

Журнал основан в 1918 г.

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

Научный журнал

Серия “Биология, химия”

Том 24 (63). № 1

Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского
Симферополь, 2011

Редакционный совет журнала

«Ученые записки Таврического национального университета имени В.И. Вернадского»:

1. Багров Н.В. – д.г.н., проф., академик НАН Украины, (главный редактор)
2. Шульгин В.Ф. – д.хим.н., проф. (зам. главного редактора)
3. Дзедолик И.В. – д.ф.-м.н., доц. (отв. секретарь)

Члены Совета (редакторы серий и разделов серий):

- | | |
|--|---------------------------------------|
| 1. Бержанский В.Н. – д.ф.-м.н., проф. | 7. Копачевский Н.Д. – д.ф.-м.н. проф. |
| 2. Богданович Г.Ю. – д.филол.н., проф. | 8. Подсолонко В. А. – д.э.н. проф. |
| 3. Вахрушев Б.А. – д.г.н., проф. | 9. Рогань В.Г. – д.ю.н., проф. |
| 4. Гришковец В.И. – д.х.н., проф. | 10. Темуриянц Н.А. – д.б.н., проф. |
| 5. Казарин В.П. – д.филол.н., проф. | 11. Шоркин А.Д. – д.филос.н., проф. |
| 6. Климчук С.В. – д.э.н., доц. | 12. Юрченко С.В. – д.полит.н., проф. |

Редакционная коллегия серии «Биология, химия»:

Раздел «Биология»:

Ивашов А.В. – д.б.н, проф.
Коношенко С.В. – д.б.н, проф.
Коренюк И. И. – д.б.н, проф.
Котов С.Ф. – к.б.н., доц.
Павленко В.Б. – д.б.н, проф.
Темуриянц Н.А. – д.б.н., проф., (редактор
серии, редактор раздела «Биология»),
(timur328@gmail.com)
Чуян Е.Н. – д.б.н, проф.
Юрахно М. В. – д.б.н, проф.

Раздел «Химия»:

Гришковец В.И. – д.х.н., проф., (редактор
раздела «Химия»), (physchem@crimea.edu)
Земляков А. Е. – д.х.н., проф.
Першина Е.Д. – к.х.н., доц.
Федоренко А. М. – д.х.н., проф.
Чирва В. Я. – д.х.н., проф.
Шульгин В.Ф. – д.х.н., проф.

**Печатается по решению Ученого Совета Таврического национального университета
им. В.И. Вернадского, протокол № 3 от 23.03.2011 г.**

Подписано в печать 05.04.2011 формат 70x100/16
19,99 усл. п. л. 14,95 уч.-изд. л. Тираж 500. Заказ № 17/а.
Отпечатано в информационно-издательском отделе ТНУ,
пр. Вернадского 4, г. Симферополь, 95007

«Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського»

Науковий журнал. Том 24 (63), №1, Біологія, хімія.
Сімферополь, Таврійський національний університет ім. В.І.Вернадського, 2011
Журнал заснований у 1918 р.
Адреса редакції: пр. Вернадського, 4, м. Сімферополь, 95007
Надруковано у інформаційно-видавничькому відділі Таврійського національного університету
ім. В.І. Вернадського, пр. Вернадського, 4, м. Сімферополь, 95007
http://science.crimea.edu/zapiski/zapis_god.html

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

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

Серия «Биология, химия». Том 24 (63). 2011. № 1. С. 3-9.

УДК 595.4 (234.86)

ЛОКАЛИЗАЦИЯ ПО МИКРОСТАЦИЯМ ХИЩНЫХ ПРОСТИГМАТИЧЕСКИХ КЛЕЩЕЙ В КАРСТОВЫХ ПОЛОСТЯХ ГОРНОГО КРЫМА И ОСНОВНЫЕ БИОТИЧЕСКИЕ ОТНОШЕНИЯ

Беднарская Е.В.

*Никитский ботанический сад – Национальный научный центр, Ялта, Украина
E-mail: speleomish@mail.ru*

В статье рассмотрена приуроченность хищных простигматических клещей к различным микростациям в условиях пещер, приводится классификация видов по занимаемым микростациям. Рассмотрены основные биотические отношения хищных простигматических клещей с фауной беспозвоночных карстовых полостей. К наиболее распространённым биотическим межвидовым отношениям отнесены: хищничество, конкуренция, нейтрализм. Внутри изучаемой группы самыми распространёнными являются конкурентные отношения, проанализированы причины межвидовой конкуренции внутри изучаемой группы.

Ключевые слова: хищные простигматические клещи, карстовые полости, конкуренция, микростации.

ВВЕДЕНИЕ

Хищные простигматические клещи – искусственно выделенная экологическая группа тромбидиформных клещей (Acariformes, Trombidiformes, Prostigmata), включающая более 400 видов [1]. Большинство из них имеют космополитическое распространение и отмечаются в самых различных климатических зонах и биотопах. Достаточно обширно эта группа представлена в поверхностных ценозах Крыма [2–5]. Несмотря на высокую степень изученности фаунистических комплексов хищных простигматических клещей на поверхности, фауна карстовых полостей до сих пор не являлась предметом самостоятельного научного исследования. Достаточно подробно освещены в литературе вопросы систематики, биологии, фаунистического состава исследуемой группы. Вопросы же экологии хищных простигматических клещей ни в поверхностных, ни в спелеобиотопах не изучались. В настоящее время в связи с возрастающим антропогенным прессингом на карстовые ландшафты Горного Крыма особенно актуальным становится изучение биоты карстовых полостей как чуткого индикатора нарушенности спелеоценозов. Пещеры Крыма населены уникальной троглобионтной, троглофильной фауной, степень неизученности которой очевидна. Для разработки

комплекса охранных мероприятий необходимо располагать информацией о всех фаунистических группах беспозвоночных в целом, и в частности, о хищных протистических клещах. Таким образом, изучение фаунистического состава, особенностей экологии данной группы беспозвоночных является перспективным с точки зрения биологического и ландшафтного разнообразия Крыма, сохранения и поддержания функционирования экосистем крымских пещер.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Видовой состав и особенности распределения по микростациям хищных протистических клещей изучались в ходе экспедиционных обследований карстовых полостей Чатыр-Дагского, Долгоруковского, Карабийского, Демерджинского массивов. Исследования проводились в период с 2008 по 2010 год. Все пещеры расположены на территории объектов природно-заповедного фонда. Всего за вышеуказанный период времени было обследовано 46 полостей, из них: на Чатыр-Даге – 10 (6,7 % от известных), на Караби яйле – 10 (3,5 %), на Долгоруковской яйле – 10 (28,6 %), на Демерджи яйле – 5 (31,2 %) и на Ай-Петри – 10 полостей (2,8 % от известных). Сбор клещей осуществлялся путем сбора субстрата. Отбирались следующие виды субстрата: подстилка и моховидные обрастания (в карстовой воронке, а при наличии уступов и трещин – в фотической зоне); кальцитовая крошка, мелкие фрагменты натечной коры (в афотической зоне). Собранный субстрат помещался в металлические трехсотмиллилитровые емкости. Определение видовой принадлежности клещей проводилось под микроскопом, на постоянных препаратах с использованием фазово-контрастной и иммерсионной оптики. Для приготовления постоянных препаратов использовалась смесь Фора-Берлезе. Для выявления межвидовых отношений в пределах изучаемой группы использованы данные по сезонной динамике численности.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В пределах афотической и фотической зон карстовых полостей можно выделить следующие типы микростаций: для фотической зоны – моховидные обрастания и скопления органики на дне входного колодца, для афотической зоны – скопление органики, нижние и верхние слои гуано, различные неорганические субстраты, пространство между натёчными образованиями и т.д (табл. 1). Микростации афотической зоны более дифференцированы ввиду того, что микростации фотической зоны насыщены троглоксенными видами, нахождение которых в карстовой полости случайно. На поверхности большинство видов хищных протистических клещей предпочитают достаточно увлажнённые биотопы со стабильной положительной температурой (моховидные обрастания, под камнями, в листовом опаде и т.д.). В пещерах приуроченность к определённым биотопам наблюдается на уровне семейств, что в свою очередь может объясняться предпочтением этих же микростаций видами-жертвами. В некоторых случаях химический состав микростаций может выступать в качестве защиты от хищников, так, например, *Cunaxa setirostris*, *C. guanotoleranta* обитают в верхних ещё не

Таблица 1

Приуроченность хищных простигматических клещей к различным микростациям в пещерах Горного Крыма

1 Виды	2 Краткое описание микростаций	3 Частота встречаемости
<i>Bdella iconica</i> Berlese, 1923 <i>B. muscorum</i> Ewing, 1909, <i>B. longicornis</i> Linnaeus, 1758, <i>B. semiscutata</i> Thor, 1930	В основном отмечаются в гниющих древесных остатках	++++
<i>Bdellodes longirostris</i> Hermann, 1804 <i>B. meridionalis</i> Thor, 1931	Отмечаются в моховидных обрастаниях, под любыми органическими субстратами	++++
<i>Cyta latirostris</i> Hermann, 1804	Отмечаются в моховидных обрастаниях, под любыми органическими субстратами, встречаются и под камнями	++++
<i>Spinibdella rapida</i> Kuznetzov et Livshitz, 1979	В основном отмечаются в гниющих древесных остатках, верхние слои (до 1 см.) гуано	++++
<i>Cunaxa setirostris</i> Hermann, 1804, <i>Cunaxa guanotoleranta</i>	Верхние слои до 1 см. гуано	++++
<i>Cunaxoides ulcerosus</i> Kuznetzov, Livshitz, 1975 и <i>Pulaeus subterrneus</i>	Слои гуано до 3 см.	++++
<i>Eupodes viridis</i> C.L.Koch	Под камнями, в мелкой кальцитовой крошке	+++
<i>Rhagidia longisensilla</i> Shiba, <i>R. shibai</i> Strandtmann, 1971	Под камнями, между натёчных образований, кальцитовая крошка	+
<i>Penthalodes ovalis</i> Duges, 1834	На грибницах	++
<i>Tydeus kochi</i> Oudemans, 1928, <i>T. caudatus</i> Duges, 1834, <i>T. californicus</i> Banks, 1904	Моховидные обрастания колодцев, гниющие древесные остатки	++++
<i>Paralorryia subularis</i> , Kuznetsov, 1972, <i>P. mali</i> Oudemans, 1929, <i>P. ferula</i> Baker, 1968	Моховидные обрастания колодцев, верхние слои гуано	++++
<i>Raphignathus gracilis</i> Rack, 1962, <i>R. collegiatus</i> Atyeo, Baker et Crossley, 1961	Неорганические субстраты, кальцитовая крошка, между натёками	+++
<i>Cryptognathus orbiculatus</i> Livshitz, 1974 <i>C. corrugis</i> Summers, Chaudri, 1965	Неорганические субстраты, кальцитовая крошка, между натёками	+++

Примечание: +++++ – обычные, +++ – часто встречаемые, ++ – встречаемые, + – редкие

перегнанных слоев гуано, что может служить защитой от жуликов, которые, населяя более глубокие слои, не встречаются в верхних. Для выделения экологических групп хищных простигматических клещей внутри карстовых полостей по занимаемым микростациям предлагаем использовать следующую классификацию: гуанофилы, бриофилы, микофилы, органофилы, кальцитрофилы. К гуанофилам стоит отнести представителей семейства *Cunaxidae*, практически во всех случаях встречающиеся в пещерах в гуано. Бриофилы в основном представлены семейством *Bdellidae*, хотя виды других семейств также достаточно часто отмечаются в моховидных обрастаниях, но *Bdellidae* доминируют по численности. *Penthalodes ovalis* практически во всех случаях отмечался на грибах. Находки этого вида в других микростациях дают основание полагать, что кроме обычного хищничества представители этого вида высасывают содержимое грибов спор. Это явление описано зарубежными авторами [1]. Органофилы – сборная группа, она включает семейства *Bdellidae* и *Tydeidae*, их представители отмечаются только в органических субстратах. К кальцитрофилам можно отнести семейства, которые используют микростации неорганического происхождения. Это *Eupodidae*, *Rhagidiidae*, *Raphignathidae* и *Cryptognathidae*, они составляют самую многочисленную из перечисленных групп, по-видимому, обладающую более совершенной системой защиты от хищников и поиска жертв.

Система биотических отношений у организмов пещер значительно упрощена по сравнению с поверхностью [6] ввиду отсутствия продуцентов, а также ввиду исходно более низкого видового разнообразия и численности как троглобионтов, так и троглофилов. Наибольшее значение приобретают конкуренция, хищничество и паразитизм, детритофагия и капрофагия. К основным биотическим взаимодействиям хищных простигматических клещей можно отнести следующие: хищничество, конкуренция, нейтралитет. Схемы основных биотических взаимодействий составлены на основании представленности видов акарофауны и фауны беспозвоночных пещер в сообществах основных карстовых массивов [7–9]. Ввиду относительно низкой численности троглобионтов в пещерах Крыма, наиболее выраженной формой биотических взаимодействий между ними является конкуренция. Наличие у них конкурентных взаимоотношений также доказывает и сезонная динамика их численности [10]. Особенно это выражено у семейств *Bdellidae* и *Cunaxidae*. Имеет значение также количественное доминирование одних видов над другими. Согласно правилу конкурентного исключения Гаузе [11] для филогенетически близких групп со сходными источниками питания характерна межвидовая конкуренция. К показателям говорящим о наличии конкуренции можно отнести следующие: значительное превосходство общего числа видов и особей отдельных видов у трофически сходных видов, не встречаемость двух видов либо в сообществе в целом, либо в отдельных полостях, либо в одинаковых микростациях. Наиболее репрезентативными являются конкурентные отношения между следующими семействами: *Bdellidae-Cunaxidae*, *Eupodidae-Rhagidiidae* и *Raphignathidae-Cryptognathidae*. Также наблюдается вероятное вытеснение семейства *Rhagidiidae* семейством *Eupodidae*. Данный вывод основан на том, что семейство *Rhagidiidae* широко представлено в пещерах Европы и Северной

Америки [12, 13] и практически не встречается в пещерах Крыма. Это может объясняться не только более низким уровнем экологической пластичности, но и межвидовой конкуренцией с семейством Eupodidae. Численность и видовая представленность семейства Raphignathidae значительно выше, чем у филогенетически близкого семейства Cryptognathidae. При этом численность видов внутри семейств изменяется незначительно, что свидетельствует о слабой межвидовой конкуренции [11]. Снижение межвидовой конкуренции внутри семейства может достигаться за счет преимущественного использования различных микростаций, например, различные виды кунаксид отмечаются в различных слоях гуано – *Cunaxa setirostris* Hermann, 1804, *Cunaxa guanotoleranta* преимущественно в верхнем (до 1 см) слое, а *Cunaxoides ulcerosus* Kuznetsov, Livshitz, 1975 и *Pulaeus subterraneus* в более глубоких слоях (до 3 см). Обитание в верхних, наиболее химически агрессивных слоях гуано, может являться одной из форм защиты от хищников. Следующим характерным типом отношений является хищничество. Наиболее распространённым пищевым объектом для хищных простигматических клещей в условиях пещер являются представители отряда Collembola. В пещерах Крыма отмечено 18 видов этого отряда [9]. При отборе проб представители хищных простигматических клещей (*Raphignathus gracilis*, *R. collegiatus*, *Cryptognathus orbiculatus*, *C. corrugis*) часто отмечались в субстратах, где присутствовали яйца Coleoptera. Таким образом, их также можно причислить к возможным пищевым объектам. К возможным жертвам могут быть отнесены Nematoda (автором неоднократно отмечалось хищничество *Spinibdella rapida* и *Bdellodes longirostris* на пещерных нематодах), а также представители класса Platyhelminthes (в пещерах Крыма отмечено 4 вида). *Penthalodes ovalis* практически во всех случаях отмечался на грибах. Можно предположить, что кроме обычных источников питания клещи этого вида также могут высасывать содержимое грибных спор. Микофагия отмечалась в этой группе у семейства Tydeidae [1]. К возможным пищевым объектам клещей всех семейств можно отнести троглобионтных представителей отряда Diplura: *Campodea staphilinus* и *taurica* [8, 9]. Достаточно распространённым типом биотических отношений является и нейтраллизм. Также взаимоотношения в условиях пещер возникают между группами, занимающими разные среды обитания, например, троглобионтные и троглофильные организмы, а также стигобионтные и стигофильные. Для хищных простигмат отношения типа «нейтраллизм» возможны со всеми представителями крымских пещерных Crustacea (13 стигофильных и стигобионтных видов), а также Mollusca (1 стигобионтный вид) [8, 9]. Достаточно распространены фитофагия и паразитизм [1, 14], среди представителей когорты Prostigmata, но в пределах экологической группы хищных простигматических клещей они не выделяются. В пределах группы достаточно распространённым типом отношений является форезия [15, 16]. Так, например, для родов *Lorgyia* and *Tydeus* семейства Tydeidae описана форезия на отряде Lepidoptera (в пещерах Крыма представлен двумя видами), Diptera (10 троглофильных видов). Находок форезирующих представителей семейства Tydeidae в пещерах Крыма не было, но форезию на троглофильных насекомых можно считать одним из возможных путей проникновения акарофауны в карстовые полости.

ВЫВОДЫ

1. У простигматических клещей в карстовых полостях Горного Крыма из разных типов взаимоотношений наиболее разнообразными и представленными являются хищничество и конкуренция. Не представленными из возможных типов биотических отношений являются аменсализм, комменсализм и мутуализм. Подобные типы биотических отношений не описаны и для акарофауны поверхностных биотопов.
2. К вероятным причинам сужения спектра экологических взаимодействий можно отнести исходную примитивность изучаемой группы, а также отсутствие специальных исследований ее в пределах карстовых полостей Крыма.
3. По типу занимаемых микростадий наиболее обширными являются экологические группы кальцитофилов и органофилов.
4. Выявленные биотические взаимодействия и характер распределения по микростадиям простигматических клещей в карстовых полостях Горного Крыма соответствуют правилу конкурентного исключения.

Список литературы

1. A Manual of Acarology/ [edited by G.W.Krantz, D.E.Walter]. – Texas Tech University Press, 2009. – 595 p.
2. Кузнецов Н.Н. К фауне клещей семейства Cryptognathidae Kramer / Н.Н. Кузнецов // Биологические науки. – 1976. – №8 – С. 37–44.
3. Кузнецов Н.Н. К ревизии рода Stigmaeus (Acariformes, Stigmaeidae) / Н.Н. Кузнецов // Зоологический журнал. – 1978. – Т.57, вып.5. – С. 682–694.
4. Кузнецов Н.Н. Рафигнатоидные клещи Крыма. Сообщ. 1 / Н.Н. Кузнецов, И.З. Лившиц // Зоологический журнал. – 1974. – Т. 53, вып. 11. – С. 1721–1726.
5. Кузнецов Н.Н. Хищные клещи Крыма (Acariformes Bdellidae, Cunaxidae) / Н.Н. Кузнецов, И.З. Лившиц // Труды государственного Никитского ботанического сада. – 1979. – Т. LXXIX. – С. 52–66.
6. Encyclopaedia biospeologica / [Decu V., Racovitza G.]. – Moulis; Bucarest: Soc. de Biospéologie. – 1994. – Т. 1. – P. 232–247.
7. Беднарская Е.В. К фауне хищных простигматических клещей центральной части Горного Крыма / Е.В. Беднарская // Экосистемы Крыма, их оптимизация и охрана – 2009. – Вып.19. – С. 178–183.
8. Книсс В.А. Фауна пещер России и сопредельных стран / Книсс В.А. – Уфа: БашГУ, 2001. – 238 с.
9. Фауна пещер України / За редакцією І. Загороднюка. – Київ, 2004. – 248 с. (Серія: Праці теріологічної школи, вип. 6).
10. Беднарская Е.В. Динамика численности бделлид (Acarina, Prostigmata: Bdellidae) в карстовых полостях центральной части Горного Крыма / Е.В. Беднарская // Экосистемы Крыма, их оптимизация и охрана. – 2009. – Вып.20. – С. 20–24.
11. Бигон М. Экология, особи, популяции и сообщества / М. Бигон, Д. Харпер – М.: Мир, 1989. – Т.2. – С. 477.
12. Welbourn C. Invertebrate Cave Fauna of Kartchner Caverns, Kartchner Caverns, Arizona/ C. Welbourn // Journal of Cave and Karst Studies. – 1999. – Vol.61, № 2. – P. 93–101.
13. Zacharda M. Soil mites of the family Rhagidiidae (Actinedida: Eupodoidea). Morphology, systematics, ecology/ M. Zacharda // Acta Univ.Carolinae, Biol. – 1980. – Vol.489. – P. 3–20.
14. Вайнштейн Б.А. Система, эволюция и филогения тромбидиформных клещей. Определитель обитающих в почве клещей / Вайнштейн Б.А. – М.: Наука, 1978. – 350 с.
15. Hunter P.E. Key to North American Ereyinetinae and description of a new species (Acarina: Ereyinetidae)/ P.E. Hunter, E.A. Cross // Georgia Entomol. Soc. – 1968. – Vol. 3. – P. 154–158.
16. Treat A.E. Two tydeid mites from the ears of noctuid moths/ A.E. Treat // American Museum Novitates. – 1970. – Vol. 2426. – P. 14–22.

Беднарська О.В. Основні біотичні відносини та локалізація у мікростаціях хижих простигматичних кліщів у карстових порожнинах Гірського Криму/ О.В. Беднарська // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2011. – Т. 24 (63), № 1. – С. 3-9.

У статті розглянуто приуроченість хижих простигматичних кліщів до різних мікро стацій в умовах печер, наводиться класифікація видів по мікро стаціям, що вони займають. Розглянуто основні біотичні відносини хижих простигматичних кліщів з фауною безхребетних карстових порожнин. До найбільш розповсюджених біотичних міжвидових відносин віднесено наступні: хижатство, конкуренцію, нейтралізм. В межах групи, що досліджується найбільш поширеною є конкуренція, проаналізовано причини міжвидової конкуренції.

Ключові слова: хижі простигматичні кліщі, карстові порожнини, конкуренція, мікростації.

Bednarskaya E.V. The main biotic relations and localization in microstatons of prostigmatic predatory mites in carst cavities of Mountain Crimea/ E.V. Bednarskaya // Scientific Notes of Taurida V.I. Vernadsky National University. – Series: Biology, chemistry. – 2011. – Vol. 24 (63), No 1. – P. 3-9.

Information about confinement of prostigmatic predatory mites to different microstatons in the caves, classification of species according to their localization in microstatons is given in the article. The main biotic relations between prostigmatic predatory mites and invertebrate cave fauna are considered. The most common biotic relations between species include: predation, competition, neutralism. Within the studied group the most common are competitive relations, analyses the reasons of interspecific competition within the studied group.

Keywords: prostigmatic predatory mites, karstic cavities, competition, microstatons.

Поступила в редакцію 21.03.2011 г.

УДК 573.6: 537.86

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ НА РАСТЕНИЯ

Богатина Н.И.¹, Шейкина Н.В.²

¹*Физико-технический институт низких температур НАН Украины, Харьков, Украина*

²*Национальный фармацевтический университет, Харьков, Украина*

E-mail: n_bogatina@rambler.ru

Представлен обзор литературных данных о влиянии электрических полей на растения.

Ключевые слова: электрическое поле, гипомагнитное поле, электромагнитное поле.

Влияние экранирования ЭП земли на растения

Электрическое поле (ЭП) атмосферы Земли является одним из факторов среды обитания. В естественных условиях биологические объекты находятся под его непрерывным воздействием. Оно действовало на наземные организмы на всем протяжении эволюции со времени выхода жизни на сушу. Однако в современной жизни человек часто сталкивается с условиями, в которых естественное ЭП атмосферы может экранироваться или искажаться, например: металлическими крышами домов, железобетонными зданиями, средствами транспорта и т.д. ЭП отсутствует также в подводных лодках, космических кораблях, где растениям в будущем отводится важная роль для регенерации газового состава, а также для пополнения продуктов питания [1]. Поэтому вопрос о биологической роли природных ЭП в жизни организмов и, в частности, растений является актуальным.

СЭП атмосферы Земли не имеет горизонтальной составляющей, поэтому выявить его влияние при помощи ориентации, как это было в случае биообъекта в ГМП, не представляется возможным. Остается, по крайней мере, два пути обнаружения действия этого поля. Первый – это экранирование растений от СЭП с помощью различных экранов. При этом контроль обычно проводился в обычных условиях вне экрана. Однако в настоящее время не существует экранов, которые экранировали бы только СЭП, не искажая других полей. Очевидно, что при такой методике эксперимента не получается изучать в «чистом виде» влияние СЭП атмосферы Земли. Второй путь – это моделирование этого поля путем создания искусственных СЭП с напряженностью СЭП атмосферы Земли в экранированных условиях. Однако основная масса экспериментов выполнена по первой методике. Рассмотрим результаты имеющихся многочисленных опытов с растениями, экранированных с помощью различных экранов.

Шидловская и Журбицкий [2] выращивали кукурузу под заземленной металлической сеткой, которая имела ячейки 3.5х3.5см, освещенность при этом снижалась незначительно. Контролем служили свободно растущие растения на

открытой грядке. Оказалось, что кукуруза под сеткой росла хуже и развивалась медленнее, плохо усваивала минеральные элементы.

Однако не все растения одинаково реагируют на экранированное ЭП. Под сеткой сырой вес кукурузы составлял 72 %, а редиса 123 % от контроля [3].

