4</sub>L) Cu<sub>2</sub>L<sup>n</sup>·mPy(Pipe)·xH<sub>2</sub>O, where the coordination polyhedrons are connected by polymethylene chain any long (from 2 to 5 linkage), have been synthesized and investigated. Seven lines of hyperfine structure with constants 36 and 44 Oe as a results of unpaired electrons and two nonequivalent copper nuclei were observed in electron paramagnetic resonance spectra of succinic and glutaric acids acylbishydrazones. Polymethylene chain increasing to 4 and 5 linkage prevents to coupling interaction and usual for monomeric copper(II) complexes four lines of the hyperfine structure was detected in the electron paramagnetic resonance spectra.

**Keywords:** copper(II) acyldihydrazon, copper(II), dimer, electron paramagnetic resonance.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

<b>Алпева Алла Викторовна</b>	Керченский экономико-гуманитарный институт Таврического национального университета им. В.И. Вернадского, преподаватель кафедры физической реабилитации, тел.(8261) 2-00-18.
<b>Аносов Иван Павлович</b>	Мелитопольский государственный педагогический университет, доктор педагогических наук, профессор, заведующий кафедрой анатомии и физиологии человека и животных, тел. 44-04-64.
<b>Баев Олег Анатольевич</b>	Мелитопольский государственный педагогический университет, ассистент кафедры анатомии и физиологии человека и животных.
<b>Баевский Алексей Михайлович</b>	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, студент 3 курса химического факультета, тел. (0652) 230-290, e-mail: mravaeva@ukr.net.
<b>Баевский Михаил Юрьевич</b>	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, кандидат химических наук, доцент кафедры органической химии, тел. (0652) 230-290, e-mail: mravaeva@ukr.net.
<b>Бержанский Владимир Наумович</b>	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, доктор физико-математических наук, проректор по научной работе, заведующий кафедрой экспериментальной физики, тел. (0652) 232-020.
<b>Буков Юрий Александрович</b>	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, заведующий кафедрой физической реабилитации, доктор биологических наук, профессор, тел. (8022) 25-33-47.
<b>Вахрушева Людмила Павловна</b>	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, кандидат биологических наук, доцент кафедры ботаники, тел.(0652) 23-02-97.
<b>Весельский Станислав Павлович</b>	НИИ физиологии имени академика Петра Богача биологического факультета Киевского национального университета имени Тараса Шевченко, старший научный сотрудник отдела общей физиологии, доктор биологических наук, старший научный сотрудник, тел.(044)526-05-21.
<b>Верко Наталья Петровна</b>	Крымский государственный медицинский университет им. С.И.Георгиевского, кандидат биологических наук, доцент кафедры нормальной физиологии, тел. (0652) 294-843.
<b>Гамма Татьяна Викторовна</b>	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, младший научный сотрудник кафедры физиологии человека и животных и биофизики, тел. (0652) 230-290, e-mail: mravaeva@ukr.net.

<b>Гидулянов Антон Александрович</b>	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, кандидат биологических наук, ассистент кафедры биохимии, e-mail: sgaa@mail.ru.
<b>Гидулянова Кристина Викторовна</b>	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, аспирант кафедры биохимии, тел. (0652) 573-551, e-mail: airisia@mail.ru.
<b>Гливенко Анна Викторовна</b>	Крымский государственный медицинский университет им. С.И.Георгиевского, ассистент кафедры нормальной физиологии, e-mail: cermie@mail.ru.
<b>Горенко Зоя Анатольевна</b>	НИИ физиологии имени академика Петра Богача биологического факультета Киевского национального университета имени Тараса Шевченко, отдел общей физиологии, кандидат биологических наук, младший научный сотрудник, e-mail: pfconf@ukr.net, т.(044)526-05-21.
<b>Григорьев Павел Евгеньевич</b>	Таврический гуманитарно-экологический институт, кандидат биологических наук, доцент кафедры общей психологии, тел. (0652) 252-516.
<b>Гришковец Владимир Иванович</b>	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой физической и аналитической химии, тел. (0652)230-210, e-mail: vladgri@ukr.net.
<b>Гружевский Валерий Алексеевич</b>	Крымский экономический институт Киевского национального экономического университета им. В. Гетмана, зав. кафедрой физического воспитания, тел.: (0652) 48-47-73.
<b>Демиденко Любовь Анатольевна</b>	Крымский государственный медицинский университет им. С.И. Георгиевского, кандидат биологических наук, доцент кафедры медицинской биологии, тел. (0652) 294-965.
<b>Джелдубаева Эльвиза Рашидовна</b>	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, аспирант кафедры физиологии человека и животных и биофизики, тел. (0652) 230-365, e-mail: timur@crimea.edu.
<b>Добрева Ирина Ивановна</b>	Крымский государственный медицинский университет им. С.И. Георгиевского, студентка, тел. (0652) 294-843.
<b>Довгий Илларион Игоревич</b>	Севастопольский национальный университет ядерной энергии и промышленности, старший преподаватель кафедры химических технологий ядерно-топливного цикла, e-mail: dovgy@ukr.net.
<b>Евстафьева Ирина Андреевна</b>	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, факультет физической культуры и спорта, доцент кафедры теории и методики физической культуры, кандидат биологических наук, тел.: (0652) 224-526.