В работе [4] изучали движение листьев фасоли при экранировании естественного ЭМП густой латунной сеткой. Выращивание растений в таком экране с момента посева приводит к постепенному исчезновению начального ритма движения листьев, а в дальнейшем наблюдалась тенденция к прекращению движений. В то же время при переносе растений из обычных условий в экран различия были выражены менее значительно. У растений, выросших в экране, листья фасоли раскрывались на 2-5 дней позднее, площадь их уменьшалась, а длина корешков увеличивалась. В работе высказано предположение, что одним из датчиков времени и синхронизации суточных ритмов движений листьев фасоли могут быть колебания ЭМП Земли. К сожалению, используемый экран был тесен для растений, так что иногда приходилось их подрезать. К тому же, автор не привел ни коэффициент экранирования ЭМП экраном, ни величины магнитных индукций остаточных ЭМП в нем.

В опытах Новицкого [5] был исследован баланс CO_2 у укоренившихся веточек традесканции в свинцовом экране и в обычных условиях в темноте на протяжении нескольких часов. Обнаружено, что у экранированного растения ход кривой выделения CO_2 гораздо более плавен и однозначен, чем у неэкранированного.

Результаты приведенных работ говорят о том, что, во всяком случае, нельзя сбрасывать со счетов значение ЭМП атмосферы в жизни растений.

Влияние искусственного ЭП на растения

В процессе производственной деятельности человек часто попадает в условия со значительным понижением ЭП (например, в текстильной, деревообрабатывающей, электротехнической промышленности). В быту одежда, обувь, изготовленные из синтетических материалов, тоже являются источниками повышенных и неоднородных ЭП. В связи с широким применением электричества в народном хозяйстве растения также часто попадают в условия с повышенным ЭП. Например, растут вблизи высоковольтных линий электропередач. Поэтому актуальна проблема воздействия искусственных ЭП на растения. Ее решение может выявить роль естественных ЭМП в жизни растений.

ЭП делятся условно на слабые с напряженностью $1-10^4$ В/м, сверхслабые – ниже 1 В/м и сильные – выше 10^4 В/м [6].

Влияние искусственного ЭП на растения изучено недостаточно, особенно это касается слабых и сверхслабых полей. Исследования в этом направлении должны дать ответ о величине порога чувствительности растений к ЭП и об уровне его вредного воздействия.

Многие исследователи отмечают, что в зависимости от применяемой напряженности ЭП можно получить эффект усиления или угнетения роста растений и прорастания семян.

Так, например, ЭП напряженностью от 500 В/м до 2500 В/м не изменяет всхожесть семян хвойных пород [7]. Однако при увеличении напряженности до

200 кВ/м всхожесть и энергия прорастающих семян падает на 30-40. Недостатком этой работы является то, что в ней не указаны величины напряженности и всхожесть в контроле.

В опытных вариантах луковицы лука репчатого обрабатывались в ЭП коронного разряда напряженностью 200 кВ/м (величина тока разряда не приведена) с экспозицией 0.5–40 с [8]. Эффективность обработки определяли по таким показателям: число, высота, и суммарная длина листьев на одном растении, ширина листовая пластины, общая масса, сырой и сухой вес листьев с одного растения. Результаты опытов свидетельствуют о существовании стимулирующего и угнетающего действия ЭП на растения. При высадке луковиц лука в день обработки стимулирующий эффект наблюдался при экспозиции 2 с, а угнетающий – 20–40 с. У растений, высаженных на десятые сутки, наблюдался максимальный положительный эффект, который автор объясняет влиянием ЭП, обеспечивающим снятие периода покоя и активацией ростовых процессов у растений лука репчатого на этапе 11_3 органогенеза. При выгонке лука-репка на перо в осенне-зимний период автору удалось уменьшить процент не проросших луковиц с 15–18 % до 5 % за счет выведения их из состояния покоя. Кроме этого, ЭП обеспечивало более раннее прорастание и получение зеленой продукции (на 4-6 дней). При этом увеличивается длина и ширина листьев, их количество и вес на 15–38% по отношению к контролю.

Полигонные исследования и экологические наблюдения под линиями ЛЭП дали интересные результаты. В полигонных экспериментах при ЭП с напряженностью 15–60 кВ/м (50 Гц) на поверхности земли обнаружено уменьшение общей численности беспозвоночных под линией, при 60 кВ/м (50 Гц) – разряжение травостоя и замедление темпов развития растений на 10–20 %. После 10-летней эксплуатации ЛЭП (500 кВ, 50 Гц) при ЭП на поверхности земли 10–14 кВ/м обнаружено повышение частоты аберраций (до 20 %) у некоторых видов растений, зависимость высоты вегетативных побегов травостоя от напряженности ЭП под ЛЭП, повышение тератологических изменений цветков двух видов растений [9].

Эффективность воздействия ЭП на биологические объекты, как и при применении других физических факторов, существенно зависит от физиологического состояния организма. Так в [10] показано, что биологическое действие ЭП промышленной частоты зависит от физиологического состояния гриба *Botrytis cinerea*. К сожалению, авторы не указали напряженность ЭП примененного в работе.

ЭП промышленной частоты напряженностью приблизительно 100 кВ/м проявляет мутагенное действие на культуру дрожжей *Candida tropicalis* в физиологическом растворе [11]. Оно позволяет значительно повысить выход морфологических мутантов, характеризующихся большей продуктивностью по сравнению с исходной культурой.

Установлено, что ЭП с напряженностью 550 кВ/м, воздействуя на проростки томатов, вызывает незначительное увеличение хромосомных нарушений в анафазе митоза [12]. При этом наибольшая частота аберраций достигает 1.55 % при 0.61 % в контроле.

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ НА РАСТЕНИЯ

Комбинированная обработка семян хлопчатника ЭП коронного разряда (напряженность ЭП не указана) и влиянием температурных факторов привела к получению ряда хозяйственно-ценных мутантов [13].

ЭП напряженностью 600 кВ/м с экспозицией 1-3 с повышает полевую всхожесть семян яровой пшеницы на 17–22 % в зависимости от их сортовых особенностей, существенно увеличивает энергию прорастания (табл. 1), водопоглотительную способность (табл. 2), интенсивность дыхания проростков (табл. 3) и продуктивность фотосинтеза растений (табл. 4) [14]. При этом заметно увеличивается высота растений, длина и число колосков, озерненность и абсолютный вес семян. Кроме того, растениям свойственна и более высокая весенняя выживаемость, поэтому повышается сбор зерна и соломы с единицы площади.

Таблица 1

Влияние предпосевной электрообработки на энергию прорастания и всхожесть семян яровой пшеницы разных сортов

Сорт	Энергия прорастания, %		Всхожесть, %	
	контроль	электрообработка	контроль	электрообработка
Саратовская 33	35.3	77.7	98.6	100
Саратовская 35	18.5	77.7	86.1	97.9
Харьковская 45	41.3	78	90	98
Комета 2	30.6	49.3	94	100
Красноуфимская 3	27	69	96	99

Таблица 2

Поглощение воды семенами яровой пшеницы Саратовская 33 спустя 2 часа от начала замачивания

Вариант опыта	Процент к контролю, %
Контроль	100
Предпосевная обработка семян в поле коронного разряда	
Посев в день обработки	109
Обработка – посев 12 день	154

В результате обработки семян ЭП коронного разряда урожай хлопка-сырца, посаженного на площади 600 га, увеличился в среднем на 0.1 ц. с га. [13].

Предпосевная обработка семян в ЭП напряженностью 400–500 кВ/м не только увеличивает урожайность, но и улучшает качество продукции нового урожая: повышается процентное содержание белка в зерне пшеницы на 0.55–5.7 % и витамина С на 0.6–5.6 % в картофеле; сахара на 0,3–0.5 % в корнеплодах сахарной свеклы [15].

Таблица 3

Влияние предпосевной обработки семян яровой пшеницы Саратовская 33 в электрическом поле на интенсивность дыхания двухдневных проростков

Вариант опыта	СО ₂ , мг на 100г сухого веса	% к контролю
Контроль	9.45	100
Предпосевная обработка семян в ЭП коронного разряда		
Посев в день обработки	9.72	103
Обработка – посев 12 дней	16.18	170
Обработка – посев 20 дней	13.69	145
Предпосевная обработка семян в электростатическом поле		
Обработка – посев 12 дней	16.22	170

Таблица 4

Влияние предпосевной обработки семян на продуктивность фотосинтеза растений

Вариант опыта	г/м ² в сутки
Контроль	5.23
Предпосевная обработка семян в ЭП коронного разряда. Обработка – посев 12 дней	8.5
Предпосевная обработка семян в электростатическом поле. Обработка – посев 12 дней	9.08

Сообщается, что путем изменения величины и знака потенциала платинового электрода, подведенного к растению через питательный раствор, можно влиять на поглощение углекислоты листьями кольраби и ячмене [16]. При понижении отрицательных потенциалов от 100 до 2500 В она плавно увеличивается в опытах с кольраби от 107 % до 162 % соответственно. С подачей на кольраби таких же положительных потенциалов фотосинтез снижался до 91% и 33% соответственно. Аналогичные результаты были получены и на листьях ячменя. Такие изменения ЭП наблюдаются в атмосфере перед грозой [17, 18] и, по мнению автора, могут оказать влияние на фотосинтез.

Значение ЭП атмосферы оказывает влияние на минеральное питание растений [2]. При положительном заряде атмосферы помидоры поглощали больше анионов, а при отрицательном – катионов, причем в первом случае увеличивалось поглощение анионов в 1.3 раза, а во втором случае поглощение катионов в 2.5 раза.

Исследование влияния неоднородных ЭП и МП на изгиб coleoptилей проростков овса на клиностате показало, что в МП с магнитной индукцией 0.1020 и

0.0556 Тл изгиб составлял 10.44° (в контроле – 15.15°). В ЭП напряженностью 25.8–123 кВ/м полностью устраняло изгиб [19].

Таким образом, анализ перечисленных выше работ показал, что сильные ЭП могут оказывать влияние на прорастание семян и рост растений.

В ряде работ на примере суспензии пурпурных мембран и бактериородопсина показано, что в ЭП напряженностью $\sim 10^7$ В/м у них возникает поляризационное состояние, которое можно зафиксировать низкой температурой (-80 , -60 , -30° С) [20]. Последующее нагревание препарата при выключенном поле приводит к последовательной релаксации смещенных групп, которую можно наблюдать в виде токов, протекающих во внешней измерительной цепи. По мнению авторов, поляризация приводит к конфирмационным перестройкам, что в свою очередь сказывается на скорости активного транспорта ионов в мембране, а следовательно, и ее проницаемости. В последнее время ЭП коронного разряда напряженностью $2 \cdot 10^5$ В/м рассматривают как фактор воздействия, обеспечивающий снятие периода покоя и активацию ростовых процессов у растений лука репчатого, находящегося в состоянии покоя (на 11_3 этапе органогенеза) [8]. Однако по нашему мнению в этом случае на растения в основном действует электрический ток коронного разряда, механизмы влияния которого могут иметь совершенно другую природу. Как полагает Журбицкий [16], аэроионы углекислоты CO_2^+ и O^{2+} и другие азот и углерод содержащие ионные комплексы, являются основным звеном, через которое ЭП воздействует на растения. Таким образом, обобщая литературные данные, можно сделать вывод о том, что ЭП естественного и искусственного происхождения могут влиять на рост растений. Между тем остался открытым вопрос о пороге биологического действия этих полей на растения. К тому же до полного понимания механизмов влияния ЭП еще далеко.

Вопросы механизмов влияния ЭП на биологические объекты, в частности, на растения до конца не изучены [21]. Их решение позволит выявить роль природных и эндогенных ЭП в жизни растений. При этом будут определены порог чувствительности и порог вредного действия ЭП на растения.

В настоящее время ведется поиск биофизических, физико-химических и физиологических механизмов действия ЭП на различные биологические объекты [21]. К сожалению, в литературе содержится очень мало сведений по этому вопросу в отношении растений. Поэтому мы кратко приведем данные о предполагаемых механизмах, полученных не только при исследовании растений, но и других биологических объектов.

По характеру данной диссертации мы ограничиваемся лишь случаями влияния внешних СЭП, так как анализ биологического действия ПЭП является самостоятельным разделом электромагнитной биологии, и нами не изучался.

Кроме этого, мы не затрагиваем вопросы влияния локальных ЭП, неизбежно присутствующих в белковых системах *in vivo*, на кинетику химических превращений и транспорт заряженных частиц (электронов, ионов) в этих системах [22].

В основе биофизического механизма действия ЭП на растительные объекты может лежать явление поляризации тканей этих объектов в ЭП [23]. Оно заключается в том, что в ЭП неполярные молекулы становятся полярными и вместе

с полярными молекулами ориентируются по полю. При этом направление собственных полей молекул всегда противоположно внешнему ЭП, поэтому в диэлектрике электрическое поле всегда имеет напряженность меньшую, чем в вакууме. Величину, которая показывает, во сколько раз поле в веществе слабее внешнего называют диэлектрической проницаемостью,

В результате поляризации с одной стороны поверхности тела будут заряды одного знака, а с другой стороны – противоположного. Эти заряды называют поляризационными зарядами.

По расчету, проведенному в работе [24], ориентация отдельных молекул в ЭП пренебрежимо мала. Она определяется отношением dE/kT , где d – дипольный момент (собственный или индуцированный) молекулы θ обычно он равен 0.1-5Д. E – напряженность ЭП, k - константа Больцмана, T – абсолютная температура. Отношение dE/kT характеризует соотношение между энергией, приобретаемой диполем при ориентации в ЭП, и тепловой энергией молекулы. Для молекул в поле напряженностью 10^7 В/м (такая величина напряженности будет в мембране при скачке потенциала 0,1 В и толщине 10^{-8} м) отношение $dE/kT \sim 0,001$. Поэтому эффект ЭП пренебрежимо мал. Однако, как полагают авторы, липидные пленки в биологических мембранах по своему физическому строению являются жидкими кристаллами, в которых молекулы образуют правильно построенные домены или рои, состоящие из 10^6 – 10^7 молекул. В этом случае дипольный момент домена будет увеличен в 10^6 – 10^7 раз по сравнению с отдельной молекулой и станет возможной ориентация его в ЭП.

ВЫВОД

Электрические поля оказывают значительное влияние на рост и развитие разных видов растений.

Список литературы

1. Махоткин Л.Г. Атмосферика и их природа / Л.Г. Махоткин // В кн.: Электромагнитные поля в атмосфере Земли и их биологическое значение. – М.: Наука. – 2004. – С.72–83
2. Шидловская И.Л. Влияние электрического поля и ионов воздуха на минеральное питание и обмен в растениях кукурузы / И.Л. Шидловская, З.И. Журбицкий // Физиология растений. – 1966. – Т.13, №4. – С.657–664.
3. Шидловская И.Л. Влияние электрического поля атмосферы на накопление элементов минерального питания растениями кукурузы, лука, редиса и ячменя / И.Л.Шидловская, З.И. Журбицкий // В сб.: Роль минеральных элементов в обмене веществ и продуктивности растений. – М.: Наука. – 1964. – С. 286–295.
4. Казымов П.П. Движение листьев фасоли в условиях очень слабых электромагнитных полей / П.П. Казымов // Физиология растений. – 1973. – Т.20, №5. – С. 915–919.
5. Новицкий Ю.И. Реакция растений на магнитные поля / Новицкий Ю.И. – М.: Наука. – 1978. – С. 119–130.
6. Чуваев П.П. Влияние слабых и сверхслабых магнитных полей на одноклеточные растения различных ботанических типов и классов / П.П. Чуваев, А.И. Арнаутова, Н.А. Крюков // Тезисы докладов II зонального симпозиума по бионике. – Минск, 1967. – С. 107–108.
7. Стаканов В.Д. Некоторые аспекты действия постоянного электрического поля и тока на древесные растения / В.Д. Стаканов, Л.И. Голомозова // В сб.: Средообразующая роль леса. – Красноярск, 1974. – С. 121–132.

8. Серегина М.Т. Электрическое поле как фактор воздействия, обеспечивающий сжатие периода покоя и активацию ростовых процессов у растений лука репчатого на ПЗ этапе онтогенеза / М.Т. Серегина // Электронная обработка материалов. – 1983. – №4. – С. 73–76.
9. Карташев А.Г. Экологическая оценка переменного электрического поля ЛЭП / А.Г. Карташев, Г.Х. Плеханов // В сб.: Тезисы докл. Всесоюзного симпозиума «Биологическое действие электромагнитных полей». – Пушино, ОНТИ НЦБИ АН СССР. – 1982. – С. 95–100.
10. Лазаренко Б.Р. Значение физиологического состояния гриба при воздействии электрического поля / Б.Р. Лазаренко, И.Б. Горбатовская // Электронная обработка материалов. – 1970. – №5. – С. 73–76.
11. Действие электрического поля на культуру дрожжей / Б.Р. Лазаренко, Е.И. Квасников, И.Б. Крепис [и др.] // Электронная обработка материалов. – 1970. – №6. – С. 65–70.
12. Выродов Д.А. Цитогенетические эффекты действия электрических полей на проростки томатов / Д.А. Выродов // Тезисы докладов 4-го съезда генетиков и селекционеров – Кишинев: Штиница, 1981. – С. 8.
13. Мустафаев С.А. Модификация и генетическая изменчивость у хлопчатника от воздействия электрическим полем высокого напряжения / С.А. Мустафаев // В кн.: Экологическая генетика растений и животных. – Кишинев, 1981. – Т.2. – С. 99.
14. Предпосевная обработка семян яровой пшеницы в электрическом поле постоянного тока / З.М. Хасанова, Р.Р. Ахметов, Ш.Я. Гелязетдинов [и др.] // Электронная обработка материалов. – 1972. – №4. – С. 71–77.
15. Блонская А.П. Влияние электрообработки сезонного материала на качество продукции нового урожая / А.П. Блонская, А.Н. Миронов, В.А. Окулова // Электронная обработка материалов. – 1983. – №6. – С. 71–73.
16. Журбицкий З.И. Влияние постоянного электрического поля на абсорбцию CO₂ листьями растений / З.И. Журбицкий // ДАН СССР. – 1975. – Т. 223, №5. – С. 1273–1275.
17. Гунар И.И. Функциональное значение токов действия в изменении газообмена высших растений / И.И. Гунар, А.И. Синюхин // Физиология растений. – 1963. – Т.10, №3. – С. 265–274.
18. Чалмерс Дж.Л. Атмосферное электричество / Чалмерс Дж.Л. – Л. Гидрометеониздат. – 1974. – 434 с.
19. Pickett J.M. Responses of avena coleoptiles to magnetic fields / J.M. Pickett, A.R. Schrank // Texas J. Sci. – 1965. – V. 17, №3. – P. 243–256.
20. Электроиндуцированные изменения спектральных и структурных характеристик пурпурных мембран, модифицированных папаином / Э. Возари, Г.П. Борисевич, А.А. Кононенко [и др.] // Изв. АН СССР., Серия биол. – 1982. – №4. – С. 605–607.
21. Биологическое действие электростатических полей / Ф.Г. Портнов, Л.Ф. Воробьева, Э.Г. Ляровский [и др.] // Успехи современной биологии. – 1985. – Т. 100, № 3(6). – С. 433–440.
22. Тимашев С.Ф. Влияние электрических полей на кинетику биологических процессов / С.Ф. Тимашев // Биофизика. – 1981. – Т.26, №4. – С. 642–646.
23. Тамм И.Е. Основы теории электричества / Тамм И.Е. – М.: Наука. – 1989. – 504 с.
24. Бреслер С.Е. О жидко-кристаллической структуре биологических мембран / С.Е. Бреслер, В.М. Бреслер // Докл. АН СССР. – 1974. – Т. 214. – С. 936–939.

Богатина Н.І. Вплив електричних полів на рослини / Н.І. Богатина, Н.В. Шейкіна // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2011. – Т. 24 (63), № 1. – С. 10-17.

Представлено огляд літературних даних про вплив електричних полів на рослини.

Ключові слова: електричне поле, гіпомагнітне поле, електромагнітне поле.

Bogatina N.I. Influence of electric fields on plant / N.I. Bogatina, N.V. Sheykina // Scientific Notes of Taurida V.I. Vernadsky National University. – Series: Biology, chemistry. – 2011. – Vol. 24 (63), No 1. – P. 10-17.

Provides an overview of published data on the effect of electric fields on plants.

Keywords: electric field, gipomagnetic field, electromagnetic field.

Поступила в редакцію 22.01.2011 г.

УДК 615.82:616.8

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ АРТ-ТЕРАПИИ В КОМПЛЕКСНОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ БОЛЬНЫХ, ПЕРЕНЕСШИХ ИШЕМИЧЕСКИЙ ИНСУЛЬТ

Грабовская Е.Ю.¹, Зинюк Е.А.²

¹*Таврический национальный университет им. В.И.Вернадского, Симферополь, Украина*

²*Керченский экономико-гуманитарный институт Таврического Национального*

университета им. В.И.Вернадского, Керч, Украина

E-mail: grabovskaya13@mail.ru

Изучено влияние комплексной реабилитации на изменение гемодинамических показателей, состояние двигательной функции верхних конечностей, психический статус больных, перенесших ишемический инсульт. Показано, что включение в реабилитационную программу элементов арт-терапии приводит к более эффективному восстановлению мелкой моторики, улучшению психического статуса постинсультных больных.

Ключевые слова: инсульт, комплексная реабилитация, арт-терапия, гемодинамика, мелкая моторика пальцев кисти, психический статус.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время цереброваскулярная патология не только занимает одну из лидирующих позиций в структуре общей смертности, но и является ведущей причиной инвалидизации населения в экономически развитых странах. Инвалидизация больных обусловлена, прежде всего, тяжестью нарушения двигательной функции, а также психологической и социальной дезадаптацией [1]. В связи с тем, что инсульты наносят чрезвычайно высокий урон обществу, проблема разработки новых подходов, направленных на повышение эффективности и совершенствование системы физической реабилитации данной категории больных является актуальной [2, 3]. Таким образом, представляется целесообразным создание новых методик физической реабилитации для больных с последствиями нарушения мозгового кровообращения.

Вместе с тем эффективность разработанных методов лекарственной терапии снижается по мере наступления резидуальной стадии. Большие сомнения вызывает влияние лекарственной терапии на восстановление двигательных функций. Применяемые в лечении двигательного дефекта у таких больных физические методы лечения представлены, в основном, ограниченными схемами ЛФК и физиотерапии, недостаточно внимания уделяется нарушениям моторной системы, роль больного в процессе лечения часто остается пассивной [4].

Полноценный комплекс реабилитационных мероприятий может осуществляться лишь при активном включении больного в реабилитационный процесс. Это требует адекватной оценки им своего состояния, создания лечебной перспективы, снятия

эмоционального напряжения. У большинства лиц с цереброваскулярными заболеваниями определяются различные нервно-психические расстройства, формирование которых обусловлено собственно сосудистым процессом, конституциональными особенностями личности, реакцией на болезнь [1, 4].

В настоящее время в реабилитационных программах для больных, перенесших инсульт, все чаще используют терапию творчеством. Основной задачей терапии творчеством, является восстановление индивидуальной и общественной ценности человека, а не только восстановление утраченных функций организма. Занятия арт-терапией направлены на гармоничное развитие психических функций каждого человека с ограниченными возможностями, занятия могут быть разнообразны по тематике, форме, методам воздействия и используемым материалам. [5, 6].

С анатомической точки зрения, около трети всей площади двигательной проекции коры головного мозга занимает проекция кисти руки, расположенной очень близко от речевой зоны. Именно величина проекции кисти руки и ее близость к моторной зоне дают основание рассматривать кисть руки как «орган речи», такой же, как артикуляционный аппарат. В связи с этим, тонкие движения пальцев влияют на формирование и развитие речевой функции [7].

Мелкая моторика рук взаимодействует с такими высшими свойствами сознания, как внимание, мышление, оптико-пространственное восприятие (координация), воображение, наблюдательность, зрительная и двигательная память, речь. Поэтому важнейшей составляющей лечебной физкультуры у людей перенесших инсульт является «мелкая моторика». Это – выполнение упражнений, требующих концентрации внимания, ловкости руки, гибкости пальцев [7]. Движения организма и речевая моторика имеют единые механизмы, поэтому развитие тонкой моторики рук напрямую влияет на развитие речи у постинсультных больных.

В связи со всем вышесказанным, целью настоящего исследования явилось изучение эффективности применения арт-терапии в комплексной реабилитации больных, перенесших ишемический инсульт.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Было обследовано 24 мужчины в возрасте 50-65 лет с основным диагнозом «острое нарушение мозгового кровообращения по ишемическому типу». Реабилитационные мероприятия охватывали поздний восстановительный и резидуальный периоды и проводились в течение 4 месяцев. Все обследуемые были разделены на две группы: контрольную и основную, по 12 человек в каждой. Реабилитационные мероприятия начинались после снижения у обследуемых артериального давления: систолического до 165 мм рт.ст. и диастолического – до 100 мм рт.ст.

Программа физической реабилитации в основной и контрольной группах проводилась на фоне медикаментозного лечения. Пациенты контрольной группы дополнительно получали курс массажа и лечебной гимнастики [8]. В комплекс реабилитации пациентов основной группы, кроме медикаментозного лечения,

массажа и лечебной гимнастики [8] были добавлены элементы арт-терапии, включающей «пальчиковую гимнастику»: лепку [5] и упражнения с карандашом [9].

Для выявления эффективности реабилитационных мероприятий проводилось двухкратное обследование пациентов – перед началом курса реабилитации и после окончания реабилитационного комплекса. Определялись и рассчитывались следующие гемодинамические показатели: систолическое и диастолическое артериальное давление (АДс, АДд, мм рт.ст.), частота сердечных сокращений (ЧСС, уд/мин); пульсовое давление (ПД, мм рт.ст.), среднее артериальное давление (САД, мм рт.ст.), систолический объем (СО, мл), сердечный выброс (СВ, мл), общее периферическое сопротивление сосудов (ОПСС, $\text{дин} \cdot \text{с} \cdot \text{см}^{-5}$), двойное произведение (ДП, усл.ед.) [10]. Также определялись: объем активных движений, производимых пальцами кисти, с использованием балльной шкалы Линдмарка (подраздел «Рука») (ОАДПК, баллы) [11] и сохранность дифференцированных движений пальцев кисти (ДДПК, с), фиксируемая по скорости выполнения тестового задания с мелкими предметами. Отмечалось время выполнения данного задания в секундах [12]. Психический статус пациентов (ПС, баллы) определяли по комплексной методике M.F. Folstein, S.E. Folstein, P.R. Hugh, (1975) [13].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Как показали проведенные исследования, в течение 4-х месячного курса комплексной реабилитации у больных в контрольной группе произошли следующие изменения гемодинамических показателей: АДс и АДд понизились на 12 % и 8,8 % ($p \leq 0,01$) соответственно, ЧСС понизилось на 4,5 % ($p \geq 0,05$), ПД – на 17 % ($p \leq 0,001$), САД – на 10,3 % ($p \leq 0,01$) по сравнению с исходным уровнем (табл.1).

Величина СО практически не изменилась, СВ понизился на 6,9 % ($p \leq 0,05$), ОПСС понизилось незначительно – на 3,6 % ($p \geq 0,05$). Показатель ДП понизился на 15,9 % ($p \leq 0,001$) по сравнению с исходным уровнем (табл.1).

В основной группе снижение показателей, характеризующих артериальное давление было практически таким же, как и в контрольной группе: АДс понизилось на 15 %, АДд – на 9 %, ПД – на 11 %, САД – на 13,6 % ($p \leq 0,001$) по сравнению с исходным уровнем. В течение курса комплексной реабилитации также произошло изменение хронотропной функции сердца: ЧСС понизилось на 9,4 % ($p \leq 0,01$). Величина СО увеличилась на 12,2 % ($p \leq 0,05$), СВ увеличился незначительно – на 2,7 % ($p \geq 0,05$), ОПСС снизилось на 16 % ($p \leq 0,01$), показатель ДП понизился на 20,2 % ($p \leq 0,001$) по сравнению с исходным уровнем (табл.1). Изменение гемодинамических показателей в течение курса комплексной реабилитации у больных, перенесших ишемический инсульт, свидетельствует об оптимизации функционирования сердечно-сосудистой системы [13].

Под влиянием курса комплексной физической реабилитации у постинсультных больных в основной и контрольной группах произошло улучшение мелкой моторики пораженных конечностей, что проявилось в уменьшении времени выполнения дифференцированных движений кистью и увеличении объема движений пальцами рук.

Таблица 1

Динамика показателей, характеризующих состояние сердечно-сосудистой, двигательной и нервной системы у постинсультных больных основной и контрольной группы в течение курса комплексной реабилитации ($\bar{x} \pm Sx$)

Показатели	Основная группа		Контрольная группа	
	До курса	После курса	До курса	После курса
АД сист., мм рт.ст.	159,6±2,9	135,0±3,1 p≤0,001	155,8±2,8	137,1±1,7 p≤0,01
АД диаст., мм рт.ст.	93,8±1,3	85,0±1,5 p≤0,001	94,6±1,1	86,3±1,3 p≤0,01
ЧСС, уд/мин.	83,3±2,0	77,3±1,7 p≤0,01	82,8±1,8	79,1±1,4 p≥0,05
ПД, мм рт.ст.	62,8±0,7	56,0±0,9 p≤0,001	61,2±1,0	50,8±0,9 p≤0,001
САД, мм рт.ст.	117,7±1,9	101,7±2,3 p≤0,001	115,0±2,5	103,2±2,1 p≤0,01
СО, мл	34,6±1,5	38,8±2,8 p≤0,05 p _{о,к} ≤0,05	35,0±0,7	34,2±1,4 p≥0,05
СВ, мл	2884,7±342,7	2962,3±276,1 p≥0,05	2899,7±299,0	2700,2±315,9 p≥0,05
ОПСС, дин*с*см ⁻⁵	3256,8±109,7	2738,7±98,8 p≤0,01 p _{о,к} ≤0,05	3164,8±126,8	3050,9±108,6 p≥0,05
ДП, усл.ед.	132,9±2,8	106,1±3,1 p≤0,001 p _{о,к} ≤0,05	129,0±3,3	108,4±2,6 p≤0,001
ОДПК, баллы	20,4±0,5	23,1±0,5 p≤0,01 p _{о,к} ≤0,05	20,2±0,6	21,3±0,6 p≤0,05
ДДПК, с	67,2 ±2,2	59,7 ±2,5 p≤0,01 p _{о,к} ≤0,05	69,4 ±2,2	66,8 ±2,1 p≥0,05
ПС, баллы	20,5±0,4	23,3±0,5 p≤0,001 p _{о,к} ≤0,05	21,0 ±0,5	22,1 ±0,5 p≥0,05

Примечание: p – достоверность различий по сравнению с первым днем исследований; p_{о,к} – достоверность различий между показателями основной и контрольной групп после курса реабилитации.

В течение курса комплексной реабилитации в контрольной группе время выполнения дифференцированных движений кистью улучшилось на 4 %, а в основной группе – на 11 % (p≤0,01) по сравнению с исходными данными. Под влиянием реабилитационных мероприятий объем движений пальцами рук у постинсультных больных в контрольной группе увеличился с 20,2±0,6 баллов до 21,3±0,6 балла, разница составила 5,5 % (p≤0,05). В основной группе исследуемый

показатель увеличился на 13 % ($p \leq 0,01$) – с $20,4 \pm 0,5$ баллов до реабилитации до $23,1 \pm 0,5$ баллов после реабилитации (табл. 1.). Курс комплексной реабилитации, включающий элементы арт-терапии, привел к более существенным изменениям времени дифференцированных движений кистью у постинсультных больных в основной группе по сравнению с контрольной группой.

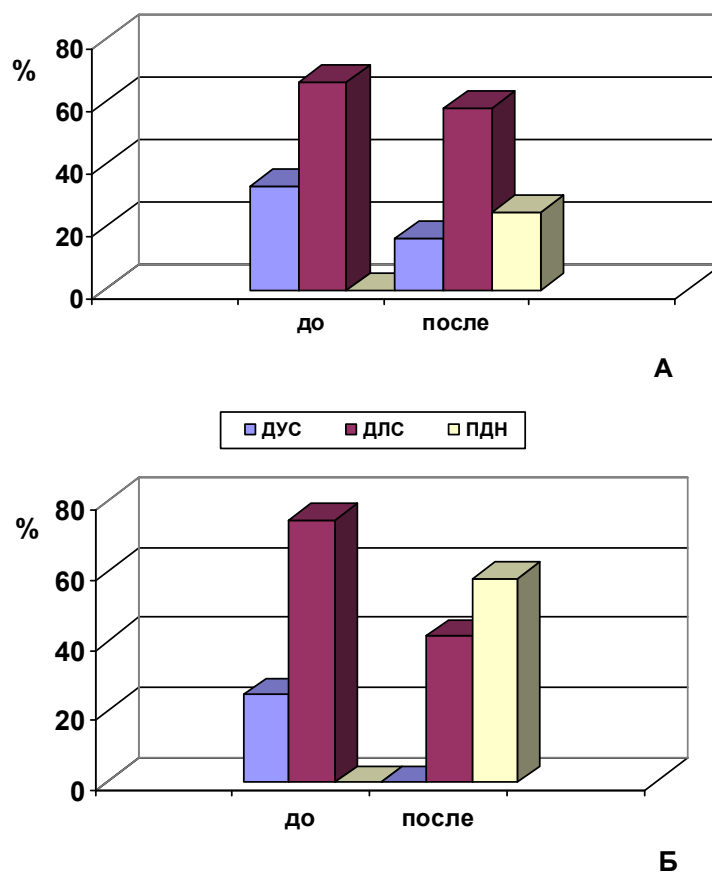


Рис.1. Изменение процента встречаемости различных типов проявления деменции в контрольной (А) и основной (Б) группах постинсультных больных до и после курса комплексной реабилитации: ДУС-деменция умеренной степени; ДЛС-деменция легкой степени; ПДН- преддементные нарушения.

В течение курса комплексной реабилитации в контрольной группе показатель психического статуса больных, определяемый с помощью комплексной методики, улучшился на 5 %. В основной группе исследуемый показатель улучшился на 14 % ($p \leq 0,001$) (табл.1). Таким образом, лучшие результаты отмечены в основной группе. Разница между показателями в основной и контрольной группах к концу курса достигла 9 % ($p \leq 0,05$).

Как показали проведенные исследования, в контрольной группе до курса реабилитации с деменцией легкой степени выраженности было 8 человек (66,7 %), с деменцией умеренной степени выраженности 4 человека (33,3 %); в основной группе – 9 человек (75 %) и 3 человека (25 %) соответственно (рис. 1).

После курса реабилитационных мероприятий в контрольной группе произошли следующие изменения: с деменцией умеренной степени выраженности осталось 2 человека (16,7 %), с деменцией легкой степени выраженности – 7 человек (58,3 %), с преддементными когнитивными нарушениями – 3 (25 %). В основной группе отмечены более выраженные изменения психического статуса постинсультных больных: с деменцией легкой степени выраженности выявлено 5 человек (41,7 %), с преддементными когнитивными нарушениями – 7 (58,3 %) (рис. 1).

Таким образом, полученные результаты могут свидетельствовать о том, что дозированное применение массажа и физических упражнений на фоне медикаментозного лечения уравнивает процессы возбуждения и торможения в ЦНС постинсультных больных, повышает ее регулируемую роль в координации деятельности важнейших органов и систем, вовлеченных в патологический процесс [10, 15].

Лечебная гимнастика и массаж, включенные в реабилитационный комплекс, оказали нормализующее влияние на сосудистую реактивность, способствуя снижению тонуса сосудов при выраженных спастических реакциях у больных и выравниванию асимметрии в состоянии тонуса сосудов [2]. Это, в свою очередь, сопровождалось отчетливым снижением артериального давления, повышением сократительной способности миокарда, уменьшением периферического сопротивления в сосудах, экономизацией работы сердца. По мнению ряда авторов, показатель ДП, существенно понизившийся у обследуемых в основной и контрольной группах, свидетельствует об оптимизации обменных процессов в миокарде и о снижении потребления кислорода миокардом [14, 15].

В основной группе, в отличие от контрольной, для быстрого восстановления функций пораженной верхней конечности и восстановления психического статуса применяли элементы арт-терапии. Как показало проведенное исследование, в основной группе показатели психического статуса, дифференцированных движений и объема активных движений пальцами рук изменились более существенно, чем в контрольной группе. Вероятно, такие изменения могут быть связаны с введением в реабилитационный комплекс «пальчиковой гимнастики», включающей элементы лепки и упражнения с карандашом.

Известно, что пальцы рук наделены большим количеством рецепторов, посылающих импульсы в центральную нервную систему человека [5–7]. На кистях рук расположено множество акупунктурных точек, массируя которые можно воздействовать на внутренние органы, рефлекторно с ними связанные. Доказано, что манипуляции рук оказывают влияние на функции высшей нервной деятельности, развитие речи. Простые движения рук помогают убрать напряжение не только с самих рук, но и с губ, снимают умственную усталость. С анатомической точки зрения, около трети всей площади двигательной проекции коры головного

мозга занимает проекция кисти руки, расположенная очень близко от речевой зоны. Поэтому активные занятия лепкой и пальчиковой гимнастикой способствовали улучшению не только мелкой моторики пораженных конечностей, но и восстановлению нарушенных психических функций.

Таким образом, проведенные исследования свидетельствуют об эффективности применения комплексной реабилитации, включающей элементы арт-терапии, в лечении больных, перенесших ишемический инсульт. Полученные результаты позволяют рекомендовать более широкое применение лепки и пальчиковой гимнастики в комплексной реабилитации постинсультных больных.

ВЫВОДЫ

1. Применение комплексной реабилитации в лечении больных, перенесших ишемический инсульт, в основной и контрольной группах привело к экономизации работы сердечно-сосудистой системы, что проявилось в снижении артериального давления, снижении частоты сердечных сокращений, увеличении систолического объема и сердечного выброса, снижении периферического сопротивления сосудов, снижении показателя двойного произведения.
2. Применение в комплексной реабилитации постинсультных больных элементов арт-терапии оказало, в первую очередь, положительное влияние на состояние центральной нервной системы, функцию опорно-двигательного аппарата, что проявилось в увеличении дифференцированных движений и объема активных движений пальцами рук, а также в уменьшении степени выраженности деменции.
3. Введение в реабилитационную программу для постинсультных больных в основной группе лепки и пальчиковой гимнастики привело к более выраженной положительной динамике функционального состояния.

Список литературы

1. Гордон Н.Ф. Хронические заболевания и двигательная активность / Гордон Н.Ф. – М.: Медицина, 1999. – 60 с.
2. Епифанов В.А. Лечебная физическая культура и массаж / Епифанов В.А. – М.: ГЭОТАР МЕД, 2002. – 560 с.
3. Зенков Л.Р. Клиническая электроэнцефалография с элементами эпилептологии / Зенков Л.Р. – Таганрог: Знание, 1996. – 357 с.
4. Храмелашвили В.В. Психологическое немедикаментозное лечение гипертонической болезни и критерии его эффективности / В.В. Храмелашвили, Т.А. Айвазян, Б.Б. Саленко // Кардиология. – 1989. – № 6. – С. 43–46.
5. Янушко Е.А. Лепка с детьми раннего возраста (1-3 года) / Янушко Е.А. – М.: Мозаика-Синтез, 2005. – 80 с.
6. Долженко М.Н. Гипертонические кризы: современные принципы терапии / М.Н. Долженко // Острые и неотложные состояния в практике врача. – 2007. – № 5 – С 13–24.
7. Иванова М.П. Корковые механизмы произвольных движений у человека / Иванова М.П. – М.: Наука, 1991. – 190 с.
8. Белова А.Н. Нейрореабилитация / Белова А.Н. – М.: Антидор, 2002. – 736 с.

9. Бачина О.В. Пальчиковая гимнастика с предметами. Определение ведущей руки и развитие навыков письма у детей 6-8 лет / О.В. Бачина, Н.Ф. Коробова – М.: АРКТИ, 2006. – 88 с.
10. Диагностика, лечение и профилактика мозговых инсультов / [А.А. Козелкин, В.И. Дарий, Л.А. Шевченко и др.] – Запорожье: Керамист, 2006. – 152 с.
11. Скоромец А.А. Неврологический статус и его интерпретация / Скоромец А.А., Скоромец А.П., Скоромец Т.А. – М.: МЕДпресс-информ, 2009. – 240 с.
12. Маркс В.О. Ортопедическая диагностика / Маркс В.О. – Минск: Наука и техника, 1978. – 512 с.
13. Шостак В.И. Физиология психической деятельности человека / В.И. Шостак, С.А. Лытаев – СПб.: Деан, 1999. – 128 с.
14. Браунвальд Е. Механизмы сокращения сердца в норме и при недостаточности / Браунвальд Е., Росс Дж., Зонненблик Е.Х. – М.: Медицина, 1974. – 175 с.
15. Гусев Е.И. Лечение острого мозгового инсульта (диагностические и терапевтические алгоритмы) / Гусев Е.И., Скворцова В.И., Чекнева Н.С. – М., Медицина, 1997. – 240 с.

Грабовська О.Ю. Ефективність застосування арт-терапії в комплексній реабілітації хворих, які перенесли ішемічний інсульт / О.Ю. Грабовська, Є.О. Зинюк // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2011. – Т. 24 (63), № 1. – С. 18-25.

Вивчено вплив комплексної реабілітації на зміну гемодинамічних показників, стан рухової функції верхніх кінцівок, психічний статус хворих, які перенесли ішемічний інсульт. Показано, що включення в реабілітаційну програму елементів арт-терапії призводить до більш ефективного відновлення дрібної моторики та поліпшення психічного статусу постінсультних хворих.

Ключові слова: інсульт, комплексна реабілітація, арт-терапія, гемодинаміка, дрібна моторика пальців кисті, психічний статус.

Grabovskaya E.U. Effectiveness of art therapy in the complex rehabilitation of patients with ischemic stroke / E.U. Grabovskaya, E.A. Zinyuk // Scientific Notes of Taurida V.I. Vernadsky National University. – Series: Biology, chemistry. – 2011. – Vol. 24 (63), No 1. – P. 18-25.

The effect of comprehensive rehabilitation of the change of hemodynamic parameters, the state motor function of upper limbs, the mental status of patients with ischemic stroke. It is shown that the inclusion of the rehabilitation program elements of art therapy leads to more effective restoration of fine motor skills, improve mental status of post-stroke patients.

Keywords: stroke, complex rehabilitation, art therapy, hemodynamics, fine motor skills of fingers, a mental status.

Поступила в редакцію 14.03.2011 г.

УДК 612.821.3

ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ АДАПТАЦІЇ ГІМНАСТІВ МОЛОДШОГО ШКОЛЬНОГО ВІКУ ДО НАВЧАЛЬНИХ НАВАНТАЖЕНЬ

Запорожець О.П.

*Херсонський державний університет, Херсон, Україна
E-mail: elen-zaporozhec@yandex.ru*

Дана стаття присвячена вивченню особливостей психофізіологічних властивостей дітей молодшого шкільного віку, які займаються гімнастикою. Визначено, що у дітей, які займаються спортом, рівень функціонального стану ЦНС знаходиться в межах вікових норм, однак спостерігалось достовірне покращання точності реакції на рухомий об'єкт, характеристик пам'яті та уваги, а також більш висока успішність навчання у порівнянні із однолітками контрольної групи. Виявлено, що заняття спортом підвищують рівень адаптації молодших школярів до навчальних навантажень.

Ключові слова: центральна нервова система, функціональний стан, функціональна рухливість нервових процесів, пам'ять, увага, успішність, адаптаційні можливості, навчальні навантаження.

ВСТУП

Однією з найактуальніших проблем сучасного суспільства є проблема адаптації дитини до навчання у школі. Як відомо, освіта виконує винятково важливі соціальні функції, що полягають, по-перше, у забезпеченні неперервності функціонування суспільства через передачу новому поколінню певної сукупності «норм діяльності» – цінностей, установок, знань, умінь, навичок, правил поведінки; по-друге – у підготовці індивіда до життя у суспільстві, допомозі знайти в ньому гідне місце, належним чином адаптуватися до його вимог [1, с.29]. В той же час сучасні зміни в системі освіти, а саме – значна інтенсифікація навчального процесу, використання нових форм і технологій навчання та більш ранній початок систематичного навчання висувають більш високі умови до адаптаційних можливостей учнів.

У шкільному віці навчання є провідною діяльністю, якій підпорядковується інші види діяльності дітей (гра, праця, суспільно корисна робота). Практика сучасної школи в останні роки висуває цілий ряд гострих проблем, пов'язаних з вираженою негативною тенденцією до погіршення психосоматичного здоров'я учнів. Щорічно зростає загальна захворюваність дітей та кількість часто хворіючих дітей, значно збільшився відсоток дітей, що мають морфо-функціональні відхилення або хронічні патології (часто вже в дошкільному віці). У прагненні інтенсифікувати процес навчання, реалізувати свої вузькопрофесійні дидактичні цілі педагоги нерідко створюють умови, при яких виникає перенапруга функціональних систем організму учня, що й приводить до несприятливих наслідків. Підвищені фізичні та психічні навантаження негативно впливають на здоров'я учнів, викликаючи дезадаптацію, хронічну перевтому, провокуючи ріст

захворювань. Зниження рівня здоров'я, як правило, призводить до труднощів у навчанні, особливо якщо в школі не створені умови для нормальної життєдіяльності організму учня. Спеціалісти з вікової фізіології відзначають зростання кількості дітей, не здатних без особливого напруження адаптуватися до шкільних навантажень, та вважають, що на теперішній час труднощі у навчанні мають 15-40% школярів. Зрозуміло, що успішно і повністю опанувати шкільну програму без надмірної напруги в змозі тільки здорова дитина.

Загальновідомо, що початок систематичного навчання у школі є стресогенним фактором, незалежно від того, у якому віці починається навчання. Тому однією з характерних особливостей навчання учнів молодших класів є необхідність адаптації дитини до школи, процес якої у деяких дітей може тривати більше року і здійснюється на такими напрямками: адаптація до систематичного навчання, до особистості вчителя та його індивідуального стилю взаємодії, соціально-психологічна адаптація до колективу класу та школи, адаптація до достатньо жорсткого розпорядку життя [2, с.100].

Перехід дитини до режиму шкільного навчання викликає глибоку функціональну перебудову в його організмі, адже будь-які впливи опосередковуються функціональними можливостями організму дитини, і в першу чергу мозку, та дають виражений формуючий і розвиваючий ефект. В 7-8 років змінюються базові механізми організації усіх психічних функцій, зростає напруга адаптаційних процесів [3, с.199].

Якщо дитина у цей важкий для неї період додатково ще й займається у спортивних секціях, то досить актуальним стає питання про характер впливу додаткових фізичних навантажень на її організм, який ще недостатньо сформований і тому особливо чутливий до зовнішніх впливів. Адже обмежене фізичне навантаження мало впливає на розвиток, а надмірне – пригнічує.

Навчальна діяльність дітей і підлітків – це розумова діяльність, в основі якої лежать фізіологічні процеси сприйняття і обробки інформації, пам'яті, мислення, що базуються на взаємодії нейронних популяцій мозку. Дослідженнями останнього часу [4; 5] показано залежність успішності навчання учнів молодшого шкільного віку від ступеню розвитку кори та стовбурових структур головного мозку. Зважаючи на те, що коркові нейрони мають певну межу працездатності, а надмірні навантаження викликають їхнє функціональне виснаження та стомлення, нашу увагу привернули учні молодшого шкільного віку, які одночасно із навчанням у школі займаються гімнастикою у спортивних секціях, а отже, отримують додаткове фізичне навантаження. Низка досліджень [6–10] дала змогу вважати додаткові фізичні навантаження одним з шляхів покращання показників розумової діяльності в процесі навчання. Результатами вивчення механізмів впливу фізичних навантажень на розумову працездатність стали загальні позитивні висновки про покращення різних сторін розумової діяльності під впливом занять спортом і фізичними вправами. Але літературні дані розрізнені, часто не підтверджуються достатньо об'єктивним матеріалом фізіологічних досліджень, а в деяких випадках мають суперечливий характер. До того ж більшість досліджень проведено на старших вікових категоріях обстежених, зокрема студентах. В той же час для

сучасного спорту характерним є початок тренувань у дуже молодому віці. Діти приходять в спортивні школи у 5-6 років, а інколи і у 4-річному віці, тобто ще до початку систематичних занять в школі. Отже, питання адаптації дітей, що займаються спортом, до високих шкільних вимог у такий сенситивний період онтогенезу залишаються недостатньо вивченими.

Тому метою нашого дослідження стало вивчення характеристик психофізіологічних властивостей молодших школярів, що займаються гімнастикою, як відображення їх адаптаційних можливостей до навчальних навантажень .

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ

Дослідження проводилося на репрезентативних об'ємах вибірки. Обстежено 180 учнів віком молодшого шкільного віку, з яких було виділено дві групи. До контрольної групи увійшли 94 учня загальноосвітніх шкіл м. Херсону, які не займалися у спортивних секціях, але були фізично здоровими. Другу групу ("гімнасти") склали 86 школярів, які займалися гімнастикою у профільних навчальних закладах (ДЮСШ) додатково до занять у школі. Всі діти-спортсмени тренувались у вибраному виді спорту не менше року і мали спортивну кваліфікацію. Дослідження проводилися у жовтні – листопаді, тобто на початку навчального року, коли у дітей ще не виникає перевтомлення.

Обстеження проводили в режимі експрес-діагностики за спеціальною комп'ютерною програмою, розробленою на кафедрі ФЛТ Київського університету, яка дозволяє визначити низку параметрів психофізіологічних функцій. Визначалася точність реакції на рухомий об'єкт (РРО) та функціональний стан ЦНС, який оцінювали за такими критеріями, як функціональний рівень системи (ФРС), що відображає рівень функціонування регуляторних систем мозку, та рівень функціональних можливостей (РФМ). Дані показники визначалися для простих рухових реакцій за методикою Т.Д. Лоскутової.

Проведено дослідження властивостей уваги (обсяг, продуктивність, переключення і розподіл) та короткочасної зорової пам'яті (на слова, склади, числа і фігури) за допомогою стандартних бланкових методик.

Успішність навчання (УН) оцінювали за умовною десятибальною системою. Враховували успішність з основних у молодшій школі предметів: математика, письмо, читання. Середній бал (СБ) успішності обчислювали за результатами навчального року. Успішність за такими предметами, як природознавство, малювання, співи, праця та фізкультура не враховувалася.

Статистична обробка результатів дослідження виконувалася за методами параметричної та непараметричної статистики.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Порівняльний аналіз параметрів ФРС та РФМ протягом досліджуваного вікового періоду (7-9 років) свідчить про поступове зростання кількісних характеристик як у дітей контрольної групи, так і у групі гімнастів, причому темпи цього зростання особливо інтенсивні у 9-тирічному віці. В обох групах параметри

ФРС та РФМ 9-річних школярів були статистично ($p < 0,05$) більш високими у порівнянні із школярами 7-ми та 8-ми років.

Дослідження середніх значень показників ФРС та РФМ у групи гімнастів не виявило статистично достовірних відмінностей від показників дітей контрольної групи, що свідчить, на нашу думку, про достатньо високі адаптаційні можливості дитячого організму до додаткових фізичних навантажень.