<b>Евстафьева Елена Владимировна</b>	Крымский государственный медицинский университет им. С.И. Георгиевского, заведующий кафедрой, кафедрой, профессор кафедры нормальной физиологии, доктор медицинских наук, тел.: (0652) 294-843.
<b>Жданова Елена Григорьевна</b>	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, студентка биологического факультета, кафедры биохимия, e-mail: sgaа@mail.ru.
<b>Жижина Марина Николаевна</b>	Таврический Национальный университет им. В.И. Вернадского, соискатель кафедры физиологии растений и биотехнологии, тел. (0652)441-027.
<b>Залата Ольга Александровна</b>	Крымский государственный медицинский университет им. С.И. Георгиевского, ассистент кафедры физиологии, тел. (0652)294-843, e-mail: n-nikol @ukr.net.
<b>Заячникова Татьяна Валентиновна</b>	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, аспирант кафедры физиологии человека и животных и биофизики, тел. (0652) 230-365, e-mail: timur@crimea.edu.
<b>Зуб Вера Яковлевна</b>	Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, доцент кафедры неорганической химии, кандидат химических наук, e-mail: zubvera@univ.kiev.ua.
<b>Ибрагимова Эвелина Энверовна</b>	РВУЗ: Крымский инженерно-педагогический университет, аспирант кафедры биологии, экологии и безопасности жизнедеятельности, тел. (0652) 249-495.
<b>Иванов Сергей Петрович</b>	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии и рационального природопользования, e-mail: spi2006@list.ru, spi@crimea.edu.
<b>Кабузенко Светлана Николаевна</b>	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, доктор биологических наук, профессор кафедры физиологии растений и биотехнологии, тел. (0652)632-763.
<b>Калинушкина Елена Анатольевна</b>	Таврический национальный университет им. В.И.Вернадского, аспирант кафедры ботаники, тел. (0652) 23-02-97.
<b>Кацев Андрей Моисеевич</b>	Крымский медицинский университет им С. И. Георгиевского, заведующий кафедрой фармации, кандидат химических наук, e-mail: katsev@mail.ru.
<b>Качала Вадим Вадимович</b>	Институт органической химии им. Н.Д. Зелинского РАН, научный сотрудник. Адрес: Москва, В-334, Ленинский проспект, 47.
<b>Кириллова Алла Викторовна</b>	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, доцент кафедры физиологии человека и животных и биофизики, кандидат биологических наук, доцент, тел. (0652) 543-203.
<b>Коваленко Анна Александровна</b>	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, студентка 5-го курса биологического факультета, специальность «Биофизика», тел. (0652) 230-365.