Точність РРО, яку можна вважати одним з "швидкісних" показників нейродинамічних функцій, покращувалася з віком в усіх групах школярів, що приймали участь у дослідженнях. Це свідчить про поступовий розвиток зорово-моторної координації, тобто, відбувається формування моторної програми. Однак якщо у 7-річному віці показники точності реакції на рухомий об'єкт школярів, які спортом не займаються, та школярів-гімнастів статистично не відрізнялися, то вже починаючи з 8-річного віку гімнасти показували вірогідно кращі ($p < 0,05$) результати. За літературними даними [3, с.198], дуже важливий момент в онтогенетичному розвитку центрального механізму управління рухами – програмування рухів і у просторі, і у часі – відмічений у 9-ти річних дітей. Отримані нами дані свідчать про те, що у дітей, які займаються гімнастикою, суттєві зміни механізмів регуляції довільних рухів відбуваються раніше, у 8 років.

Зважаючи на те, що зорово-моторні координації є однією з найважливіших інтегративних функцій, які визначають формування базисних навчальних навичок [3, с.255], можна припустити, діти-гімнасти швидше адаптуються до високих шкільних вимог до організації та регуляції рухів руки, пов'язаних з навчанням письма. Додатковим доказом вказаному є вищий рівень навчальних досягнень з письма у гімнастів. Отримані результати статистично достовірні з 95% вірогідністю.

Вивчення динаміки показників уваги учнів молодшого шкільного віку виявило, що цей період онтогенезу характеризується прогресивним, хоча і гетерохронним, розвитком довільної уваги. Вікова динаміка функції уваги (обсягу, продуктивності, розподілу та швидкості переключення) у дітей, що мають додаткові фізичні навантаження, і в тих, які їх не мають – однакова. Однак у гімнастів параметри характеристик уваги були більшими. Темпи розвитку властивостей уваги в дітей-спортсменів, на відміну від тих, які в секціях не займалися, характеризувалися більшою інтенсивністю та виразністю. Особливо це спостерігалось у гімнастів 8-ми та 9-тирічного віку. З досліджуваних характеристик уваги у гімнастів найкращими були розподіл та швидкість переключення уваги. Можливо, це пов'язано з тим, що гімнастика пред'являє дуже високі вимоги до здатності людини вибірково реагувати на подразники, які раптово з'являються, та виконувати рухи у підвищеному темпі, в умовах, що швидко змінюються. Від спортсмена вимагається швидка та точна диференціація рухових реакцій та розвинута здібність до негайного гальмування непотрібних рухів. Можна припустити, що кращі характеристики уваги у гімнастів зумовлені більш активним характером процесу сприйняття, який забезпечується у них більш прогресивним розвитком зорово-моторної координації.

Дані нашого дослідження цілком узгоджуються з літературними даними про зміни, які відбуваються в організмі дитини, а саме у нервовій системі, в період молодшого шкільного віку. Удосконалюється нейронна організація кори великих

півкуль, продовжується подальше формування ансамблів нервових клітин, з якими пов'язане здійснення інтегративних процесів. У корково-підкірковій взаємодії очолює кора, її дозрівання приводить до виражених перебудов нейрофізіологічних механізмів, відповідальних за сприйняття зовнішньої інформації і довільну регуляцію функцій. До третього класу, коли нейрофізіологічні механізми уваги, особливо довільної, досягають значної зрілості, усі показники уваги поліпшуються. Удосконалювання механізмів довільної уваги сприяє здійсненню контролю за діями, що відбуваються одночасно. Однак ці зміни відбуваються не самі по собі. Дозрівання функцій мозку тільки створює основу для розвитку уваги, а розвивається вона в процесі навчальної діяльності [11]. І ми вважаємо, що додаткові фізичні навантаження можуть вносити корективи у розвиток, здійснюючи помітний вплив змісту індивідуального досвіду на механізми, які склалися у відповідності до онтогенетичної програми.

Виявлено також, що у гімнастів молодшого шкільного віку, як і у учнів контрольної групи, відбувається прогресивний розвиток короткочасної зорової пам'яті. Була виявлена чітка залежність показників обсягу пам'яті від виду матеріалу, який надався для запам'ятовування (геометричні фігури, слова, числа та беззмстовні склади). У школярів і контрольної і експериментальної груп обсяг пам'яті залежав від складності пред'явленої для запам'ятовування інформації: він був більш високим при запам'ятовуванні простого матеріалу – фігури і слова, і більш низьким за умов пред'явлення складнішого матеріалу – беззмстовних складів.

Отримані нами дані збігаються з даними літератури, що у дітей молодшого шкільного віку відбувається переключення системи пам'яті на інший рівень – від безпосереднього запам'ятовування, яке властиве дошкільнятам, до запам'ятовування, опередкованого конкретними змістовними завданнями [3, с.193], та збільшення ваги вербальної пам'яті. Однак у гімнастів параметри пам'яті на геометричні фігури та слова були вірогідно вищими у порівнянні із однолітками, які спортом не займаються, що свідчить про більш прогресивний розвиток мнемічної функції, очевидно, обумовлений впливом динамічного фізичного навантаження, тобто специфікою виду спорту, яким займається дитина додатково до занять у школі.

В літературі висловлюється думка, що процес формування пам'яті обумовлений не тільки дозріванням мозку, а й пов'язаний з навчанням, під час якого відбувається тренування мнемічної діяльності та засвоєння раціональних прийомів запам'ятовування [12; 13]. На нашу думку, вищі показники пам'яті у гімнастів свідчать, що у них підвищується якість мимовільного запам'ятовування, яке відбувається на основі осмислення матеріалу, а не його формального повторення. Це і створює передумови для успішної навчальної діяльності школярів-спортсменів.

Аналіз УН учнів контрольної групи виявив незначні статистично недостовірні відмінності середнього балу протягом досліджуваного періоду, що цілком узгоджуються з літературними даними про дещо хвилеподібний характер динаміки успішності навчання молодших школярів [5]. У гімнастів, на відміну від контролю, спостерігалось односпрямоване зростання рівня УН з віком, особливо з математики та письма. Ми вважаємо отримані результати свідченням того, що заняття фізичною культурою є одним з важливих факторів ефективної адаптації учнів до школи [14;

15], а саме - акробатичні вправи розвивають точність та координацію рухів і сприяють більш ранньому оволодінню навичками письма, суворо регламентований розпорядок дня, до якого діти звикли ще до початку систематичних занять у школі, сприяє більш раціональному використуванню часу, що відведено для навчання.

Аналіз успішності навчання за відносною кількістю учнів, що навчаються „відмінно, „добре” та „задовільно”, дозволив виявити, що кількість дітей, які займаються спортом та навчаються „задовільно”, неухильно з року в рік зменшувалася. Гімнасти, які мають додаткове фізичне навантаження, переважно навчалися „добре”. Це дозволяє зробити висновок про доцільність занять фізичною культурою і спортом як одного із важливих чинників, що позитивно впливають на успішність навчання молодших школярів.

За літературними даними, учні-відмінники характеризуються найвищими показниками розвитку властивостей психофізіологічних функцій [4; 5]. Нас зацікавило, що параметри функціонального рівня системи були більш високими у гімнастів, що навчаються „добре”. Отриманий результат можна вважати природним, оскільки він підтверджує вплив додаткового фізичного навантаження на організм дитини, і, на нашу думку, є ознакою втоми та відбиває підвищену психофізіологічну «ціну» значних успіхів у навчанні гімнастів-„відмінників” у порівнянні із тими, що навчаються „добре”.

ВИСНОВКИ

1. Рівень функціонального стану ЦНС, оцінюваний за характеристиками функціонального рівня системи (ФРС), що відображає рівень функціонування регуляторних систем мозку, та рівня функціональних можливостей (РФМ), у гімнастів молодшого шкільного віку знаходиться в межах вікових норм. Але вищі параметри функціонального рівня системи у гімнастів, що навчаються „добре”, свідчать про підвищену психофізіологічну «ціну» значних успіхів у навчанні гімнастів-„відмінників”.
2. Точність реакції на рухомий об'єкт школярів-гімнастів статистично вірогідно краща ($p < 0,05$) вже починаючи з 8-річного віку, що свідчить про більш раній початок суттєвих змін механізмів регуляції довільних рухів. Отже, діти-гімнасти швидше адаптуються до високих шкільних вимог до організації та регуляції рухів руки, пов'язаних з навчанням письма. Додатковим доказом вказаному є вищий рівень навчальних досягнень з письма ($p < 0,05$) гімнастів у порівнянні із контрольною групою.
3. У гімнастів 8-ми- та 9-тирічного віку параметри досліджуваних характеристик уваги були більшими ($p < 0,05$). Найкращими були розподіл та швидкість переключення уваги. Кращі характеристики уваги у гімнастів зумовлені більш активним характером процесу сприйняття, який забезпечується у них більш прогресивним розвитком зорово-моторної координації. Отже, додаткові фізичні навантаження можуть вносити корективи у розвиток, здійснюючи помітний вплив змісту індивідуального досвіду на механізми, які склалися у відповідності до онтогенетичної програми.

4. Успішність навчання гімнастів молодшого шкільного віку вірогідно вища, ніж у їх одноліток, що спортом не займаються. Показово, що кількість дітей, які займаються спортом та навчаються „задовільно”, неухильно з року в рік зменшувалася. Це свідчить про доцільність занять фізичною культурою і спортом як одного із важливих чинників, що позитивно впливають на успішність навчання молодших школярів. Очевидно, додаткові фізичні навантаження, які отримують молодші школярі, що займаються гімнастикою, не справляють помітного негативного впливу на організм дитини. Навпаки, у наш час майже тотальної гіподинамії переключення з розумової діяльності на фізичну (а юні спортсмени мають тренування протягом 1,5 години щодня) дозволяє, по-перше, підтримувати та поліпшувати життєдіяльність організму в цілому, а по-друге, вдосконалювати координаційні механізми його функціонування.
5. Отримані результати доводять, що заняття спортом підвищують рівень адаптації молодших школярів до навчальних навантажень і можуть служити базою для оптимізації засобів і методів виховання та навчання, що спираються на знання вікових особливостей і можливостей організму школярів.

Список літератури

1. Балл Г.О. Психологічні засади становлення гуманітарно-орієнтованої освіти (концепції комплексного дослідження) / Г.О. Балл // Актуальні проблеми психології: Наук. зап. Ін-ту психології ім. Г.С.Костюка АПН України. – К., 1999. – Вип. 19. – С. 29–36.
2. Кокун О.М. Оптимізація адаптаційних можливостей людини: психофізіологічний аспект забезпечення діяльності: [Монографія] / Кокун О.М. – К.: Миленіум, 2004. – 265 с.
3. Безруких М.М. Психофізіологія ребенка: Учеб. пособие / М.М. Безруких, Н.В. Дубровинская, Д.А. Фарбер. – 2-е изд., доп. – М.:Издательство Московского психолого-социального института; Воронеж: Издательство НПО "МОДЭК", 2005. – 496 с. – (Серия "Библиотека психолога").
4. Борейко Т.І. Стан властивостей основних нервових процесів, пам'яті, уваги, успішності навчання у дітей молодшого шкільного віку : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. мед. наук / Т.І. Борейко – К., 1993. – 20 с.
5. Куценко Т.В. Стан психофізіологічних функцій у дітей молодшого шкільного віку : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук : 03.00.13 «Фізіологія людини та тварин» / Т.В. Куценко – К., 2000. – 18 с.
6. Бачериков Н.Е. Влияние занятий по физическому воспитанию на психофизиологическое состояние студентов в период обучения / Н.Е. Бачериков, Э.И. Добромиль // Физическая культура в научной организации учебного труда студентов педагогического института: Тр. Московского пед. ин-та им. Ленина. – М., 1981. – С.15–28.
7. Іванюра І.О. Динаміка формування властивостей основних нервових процесів і деяких психофізіологічних функцій у учнів середнього шкільного віку під впливом тривалих фізичних навантажень / І.О. Іванюра, Н.С. Лебедева, С.М. Поліщук // Матеріали симпозиуму "Особливості формування та становлення психофізіологічних функцій в онтогенезі". – Київ-Черкаси. – 1995. – С. 28.
8. Лизогуб В.С. Онтогенез психофізіологічних функцій людини : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. біол. наук / В.С. Лизогуб – Черкаси, 2001. – 36 с.
9. Маглеваний А.В. Влияние физической нагрузки «до отказа» на умственную работоспособность студентов с различным уровнем двигательной активности / А.В. Маглеваний // Физиол. Журнал. – 1991. – Т. 37, № 27. – С. 98–102.
10. Харченко Д.М. Успішність навчання та спортивна кваліфікація у студентів з різними властивостями основних нервових процесів / Д.М. Харченко // Вісник Черкаського університету. Актуальні проблеми фізіології. – 1998. – Вип.ІІ. – С. 117–120.

11. Фарбер Д.А. Физиология Школьника / Фарбер Д.А., Корниенко И.А., Сонькин В.Д. – М.: Педагогика, 1990. – 64 с.
12. Антонова И.П. Особенности развития памяти у детей 6-7 лет в процессе обучения / И.П. Антонова // Вопросы психол. – 1985. – № 5. – С.151–158.
13. Лукьяненко Г.Ф. Память и скорость реакций у детей 7-9 лет / Г.Ф. Лукьяненко // Физиол. журн. – 1981. – 27, № 4. – С.552–554.
14. Клименко В.В. Розроблення норм психічного розвитку дитини / В.В. Клименко // Актуальні проблеми сучасної української психології. До 60-річчя від дня народження академіка С.Д.Максименка: Наук. зап. Ін-ту психології ім. Г.С.Костюка АПН України / За ред. Н.В.Чепелевої. – К.: Нора-прінт. – 2002. – Вип. 22. – С. 106–118
15. Сиваков В.И. Теоретико-методическое обоснование психического состояния школьников в процессе физического воспитания и спорта / Сиваков В.И. – Челябинск, 2001. – 169 с.

Запорожец Е.П. Психофизиологические аспекты адаптации гимнастов младшего школьного возраста к учебным нагрузкам / Е.П. Запорожец // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2011. – Т. 24 (63), № 1. – С.26-33

Данная статья посвящена изучению особенностей психофизиологических свойств детей младшего школьного возраста, которые занимаются гимнастикой. Определено, что у детей, занимающихся спортом, уровень функционального состояния ЦНС находится в пределах возрастных норм, однако наблюдалось достоверное улучшение точности реакции на движущийся объект, характеристик памяти и внимания, а также более высокая успеваемость по сравнению с ровесниками контрольной группы. Выявлено, что занятия спортом повышают уровень адаптации младших школьников к учебным нагрузкам.

Ключевые слова: центральная нервная система, функциональное состояние, функциональная подвижность нервных процессов, память, внимание, успеваемость, адаптационные возможности, учебные нагрузки.

Zaporozhets O.P. Psychophysiological aspects of adaption of junior school gymnasts to educational loads / O.P. Zaporozhets // Scientific Notes of Taurida V.Vernadsky National University. – Series: Biology, chemistry. – 2011. – Vol. 24 (63), No. 1. – P. 26-33.

This article presents the analysis of psychophysiological characteristics of junior schoolchildren going in for gymnastics. How it has been established, the functional state level of central nervous system of children going in for sport is in keeping with limits of age norms. These children showed the reliable improving of the response precision on moving objects, memory and attention parameters and also higher successfulness of studies compared with their contemporaries in the control group. Also it has been showed, the sports studies improve an adaptation level of junior schoolchildren to educational loads.

Keywords: central nervous system, functional state, functional mobility of nervous processes, memory, attention, successfulness of studies, adaptational possibilities, educational loads.

Поступила в редакцию 21.03.2011 г.

УДК 574.3+582.29

**ЛИХЕНОИНДИКАЦИЯ СТЕПЕНИ АЭРОТЕХНОГЕННОГО
ЗАГРЯЗНЕНИЯ В УРБОЭКОСИСТЕМАХ НА ПРИМЕРЕ
XANTHORIA PARIETINA (L.) BELT.**

Ибрагимова Э.Э.

*РВУЗ «Крымский инженерно-педагогический университет», Симферополь, Украина
E-mail: evelina_biol@mail.ru*

Проведен сравнительный анализ состояния популяций *Xanthoria parietina* (L.) Belt. при разных уровнях аэротехногенного загрязнения. В районе автотрассы обнаружено ухудшение жизненного состояния талломов *X. parietina*, проявляющееся в снижении степени проективного покрытия, уменьшении площади талломов при увеличении степени их повреждения.

Ключевые слова: *Xanthoria parietina* (L.) Belt., таллом, лишайник, проективное покрытие, аэротехногенное загрязнение.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время главным разрушающим фактором фитоценозов является антропогенный [1] и, прежде всего, техногенный фактор. Под влиянием газопылевых выбросов, загрязняющих атмосферный воздух и почву, происходит нарушение, и даже полное уничтожение естественных фитоценозов и образование техногенных геохимических провинций [2].

Одним из основных инструментов, позволяющих сохранить и обеспечить условия, необходимые для существования человека и других живых организмов, является экологический мониторинг. Существующая в настоящее время система мониторинга загрязнения окружающей среды базируется на использовании химических методов анализа, не позволяющих оценить истинную опасность различных загрязнителей на биоценотический компонент экосистем. В таких условиях все большее значение приобретают биологические методы, основанные на использовании биологических объектов и позволяющие получить интегральную оценку экологической ситуации [3]. В связи с этим разработанная в настоящее время концепция комплексного экологического мониторинга природной среды в качестве обязательного компонента включает в себя биологический мониторинг, основанный на оценке непосредственного воздействия загрязнителей природной среды на биоту [4].

Проблема загрязнения природной окружающей среды является актуальной для Крыма. До 70–80 % загрязнений атмосферы Крыма приходится на автотранспорт, выхлопные газы которого составляют продукты полного и неполного сгорания топлива автомобилей [5, 6] и поставляют в воздух более 200 различных веществ [7].

При оценке качества воздушного бассейна широко используется группа низших растений – лишайники [8–10], так как многие из них чувствительны к выбросам автотранспортных средств [11] и относительно низким концентрациям промышленных загрязнений, особенно двуокиси серы, оксидов азота, озона, фторидов [12, 13]. От состояния чистоты атмосферного воздуха зависит видовой состав и обилие лишайников на стволах деревьев. Лишайники относятся к организмам, чутко реагирующим на стрессовое воздействие. По данным Ходосовцевой Ю.А. из 134 видов лишайников, обнаруженных в урбанизированных экосистемах Ялтинского амфитеатра, в зонах выброса автотранспортных средств встречается 14 видов [11]. В связи с этим повышенная реакция лишайников на загрязнение воздуха положена в основу метода лишеноиндикации по обилию, проективному покрытию и видовому составу этих симбиотических организмов [14]. Изучение распределения лишайников по изучаемой территории позволяет сравнить видовой и качественный состав лишайников по степени удаленности от очагов загрязнения, что наглядно отражает распределение видов, степень их чувствительности, а значит и степень загрязненности территории [11, 15, 16].

В связи с этим целью нашего исследования явилась лишеноиндикация аэротехногенного загрязнения в урбоэкосистемах на примере *Xanthoria parietina* (L.) Belt.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование проводилось на территории г. Симферополя, где были выделены биотопы, характеризующиеся различной степенью аэротехногенного загрязнения. 1 биотоп – территория Гагаринского парка (условный контроль), 2 – ул. Кечкеметская, характеризующаяся высокой автотранспортной нагрузкой [17]. В указанных биотопах закладывали пробные площадки размером 20x20 м, на которых учитывали количество деревьев и степень проективного покрытия эпифитных лишайников. В качестве объекта исследования использовали ксанторию настенную, или стенную золотнянку – *Xanthoria parietina* (L.) Belt., так как данный вид широко распространен в урбоэкосистемах в силу своей полеотолерантности [9]. Определение лишайников и деревьев проводили по справочникам-определителям [18, 19]. Учет эпифитов осуществляли на деревьях среднего возраста, так как на молодых деревьях лишайники поселяются не сразу [9]. В указанных биотопах определяли количество талломов *X. parietina* на деревьях. Для сравнения степени загрязненности воздуха исследуемых территорий, был проведен подсчет количества лишайников, растущих на 1 м² площади боковой поверхности дерева. При учете степени покрытия лишайника-эпифита использовали сеточки-рамки размером 10x10 см. Покрытие лишайниками определяли от основания ствола до высоты 1,5 м с северной экспозиции. Учитывали следующие показатели:

1. степень покрытия. Покрытие определяли по 5-балльной шкале: 1 балл – 1-5%; 2 балла – 6–20%; 3 балла – 21–40%; 4 балла – 41–65%; 5 баллов – 66–100% [9];
2. площадь таллома, так как рост лишайников – очень чувствительный индикатор состояния воздуха [20].

3. степень повреждения таллома. За критерий токсического действия аэрополлютантов принимали долю поврежденной части таллома (%) от его общей поверхности. Отмершие части определяли по изменению окраски таллома в белый и серый цвет, так как погибшие талломы лишены зеленых и сине-зеленых пигментов [21].

Статистическую обработку экспериментальных данных проводили по Плохинскому Н.А. [22] с помощью пакета прикладных программ «Microsoft Excel 2000».

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ количественного состава исследованного вида лишайника показал, что в изученных биотопах в качестве субстрата предпочтение отдается листовенным, а не хвойным породам. Среди листовенных пород наибольшим проективным покрытием характеризовались представители семейства *Aceraceae*. Аналогичная закономерность отмечена в ряде работ. В частности установлено, что развитие лишайниковых сообществ может зависеть от места произрастания дерева или куста и доминирующими видами по степени проективного покрытия являются осина (*Populus tremuloides* и *P. tremula*), клен (*Acer circinatum*), слива (*Prunus spinosa*), ива (*Salix* spp. и *S. caprea*) [23–26].

На пробной площади в контрольном биотопе произрастало 26 деревьев, на 18 из которых обнаружены талломы *X. parietina*, из них 11 деревьев явились представителями рода *Acer* L., 3 – *Juglans* L., 3 – *Fraxinus* L., 1 – *Salix* L. Частота встречаемости *X. parietina* в контрольном биотопе составила 69,23 %. Все деревья характеризовались высокой степенью проективного покрытия – 47–85 %, что соответствует 4–5 баллам по 5-балльной шкале оценивания. Площадь таллома колебалась в пределах 4,52–24,62 см². Лишайники, растущие в парковой зоне, имели ярко-желтую окраску таллома, в центре которого были сосредоточены многочисленные апотеции.

В опытном биотопе, по сравнению с контрольным, были зарегистрированы существенные отличия, как по степени проективного покрытия, так и по площади талломов (табл. 1).

Таблица 1
Сравнительные показатели *Xanthoria parietina* (L.) Belt., произрастающих в экотопах с различной степенью антропогенного загрязнения

Вариант исследования	Степень проективного покрытия, %	Балл	Площадь таллома, см ²	Степень повреждения таллома, %
Контроль	60,13±3,02	4	17,80±1,68	0,34±0,09
Трасса	13,69±1,55*	2	4,06±0,70*	14,00±2,79*

Примечание: отличия от контроля достоверны при * – $p < 0,001$.

На пробной площади произрастало 17 деревьев, на 9 из которых обнаружен исследуемый вид эпифита. Частота встречаемости *X. Parietina* составила 52,94 %.

Как и в контрольном экотопе доминирующими видами явились представители рода *Acer* L. – 5 деревьев, *Juglans regia* L. – 2, *Armeniaca vulgaris* L. и *Prunus divaricata* Ledeb. – по 1 экземпляру. Степень проективного покрытия низкая, составляла в среднем 13,69 %, что соответствует 2 баллам по 5-балльной шкале оценивания. Площадь талломов колебалась в диапазоне 1,13–5,31 см². Лишайники характеризовались очень мелкими, угнетенными талломами со значительной долей повреждения (5,0–22,5 %). Следует отметить, что лишайники, растущие на деревьях вдоль автотрассы, отличались грязно-желтой или серой окраской и имели трудно отделимые от коры деревьев, ломкие талломы. Данное явление, по-видимому, является результатом отрицательного влияния аэрополлютантов, содержащихся в выбросах автотранспортных средств.

Сравнивая полученные данные можно заключить, что экологическая обстановка в парковой зоне довольно благополучная. Экологическое состояние района автотрассы по ул. Кечкеметской намного хуже чем, состояние окружающего воздуха в контрольном биотопе, о чем свидетельствует ухудшение жизненного состояния талломов *X. parietina*, проявляющееся в снижении степени проективного покрытия, уменьшении площади талломов при увеличении степени их повреждения. Полученные данные согласуются с литературными. В исследованиях Суетиной Ю.Г. с соавторами [27] при анализе плотности и возрастной структуры популяций *X. parietina* в урбоэкосистемах было установлено, что изменение плотности популяции *X. parietina* отражает различную степень антропогенной нагрузки и является эффективным показателем при лихеноиндикационном зонировании территории.

ВЫВОДЫ

1. Выявлена значимая зависимость показателя степени проективного покрытия *Xanthoria parietina* (L.) Belt., площади талломов и степени их повреждения от уровня антропогенной нагрузки.
2. Угнетение жизненного состояния популяций *Xanthoria parietina* (L.) Belt., произрастающих на деревьях вдоль автотрассы по сравнению с контрольными, свидетельствует о ухудшении качества атмосферного воздуха.
3. Информация, полученная в отношении исследованного набора признаков, дает возможность охарактеризовать уровень состояния симбиотического организма в целом, а также оценить суммарное воздействие комплекса аэротехногенных поллютантов, что позволяет дать экологическую оценку качества окружающей природной среды.

Список литературы

1. Vegetation on hill slopes in southern Wello Ethiopia: Degradation and regeneration / K. Tekle, I. Backeus, J. Skoglund [et al.] // Nord. J. Bot. – 1997. – Vol.17. – № 5. – P. 483–493.
2. Hutchinson T.C. Persistence of metal stress in a forested ecosystem near Sudbury, 66 years after closure of the O'Donnell roast bed: [Pap.] Mining and Metals Environ.: 10 th Int. Conf., Hamburg, Sept. 18-21, 1995 / T.C. Hutchinson, S.M. Sheend // J. Geochem. Explor. – 1997. – Vol. 58, № 2–3. – P. 323–330.

3. Ибрагимова Э.Э. Фитоиндикация как перспективный метод в экологических исследованиях / Э.Э. Ибрагимова // Человек–Природа–Общество: теория и практика безопасности жизнедеятельности, экологии и валеологии. Выпуск 1. – Симферополь, 2008. – С. 46–49.
4. Бадтиев Ю.С. Биоиндикация – малозатратный и эффективный метод познания / Ю.С. Бадтиев, А.А. Кулемин // Экологический вестник России. – 2001. – № 1. – С. 38–41.
5. Шибанов С.Э. Основные экологические проблемы Крыма / С.Э. Шибанов // Матер. II Міжн. наук.-практ. конф. “Сучасні наукові дослідження – 2006”. – Т. 18. – Екологія. – Д.: Наука і освіта, 2006. – С. 24–26.
6. Экология Крыма. Справочное пособие / Под ред. Н.В. Багрова и В.А. Бокова. – С.: Крымское учеб.-педагогич. гос-ное изд-во, 2003. – 360 с.
7. География Крыма: Учеб. пособ. для учащ. общеобразоват. учеб. заведений / Л.А. Багрова, В.А. Боков, Н.В. Багров. – К.: Лыбидь, 2001. – 304 с.
8. Инсарова И.Д. Сравнительные оценки чувствительности эпифитных лишайников различных видов к загрязнению воздуха / И.Д. Инсарова, Г.Э. Инсаров // Проблемы экологического мониторинга и моделирование экосистем. – Л.: Гидрометеоздат, 1989. – Т. 12. – С. 113–175.
9. Закутнова В.И. Лишайники в экологическом мониторинге Астраханского региона / В.И. Закутнова // Вестник ОГУ. – 2004. – № 4. – С. 100–108.
10. Мэннинг У.Дж. Биомониторинг загрязнения атмосферы с помощью растений / У.Дж. Мэннинг, У.А. Федер. – М.: Гидрометеоздат, 1985. – 143 с.
11. Ходосовцева Ю.А. Ліхеноіндикаційне картування урбанізованих ландшафтів Ялтинського амфітеатру (Крим) / Ю.А. Ходосовцева // Чорноморський ботаничний журнал. – 2009. – Т. 5, № 2. – С. 207–218.
12. Bates J.W. Epiphyte recolonization of oaks along a gradient of air pollution in south East England, 1979 – 1990. / J.W. Bates, J.N.V. Bell, A.M. Farmer // Environmental Pollution. – 1990. – Vol. 68. – P. 81–99.
13. Бязров Л.Г. Эпифитные лишайниковые синузии в березовых лесах Восточно-уральского радиоактивного следа / Л.Г. Бязров // Экологические последствия радиоактивного загрязнения на Южном Урале. – М.: Наука, 1993. – С. 134–155.
14. Мониторинг природных сред и объектов / [Под ред. Т.Я. Ашихминой]. – Киров: Старая Вятка, 2006. – 252 с.
15. Лиштва А.В. Лихенология : учеб.-метод. пособие / Лиштва А.В. – Иркутск: Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2007. – 121 с.
16. Ходосовцева Ю.А. Ліхеноіндикаційна оцінка якості атмосферного повітря рекреаційних ландшафтів Ялтинського амфітеатру / Ю.А. Ходосовцева // Чорноморський ботаничний журнал. – 2009. – Т. 5, № 3. – С. 397–405.
17. Ибрагимова Э.Э. Влияние техногенного стресса на жизнеспособность пыльцы и семян Асера platanoides / Э.Э. Ибрагимова, Д.В. Баличиева // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2006. – Т. 19 (58), №2. – С. 17–25.
18. Водоросли, лишайники и мохообразные СССР / [Л.В. Гарибова, Ю.К. Дундин, Т.Ф. Коптяева, В.Р. Филлин] – М.: Мысль, 1978. – 365 с.
19. Деревья и кустарники. Покрытосеменные. Справочник / [отв. ред. Л.И. Рубцов]. – К.: Наукова думка, 1974. – 592 с.
20. Масленникова Л.А. Состояние лишайников курорта Шмаковка Приморского края / Л.А. Масленникова, Н.Л. Гречко // Российская Академия Естествознания Научный журнал «Фундаментальные исследования». – 2008. – № 10. – Режим доступа к журн.: www.rae.ru
21. Бязров Л. Г. Лишайники в экологическом мониторинге / Бязров Л. Г. – М.: Научный мир, 2002. – 336 с.
22. Плохинский Н.А. Биометрия / Плохинский Н.А. – М.: МГУ, 1970. – 367 с.
23. Benedict J.B. Radial Growth and Habitat Selection by Morphologically Similar Chemotypes of Xanthoparmelia / J.B. Benedict, T.H. Nash // The Bryologist. – 1990. – Vol. 93, No 3. – P. 319–327.
24. Kuusinen M. Epiphytic Lichen Diversity on Salix caprea and Populus tremula in Old-growth Forests of Finland / M. Kuusinen // Mitt. Eidgenoss. Forsch. anst. Wald schnee Landsch, – 1995. – Vol. 70, № 1. – P. 125–132.
25. Ferry B.W. Distribution and succession of lichens associated with Prunus spinosa at Dungeness, England / B.W. Ferry, E. Lodge // Lichenologist. – 1996. – Vol. 28, № 2. – P. 129–142.

26. Ruchty A. Changes in Epiphyte Communities as Shrub, *Acer circinatum*, Develops and Ages / A. Ruchty, A.L. Rosso, B. McCune // *The Bryologist*. – 2001. – Vol. 104, № 2. – P. 274–281.
27. Популяционное исследование *Xanthoria parietina* (L.) th. fr. в городах при разной степени загрязнения среды / Ю.Г. Суетина, Н.В. Глогов, Д.И. Милютина [и др.] // *Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Серия: Биология*. – 2005. – № 1. – С. 197–205.

Ібрагімова Е.Е. Ліхеноіндикації ступеня аеротехногенного забруднення у урбоєкосістемі на прикладі *Xanthoria parietina* (L.) Belt. / Е.Е. Ібрагімова // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2011. – Т. 24 (63), № 1. – С. 34-39.

Проведено порівняльний аналіз стану популяцій *Xanthoria parietina* (L.) Belt. При різних рівнях аеротехногенного забруднення. У районі автотраси виявлено погіршення життєвого стану талломов *X. parietina*, що виявляється в зниженні ступеня проективного покриття, зменшення площі талломов при збільшенні ступеня їх пошкодження.

Ключові слова: *Xanthoria parietina* (L.) Belt., таллом, лишайник, проективне покриття, аеротехногенне забруднення.

Ibragimova E.E. Lichen indication of aerotechnogenic urboecosystem pollution degree in the example of *Xanthoria parietina* (L.) Belt / E.E. Ibragimova // Scientific Notes of Taurida V.I. Vernadsky National University. – Series: Biology, chemistry. – 2011. – Vol. 24 (63), No 1. – P. 34-39.

There given a comparative analysis of *Xanthoria parietina* (L.) Belt. population at different levels of aerotechnogenic pollution. In the highway area there was found the worsening living conditions of thallus of *X. parietina*, manifested in the reduction of a projective cover and reducing of the size of thallus with the increasing of the degree of their damage.

Keywords: *Xanthoria parietina* (L.) Belt., thallus, lichen, projective cover, aerotechnogenic pollution.

Поступила в редакцію 17.02.2011 г.

УДК 61 (092)

И.И. МЕЧНИКОВ. ФОРМИРОВАНИЕ НАУЧНОГО МИРОВОЗЗРЕНИЯ В ДЕТСКИЕ И ЮНОШЕСКИЕ ГОДЫ

Иваненко М.О.¹, Климова Е.М.², Кузьменко Е.В.¹

¹*Государственное учреждение «Институт медицинской радиологии им. С.П. Григорьева
НАМН Украины», Харьков, Украина*

²*НИИ биологии ХНУ имени В.Н. Каразина, Харьков, Украина*
E-mail: radimir 07@ meta.ua

Статья посвящена выдающемуся ученому, нобелевскому лауреату И.И. Мечникову трудами которого были заложены основы современного естествознания. Работа раскрывает этапы формирования научного мировоззрения в детские и юношеские годы, а также неизвестные факты жизни и творчества Мечникова И.И.

Ключевые слова: Мечников И.И., первые печатные работы.

ВВЕДЕНИЕ

В созвездии имен ученых, трудами которых заложены основы современного естествознания, уже столетие немеркнущим светом горит имя Ильи Ильича Мечникова. Даже среди классиков естествознания немного имен, не тускнеющих во времени; и совсем мало концепций, гипотез и теорий, которые бы век спустя оставались руководством к действию, а не памятником истории. Творческий путь Мечникова поражает своим внутренним единством. Эволюция его идей – поразительный пример неразрывной связи между теорией и практикой [1].

Стремление Мечникова к научным знаниям формировалось в детские и юношеские годы.

Родился Илья Ильич Мечников 15 мая 1845 г. в имении Панасовка в деревне Ивановка Купянского уезда Харьковской губернии в семье небогатого помещика. Детство и отрочество его протекали при крепостном праве в России. Родители его, умные и добрые люди, гуманно относились к своим крепостным, но общий колорит эпохи, все же, налагал печать на образ жизни.

В энциклопедии Брокгауз – Ефрон находится следующая заметка: «Мечниковы – дворянский род, происходящий от молдавского боярина и сапфария (мечника) Юрия Степановича, переехавшего в Россию в 1711 году с князем Кантемиром и получившего большое имение от Петра Первого. Его сын принял фамилию Мечников. Род Мечниковых внесен в VI и III части родословных книг Харьковской губернии» [2].

Отец Мечникова – Илья Иванович, гвардейский офицер эпикурейского склада характера, был человеком образованным, но он не оказал особого влияния на формирование умственного и духовного мира своих детей [3].

Мать Ильи Ильича – Эмилия Львовна, отличались живостью ума и характера, веселостью, отзывчивостью и глубокой добротой. Сам Илья Ильич говорил, что унаследовал свой духовный склад от матери. Эмилия Львовна, имела на него влияние и отношения их были полны нежной дружбы и доверия в течение всей жизни. Илья Ильич вспоминал мать с величайшей нежностью и глубокой признательностью за ту атмосферу чистоты, порядочности, тонкого ума и благожелательного отношения к людям, которая характерна была для семьи, и которая, поддерживалась в ней матерью.



Рис. 1 Портрет отца
И.И. Мечникова
(со старинной акварели работы
Вишневецкого).



Рис. 2 Портрет матери
И.И. Мечникова
(со старинной акварели работы
Вишневецкого).

В 1851 г. семья переехала в Харьков. В Харькове кругозор детей стал быстро расширяться. Для начального обучения Ильи и других детей нанимали гувернеров и учителей. Дети говорили по-французски и знали немного по-немецки.

В 1856 году после вступительных экзаменов Илья поступил сразу во 2-й класс харьковской гимназии. То было время, полное зарождающихся надежд, связанное с наступлением либерального начала царствования Александра II. В гимназии остались лишь незначительные следы николаевской эпохи с ее военной выправкой. Классические языки отступили на задний план, а на первый вышли история,

литература и особенно физико-естественные науки. Учителя стали сближаться с учениками, влиять на их общее развитие. Первый год учебы в гимназии Илья прилежно изучал все предметы и вскоре попал на золотую доску.

Под руководством учителя русского языка Парфёнова З.П., любимцем которого был Мечников, 12-летний ученик читал “Историю цивилизации Англии” Бокля, имевшую тогда большое влияние на русскую молодёжь. Основное положение автора, согласно которому человечество движется успехами положительного знания, глубоко запало в душу мальчика и ещё больше упрочило его стремление к науке. В третьем классе он сблизился с одним из товарищей – Богомоловым, также оказавшим сильное влияние на его дальнейшее развитие. Богомолов был сыном фабриканта красок. Старшие его братья в интересах предприятия занимались химией в Харьковском университете. Они ездили за границу и привозили оттуда новые идеи и запрещённые книги. Они сообщали их своему младшему брату, а тот в свою очередь, посвящал Илью, который, таким образом, познакомился с материализмом и с политическими теориями. Он читал “Полярную Звезду”, “Колокол” Герцена и многие другие запрещённые издания. О широте и глубине гуманитарных интересов Мечникова в тот период свидетельствует также его выпускное сочинение “О значении папской власти в средние века”. По отзыву специалистов, эта работа гимназиста могла составить честь и студенту исторического факультета [4].

В четвёртом классе он перестал заниматься предметами, казавшимися ему неинтересными, зато с жаром набросился на естественную историю, ботанику и геологию. Он перестал быть образцовым учеником, но стремление его к науке укреплялось всё больше.

Некоторое время Илья посещал воскресные школы и студенческие кружки, однако не был захвачен всеобщим увлечением политикой. Он чувствовал, что его настоящее, глубокое призвание – наука.

В 1858 году Богомолов уехал из Харькова и в пятом классе Илья подружился с другим товарищем –Зеленским В.В. Они горячо интересовались наукой, много читали. Впоследствии крупный зоолог, академик Зеленский В.В. писал: “... мы находили время для чтения серьёзных книг, научных сочинений; по известным научным вопросам составляли рефераты, устраивали диспуты...”[5]. Совершенно не удивительно, что Мечников И.И. был в первых рядах этих энтузиастов науки. Хорошо известна та яркая характеристика, которую дал этой эпохе ее «живой свидетель», Тимирязев К.А.: «Весна его личной жизни совпала с тем дуновением общей весны, которая пронеслась из края в край страны, пробуждая от умственного окования и спячки, сковывавших ее более четверти столетиям» [6].

Мечников пронес через всю свою жизнь безграничную веру в могущество науки, естествознания. В своих воспоминаниях он писал: «Убеденный в том, что наука способна доставить людям истинное счастье, и страстно любя ее, юноша с большим рвением и настойчивостью пошел по научной дороге»[7].

Всегда стремившийся к активному претворению в жизнь своих убеждений, Мечников И.И. организовал в гимназии “Союз науки”, члены которого должны были делать реферативные доклады на научные темы и даже издавать

энциклопедию. В этом кружке Мечников И.И. взял на себя трудную задачу познакомить товарищей с материалистической философией. Эта мысль настолько увлекла его, что, забросив школьные занятия, он стал изучать немецкий язык, чтобы в подлиннике читать классиков материализма – Фихте, Фейербаха, Бюхнера, Молешота. Гимназическое учение отошло на задний план, хотя благодаря своим способностям Илья продолжал быть хорошим учеником и удачно сдавал экзамены. В то время на книжный рынок поступало много переводных сочинений по естествознанию. Илья жадно читал их. Программа его будущей деятельности окончательно определилась, когда он в 15 лет прочёл в русском переводе сочинение Брона "Классы и порядки животного царства". Он впервые увидел стройную систему, в которой располагалась всё бесчисленное многообразие организмов. Теперь всё, что он знал о животном мире, приобретало новый смысл. Рыбы, земноводные, птицы, млекопитающие, вплоть до человека находили своё место в классах и подчинялись порядкам единой системы. На приложенных таблицах он впервые увидел мир микроскопических организмов: амёб, инфузорий и корненожек. Этот мир простейших произвёл на него такое глубокое впечатление, что он тут же твёрдо решил посвятить себя изучению низших ступеней животного царства, проявлению жизни в её простейшей форме [4].

Перейдя в шестой класс, он уже вполне специализировался. Илья усердно работал. Вставал и ложился рано. Единственным его развлечением была музыка, которую он страстно любил, да разговоры на отвлечённые темы с товарищами. Для того чтобы иметь возможность заняться научной работой в лаборатории, он решает обратиться к кому-нибудь из профессоров Харьковского университета. В то время в Харьковском университете царили старые методы преподавания. Курс проходил по шаблонным учебникам без всяких практических занятий. Но Илья не знал всего этого и мечтал, наконец-то, принятая за настоящую научную работу в лаборатории. Переодевшись в штатское платье, он пришёл на лекцию сравнительной анатомии. По окончании лекции он обратился к профессору Масловскому с просьбой позволить заняться протоплазмой простейших под его руководством. Профессор принял его холодно и сухо и поучительным тоном сказал: "Рано, молодой человек, захотели вы принятая за научные вопросы. Кончайте-ка прежде гимназию и поступайте в университет" [8].

Ледяной душ, которым окатил Масловский Илью, всё же не охладил горячего стремления юноши к самостоятельным научным занятиям. Если бы профессор Масловский более пристально вглядывался в слушателей своих лекций, то мог бы заметить на самом вершине аудитории гимназиста, который не отрывался от толстой тетради и записывал всё, о чём говорилось на лекциях. Посещая на правах "зайца" университет, Илья постепенно накапливал знания, значительно более глубокие, чем те, которые получал в гимназии. Неудачная попытка проникнуть в лабораторию профессора Масловского не обескуражила Мечникова. В университете преподавал физиологию молодой профессор Щелков, недавно вернувшийся из-за границы. Его лекции нравились Илье, и он решил сделать новую попытку. На этот раз она была удачнее. Щелков принял его любезно и согласился давать ему частные уроки. Под его руководством Илья познакомился с основами гистологии. Увлечённый

целлюлярной теорией Вирхова, он страстно желал произвести что-нибудь самостоятельное в научной медицине, мечтал создать новое общемедицинское учение. Он старался всячески расширить свои знания.

Прочитав книгу Грове "Соотношение физических сил", Мечников побежал к учителю естествознания и химии в гимназии Тихоновичу и увлек его предложением перевести книгу с французского на русский язык.

Грове доказывал взаимное превращение разных видов энергии друг в друга. Это не было новостью в науке. Михаил Ломоносов ещё раньше открыл миру единый закон сохранения материи и энергии. Закон стал краеугольным камнем естественных наук. Внимание гимназиста Мечникова к этой величайшей проблеме естествознания – свидетельство раннего формирования его научных интересов.

Целый год изо дня в день Мечников вместе с другим членом "Союза науки", Зеленским, до поздней ночи засиживались за переводом на русский язык книги Грове. Работа была доведена до конца и книга стала доступна всем членам "Союза науки", желавшим её прочесть на русском языке.

Илья пользовался всякой свободной минутой для своих занятий. Даже во время "неинтересных" уроков читал он потихоньку научные книги. Однажды на уроке закона божьего, зачитавшись, он не заметил, как к нему подошёл батюшка, который взял у него книгу из рук. Оказалось, что Мечников читал сочинение Радлькофера "О телах, содержащих кристаллы протеина". Прочитав такое учёное название, батюшка молча вернул ему книгу и больше никогда не беспокоил его.

Мечников с юношеских лет научился ценить и любить книгу. Также рано он научился критически относиться к тому, что читает. В один из дней весны 1861 года Мечников приобрёл учебник по геологии, составленный профессором университета Леваковским. Ознакомившись с ним, Мечников решил написать рецензию. Илья в один присест написал то, что он думал о книге Леваковского. Не подозревал маститый профессор, что его рецензентом, причём весьма ядовитым, будет гимназист. Прошёл месяц, и в одном из научных журналов появилась рецензия. Учебник был подвергнут сокрушительной критике. Мечников резко, но справедливо оценил книгу. Это было первое печатное произведение Ильи. Ему было тогда 16 лет. С этой статьи гимназиста началась научная публицистика Мечникова, иногда ироническая, иногда гневная и жгучая, иногда спокойная, но больно разящая противника неопровержимой логикой фактов и всегда честная и принципиальная [4].

Незадолго до окончания гимназии, весной 1862 года, Мечников разузнав, что у знакомых студентов-медиков появился микроскоп, немедленно отправился к ним и не ушел, пока не заручился согласием получить на время весенних каникул чудесный прибор, дающий возможность заглянуть в мир мельчайших организмов.

Перед глазами юноши открылись замечательные картины жизни невидимых существ. Когда Илья изучал инфузорий, ему показалось, что он подметил некоторые еще неизвестные науке явления. Все наблюдения тщательно заносились в тетрадь опытов. Позже на их основании он написал статью.

Вместе с тем приближалось время выпускных экзаменов. Илья хотел окончить гимназию с золотой медалью. Добивался он этого не из одного самолюбия, а также

для того, чтобы доказать родителям серьезность своих занятий и получить возможность уехать за границу для дальнейшего научного образования. Поэтому он на время отложил любимые занятия и серьёзно принялся за заброшенный гимназический курс. Выпускные экзамены были назначены на весну 1862 года.

Начались экзамены, университет выделил для экзаменов в гимназию своих представителей. Первый экзамен в присутствии попечителя Харьковского учебного округа – естественная история. Мечников поразил педагогов зрелостью своего научного мышления. Его знания оказались значительно выше знаний многих студентов университета. Отлично прошли и все остальные экзамены.

Официальный документ, полученный Ильей, гласит: "Юноша по степени своего умственного развития признан способным к университетскому образованию и награждён золотой медалью".

Закончена первая полоса жизни. Теперь все помыслы его были сосредоточены на том, чтобы как можно скорее приняться за научную работу [9].

Период расцвета естествознания в Западной Европе. Не удивительно поэтому, что и русская молодежь лихорадочно приобщалась к открытиям и идеям европейской науки и мысли. Великие открытия Дарвина, Гельмгольца, Бунзена и Кирхгофа, Клода Бернара, Пастера и Вирхова волновали и приковывали к себе молодые умы. Мечников разделил все эти увлечения. Уже с гимназической скамьи он твердо решил стать ученым.



Рис. 3 Старое здание Университета г. Харьков (фото Павловича А.Н.).

Решено было поступать в Харьковский университет. В данный период в университете произошло событие, которое оказало значительное содействие

развитию всех наук в университете, это выход Университетского устава 1863 года. Во время его написания большое значение представлялось мероприятиям по развитию научных исследований в стенах университетов, привлечение для этого средств, поощрение преподавателей и учеников к занятиям исследовательской работой, и т.п. Недаром, именно этот Устав дал начало образованию специализированных кафедр медицинской химии, происходило значительное оживление научной работы, интенсивное развитие многих направлений.

В Харьковском университете научные исследования в большинстве областей приобретают значительное развитие только во второй половине XIX ст. Это зависело не только от выхода нового устава, а также обусловлено тем, что от начала существования университета должно было пройти определенное время становления, формирование этого учреждения, на что, и требовалось почти столетия. Начиная из середины XIX ст. это учреждение становится значительной ячейкой науки [10].

Илья Ильич хотел поступать на медицинский факультет, но мать отговорила его. "У тебя слишком мягкое сердце, – говорила она, – ты не будешь в состоянии постоянно видеть страдания людей" [3]. Щелков также советовал ему поступать на естественный факультет, более подходящий для чисто научной деятельности.



Рис.4 Неопубликованные записи наблюдений над инфузориями 12/ III 1862 г.



Рис.5 Неопубликованные записи наблюдений над инфузориями 13/ III 1862 г.

В один из осенних дней студент Мечников, просматривая гимназические тетради, нашёл запись опытов, которые он производил весной, изучая инфузорий. Вечером того же дня Илья начал работать над статьей "Некоторые факты из жизни инфузорий". Завершив статью, он отправил её в единственный, существовавший тогда в России научный журнал "Бюллетень Московского Общества Испытателей Природы", куда она и была принята [11].

Как пишет жена Ильи Ильича Ольга Николаевна Мечникова: "Он, был обрадован согласием редактора поместить его статью, но тут же нашёл, что сделал ошибочные выводы, приняв явление дегенерации за размножение. Тотчас написал он в редакцию, чтобы остановить печатание. Так эта первая статья и не увидела свет" [8].

С первого взгляда было видно, что автор хорошо знаком с фундаментальной литературой по простейшим и придерживается мнения, что они являются одноклеточными организмами, мнения, которое в те времена оспаривалось многими крупными учёными, например, Клапарэдом и Лейдигом, причислявшим их к кишечнополостным. Исследования Мечникова состояли из трёх частей. В первой части он исследовал сократительную вакуоль у сувойки (*Vorticella convallaria*) и показал, что продолжительность сокращения вакуоли зависит от концентрации питательного настоя. В более густом настое пульсации замедляются, что подтверждало мнение исследователей, считающих, что вакуоли выполняют функцию выделения воды из клетки для установления осмотического равновесия. Следует напомнить, что в настоящее время зависимость частоты пульсации от концентрации солей в среде точно установлена и общепризнана и выделение воды сократительной вакуолью является важнейшим фактором осморегуляции у простейших. Мечников выводами из своих примитивных опытов предвосхитил результаты, полученные наукой значительно позже и с помощью гораздо более точных методов. Во второй части сообщалось о размножении эвглени зелёной. Мечников описывал выхождение "зародыша" из тела простейшего. Правда, он сам говорил об этом в своём выводе осторожно: "Я не могу утверждать абсолютно, потому что мои наблюдения не обнаружили генетической связи эвглени с только что упомянутыми организмами" [8]. Скорее всего, Мечников действительно ошибся и принял за зародыши эвглен какие-то другие организмы, быть может, паразитирующие в теле последних. Наконец, в третьей части описано отделение от тела инфузории какого-то "бесцветного мешка", судьбу которого он не смог дальше проследить. К этой части работы относится последняя поправка Мечникова. Жена Ильи Ильича пишет: "первоначальное предположение, что речь идёт о каком-то способе размножения, он отбросил, заменив его более правдоподобной мыслью о том, что в основе описанного им наблюдения лежат процессы дегенерации" [8]. Именно эта часть статьи и послужила поводом к письму в редакцию с просьбой приостановить печатание. Несмотря на то, что статья производит впечатление "сырой", бедной фактами в наблюдениях, сделанных Мечниковым-гимназистом, можно заметить отличительную черту будущего Мечникова – наблюдательность. Отказ Мечникова от печатания статьи свидетельствует о наличии у юного автора не только научной честности, но и мужества (легко ли начинающему исследователю

открыто в письме высокому научному Обществу заявить о своей ошибке!). Эта небольшая автобиографическая деталь раскрывает характер будущего учёного.