<b>Кокарева Мария Александровна</b>	Крымский государственный медицинский университет им. С.И. Георгиевского, студентка, тел. (0652) 294-843.
<b>Коношенко Светлана Владимировна</b>	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, доктор биологических наук, профессор, заведующая кафедрой биохимии, тел.(0652) 441-762.
<b>Коренюк Иван Иванович</b>	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, доктор биологических наук, профессор кафедры физиологии человека и животных и биофизики, тел. (0652) 230-290, e-mail: mravaeva@ukr.net.
<b>Котов Сергей Федорович</b>	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, кандидат биологических наук, декан биологического факультета, заведующий кафедрой ботаники, тел.(0652)230-235, e-mail: sftv@ukr.net.
<b>Кривоzubова Екатерина Владимировна</b>	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, соискатель кафедры физиологии человека и животных и биофизики, методист Института последипломного образования специальности «Физическая реабилитация», магистр биологии, email: bylern@list.ru.
<b>Куличенко Александр Михайлович</b>	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник кафедры физиологии человека и животных, тел. (0652) 63-75-56, e-mail: kulichenkoa@mail.ru.
<b>Курьянов Владимир Олегович</b>	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, кандидат химических наук, доцент кафедры органической и биологической химии, e-mail: vladimir@crimea.edu.
<b>Ладыгина Татьяна Михайловна</b>	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, студентка 4 курса биологического факультета, тел. (0652) 230-290, e-mail: mravaeva@ukr.net.
<b>Лесова Людмила Даниловна</b>	РВУЗ: «Крымский инженерно-педагогический университет», кандидат биологических наук, доцент, заведующая кафедрой дошкольной педагогики, тел. (0652) 241-506.
<b>Лысякова Наталья Юрьевна</b>	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, доцент кафедры ботаники, кандидат биологических наук, e-mail: lno@ukr.net.
<b>Махонина Марина Михайловна</b>	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, ассистент кафедры физиологии человека и животных и биофизики, тел. (0652) 230-365, e-mail: timur@crimea.edu.
<b>John Makemson</b>	Florida International University, USA, профессор, заведующий кафедрой микробиологии, e-mail: makemson@fiu.edu.

- Мартынюк Виктор Семенович** Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, кандидат биологических наук, доцент кафедры биофизики, тел. (0652)299–238, e-mail: pavlovv@post.csmu.strace.net.
- Мутьев Андрей Викторович** Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, доцент кафедры теории и методики физической культуры, кандидат педагогических наук, тел. (0652) 511-271, e-mail: dsport76@mail.ru.
- Негереш Андрей Валентинович** Крымский государственный медицинский университет им. С.И. Георгиевского, ассистент кафедры нормальной физиологии, тел. (0652) 294-843.
- Обух Андрей Иванович** Таврический национальный университет им. В. И. Вернадского, аспирант кафедры общей химии, тел. (0652) 230-316.
- Орехова Валентина Владимировна** Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, студентка 4 курса биологического факультета, тел. (0652) 230-290, e-mail: mravaeva@ukr.net.
- Павленко Владимир Борисович** Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, профессор кафедры физиологии человека и животных, доктор биологических наук, тел. (0652) 63-75-56, e-mail: pavlenkovb@crimea.edu.
- Павлов Вадим Вячеславович** Крымский государственный медицинский университет им. С.И. Георгиевского, научный сотрудник ЦНИЛ, тел. (0652)299–238, e-mail: pavlovv@post.csmu.strace.net.
- Палёная Юлия Владимировна** Крымский государственный медицинский университет им. С.И. Георгиевского, магистр биологических наук, младший научный сотрудник лаборатории экспериментальной патофизиологии, тел. (0652) 249-940, e-mail: palyul@rambler.ru.
- Панова Светлана Алексеевна** Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, доцент кафедры физиологии человека и животных и биофизики, кандидат биологических наук, тел. (0652) 444-631.
- Полякова Светлана Владимировна** Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, специализант кафедры ботаники.
- Попов Вячеслав Валерьевич** Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, ассистент кафедры экспериментальной физики, тел. (0652) 232-211.
- Раваева Марина Юрьевна** Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, младший научный сотрудник кафедры физиологии человека и животных и биофизики, тел. (0652) 230-290, e-mail: mravaeva@ukr.net.