Мечников сохранил интерес к протистологии и продолжал ею заниматься в течение своего кратковременного пребывания в Харьковском университете (1862-1864 гг.).

Здесь помощь ему оказал молодой профессор физиологии И.П.Щелков, ставший первым учителем великого русского биолога. Мечников с большой признательностью говорит о Щелкове в статье «К истории биологии в России»: «Говоря о русских физиологах, не могу не сказать несколько слов о моем учителе проф. Щелкове И.П. в Харькове. До него преподавание физиологии в университете велось по-старинному. Эту науку читал очень даровитый преподаватель, доктор Калениченко, весь погрузившийся в частную практику и являвшийся в университет только за тем, чтобы отбыть положенные для лекции часы, в которые он излагал науку по книжкам. Положение дела изменилось сразу с возвращением из-за границы Щелкова, побывавшего сразу в нескольких лучших немецких лабораториях. Преподавание его носило вполне научный характер и сопровождалось искусно поставленными опытами. Щелков устроил крошеную лабораторию, снабженную необходимыми пособиями, и приютил в ней сначала двух учеников, в числе которых – автора этих строк. Там я сделал свою первую ученическую работу по физиологии инфузорий»[12].

Выбор темы второй работы Ильи Ильича был связан, очевидно, с научными интересами как самого Мечникова, тяготевшего к протистологии, так и физиолога Щелкова, интересовавшегося вопросом о сократительных движениях простейших. Объектом новой работы Мечникова, которую он сам назвал своей первой ученической работой, снова оказалась сидячая инфузория – сувойка, или вортицелла. Задачей исследования было проверить незадолго до того опубликованные данные известного немецкого физиолога Кюне о природе сократительного стебелька сувойки. Щелкова интересовал вопрос о сократительной способности этого стебелька и сходстве его с мышечным волокном. Работа была напечатана в 4 томе «Записок» Академии наук за 1863 г. и в немецком Мюллеровском архиве (Arch. Anat., Physiol. u. wiss. Mediz. 1863).

Основной вывод работы гласил, что реактивы, обычно вызывающие сокращение мышечной ткани, не действуют на стебелек сувойки. Отсюда автор делал заключение о своеобразии строения и функционирования этого органоида простейших. Мечников не подтвердил данных Кюне, и смело указал на это в своем сообщении. Вскоре появилась статья знаменитого физиолога Кюне, который вызывающе резко опровергал выводы работы. Это крайне огорчило Мечникова, однако возражения только прибавили ему энергии. Он снова повторил свои опыты и, получив прежние результаты, ответил Кюне также довольно резко, вследствие чего развернулась острая журнальная полемика.

По существу Мечников в этом споре был не прав и много лет спустя, в начале XX века, было показано наличие в стебельке сувойки двух элементов: статического и сократимого, динамического, имеющего мышечный характер [13].

Мечников проявил большой интерес к эволюционной теории Дарвина. Книга Дарвина «Происхождение видов» была куплена им во время первой поездки за границу. Илья Ильич начал изучать животные организмы, стоящие особняком и не нашедшие места в определенных родах. На основе исследований составил новый промежуточный и связующий отряд – брюхоресничные, который стал общепризнанным.

Признавая большое значение труда Дарвина, называя этот труд «замечательной книгой», а, также предрекая идее изменяемости видов великую будущность, Мечников высказал целый ряд возражений против некоторых основных положений теории Дарвина. Выдвинутые возражения изложены Мечниковым в рецензии, написанной им в феврале 1863 г. в 18-летнем возрасте. Эта рецензия не была напечатана. Можно предположить, что её не успели напечатать ввиду прекращения в 1863 г., по распоряжению цензуры, издания журнала «Время», куда была отправлена рецензия [14].

Во время учебы в университете Мечников выполнил и опубликовал четыре научные работы – две о сократительном стебле сувоек, одну о новом виде червей из рода *Diplogaster* и одну о паразитизме у инфузорий (о паразитической инфузории из подкласса сосущих – *Sphaerophrya*). В этот период протистологические работы еще явно преобладали, но постепенно Мечников отошел от этой области биологии и стал зоологом-универсалом, внесшим свой вклад почти во все разделы зоологии беспозвоночных [15].



Рис. 6. Илья Мечников – студент Харьковского университета.

Илья Ильич решает сократить пребывание в университете и пройти весь четырехлетний курс за два года. Студентам этого не разрешалось, и он написал прошение: «Имея необходимость по домашним обстоятельствам уволиться из здешнего университета, имею честь просить ваше превосходительство сделать зависящее от Вас распоряжение о выдаче мне документов. 1863 года, сентябрь 22 числа» [16, с. 332]. 9 марта 1864 года Илья Мечников подал на имя ректора второе прошение: «Желая в качестве вольнослушателя слушать лекции в здешнем университете, покорнейше прошу ваше превосходительство допустить к слушанию лекций четвертого курса физико-математического факультета по разряду естественных наук, прилагая при сем удостоверение, данное мне профессорами. Илья Мечников» [17, с. 333].

На прошение имелись подписи знаменитого химика Бекетова, зоолога Черная, профессора Щелкова и других ученых, оценивших талант и трудолюбие студента в отставке. Ректор удовлетворил просьбу Ильи Мечникова.

Вместе со студентами четвертого курса Илья Ильич готовился к выпускным экзаменам в университете. Один перечень экзаменов говорит об огромной работе, которую проделал самостоятельно Илья. Он должен был сдавать экзамены по ботанике, химии, минералогии и геологии, физике и физической географии, сельскому хозяйству, зоологии, сравнительной анатомии и физиологии. Мечников блестяще сдал все экзамены и стал выпускником Харьковского университета [18].

Ускоренное обучение имело и отрицательную сторону, и впоследствии пробелы в образовании всегда вызывали в нем большое сожаление.

По окончании университета Илье Ильичу предстояло выполнить научную работу для получения ученой степени. Он едет работать на остров Гельголанд в Северном море, где им были начаты эмбриологические исследования. Материал, собранный здесь, позволил Мечникову напечатать научный труд на тему «Исследование фабрики Северного моря», за что он был удостоен степени кандидата естественных наук [19].

Тимирязев К.А., оценивая роль русских ученых в развитии зоологии, писал: «В начале шестидесятых годов в Петербурге стали распространяться слухи о появившемся в Харькове Wunderkind`е, чуть ли не на гимназической скамье уже научившемся владеть микроскопом и даже печатающемся в иностранных журналах» [6]. Это был будущий Нобелевский лауреат Илья Ильич Мечников.

ВЫВОД

Работа раскрывает этапы формирования научного мировоззрения в детские и юношеские годы, а также неизвестные факты жизни и творчества Мечникова И.И.

Список литературы

1. Ходош Э.М. Основоположники доказательной медицины (ученые, их жизнь, идеи и открытия в медицине и естествознании) / Ходош Э.М. – Х.: Майдан, 2007. – 214 с.
2. Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона: в 86 т. / [Под. редакцией К.К. Арсеньева и Ф.Ф. Петрушевского]. – Т. XIX. – СПб.: Изд. обществом Ф.А. Брокгауз–И.А. Ефрон, 1896 – 226 с.
3. Мечникова О.Н. Музей памяти И.И. Мечников / Мечникова О.Н. – М – Л.: Госмедиздат, 1930. – 71 с.

4. Могилевский В. Жизнь Мечникова / Могилевский В. – Х.: Харьковское областное изд-во, 1955. – 296 с.
5. Мечников И.И. Письма [Под редакцией А.Е. Гайсиновича, Б.В. Лёвшина] – М.: Наука, 1974. – 296 с.
6. Тимирязев К.А. Сочинения: в 10т. / К.А. Тимирязев – М.: Сельхозгиз, 1939. – Т.VIII – С. 162–163.
7. Мечников И.И. Страницы воспоминаний. Сборник автобиографических статей / Мечников И.И. – М.: Изд. Академии наук СССР, 1946. – 279 с.
8. Мечникова О.Н. Жизнь Ильи Ильича Мечникова / Мечникова О.Н. – М – Л.: Государственное изд-во, 1926 – 232 с.
9. Schmalstieg F.C. Ilya Ilich Metchnikoff (1845-1915) and Paul Ehrlich (1854-1915): the centennial of the 1908 Nobel Prize in Physiology or Medicine / F.C. Schmalstieg, A.S. Goldman // Journal of Medical Biography. – 2008. – Vol.16 (2) – P. 96–103.
10. Природознавство в Україні до початку ХХ ст. в історичному, культурному та освітньому контекста / [Павленко Ю.В., Руда С.П., Хорошева С.А., Храмов Ю.О.] – К.: Академперіодика, 2001. – 420 с.
11. Гайсинович А.Е. Первые научные интересы И.И. Мечников / А.Е. Гайсинович — М.: Бюл. О-ва исп. пр., отдел биологии, Т.1 (6), 1946. – С.89–94.
12. Мечников И.И. К истории биологии в России за истекающее пятидесятилетие / И.И. Мечников // газета «Русские Ведомости», 1914. – № 1. – С.60–62
13. Мечников И.И. Статьи по зоологии и паразитологии / И.И. Мечников // Академическое собрание сочинений. [в 16т.]. – М.: АМН СССР, 1955. – Т. 1. – С. 9–339
14. Догель В.А. Основные черты творчества И.И. Мечников как биолога, в сб.: И.И. Мечников. Избранные биологические произведения, редакция, статья и примечания чл.-кор. Акад. наук СССР // В.А. Догель, А.Е. Гайсинович — М.: Академии наук СССР, 1950. – С. 677–726.
15. Breathnach C.S. Biographical sketches No. 44. Metchnikoff. / C.S. Breathnach // Irish medical journal. – 1984. – Vol.77 (9). – P. 303.
16. Архивные материалы Харьковской губернии, дело №10, лист 332. – 1963.
17. Архивные материалы Харьковской губернии, дело №10, лист 333. – 1964.
18. Залкинд С.Я. Илья Ильич Мечников. Жизнь и творческий путь / Залкинд С.Я. – М.: Советская наука, 1957. – 159 с.
19. Хижняков В.В. Творчество Мечникова и литература о нем./ Хижняков В.В., Вайндрах Г.М., Хижнякова Н.В. – М.: Медгиз, 1951. – 192 с. – (Библиографический указатель).

Іваненко М.О. Мечніков І.І. формування наукового світогляду у дитячі та юнацькі роки / М.О. Іваненко, О.М. Клімова, О.В. Кузьменко // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2011. – Т. 24 (63), № 1. – С. 40-51.

Стаття присвячена видатному вченому, нобелівському лауреату І.І. Мечнікову працями якого були закладені основи сучасного природознавства. Робота розкриває етапи формування наукового світогляду в дитячі та юнацькі роки, а також невідомі факти з життя та творчості І.І.Мечнікова.

Ключові слова: І.І. Мечніков, перші друковані роботи.

Ivanenko M.O. Mechnikov I.I. Scientific outlook formation in childhood and adolescent years / M.O. Ivanenko, O.M. Klimova, O.V. Kuzmenko // Scientific Notes of Taurida V.I. Vernadsky National University. – Series: Biology, chemistry. – 2011. – Vol. 24 (63), No 1. – P. 40-51.

The article is devoted to the outstanding scientist, Nobel Prize laureate, I.I. Mechnikov, whose works laid the foundation for natural science. The stages of scientific outlook formation in childhood and adolescent years and the unknown facts of I.I.Mechnikov's life and scientific work are covered in this article.

Keywords: I.I. Mechnikov, first printed works.

Поступила в редакцію 12.02.2011 г.

УДК 502.75

ШЛЯХИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ОХОРОНИ РІДКІСНИХ ВИДІВ РОСЛИН В УКРАЇНІ

Клименко Г.О., Белан С.С., Злобін Ю.А.

*Сумський національний аграрний університет, Суми, Україна
E-mail: hgrip@rambler.ru*

У роботі проаналізовані головні проблеми вивчення та охорони рідкісних видів рослин. Розглянуті основні напрямки забезпечення збереження видів рослин, що потребують охорони. Проведена критична оцінка створення Червоних книг та критеріїв занесення рослин до Червоних списків різних рівнів охорони. Наведені критерії оцінки стану особин та популяцій рідкісних видів рослин з урахуванням необхідності використання при їх аналізі методів нешкодуючої морфометрії. Виділені основні категорії популяцій рідкісних видів за ступенем стійкості. Розглянуті джерела ризиків для видів рослин, що потребують охорони, і сформульовані загальні висновки щодо механізмів втрати біологічного різноманіття і вимирання рідкісних видів.

Ключові слова: рідкісні рослини, Червона книга, охорона біорізноманіття.

Територія України охоплює кілька природних поясів, рівнинні та гірські території, узбережжя двох морів, і тому вирізняється високим рівнем біорізноманіття при значній кількості рідкісних видів рослин. Згідно даних останнього видання Червоної книги України, в країні нараховується 611 видів рослин, які потребують охорони [1]. За оцінкою Рейвна П. [2], під загрозою зникнення знаходиться не менше ніж 20 % видів рослин. Відомо, що фітобіорізноманіття знижується за рахунок зникнення рідкісних видів, що робить їх вивчення актуальною науковою проблемою.

Щороку публікується значна кількість робіт, присвячених рідкісним видам рослин. Однак практично всі спеціалісти погоджуються з думкою, що гарантованого збереження біорізноманіття в Україні, як і в інших країнах світу, поки що не досягнуто. Це пов'язано з цілою низкою проблем: з одного боку, це проблеми організації та ефективності наукових досліджень у галузі рідкісних видів рослин, а з іншого – правові та соціальні складові фітосозології.

Метою нашої публікації є аналіз проблем, що виникають під час досліджень популяцій рідкісних видів рослин, і розробка нових підходів до їх вивчення та охорони.

Для забезпечення збереження рідкісних видів рослин спеціалістами ведеться різностороння робота. Вона охоплює три основних напрямки:

1. Фітоінвентаризаційні роботи, суть яких полягає в реєстрації видів рослин, що знаходяться під загрозою зникнення. За підсумками таких робіт вносяться пропозиції щодо включення того чи іншого виду до списків різних рівнів охорони.

2. Встановлення реального стану популяції рідкісного виду. За результатами даної форми досліджень встановлюється кількість локалітетів рідкісного виду, оцінюються популяції в цілому і стан особин у них. На основі отриманих даних робиться висновок щодо стійкості популяції або популяційної системи.
3. Моніторинг популяцій рідкісних видів, що має на меті довго- та короткострокові спостереження за тенденціями в змінах стану популяції і місцезростань, з якими пов'язані досліджувані популяції.

Розглянемо більш детально кожну з цих позицій.

Фітоінвентаризаційні роботи ведуться на видовому рівні, в основному польовими геоботаніками при дослідженні рослинності різноманітних територій. Завершуються вони встановленням локалітетів видів із оцінкою їх рідкисності та загроз існуванню. Для оцінювання стану видів використовуються спеціальні критерії.

Найбільш детально система таких оцінок розроблена Міжнародним союзом охорони природи (МСОП) [3]. Дана система (рис. 1) покладена в основу Червоних списків, що видаються МСОП. На жаль, Червоні книги різних країн, і в тому числі України, не повністю додержуються цієї системи, що, як підкреслюється в документі МСОП, «призводить до плутанини» та знижує ефективність наукових досліджень і практичних дій у сфері фітосозології. Регіональні списки рідкісних видів рослин досить часто ведуться ще з більшими відхиленнями від рекомендацій МСОП. Необхідність уніфікації оцінювання на міжнародному рівні є очевидною.

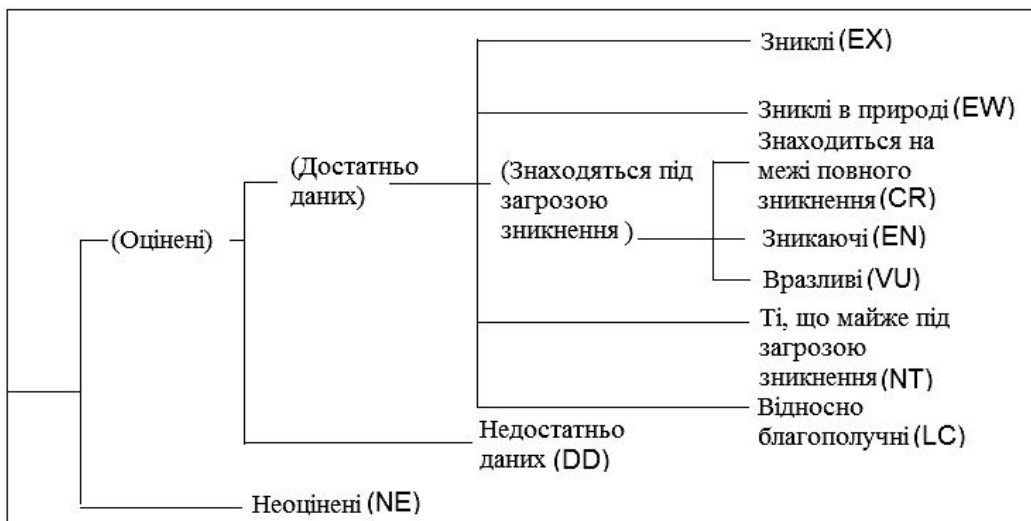


Рис. 1. Структура категорій рідкісних видів, що потребують охорони, розроблена МСОП, версія 3.1.

При підготовці та виданні Червоних книг має місце неприємний «ефект динозавра»: від видання до видання вони збільшуються в об'ємі за рахунок спроб

авторів включити інформацію про біолого-екологічні та інші особливості видів рослин, що охороняються. Том «Рослинний світ» Червоної книги України (2009) має об'єм 900 сторінок, Червоної книги Росії (2001) – 860 сторінок. По суті, це спроба поєднати офіційний фітоінвентаризаційний документ із коротким довідником рідкісних видів рослин.

Такі доповнення, при необхідності мають, однак, конспективний і, частіше за все, малокорисний характер. На нашу думку, Червоні книги та Червоні списки – це офіційні фітоінвентаризаційні документи, що мають лише констатувати види, яким загрожує зникнення, та присвоювати їм певний статус. Для публікування наукової інформації щодо рідкісних видів рослин, які потребують охорони, необхідне видання іншого характеру на кшталт «Екологічної флори України», ініціатором створення якої виступив Дідух Я.П. Це має бути докладне, багатотомне видання з умовною назвою «Біологія та екологія рідкісних видів рослин України», авторами якого повинні бути спеціалісти, які працюють з окремими рідкісними видами рослин.

Нині з'явилася тенденція включати до списків видів рослин, які охороняються на регіональному рівні, інформацію щодо точного місцезнаходження локалітетів, використовуючи сучасні ГІС-технології. Це досить дискусійне рішення, яке потребує обговорення з провідними спеціалістами фітосозології. З одного боку, подібна інформація дозволить швидко знаходити популяції рідкісних рослин для детального дослідження та моніторингу. З іншого боку, відомо, що в Україні та інших країнах існують комерційні фірми, які спеціалізуються на заготівлі лікарських рідкісних видів, а також рідкісних рослин з привабливими квітками [4]. Отримання такими фірмами точних даних про місцезростання популяцій рідкісних видів рослин призведе до швидкого знищення значної частини локалітетів рослин, що охороняються, особливо в тих випадках, коли вони знаходяться за межами суворої охорони заповідників і національних парків.

Дослідження популяцій рідкісних видів рослин поки що залишається найбільш вразливим місцем фітосозології. Популяції рідкісних видів вивчають генетики, фітодемографи, фітогеографи та інші спеціалісти. Результати, отримані різними методами на основі різних підходів, часто важко зіставити.

Центральне місце при вирішенні проблем збереженості рідкісних видів рослин займає кількість та якість наукової інформації про механізми самопідтримання і деградації популяцій рослин. Принциповою особливістю рідкісних видів виступає їх представленість невеликою кількістю популяцій, а іноді лише однією популяцією при невеликій чисельності особин.

Пропонувалося два поняття, пов'язаних із оцінкою стійкості існування популяцій рослин: мінімальна життєздатність популяцій [5] і популяції в критичному стані [6]. При роботі з рідкісними видами цього недосить. Стосовно рідкісних видів рослин доцільно виділяти за ступенем стійкості чотири основні категорії популяцій:

1. Стан прогресивного розвитку популяції.
2. Оптимальний стаціонарний стан популяції.
3. Мінімально життєздатна популяція.
4. Популяція в критичному стані.

Для встановлення належності конкретної популяції до однієї з цих категорій необхідно використовувати комплекс критеріїв, який включає як популяційні характеристики, так і оцінку стану особин, що утворюють дану популяцію. Головні з них наведені нижче.

Основні критерії для оцінки стану популяцій рідкісних видів рослин:

- а) чисельність особин в популяції і поєднана з нею популяційна щільність, бажано в їх динаміці;
- б) цілісність популяційних полів і наявність метапопуляцій з тими чи іншими відстанями між фрагментами колись єдиної популяції, та оцінювання цих відстаней у зіставленні з радіусами репродуктивної активності даного виду рослин;
- в) онтогенетичний склад популяції, який відображає обіг особин різних генерацій в межах популяційного поля;
- г) віталітетна структура популяції, що дає уявлення про співвідношення в популяції особин різного рівня життєздатності;
- д) рівень фенотипічного різноманіття особин популяції з урахуванням того, що не всі форми фенотипічної мінливості є адаптивними [7].

Основні критерії для оцінки стану особин у популяціях рідкісних рослин обираються з урахуванням необхідності використання при їх аналізі методів неушкоджуючої морфометрії:

- а) зміна життєвої форми;
- б) основні морфометричні параметри особин (висота, кількість пагонів, кількість листків і розмір листкової поверхні тощо);
- в) показники продукційного процесу, росту і можливе здрібнення особин;
- г) показники репродукції: цвітіння, плодозав'язування, плодоношення і можливе зниження репродуктивної здатності з появою в популяції дорослих особин, що тимчасово втратили здатність до розмноження;
- д) оцінка морфологічної цілісності особин на основі зв'язаності кореляційних матриць.

При цьому необхідно враховувати, що внутрішньопопуляційне різноманіття в усіх його формах підвищує стійкість популяцій [8].

На основі розглянутої сукупності критеріїв можливе досить чітке віднесення популяції рідкісного виду рослин до однієї з названих нижче категорій.

Категорія 1. Популяції з прогресивним розвитком. Для рідкісних видів рослин, які представлені популяціями, що прогресивно розвиваються, характерне поєднання наступних ознак: а) збереження типової життєвої форми особин; б) високий рівень процесів росту і формоутворення; в) повночленна онтогенетична структура популяцій з переважанням генеративних особин; г) процвітаючі за віталітетною структурою популяції зі значенням індексу Q від 0,35 до 0,50; д) популяційні поля великі за розмірами зі значною (близько сотень і тисяч) кількістю особин, по роках виражена тенденція до збільшення розмірів популяційних полів і чисельності особин у популяціях; е) спостерігається злиття частин метапопуляцій в одну загальну популяцію, збільшується кількість окремих локалітетів.

Категорія 2. Оптимальний стаціонарний стан популяції схожий за рядом ознак з популяціями категорії 1, але відрізняється: а) частою фрагментованістю онтогенетичних спектрів; б) розмір популяційних полів і чисельність особин по роках флюктують навколо середньої величини; в) за віталітетною структурою популяції рівноважні зі значеннями Q від 0,25 до 0,40; г) екологічний оптимум виду співпадає з екологічними особливостями місцезростання («професія» виду відповідає його «адресі»).

Категорія 3. Мінімально життєздатні популяції. У загальному значенні під мінімально життєздатною популяцією (МЖП) розуміємо найменшу кількість особин, необхідну для виживання виду [9]. МЖП для даного виду в даному місцезростанні – це найменша ізольована популяція, яка має 99 % шансів зберегтися протягом 1000 років, не дивлячись на прогнозований вплив демографічних, природних і випадкових катастроф [10]. На відміну від популяцій категорії 2, популяції даної категорії знаходяться в стані вираженого ризику деградації та відмирання. Головна їх особливість – це невідповідність екологічного оптимуму видової популяції з екологічними характеристиками місцезростання. У зв'язку з цим, онтогенетичні спектри популяцій фрагментовані, в них переважають або догенеративні, або постгенеративні особини. За віталітетною структурою популяції перехідні від рівноважних до депресивних.

Категорія 4. Популяції в критичному стані. Л.Б. Заугольнова зі співавторами [6] вважають, що для таких популяцій характерні «однонаправлені і незворотні в існуючих умовах зміни її, які перешкоджають здійсненню характерних для системи циклів життєдіяльності (самопідтримання)», доповнюючи його уточненням, що з демографічних позицій, це стан, при якому неможливий нормальний кругообіг поколінь. Це досить загальне визначення і тому автори супроводили його переліком ознак, які відповідають даному стану. Виділяють наступні ознаки, що відрізняють популяції категорії 4: а) життєва форма може бути нетиповою для даного виду рослин; б) популяційні поля невеликі за розміром із чисельністю популяцій не вище сотні особин; в) онтогенетичний спектр фрагментований з переважанням постгенеративних рослин; г) репродуктивний процес пригнічений, рівень зав'язування плодів низький; д) віталітетні спектри депресивного типу; е) сходи і ювенільні особини або повністю відсутні, або зустрічаються лише в окремі роки.

Поділ популяцій на чотири розглянуті категорії дозволяє конкретизувати і оптимізувати систему заходів по охороні рідкісних видів рослин, переорієнтувавши її з охорони видів на охорону популяцій як реальних форм існування рідкісних видів рослин [11].

Моніторинг стану популяцій рідкісних видів рослин. Методика моніторингу популяцій рослин добре розроблена [12, 13]. Проблемним залишається питання її систематичного застосування. Зазвичай, у кращому випадку, дані моніторингу охоплюють періоди 5–7 років, вони не публікуються в повному обсязі та малодоступні для інших дослідників, окрім автора. Єдиних наукових центрів, які працюють системно в галузі моніторингу популяцій рідкісних видів рослин, практично немає в жодній країні.

Не зважаючи на неповноту і розрізненість відомостей про рідкісні види рослин, накопичений фактичний матеріал на даний момент дозволяє сформулювати деякі загальні висновки щодо механізмів втрати біологічного різноманіття і вимирання рідкісних видів.

По-перше, це загальна гомогенізація рослинного покриву планети зі зниженням синтаксономічного біорізноманіття, оскільки біорізноманіття – це «основа стійкості і стабільності біосистем, екосистем, біосфери» [14].

По-друге, втрата місцезростань, оптимальних для рідкісних видів рослин [15]. Найбільш вразливі ті види рослин, для яких характерна сувора фітоценотична приуроченість до певних рідкісних синтаксонів, що поєднується з низьким рівнем адаптації [16]. У таких випадках ефективнішим виявляється не охорона популяцій виду як таких, а охорона місцезростань, придатних для даного виду рослин.

По-третє, порушення екосистемних зв'язків рідкісних видів рослин. Таким чином, для ентомофільних рослин, а їх серед рідкісних видів абсолютна більшість [17], важливим фактором стійкості популяцій є досить висока чисельність комах-запилювачів. В умовах антропогенізації біосфери цей фактор все частіше виступає як критичний для рідкісних видів рослин. Хоча помічено, що у рідкісних рослин з'явилася тенденція до переходу на самозапилення [18], але швидкість мікроеволюційних процесів явно нижча, ніж швидкість зниження кількості комах-запилювачів і зменшення розміру популяцій рідкісних видів. Крім того, інвазійні види і бур'яни в природних екосистемах навпроти, в основному є самозапилювачами [19] і тому первісно виступають як більш сильні конкуренти, активно витісняючи рідкісні види з багатьох місцезростань.

По-четверте, глобальні зміни погодно-кліматичних умов і пов'язані з ними перебудови в біосфері планети [20].

Чутливість популяцій рідкісних видів рослин до розглянутих факторів значно підвищена у зв'язку з їх малими розмірами. Такі популяції, як підкреслював Примак Р.Б. [21], у найбільшій мірі підвладні ризикам через втрату генетичного різноманіття. Крім того, за випадкових порушень співвідношення між репродукцією і виживанням проростків і молодих рослин або через такі ж випадкові катастрофічні втрати чисельності в роки з несприятливими погодними умовами, впливу фітофагів тощо мінімально життєздатна популяція переходить у критичний стан.

Наступне джерело ризиків для рідкісних видів рослин в лісах – це зміна лісоутворюючих порід у процесі сукцесій, на луках – їх антропогенна трансформація і порушення гідрологічного режиму [22]. Таким чином, досліджуючи 132 рідкісних лісових видів Європи, було встановлено, що вони відрізняються підвищеною тіншовитривалістю і вираженою мезофітністю [23], що при зміні стану лісів у Європі в останнє століття створює для них виражені загрози. Цей приклад підкреслює, що для дієвої охорони популяцій рідкісних видів рослин необхідна найдетальніша інформація щодо біології та екології цих видів, а також інформація про місцезростання, в яких вони існують.

Соціальні проблеми збереження рідкісних видів рослин. Наукової інформації щодо видів рослин, яким загрожує вимирання, самої по собі недостатньо для їх збереження. Необхідна їх ретельна охорона, організація якої можлива тільки за

умови чіткого розуміння суспільством необхідності такої охорони. Без цієї соціальної складової організація збереження рідкісних видів рослин і охорона місцезростань, з якими вони пов'язані, просто неможлива.

Різні аспекти цієї проблеми аналізували багато спеціалістів [24, 25]. Туниця Ю.Ю. навіть пропонував прийняти «Екологічну конституцію Землі», як єдиний загальнообов'язковий документ для всіх народів і країн. Смолова Л.В. [26] звертає увагу на низку суто психологічних проблем, пов'язаних зі збереженням біорізноманіття і охороною рідкісних видів. Зокрема, це краудінг (локальне перенаселення), який веде до переексплуатації природних ресурсів, і приватність як прагнення людини ставити особисте благополуччя вище за загальне добро. Екологічне виховання і освіта не завжди може перекривати ці фактори. Тому багато спеціалістів на сучасному етапі розвитку людської цивілізації песимістично оцінюють перспективи збереження біорізноманіття і рідкісних видів рослин зокрема. Проте, такий песимізм не може бути виправданням для бездіяльності спеціалістів у галузі фітосозології, а навпроти, повинен спонукати до більш активних дій.

ВИСНОВОК

В цілому, проблема збереження рідкісних видів рослин, як частина проблеми збереження різноманіття в біосфері планети, має комплексний характер. Ключовим питанням для неї є перехід від охорони видів рослин до охорони конкретних фітопопуляцій. Ефективність такої охорони визначається наявністю наукової інформації про стан та динаміку популяції рідкісної рослини в її локалітеті.

Список літератури

1. Червона книга України. Рослинний світ / Ред. Я.П. Дідух. – К. : Глобал-консалтинг, 2009. – 900 с.
2. Raven P.H. Plants and people in XXI century / P.H. Raven // 15th Int. Bot. Congr. – Yokohama, 1993. – P. 1–2.
3. Критерии и категории Красного списка МСОП: Версия 3.1. – Швейцария, Гланд : МСОП, 2001. – 48 с.
4. Раритетна флора / [І.Ю. Парнікоза, М.С. Шевченко, Д.М. Іноземцева та ін.] – К. : Київ. екол.-культ. центр, 2008. – 132 с.
5. Жизнеспособность популяций: Природоохранные аспекты: [под ред. М. Сулея] – М.: Мир, 1989. – 224 с.
6. Критическое состояние ценопопуляций растений / Л.Б. Заугольнова, Л.А. Жукова, Р.Б. Попадюк [и др.] // Проблемы устойчивости биол. систем. – М., 1992. – С. 51–59.
7. Phenotypic plasticity and evolution by genetic assimilation / M. Pigliucci, C.J. Murren, C.D. Schlichting // J. Experim. Biol. – 2006. – Vol. 209. – P. 2362–2367.
8. Злобин Ю.А. Популяционная экология растений: современное состояние, точки роста : монография / Злобин Ю.А. – Сумы : Университетская книга, 2009. – 263, [2] с.
9. Залепухин В.В. Теоретические аспекты биоразнообразия / Залепухин В.В. – Волгоград : Изд-во Волгогр. гос. ун-та., 2003. – 192 с.
10. Brook B.W. Minimum viable population size and global extinction risk are unrelated / B.W. Brook, L.W. Traill, J.A. Bradshaw // Ecol. Letters. – 2006. – Vol. 9, № 4. – P. 375–382.
11. Злобин Ю.А. Популяция – единица реальной жизни растений / Ю.А. Злобин // Природа. – 1992. – № 8 – С. 47–59.
12. Monitoring plant and animal population : A handbook for field biologists / [C.L. Elzinga, D.W. Salzer, J.P. Gibbs et al.]. – Malden : Blackwell Sci., 2001. – 360 p.
13. Проект моніторингу рідкісних видів рослин України [Електронний ресурс] / І.А. Козерецька // Режим доступу : <http://biomon.org/projects/botanic-group>.

14. Голубець М.А. Понятійна різноманітність і потреби термінологічної точності в екології, геосоціосистемології, середовищезнавстві та охороні природи / М.А. Голубець // Наукові основи збереження біотичної різноманітності : Мат. ІХ наук. конф. мол. учених, 1-2 жовтня 2009 р. – Львів, 2009. – С. 4–19.
15. Хански И. Ускользающий мир : Экологические последствия утраты местообитаний ; [Пер. В.И. Ланцова, С.В. Чудова]. – М. : КМК, 2010. – 340 с.
16. Денгубенко А.В. Эколого-биологические особенности и устойчивость популяций редких видов растений Беловежской Пуши / А.В. Денгубенко, В.И. Парфенов // Сохранение биол. разнообразия Беловежской Пуши. – Минск, 1996. – С. 113–121.
17. The biology of rarity : [eds. W.E. Kunin, K.J. Gaston]. – L. : Chapman Hall, 1997. – 280 p.
18. Population viability in plants : conservation, management, and modeling of rare plants : [eds. C.A. Bringham, M.W. Schwartz]. – Davis (USA) : Springer, 2003. – 369 p.
19. The population biology of invasive species / A.K. Sakai, F.W. Allendorf, J.S. Holt [et al.] // Ann. Rev. Ecol. and Syst. – 2001. – Vol. 32. – P. 305–322.
20. Браун Л. Как избежать климатических катастроф? План Б 4.0 : Спасение цивилизации ; [Пер. с англ. А. Калинин, И. Калинин, А. Воронцов]. – М. : Эксмо, 2010. – 416 с.
21. Примак Р.Б. Основы сохранения биоразнообразия / Примак Р.Б. – М. : НУМЦ, 2002. – 256 с.
22. Бецьов А.В. Редкие и исчезающие виды растений юга Тенгизской впадины / А.В. Бецьов // Сб. «Актуальные проблемы гуман. и естест. наук» – М., 2010. – С. 28–30.
23. An ecological comparison between ancient and other forest plant species of Europe and the implications for forest conservation / M. Hermy, O. Honnay, L. Firbank [et al.] // Biol. Conserv. – 1999. – Vol. 91, № 1 – P. 9–22.
24. Туниця Ю.Ю. Екологічна конституція Землі / Туниця Ю.Ю. – Львів : Вид-во ЛНУ, 2002. – 297 с.
25. Медведев В.И. Экологическое сознание / В.И. Медведев, А.А., Алдашева – М. : Логос, 2001. – 384 с.
26. Смолова Л.В. Психология взаимодействия с окружающей средой. Экологическая психология / Смолова Л.В. – СПб. : СПбГИПСП, 2010. – 711 с.

Клименко Г.О. Пути совершенствования охраны редких видов растений в Украине / Г.О. Клименко, С.С. Белан, Ю.А. Злобин // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2011. – Т. 24 (63), № 1. – С. 52-59

В работе проанализированы главные проблемы изучения и охраны редких видов растений. Рассмотрены основные направления в обеспечении сохранения видов растений, которые нуждаются в охране. Проведена критическая оценка создания Красных книг и критериев внесения растений в Красные списки разных уровней охраны. Приведены критерии оценки состояния особей и популяций редких видов растений с учетом необходимости использования при их анализе методов неразрушающей морфометрии. Выделены основные категории популяций редких видов по степени стойкости. Рассмотрены источники рисков для видов растений, которые нуждаются в охране, и сформулированы общие выводы относительно механизмов потери биологического разнообразия и вымирания редких видов.

Ключевые слова: редкие виды, популяции растений, охрана биоразнообразия.

Klimentko G.O. The ways of improving protection of rare plant species in Ukraine / G.O. Klimentko, S.S. Belan, Yu.A. Zlobin // Scientific Notes of Taurida V. Vernadsky National University. – Series: Biology, chemistry. – 2011. – Vol. 24 (63), No. 1. – P. 52-59.

We analyzed the main problems of the study and protection of rare plant species. The main directions in the conservation of plant species that need of protection are regarded. A critical assessment of a Red Book and the criteria for making plants in the Red Lists of different levels of protection are conducted. The criteria of assessment of individuals and populations of rare plant species, taking into account the need to use non-destructive morphometry. The basic categories of populations of rare species on the degree of resistance are dedicated. The sources of risks for species that need protection and general conclusions on the mechanisms of biodiversity loss and extinction of rare species are considered.

Keywords: rare species, plant populations, protection of biodiversity.

Поступила в редакцию 23.02.2011 г.

УДК 615.834:616.85

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ЭЛЕКТРОМИОГРАФИИ В ОЦЕНКЕ
ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЫБОРА ФИЗИЧЕСКИХ УПРАЖНЕНИЙ В
ВОССТАНОВЛЕНИИ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ У БОЛЬНЫХ СО
СПИННОМОЗГОВОЙ ТРАВМОЙ**

Коваль С.Я., Хомякова О.В., Черная В.Н.

*Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, Симферополь, Украина
E-mail: tnu-fr@rambler.ru*

В статье обсуждаются результаты исследования по выявлению эффективности двигательных режимов в восстановлении двигательной активности у больных с травматической болезнью спинного мозга. Электромиографические исследования упражнений, свидетельствует, что использование комплекса упражнений в тренирующем режиме способствует более активному росту адаптивных возможностей организма к физическим нагрузкам, а также увеличению компенсаторных возможностей, двигательных функций и мышечной силы.

Ключевые слова: двигательная активность, спинномозговая травма, электромиография, физическая работоспособность.

ВВЕДЕНИЕ

Анализ современной отечественной и зарубежной литературы показывает, что спинномозговые травмы являются серьезной и чрезвычайно сложной социально-медицинской проблемой, нуждающейся в разработке и совершенствовании методов восстановительного лечения для данной категории больных [1, 2]. Большинство повреждений позвоночника и спинного мозга обусловлено дорожно-транспортным (39 %), бытовым (24 %), производственным (24 %) травматизмом, меньшая часть является следствием спортивного (17 %) и других видов травматизма [3, 4]. Вследствие травмы спинного мозга ведущими являются двигательные, чувствительные, трофические и тазовые расстройства. Нарушение деятельности внутренних органов и систем (висцеро-кортикальных связей) происходит не только ниже, но и выше уровня поражения [2]. Тяжесть грубых морфологических и функциональных нарушений спинного мозга изменяют биомеханику и динамический стереотип больного, снижают продолжительность и качество жизни инвалида. Наибольшая частота травм спинного мозга на уровне позвонков D10 L1 (45,6 %), сравнительно низкая смертность и максимальные возможности восстановления двигательной активности (74,4 %), определили важность разработки в оценке восстановления объема движений в нижних конечностях при травмах выше названного отдела [1]. Необходимость и актуальность данного исследования определяет и поиск оптимального двигательного режима для данной категории больных. Основной целью работы явилось выявить эффективность

двигательных режимов в процессе восстановления двигательной активности у больных со спинномозговой травмой.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводились в условиях специализированного спинального санатория им. Н.Н. Бурденко (г. Саки) с ноября по февраль 2010г. Обследовано 20 больных, мужского пола в возрасте 30–35 лет, с диагнозом поздний восстановительный период компрессионного перелома груднопоясничного отдела позвоночника на уровне D10-L1. В первой группе (n=10), в течение 45 дней физические упражнения проводили в щадящем двигательном режиме (упражнения выполнялись в медленном темпе при небольшой амплитуде движений, повышение ЧСС допустимо до 15–20 % от исходной; производился пассивный подъём больного в вертикальное положение на ортопедическом столе), а во второй группе (n=10) комплекс физических упражнений проводили в тренирующем двигательном режиме (упражнения выполнялись в высоком темпе со значительным противодействием, повышение ЧСС допустимо до 40–50 % от исходной; активные упражнения с упором на колени при использовании методики нейромоторного перевоспитания и тренировки по ходьбе (коррекция локомоторных функций). Уровень двигательной активности в различных положениях оценивали с использованием методики интегральной оценки общей компенсации больных с позвоночной спинномозговой травмой (ПСМТ) по А.Г. Стопорову [4].

При рассмотрении клинических проявлений ПСМТ и ее осложнений оцениваются: двигательная активность (в положении лежа, сидя, стоя); функция ходьбы.

Каждый показатель оценивается по 60-бальной ординальной шкале, в основе которой заложен уровневый принцип достижения конечного приспособительного эффекта, который оценивается по степени и качеству формирования компенсаторно-приспособительных реакций:

До 10 баллов – неудовлетворительный уровень. Компенсация достигается резервными и внешними компонентами.

До 20 баллов – минимальный уровень, когда компенсация достигается резервными и неспецифическими компонентами.

До 30 баллов – удовлетворительный уровень. Компенсация достигается преимущественно за счет неспецифических, с привлечением специфических и резервных компонентов.

До 40 баллов – оптимальный уровень. Компенсация достигается преимущественно за счет неспецифических, с привлечением специфических компонентов. Считается оптимальным, поскольку в совершенствовании нуждаются только количественные и качественные характеристики функции.

50–60 баллов – компенсация достигается преимущественно за счет специфических, с привлечением неспецифических компонентов и соответствует варианту нормы.

Функциональное состояние нервно-мышечной системы определяли методом интерференционной электромиографии. Анализ электрической активности мышц позволяет выделить четыре её типа (табл. 1). 1-й тип характеризуется разноамплитудными колебаниями биопотенциалов с частотой 60–250 Гц, отмечен у больных с ПСМТ в условиях гипо- или адинамии; второй тип характеризуется

урежением частоты колебаний биопотенциалов до 40–120 Гц и отмечен при развитии спастического синдрома; третий тип ЭМГ характеризуется низкочастотными высокоамплитудными ритмическими биопотенциалами, соответствует выраженному спастическому синдрому; четвертый тип характеризуется отсутствием электрической активности мышц, что отмечено при плегиях вследствие ПСМТ. Однако при пассивных движениях можно зарегистрировать электрическую активность мышц.

Таблица 1
Типы оценки результатов электромиографии в баллах

Тип реакции и степень изменения параметра	Оценка
1 тип – без изменений	0 балл
2 тип – изменение амплитуды осцилляции	1 балл
3 тип – изменение амплитуды и частоты	2-3 балл
4 тип – изменение типа ЭМГ	4-5 балл

Общую физическую работоспособность определяли методом ручной велоэргометрии на велоэргометре ВЭ-02 с использованием специально сконструированной в санатории станины. Велоэргометр устанавливали на станину с редуктором у ее основания, при помощи которого можно подавать рукоятки велоэргометра испытуемому, сидящему в коляске, под необходимым углом в зависимости от длины рук больного и высоты туловища. При плохом захвате рукояток велоэргометра применялся специальный кожаный фиксатор, напоминающий дуплекс педали спортивного велосипеда. Установлено, что наиболее удобной частотой педалирования руками является частота 60 об/мин. Исследуемые больные, сидящие в коляске, выполняли две стандартные физические нагрузки мощностью 50 Вт и 100 Вт, продолжительностью пять минут с интервалом отдыха между ними пять минут.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Электромиографические исследования упражнений, выполняемых с разными скоростями и с различными по величине отягощениями, показали, что при внешнем сходстве движений координационные межмышечные отношения отличаются между собой в двух группах. Во второй группе применение точных (результативных) двигательных действий характеризуется определенной динамической и миоэлектрической упорядоченностью, а именно: стабильно повторяются последовательности включения-выключения.

При первичной оценке состояния двигательной активности у пациентов обеих групп было отмечено, что двигательная активность в положении лежа составила в среднем по группе 37 и 36 баллов; сидя – 28 и 29 баллов; стоя – 24 и 25 баллов; при ходьбе – 14 и 16 баллов в контрольной и основной группах соответственно, что говорит о низкой степени компенсации двигательных возможностей и свидетельствует о ограниченной трудоспособности, вследствие ПСМТ (максимальный показатель составляет 60 баллов). Электромиографические исследования показали, что данный показатель составил $2,0 \pm 0,2$ и $2,1 \pm 0,2$ балла, при максимальном показателе в пять баллов (табл. 2). При этом физическая работоспособность была на уровне $197,5 \pm 1,6$ кгм/мин и $198,5 \pm 1,6$ кгм/мин, что говорит о низкой степени физической работоспособности у обследуемых больных [3].

На 20-й день курса реабилитации в контрольной группе, где был использован щадящий двигательный режим показатель двигательной активности в положении лежа увеличился на 2 балла и составил 39 баллов, в положении сидя – 29 балла, что также выше исходного показателя на 1 балла; стоя – 26 балла (увеличение на два балла); при ходьбе – 16 баллов (прирост составил два балла), что свидетельствует о росте компенсаторных возможностей организма. Электромиографические показатели увеличились незначительно и составили в среднем по группе $2,1 \pm 0,2$ балла, при максимальном показателе в пять баллов. Уровень физической работоспособности увеличился до $213,5 \pm 1,18$ кгм/мин, что на 16 кгм/мин выше предыдущего результата.

В основной группе, где использовался тренирующий двигательный режим к 20-му дню реабилитации были достигнуты более существенные результаты. Так двигательная активность в положении лежа увеличилась на семь баллов и составила 43 балла; сидя – 35 балла, что также выше исходного показателя на 6 баллов; стоя – 28 балла, увеличился на три балла; ходьба – 23 балла, увеличился на семь баллов, что свидетельствует о более значительном росте компенсаторных возможностей организма и восстановлении двигательных функций. При этом электромиографический показатель увеличился только на один балл, составив $3,1 \pm 0,1$ балла, при максимальном показателе в пять баллов. Уровень физической работоспособности был определен в среднем как $235,5 \pm 1,1$ кгм/мин, что на 37 кгм/мин выше начального показателя, что свидетельствует о выраженном расширении адаптивных резервов организма.

Наиболее существенные различия между двумя группами были достигнуты на 45 день курса реабилитации. Так, если в контрольной группе показатель двигательной активности в положении лежа составил 44 балла (+7 баллов); сидя – 34 балла (+6 баллов); стоя – 32 балла (+ 8 баллов); при ходьбе – 22 балла (+ 8 баллов), то в основной те же показатели имели больший прирост. Двигательная активность в основной группе в положении лежа увеличилась на 11 баллов и составил 47 баллов; сидя – 38 балла, что также выше первоначального показателя на 9 балла; стоя – 35 балла, что превышает начальный результат на 10 баллов; двигательная активность при ходьбе к 45 дню составила 37 баллов, что показывает увеличение на 21 балл (табл. 2).

Таблица 2
Динамика показателей функционального состояния двигательной системы и физической работоспособности больных со спинномозговой травмой при реабилитации в условиях специализированного санатория

№ п/п	Показатель	Контрольная группа		Основная группа		t факт.	P	d% *
		до реабилитации	после реабилитации	До реабилитации	после реабилитации			
1	Двигательная активность, баллы							
	• лежа	37	44	36	47	2,14	<0,05	6,8
	• сидя	28	34	29	38	2,85	<0,05	11,7
	• стоя	24	32	25	35	2,14	<0,05	9,4
	• ходьба	14	22	16	37	6,52	<0,001	68,1
2	Электромиография, Баллы	2,0±0,2	3,2±0,1	2,1±0,2	3,6±0,1	2,85	<0,05	12,5
3	PWC ₁₅₀ , кгм/мин	197,5±1,62	229,5±1,1	198,5±1,6	262,5±1,1	23,6	<0,001	4,2

Примечание: d% * – прирост показателя в процентах

Электромиографический показатель в контрольной группе составил к концу исследований 3,2±0,1 балла, а в основной – 3,6±0,1 балла (+60,0 % и 71,4 %), при максимальном показателе у здорового человека 5 баллов. Данный результат свидетельствует о том, что несмотря на значительный рост проводимости в обеих группах и более эффективном воздействии тренирующего двигательного режима в период реабилитации, 45 дней явно недостаточно для полного восстановления функциональных способностей двигательной системы у спинальных больных. Хотя, если анализировать восстановление уровня физической работоспособности у больных в данном исследовании, то с уверенностью можно констатировать, что тренирующий двигательный режим для такой категории больных более показан, чем щадящий. Так, к концу 45-го дня в основной группе уровень физической работоспособности возрос до 262,5±1,1 кг.м/мин, а в контрольной – до 229,5±1,1 кгм/мин, что на 32.0 кгм/мин и 64.0 кгм/мин выше первоначального результата.

При сравнительном анализе использования двух двигательных режимов при реабилитации больных с травмами позвоночника и спинного мозга было определено, что при использовании тренирующего двигательного режима в период реабилитации в условиях специализированного санатория показатели двигательной

активности у больных основной группы увеличились относительно показателей контрольной группы в положении лежа на 6,8 %, сидя – на 11,7 %, стоя – на 9,4 %, функция ходьбы улучшилась на 68,1 %, что свидетельствует о значительно возросших компенсаторных возможностях организма больных, восстановлении утраченных двигательных функций и трудоспособности. При этом показатель электромиографии в основной группе был выше показателя в контрольной на 12,5 %, а показатель физической работоспособности в основной группе после курса реабилитации составил $262,5 \pm 1,1$ кгм/мин, что на 15,7% выше, чем в контрольной. Это говорит о росте адаптивных возможностей организма больных и увеличении толерантности к физическим нагрузкам.

Анализируя полученные результаты, можно заключить, что применение тренирующего двигательного режима способствует более активному росту адаптивных возможностей организма к физическим нагрузкам, а также увеличению компенсаторных возможностей, двигательных функций и мышечной силы.

ВЫВОД

1. По полученным в ходе исследований показателям физической работоспособности (PWC150) можно заключить, что применение тренирующего режима реабилитации больных, перенесших спинномозговую травму дает более эффективные результаты по сравнению с группой, в которой применялся щадящий режим. Увеличение в основной группе индекса PWC150 до $262,5 \pm 1,1$ кгм/мин ($p \leq 0,001$), что на 15,7% превышает результаты в контрольной группе, свидетельствует о росте адаптивных возможностей организма больных и увеличении толерантности к физическим нагрузкам.
2. Двигательные функции достоверно увеличились в положении: лежа на 6,8% и достигли 44 баллов ($p \leq 0,05$), сидя на 11,7% – 34 балла ($p \leq 0,05$), стоя на 9,4% – 32 балла ($p \leq 0,05$), функция ходьбы улучшилась на 68,1% – 22 балла ($p \leq 0,001$), что свидетельствует о значительно возросших компенсаторных возможностях организма больных, восстановлении утраченных двигательных функций и трудоспособности.
3. Проведённое исследование показывает ведущее место тренирующего режима реабилитации у пациента, перенесших спинномозговую травму в условиях специализированного санатория.