<b>Решетняк Ольга Анатольевна</b>	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, факультет физической культуры и спорта, аспирант кафедры теории и методики физической культуры, тел. 8(0652) 63-72-56.
<b>Репинская Елена Витальевна</b>	Крымский государственный медицинский университет им. С.И. Георгиевского, ассистент кафедры нормальной физиологии, тел. (0652) 294-843.
<b>Ровная Ольга Александровна</b>	Харьковская государственная академия физической культуры, старший преподаватель кафедры биологических основ физического воспитания и спорта, тел. (057) 705-23-03.
<b>Сепидех Парчами Газее</b>	Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, аспирантка кафедры физиологии человека и животных, тел. (044) 526-05-21.
<b>Симагина Наталья Олеговна</b>	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, ассистент кафедры ботаники, кандидат биологических наук, e-mail: lno@ukr.net.
<b>Снегирев Федор Федорович</b>	Верховная Рада Автономной Республики Крым, кандидат биологических наук, советник Председателя Верховной Рады Автономной Республики, тел. (0652) 25-53-22.
<b>Спивак Людмила Сергеевна</b>	НИИ физиологии имени академика Петра Богача биологического факультета Киевского национального университета имени Тараса Шевченко, отдел общей физиологии, кандидат биологических наук, младший научный сотрудник, e-mail: ludish@ukr.net, тел. (044)526-05-21.
<b>Станишевская Татьяна Ивановна</b>	Мелитопольский государственный педагогический университет, кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры анатомии и физиологии человека и животных, тел. 43-65-43.
<b>Стрюков Александр Алексеевич</b>	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, кандидат биологических наук, и.о. доцента кафедры зоологии, e-mail: zoostr@mail.ru.
<b>Сышко Дмитрий Владимирович</b>	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, доцент кафедры теории и методики физической культуры, кандидат биологических наук, тел. (0652) 511-271, e-mail: syshko@list.ru.
<b>Темурьянц Наталья Арменаковна.</b>	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, доктор биологических наук, профессор кафедры физиологии человека и животных и биофизики, тел. (0652) 230-365, e-mail: timur@crimea.edu.
<b>Тымченко Светлана Леонидовна</b>	Крымский государственный медицинский университет им. С.И. Георгиевского, ассистент кафедры нормальной физиологии, e-mail: gibga@mail.ru.

<b>Фокина Юлия Олеговна</b>	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, студентка 5-го курса биологического факультета, специальность «Биофизика», тел. (050) 76-66-535, e-mail: fokina1985@mail.ru.
<b>Хараим Наталья Николаевна</b>	Институт эфиромасличных и лекарственных растений, аспирант, e-mail: lno@ukr.net.
<b>Харченко Владимир Захарович</b>	Крымский государственный медицинский университет им. С.И. Георгиевского, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой патофизиологии, тел. (0652) 249-906.
<b>Чегодарь Анатолий Яковлевич</b>	Крымский государственный медицинский университет им. С.И. Георгиевского, профессор кафедры нормальной физиологии, e-mail: cermie@mail.ru.
<b>Черный Сергей Васильевич</b>	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, ассистент кафедры физиологии человека и животных и биофизики, e-mail: chsergey77@mail.ru.
<b>Чуян Елена Николаевна</b>	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, доктор биологических наук, профессор, заведующая кафедрой физиологии человека и животных и биофизики, тел. (0652) 230-365, e-mail: timur@crimea.edu.
<b>Чуян Евгений Викторович</b>	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, аспирант кафедры физиологии человека и животных и биофизики, тел. (0652) 230-365, e-mail: timur@crimea.edu.
<b>Чупахина Татьяна Александровна</b>	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, специалист 1 категории кафедры органической химии, тел. (0652) 230-290.
<b>Шашков Александр Степанович Шейх-Заде Мамет-Исмет</b>	Институт органической химии им. Н.Д. Зелинского РАН, ведущий научный сотрудник. Адрес: Москва, В-334, Ленинский проспект, 47. Крымский инженерно-педагогический университет, кандидат физико-математических наук, старший преподаватель кафедры охраны труда в машиностроении и образовательных учреждениях, e-mail cseru@gala.net, тел. (0652) 249-495.
<b>Шульгин Виктор Федорович</b>	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой общей химии, тел. (0652) 230-316, e-mail: vshul@crimea.edu.
<b>Юрахно Михаил Владимирович</b>	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой зоологии, тел. (0652) 23-30-93.

**Янчук  
Петр Иванович**

НИИ физиологии имени академика Петра Богача биологического факультета Киевского национального университета имени Тараса Шевченко, отдел общей физиологии, доктор биологических наук, старший научный сотрудник, заведующий лабораторией физиологической кибернетики и психофизиологии, e-mail: yanchuk49@ukr.net, тел. (044) 526-05-21.

## СОДЕРЖАНИЕ

### **БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ**

***Аносов И.П., Станишевская Т.И.***

ИНДИВИДУАЛЬНО-ТИПОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СТАНОВЛЕНИЯ И ХАРАКТЕРА МЕНСТРУАЛЬНОГО ЦИКЛА У ДЕВУШЕК С РАЗНЫМ СОМАТОТИПОМ..... 3

***Баяев О.А.***

СВЯЗЬ ИНДИВИДУАЛЬНО-ТИПОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ВНД С СЕНСОМОТОРНЫМИ И ВЕГЕТАТИВНЫМИ ФУНКЦИЯМИ ОРГАНИЗМА..... 12

***Буков Ю.А., Алпеева А.В.***

БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СИСТЕМЫ ВНЕШНЕГО ДЫХАНИЯ ДЕТЕЙ В ВОЗРАСТЕ 5-6 ЛЕТ В УСЛОВИЯХ АДАПТАЦИИ К РЕСПИРАТОРНОМУ ТРЕНИНГУ ..... 20

***Вахрушева Л.П., Калинушкина Е.А., Котов С.Ф.***

АНАЛИЗ УСПЕШНОСТИ АККЛИМАТИЗАЦИИ И ПЕРСПЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЯХ Г. СИМФЕРОПОЛЯ ДЕРЕВЬЕВ И КУСТАРНИКОВ ОТДЕЛА *РІНОРНУТА* ИЗ АРБОРЕТУМА БОТАНИЧЕСКОГО САДА ТНУ ИМ. В.И. ВЕРНАДСКОГО ..... 27

***Верко Н.П., Григорьев П.Е., Темурьянц Н.А., Кокарева М.А., Добрева И.И.***

ИНДИВИДУАЛЬНАЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ЧЕЛОВЕКА К ГЕЛИОГЕОФИЗИЧЕСКИМ ФАКТОРАМ ..... 41

***Гидулянов А.А., Жданова Е.Г.***

ВЛИЯНИЕ ХЛОРОФОРМА И БЕНЗОЛА НА ЭЛЕКТРОФОРЕТИЧЕСКУЮ ПОДВИЖНОСТЬ ГЕМОГЛОБИНА..... 46

***Гидулянова К.В., Конощенко С.В.***

ЖИРНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ ПЛАЗМЫ И МЕМБРАН ЭРИТРОЦИТОВ БОЛЬНЫХ ХРОНИЧЕСКИМ ГЛОМЕРУЛОНЕФРИТОМ ..... 56

***Гливенко А.В., Решетняк О.А., Чегодарь А.Я.***

РЕАКТИВНОСТЬ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОДЕРЖАНИЯ ТОКСИЧЕСКИХ И ЭССЕНЦИАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ОРГАНИЗМЕ У ФИЗИЧЕСКИ ТРЕНИРОВАННЫХ И НЕТРЕНИРОВАННЫХ СТУДЕНТОВ..... 63

***Евстафьева Е.В., Евстафьева И.А., Репинская Е.В.***

ХАРАКТЕРИСТИКИ КОГНИТИВНЫХ ПОТЕЦИАЛОВ МОЗГА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УРОВНЯ СВИНЦА, КАДМИЯ И ЦИНКА В ОРГАНИЗМЕ 12-13-ТИЛЕТНИХ ДЕТЕЙ..... 69

<b>Евстафьева Е.В., Тымченко С.Л., Негериш А.В., Гружевский В.А., Чегодарь А.Я.</b>	
ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ У ДЕТЕЙ 13-14 ЛЕТ В СВЯЗИ С СОДЕРЖАНИЕМ ЭССЕНЦИАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ОРГАНИЗМЕ.....	76
<b>Жижина М.Н., Кабузенко С.Н.</b>	
ВЛИЯНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА МИТОТИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ КЛЕТОК КОРНЕВОЙ МЕРИСТЕМЫ РАСТЕНИЙ КУКУРУЗЫ И ЯЧМЕНЯ В УСЛОВИЯХ СОЛЕВОГО СТРЕССА.....	80
<b>Залата О.А.</b>	
СВЯЗЬ ХАРАКТЕРИСТИК ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ С СОДЕРЖАНИЕМ КАЛЬЦИЯ И СТРОНЦИЯ В ОРГАНИЗМЕ УЧАЩИХСЯ РАЗНОГО ВОЗРАСТА .....	86
<b>Ибрагимова Э.Э.</b>	
АНТРОПОГЕННЫЕ ФИТОЦЕНОЗЫ В УСЛОВИЯХ АЭРОТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ .....	92
<b>Иванов С. П.</b>	
КЛАССИФИКАЦИЯ ГНЕЗД ПЧЕЛ-МЕГАХИЛИД (HYMENOPTERA: APOIDEA: MEGACHILIDAE).....	99
<b>Кацев А. М., Макемсон Дж.</b>	
ИДЕНТИФИКАЦИЯ СВЕТЯЩИХСЯ БАКТЕРИЙ, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ ЧЕРНОГО И АЗОВСКОГО МОРЕЙ.....	111
<b>Кириллова А.В., Панова С.А., Лесова Л.Д.</b>	
АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ЭФИРНОГО МАСЛА ЛАВАНДЫ НА ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЧЕЛОВЕКА .....	117
<b>Коренюк И.И., Гамма Т.В. Ладыгина Т.М., Баевский М.Ю., Баевский А.М.</b>	
ВЛИЯНИЕ 3-МЕТИЛ-2,3,4,5-ТЕТРАГИДРО-1Н-1,5-БЕНЗОДИАЗЕПИН-2-ОНА НА ПОВЕДЕНЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ КРЫС .....	121
<b>Коренюк И.И., Раваева М.Ю., Орехова В.В., Курьянов В.О., Чупахина Т.А.</b>	
ПОВЕДЕНИЕ КРЫС В РАЗЛИЧНЫХ СТРЕСС-ТЕСТАХ ПРИ ДЕЙСТВИИ N- УРОНОИЛПРОИЗВОДНЫХ L-ЛЕЙЦИНА И L-ВАЛИНА .....	127
<b>Кривоzubова Е.В.</b>	
ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЛЕВОРУКИХ ШКОЛЬНИКОВ ..	135
<b>Лысякова Н.Ю., Хараим Н.Н., Полякова С.В.</b>	
АНАТОМО-МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭМБРИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ СЕМЕЙСТВА ORCHIDACEAE JUSS .....	142

<b>Махонина М.М., Чуян Е.Н., Бержанский В.Н., Попов В.В.</b> ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ СЕРОТОНИНА В ЛЕЙКОЦИТАХ КРОВИ КРЫС ПРИ ДЕЙСТВИИ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ КРАЙНЕ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ.....	151
<b>Павлов В. В., Мартынюк В. С.</b> ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЙ ДИЗАЙН СПИННЫХ ПЛАВНИКОВ ЧЕРНОМОРСКИХ ДЕЛЬФИНОВ .....	161
<b>Палёная Ю.В., Харченко В.З., Темурьянц Н.А., Чуян Е.Н.</b> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭМИ КВЧ КАК КОРРЕГИРУЮЩЕГО ФАКТОРА НАРУШЕНИЙ В ПРОТЕАЗО-АНТИПРОТЕАЗНОЙ СИСТЕМЕ ПРИ ДЕЙСТВИИ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ .....	167
<b>Ровная О.А.</b> ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАРДИОРЕСПИРАТОРНОЙ СИСТЕМЫ ПРИ ПРЕРЫВИСТОЙ ГИПОКСИИ У СПОРТСМЕНОВ СИНХРОННОГО ПЛАВАНИЯ.....	173
<b>Симагина Н.О.</b> АЛЛЕЛОПАТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГЛИКОГАЛОФИТА <i>ARTEMISIA</i> <i>SANTONICA L.</i> .....	177
<b>Снегирев Ф.Ф.</b> НЕКОТОРЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЕСТЕСТВЕННОЙ РЕЗИСТЕНТНОСТИ У ПОРОСЯТ 2-3- МЕСЯЧНОГО ВОЗРАСТА ПРИ ВКЛЮЧЕНИИ В ИХ РАЦИОН БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНОЙ ДОБАВКИ .....	186
<b>Сышко Д.В., Мутьев А.В.</b> ОСОБЕННОСТИ ВЕСТИБУЛОВЕГЕТАТИВНЫХ ТИПОВ РЕАКЦИЙ У СПОРТСМЕНОВ С НАРУШЕНИЕМ ФУНКЦИИ СЛУХА.....	190
<b>Фокина Ю.О., Куличенко А.М., Павленко В.Б.</b> ВЗАИМОСВЯЗЬ АКТИВНОСТИ ДОФАМИНЕРГИЧЕСКИХ НЕЙРОНОВ ВЕНТРАЛЬНОГО ТЕМЕНТУМА С РИТМАМИ ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАММЫ .....	195
<b>Черный С.В., Коваленко А.А., Павленко В.Б.</b> ОСОБЕННОСТИ ОБРАБОТКИ ЭМОЦИОНАЛЬНО ОКРАШЕННОЙ ИНФОРМАЦИИ У ЧЕЛОВЕКА ПО ДАННЫМ ВЕРОЯТНОСТНОЙ ЭЭГ - ТОМОГРАФИИ .....	201
<b>Чуян Е.Н., Джелдубаева Э.Р., Григорьев П.Е., Чуян Е.В.</b> ВЛИЯНИЕ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ КРАЙНЕ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ НА ВЗАИМОСВЯЗЬ ИНФРАДИАННОЙ РИТМИКИ БОЛЕВОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ КРЫС С ВАРИАЦИЯМИ ГЕЛИОГЕОФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ.....	208
<b>Чуян Е.Н., Заячникова Т.В.</b> МОДИФИЦИРУЮЩЕЕ ДЕЙСТВИЕ ГИПОКИНЕТИЧЕСКОГО СТРЕССА НА ИЗМЕНЕНИЕ БОЛЕВОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ КРЫС В ТЕСТЕ ЭЛЕКТРОСТИМУЛЯЦИИ .....	217

<b>Юрахно М.В., Стрюков А. А., Демиденко Л.А.</b> ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ПАРАЗИТОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ ПРИ ВЫЯСНЕНИИ ПРОИСХОЖДЕНИЯ, ЭВОЛЮЦИИ, СИСТЕМАТИКИ И ЗООГЕОГРАФИИ ХОЗЯЕВ.....	223
<b>Янчук П.И., Весельский С.П., Парчами Газее С., Горенко З.А., Спивак Л.С.</b> ИЗМЕНЕНИЯ СЕКРЕТОРНОЙ И ЭКСКРЕТОРНОЙ ФУНКЦИЙ ПЕЧЕНИ ПОД ВЛИЯНИЕМ ВАЗОПРЕССИНА.....	228

## **ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ**

<b>Довгий И. И., Гришковец В. И., Качала В. В., Шашков А. С.</b> ТРИТЕРПЕНОВЫЕ ГЛИКОЗИДЫ ЦВЕТОЧНЫХ БУТОНОВ И СТЕБЛЕЙ <i>CUSSONIA PANICULATA</i> .....	235
<b>Шейх-Заде М.И.</b> СПЕКТРОСКОПИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МОЛЕКУЛЯРНЫХ ФОРМ ФЕНИЛАНТРАНИЛОВОЙ КИСЛОТЫ .....	241
<b>Шульгин В.Ф., Обух А.И., Зуб В.Я.</b> СПЕЙСЕРИРОВАННЫЕ ДИМЕРЫ МЕДИ(II) НА ОСНОВЕ АЦИЛДИГИДРАЗОНОВ 1-ФЕНИЛ-3-МЕТИЛ-5-ГИДРОКСИ-4-ФОРМИЛПИРАЗОЛА .....	245
<b>АННОТАЦИИ</b> .....	253
<b>АНОТАЦІЇ</b> .....	265
<b>SUMMARY</b> .....	276
<b>СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ</b> .....	286
<b>СОДЕРЖАНИЕ</b> .....	294