Список литературы

1. Современные основы реабилитации больных с повреждениями спинного мозга: материалы I Учредительной научно-практической конференции «Спинной мозг», (Москва, 22-24 июня 2002) – М: 2002. – 126 с.
2. Пельмуттер О.А. Травма позвоночника и спинного мозга / Пельмуттер О.А. – Н. Новгород: Медицина. – 2000. – 144 с.
3. Редько Б.П. Критерии общей физической работоспособности для определения возможной двигательной активности больных со спинномозговой травмой на этапе санаторно-курортного лечения / Б.П. Редько // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. – 1985. – №5. – С.66–67.

4. Стопоров А.Г. Некоторые аспекты интегральной оценки общей компенсации больных перенесших позвоночно-спинномозговую травму / А.Г. Стопоров // Вестник физиотерапии и курортологии. – 2007. – №2. С. 172–177.

Коваль С.Я. Використання методу електроміографії в оцінюванні ефективності вибору фізичних вправ в відновленні рухової активності у хворих зі спинномозковою травмою / С.Я. Коваль, О.В. Хом'якова, В.М. Чорна. // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2011. – Т. 24 (63), № 1. – С. 60-66.

У статті обговорюються результати досліджень по виявленню ефективності рухових режимів у відновленні рухової активності у хворих з травматичною хворобою спинного мозку. Електроміографічні дослідження вправ є свідомством проєщо використання комплексу вправ тренуючого режиму має характеристику визначеної динамічної та міоелектричної впорядкованості. **Ключові слова:** рухова активність, спинномозкова травма, електроміографія, фізична працеспроможність.

Koval S.J. Electromyography methods' application for physical exercises alternatives efficiency's estimation in rehabilitation of patients with traumatic sickness of spinal cord / S.J. Koval, O.V. Homyakova, V.N. Chornaya // Scientific Notes of Taurida V.I. Vernadsky National University. – Series: Biology, chemistry. – 2011. – Vol. 24 (63), No 1. – P. 60-66.

The results of investigations of electromyography methods' application for physical exercises alternatives efficiency's estimation in rehabilitation of patients with traumatic sickness of spinal cord were discussed. The methods of higher physical activity is the more effective in the influence on patients with traumatic sickness of spinal cord.

Keywords: aerobic electromyography, spinal cord, physical rehabilitation.

Поступила в редакцію 19.02.2011 г.

УДК 159.938 : 612.821

ПОКАЗАТЕЛИ КАРДИОИНТЕРВАЛОГРАФИИ У ЛИЦ С РАЗНЫМ УРОВНЕМ АГРЕССИВНОСТИ

Конарева И.Н.

*Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, Симферополь, Украина
E-mail: psyphysiol_lab@ukr.net*

В группе из 120 здоровых лиц обоего пола проведено подробное исследование показателей кардиоинтервалографии в состоянии физиологического покоя (сидя) и при переходе в вертикальное положение. Эти показатели сопоставлены с оценками различных аспектов агрессивности, диагностируемых с использованием соответствующих психологических опросников. Лица с высоким уровнем агрессивности в целом характеризовались относительным преобладанием влияния центрального контура регуляции кардиоритма и симпатических механизмов на деятельность сердца, и ослаблением парасимпатических эффектов. Полученные данные дают основание считать, что у высокоагрессивных лиц механизмы регуляции деятельности сердца работают с напряжением, и адаптивные возможности сердечно-сосудистой системы относительно ограничены.

Ключевые слова: кардиоинтервалография, вариабельность сердечного ритма, спектры мощности, агрессивность, аутоагрессия, опросники.

ВВЕДЕНИЕ

Методика кардиоинтервалографии (КИГ), основанная на феномене вариабельности сердечного ритма (ВСР), позволяет получить не прямые, но, тем не менее, достаточно валидные оценки состояния регуляторных механизмов автономной нервной системы (АНС), ответственных за контроль функций сердечно-сосудистой системы (ССС). Последняя представляет собой одну из основных функциональных систем, обеспечивающих адекватный интегральный уровень функционирования целостного организма. Данная система является объектом, подверженным многоуровневой регуляции. Применение КИГ-анализа позволяет получить ряд интегральных оценок активности различных регуляторных механизмов, контролирующих функции сердца и сосудов, в частности, определить вовлечение в эти процессы регулирования структур надсегментарного контроля кардиоваскулярной системы и механизмов нейрогуморальной регуляции сердца, а также сформулировать обоснованные предположения о соотношении активности симпатического и парасимпатического отделов АНС у конкретного испытуемого.

В настоящее время, согласно стандартам Европейского Кардиологического общества и Североамериканского общества электрофизиологии (1996 г.), применяются временные и частотные методы анализа ВСР [1]. Интенсивно развиваются представления о значении показателей ВСР для оценки неспецифических адаптационных реакций организма человека [2]. В последние

годы расширяется применение упомянутого метода в донозологической диагностике ряда патологий. Однако бóльшая часть опубликованных работ пока все еще посвящена изучению показателей ВСП у пациентов с клиническими формами заболеваний.

Общепризнано, что КИГ-показатели существенно зависят от особенностей функционирования систем нейрогуморальной регуляции и ряда нейронных структур головного мозга, вовлеченных в контроль функций ССС (в том числе от их нейрохимического баланса). Эти же особенности центральных и периферических нервных механизмов являются важнейшими факторами, определяющими ряд ключевых психологических черт личности, в частности, уровень агрессивности индивидуума. Следует, однако, признать, что информация о связях комплекса КИГ-показателей со многими психологическими чертами личности и, в первую очередь, со степенью агрессивности пока что весьма неполна. Отмечалось, что повышенные агрессивность и враждебность являются одними из предикторов ряда заболеваний сердца; у пациентов со стенокардией наблюдались относительно высокие значения показателей, характеризующих агрессивность [3]. В то же время конкретные сведения о сдвигах показателей КИГ, которые могли бы коррелировать с повышенным риском упомянутых патологий с одной стороны, и уровнем агрессивности, с другой пока что практически отсутствуют.

Цель настоящей работы – рассмотреть корреляционные связи между значениями набора КИГ-показателей и выраженностью у здоровых испытуемых различных видов агрессивности, диагностируемых с использованием соответствующих психологических опросников.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследовании приняли участие 120 практически здоровых волонтеров обоего пола в возрасте 18-30 лет. Для регистрации ЭКГ и анализа ВСП использовали аппаратно-программный комплекс, состоящий из электрокардиографа и компьютера, и программное обеспечение «ОРТВ», разработанные в Винницком национальном медицинском университете им. Пирогова (автор Н.П. Костенко). Запись отрезков ЭКГ длительностью по 5 мин осуществлялась во II стандартном отведении в положениях испытуемых сидя и стоя. Последнее позволяло реализовать «усеченную» ортостатическую пробу (в которой устанавливались изменения КИГ-показателей при переходе из положения сидя в положение стоя). Лица, имеющие отчетливо выраженные нарушения ритма сердца (в частности тахикардию с ЧСС в состоянии покоя выше 100 мин^{-1} и/или значительные аритмии), в исследованную группу не вошли. Аппаратно-программный комплекс «ОРТВ» позволял реализовать на основе измерения R-R-интервалов (кардиоинтервалов, КИ) четыре стандартных подхода при анализе КИГ-показателей: 1) статистический анализ, 2) вариационную пульсометрию с построением гистограммы КИ, 3) корреляционную ритмографию (графическое представление динамического ряда КИ в виде «облака рассеивания» – скаттерограммы, 4) спектральный анализ.

Стандартно измерялись и регистрировались следующие статистические и

геометрические показатели ВСР: мода КИ (M_o , с), амплитуда моды (AM_o , %), среднее значение КИ (NN_m , с), максимальное значение КИ (M_x , с), минимальное значение КИ (M_n , с), разность $M_x - M_n$ КИ (M_xDM_n , или Delta, с), количество соседних КИ, которые различаются более чем на 50 мс (NN_{50}) и нормированное значение этого показателя (pNN_{50} , %), дисперсия КИ (Dm), среднее квадратическое отклонение КИ ($SDNN$, мс), коэффициент вариации ($Cvar$, %), среднее квадратическое различие между продолжительностью соседних КИ ($RMSSD$, мс), отношение M_x/M_n КИ (M_xRM_n), отношение 30/15 КИ, вариационный размах (BP , с). Производные показатели вариационной пульсометрии, по Баевскому, включали в себя индекс вегетативного равновесия (ИВР), вегетативный показатель ритма (ВПР), индекс напряжения (ИН, в другой терминологии – стресс-индекс, SI). Как спектральные показатели, рассчитывались мощность всего спектра (TP , mc^2) и мощности очень медленных низкочастотных волн (Very Low Frequency, VLF, mc^2), медленных низкочастотных волн (Low Frequency, LF, mc^2) и быстрых высокочастотных волн (High Frequency, HF, mc^2), а также нормированная мощность LF и HF и отношение LF/HF.

Кроме того, по данным спектрального анализа ВСР вычисляли следующие производные показатели. Индекс централизации – ИЦ (IC, Index of centralization, $IC = (HF+LF)/VLF$), который отражает степень преобладания недыхательных составляющих синусовой аритмии над дыхательными. Фактически – это количественная характеристика соотношений между влияниями центрального и автономного контуров регуляции сердечного ритма. Индекс активности подкорковых нервных центров (ИАПЦ, Index of Subcortical Center Activity, $ISCA=LF/VLF$) характеризует активность стволовых подкорковых нервных центров, участвующих в регуляции ССС, по отношению к влияниям более высоких уровней управления. Повышенная активность подкорковых нервных центров проявляется как рост значения ИАПЦ. С помощью этого индекса может оцениваться влияние процессов коркового торможения, задействованных в упомянутую регуляцию. ПАПР – показатель адекватности процессов регуляции ($ПАПР=AM_o/M_o$) – который отражает соответствие между уровнями функционирования синусового узла и симпатической активности.

Психологическое тестирование включало в себя предъявление испытуемым опросников Басса–Дарки (BDHI, 1957), трех вариантов опросников, предложенных группой Ильина («Личностная агрессивность и конфликтность» «Агрессивное поведение», «Ауто- и гетероагрессия») и опросника «Диагностика склонности к агрессивному поведению» Ассингера [4, 5]. Кроме того, были проанализированы данные, полученные с использованием ряда других личностных опросников, касающихся аспекта агрессивности («Самооценка психических состояний» Айзенка, Фрайбургский личностный опросник (FPI), «Индивидуально-типологический опросник» Собчик).

Данные анализа ВСР и результаты психологического тестирования обрабатывали с помощью общепринятых методов непараметрической статистики с использованием корреляционного и дисперсионного анализов.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Проведение корреляционного анализа, по Спирмену, позволило выявить следующие корреляции. Оценки по шкале «вспыльчивость» опросника Ильина и Ковалева «Личностная агрессивность и конфликтность» положительно коррелировали с показателем АМо; корреляции же с другими показателями ВСП (NN50, рNN50, Dm, SDNN, Cvar, RMSSD и BP) были отрицательными. Корреляционные связи уровня вспыльчивости с показателями вариационной пульсометрии, по Баевскому (ИВР, ВПР, ИН) имели положительные знаки. Корреляции с мощностью всего спектра ВСП (TP), отражающей суммарный уровень активности регуляторных систем, влияющих на ССС, абсолютной мощностью LF, отражающей уровень активности вазомоторного центра, и абсолютной мощностью высокочастотных колебаний HF, связанной с уровнем активности парасимпатического звена регуляции, были отрицательными. В то же время нормированная мощность низкочастотных флуктуаций сердечного ритма LF была положительно связана с уровнем вспыльчивости (табл.).

Картина установленных корреляций показателей КИГ со значениями по шкале «обидчивость» упомянутого опросника была весьма сходной с описанной выше, хотя и наблюдались некоторые отличия. Оценки по шкале «неуступчивость» положительно коррелировали с долей LF и с показателем соотношения абсолютных мощностей LF/HF. Интегральный показатель «позитивная агрессивность», рассчитываемый как сумма значений по шкалам «наступательность» и «неуступчивость», отрицательно коррелировал с показателем BP и положительно с индексами ИВР, ВПР, ИН. Интегральный показатель «конфликтность», определяемый как сумма значений по шкалам «вспыльчивость», «обидчивость», «бескомпромиссность» и «подозрительность», отрицательно коррелировал с показателями абсолютных мощностей компонентов спектра LF и HF (табл.).

Показатели по шкале «физическая агрессивность» опросника Басса–Дарки находились в значимых положительных корреляциях с долей низкочастотных волн LF и с отношением LF/HF. Корреляция уровня физической агрессивности с долей высокочастотных волн HF в спектре ВСП была отрицательной. Набор корреляций показателей по шкале «раздражительность» упомянутого опросника с данными ВСП оказались весьма сходными с описанными выше для оценок вспыльчивости опросника Ильина и Ковалева. Значение АМо находилось в положительной корреляции с уровнем раздражительности, статистические показатели NN50 и рNN50 – в отрицательной, а значения ИВР и ИН – в положительной. Сходство наблюдалось также в корреляциях показателей мощности различных компонентов спектра ВСП (табл.).

Оценки по шкале «чувство вины» опросника Басса–Дарки отрицательно коррелировали со статистическими и спектральными показателями ВСП (NN50, рNN50, LF и HF), повторяя в чем-то картину корреляций показателей по шкале «обидчивость». Корреляции оценок по шкале «прямая физическая агрессивность» опросника Ильина, Ковалева с показателями ВСП (Cvar и LF) выявлены только с положительным знаком (табл.).

Таблица
Значения корреляций показателей КИГ и данных психологического тестирования

	Вспыльчивость	Обидчивость	Неуступчивость	Позит. агрес.	Конфликтн.	Физич. агрес.	Раздражит.	Чужество вины	Прямая физ. агр.	Ауто-агрес.	Гетеро-агрес.
AMo	0,218	0,189	–	–	–	–	0,260	–	–	–	–
NN50	-0,203	-0,239	–	–	–	–	-0,239	-0,209	–	-0,192	–
pNN50	-0,200	-0,223	–	–	–	–	-0,239	-0,205	–	-0,198	–
Dm	-0,207	–	–	–	–	–	–	–	–	-0,196	-0,231
SDNN	-0,209	–	–	–	–	–	–	–	–	-0,200	-0,229
Cvar	-0,207	–	–	–	–	–	–	–	0,236	–	-0,210
RMSSD	-0,205	–	–	–	–	–	–	–	–	-0,210	-0,212
BP	-0,232	–	–	-0,202	–	–	–	–	–	-0,226	-0,249
IBP	0,206	0,201	–	0,199	–	–	0,223	–	–	0,212	0,235
ВПП	0,203	–	–	0,209	–	–	–	–	–	0,210	0,238
ИН	0,198	–	–	0,202	–	–	0,212	–	–	0,217	0,226
TP мс ²	-0,214	–	–	–	–	–	–	–	–	–	-0,227
LF мс ²	-0,247	-0,212	–	–	-0,201	–	–	-0,198	0,243	–	–
HF мс ²	-0,252	-0,209	–	–	-0,189	–	-0,235	-0,188	–	-0,269	–
LF %	0,215	–	0,215	–	–	0,201	0,232	–	–	0,284	–
HF %	–	–	–	–	–	-0,211	-0,255	–	–	-0,283	–
LF/HF	–	–	0,195	–	–	0,211	0,241	–	–	0,284	–

Примечание: в таблице приведены значимые коэффициенты корреляций ($\rho < 0,05$).

Совокупность корреляций показателей по шкале «аутоагрессивность» опросника Ильина с данными ВСП оказалась весьма сходной с описанной выше для оценок вспыльчивости и раздражительности. Оценки аутоагрессивности положительно коррелировали с показателями по шкалам «обидчивость» ($r=0,193$ при $\rho=0,045$) и «подозрительность» ($r=0,190$ при $\rho=0,048$), а также с индексом враждебности ($r=0,206$ при $\rho=0,032$) опросника Басса–Дарки. Из 120 человек нашей выборки 45 респондентов демонстрировали относительно большие значения по шкале «аутоагрессивность», 63 человека – по шкале «гетероагрессивность», а 12 – сходное количество баллов по обоим шкалам.

Оценки по шкале «гетероагрессивность» отрицательно коррелировали со следующими показателями ВСП: Dm, SDNN, Cvar, RMSSD, BP и мощностью всего спектра TP. В то же время индексы IBP, ВПП, ИН (по Баевскому) коррелировали с оценками по шкале «гетероагрессивность» положительно (табл.).

Показатели по шкале Ассингера «Диагностика склонности к агрессивному поведению» коррелировали только со спектральными значениями ВСП: с нормированной мощностью LF ($r=0,202$ при $\rho=0,043$) и отношением LF/HF ($r=0,212$ при $\rho=0,033$) положительно, а с нормированной мощностью HF – отрицательно ($r=-0,214$ при $\rho=0,032$). Отметим, что корреляции, полученные при использовании других

личностных опросников, имеющих в своем составе шкалы агрессивности, были весьма немногочисленны, но, тем не менее, тенденции оказались сходными с вышеперечисленными. Так, выявлены отрицательные корреляции показателей шкалы «агрессивность» опросника Айзенка и отношением КИ 30/15 ($r=-0,297$ при $p=0,003$). Оценки спонтанной агрессивности опросника FPI были негативно связаны с мощностью VLF ($r=-0,211$ при $p=0,038$) и LF ($r=-0,210$ при $p=0,039$). Уровень агрессивности по опроснику Собчик не соотносился значимо со значениями ВСП.

Таким образом, можно заключить, что у лиц с высокими оценками агрессивности наблюдалась тенденция к сравнительно высоким значениям АМо, т.е. к высокому относительному количеству наиболее часто встречающихся КИ. В то же время ряд других частных временных показателей ВСП у лиц с высокими значениями оценок вспыльчивости, обидчивости, раздражительности, чувства вины в общем оказывались относительно низкими, т.к. остальные статистические и геометрические показатели ВСП отрицательно коррелировали с различными оценками агрессивности. Иными словами, чем больше ауто- и гетероагрессивность в целом, тем обычно меньше значения NN50, pNN50, Dm, SDNN, Cvar, RMSSD и BP. Таким образом, лица с высокими оценками различных аспектов агрессивности (кроме ее прямой физической формы) проявляют тенденцию к меньшей вариабельности интервалов между сокращениями сердца (меньшим значениям ряда показателей, характеризующих эту вариабельность). Такая ситуация у подобных лиц, вероятно, отражает некий стабилизирующий эффект централизации управления ритмом сердца, который обусловлен в основном повышенной степенью активации симпатического отдела АНС.

Упомянутые выше разностные показатели являются в той или иной мере отражениями уровня активности парасимпатического отдела АНС, т.е. относятся к характеристикам автономного контура управления. Их отрицательная корреляция с оценками агрессивности показывает, что у лиц с повышенными оценками этой характеристики личности влияния парасимпатического отдела АНС относительно уменьшены. Низкие значения SDNN обычно связывают с усилением эффектов симпатической регуляции, которая подавляет активность автономного контура контроля функций CCC. Резкое снижение SDNN рассматривают также как отражение значительной напряженности регуляторных систем, т.е. состояния, при котором в процесс регуляции включаются высшие уровни управления. Это ведет к почти полному подавлению активности автономного контура регуляции CCC. Показатель RMSSD вычисляется по динамическому ряду разностей значений последовательных пар КИ и не связан с медленноволновыми составляющими изменений сердечного ритма. Полагают, что он отражает «в чистом виде» активность автономного контура регуляции. Чем меньше значение RMSSD, тем ниже активность звеньев парасимпатической регуляции. Таким образом, выраженная повышенная агрессивность связана с относительной активацией центрального контура CCC. Усиление же симпатического компонента регуляции проявляется в стабилизации ритма, уменьшении разброса длительностей КИ, увеличении количества сходных по длительности интервалов.

Показатели вариационной пульсометрии ИВР и ИН, по Баевскому,

положительно коррелировали почти со всеми выше рассмотренными оценками агрессивности, а показатель ВПР – с оценками по шкалам «вспыльчивость», «позитивная агрессивность», «аутоагрессивность» и «гетероагрессивность». ИН отражает степень централизации управления ритмом сердца в изменяющихся условиях и характеризует в основном активность симпатического отдела АНС. Величина ИН в норме варьирует в пределах от 50 до 200 у.е.; у высокоагрессивных индивидуумов в нашей группе (от 25 баллов и выше по индексу агрессивности опросника Басса–Дарки) он составлял обычно порядка 119 против 88 у.е. у низкоагрессивных лиц. Показатель ВПР позволяет судить о состоянии вегетативного баланса: чем меньше его величина, тем больше вегетативный баланс смещен в сторону преобладания парасимпатической регуляции. В нашей исследованной группе у высокоагрессивных лиц значения ВПР составили в среднем 5,3 против 4,6 у.е. у низкоагрессивных индивидуумов. Таким образом, показатели вариационной пульсометрии также указывали на то, что в регуляции ССС у лиц с высокими оценками уровня агрессивности и ее различных аспектов преобладает влияние симпатического отдела АНС.

Абсолютные значения спектральных показателей ВСР демонстрировали достаточно тесные отрицательные корреляции с характеристиками агрессивности. Так, показатель ТР находился в значимой отрицательной связи с оценками по шкалам «вспыльчивость» и «гетероагрессивность». Мощность низкочастотного диапазона ВСР LF отрицательно коррелировала с оценками по шкалам «вспыльчивость», «обидчивость», «конфликтность» и «чувство вины» (кроме показателя прямая физическая агрессивность), а относительная величина этого компонента – положительно с оценками по шкалам «вспыльчивость», «неуступчивость», «физическая агрессивность», «раздражительность», «аутоагрессивность». Мощность медленных LF-волн связана с уровнем функционирования симпатической и парасимпатической систем, барорецепторов и петель обратной связи в системе регуляции кровяного давления. Общепринято, что показатель LF характеризует состояние системы регуляции сосудистого тонуса, реализуемый через вазомоторный центр продолговатого мозга [2].

Мощность высокочастотного диапазона ВСР HF отрицательно коррелировала с оценками по шкалам «вспыльчивость», «обидчивость», «конфликтность», «раздражительность», «чувство вины», «аутоагрессивность», а ее нормированная величина – также отрицательно с оценками по шкале «физическая агрессивность», «раздражительность» и «аутоагрессивность». Мощность быстрых волн спектра ВСР (HF) обусловлена модуляцией ваготонических влияний на сердце при дыхании, т.е. зависит от уровня тонических парасимпатических воздействий.

Подгруппа более агрессивных субъектов характеризовалась нормированными значениями LF и HF 63,4 % и 33,4 % соответственно, тогда как у менее агрессивных обследованных аналогичные значения составляли 51,6 % и 45,2 %. Подобные соотношения также являются свидетельствами того, что у высокоагрессивных лиц вагусные влияния на синусовый узел сердца в среднем ослаблены, а вегетативный баланс сдвинут в сторону относительного преобладания симпатической активности [6]. У враждебных субъектов, по опроснику Басса–Дарки, было сравнительно

большим отношением LF/HF (3,79 против 2,31 у.е. у лиц с меньшими уровнями враждебности).

Проведение дисперсионного анализа (ANOVA) выявило достоверное различие между подгруппами, дифференцированными по уровню значения индекса агрессивности опросника Басса-Дарки, в отношении компонента VLF в положении сидя ($F=3,877$ при $p=0,024$). В нашей группе показатель VLF был достоверно больше у высокоагрессивных лиц (4053,4 против 1886,9 ms^2 у низкоагрессивных). Природа VLF-волн не совсем ясна. Предполагается связь этих осцилляций с процессами терморегуляции, которая реализуется через изменение периферического кровотока, с вазомоторной активностью, а также с активностью гуморальных систем, в частности ренин-ангиотензиновой. Некоторые исследователи связывают амплитуду этих волн с уровнем психоэмоционального напряжения, другие – с состоянием управления метаболическими процессами. Выявлена связь медленных волн сердечного ритма с колебаниями содержания в крови катехоламинов и кортикостероидов. Отмечена связь между медленными волнами сердечного ритма и активностью гипофизарно-адреналовой оси. Как правило, выраженность этих волн ассоциируется с повышенной активностью надсегментарных отделов мозга, в частности, с активностью церебральных симпатических подкорковых центров [7]. Таким образом, VLF-компонент характеризует влияния высших вегетативных центров на сердечно-сосудистые подкорковые центры и, вероятно, может использоваться как более или менее надежный маркер степени связи автономных сегментарных уровней регуляции кровообращения с надсегментарными, в том числе гипофизарно-гипоталамическим и корковым уровнями [2].

Таким образом, у агрессивных лиц наибольшее влияние на ВСП оказывает так называемый сосудистый модулятор (LF). В индивидуальных спектрограммах ВСП более агрессивных респондентов «вес» сосудистого модулятора варьировал от 43 до 88 %, а доля дыхательного модулятора (HF) – от 11 до 53 %. Таким образом, индивидуальные вариации этих значений были существенными, но общая тенденция проявлялась достаточно четко, особенно под «нагрузкой». Так, в положении стоя спектральные показатели LF и HF в изучаемых подгруппах различались достоверно ($F=3,891$ при $p=0,024$ и $F=3,783$ при $p=0,026$), составляя у высокоагрессивных лиц значения порядка 3471,5 и 752,7 ms^2 , а у низкоагрессивных – 2538,1 и 1283,4 ms^2 соответственно.

Найдены положительные корреляции оценок агрессивности по шкалам «вспыльчивость» и «раздражительность» с интегральным показателем ПАПР ($r=0,220$ при $p=0,036$ и $r=0,223$ при $p=0,019$, соответственно), которые также демонстрируют у высокоагрессивных индивидуумов значимо большие значения АМо, и, следовательно, большую активность симпатического отдела АНС и централизацию управления ССС. Индекс IC отрицательно коррелировал с показателями шкал «обидчивость» ($r=-0,207$ при $p=0,028$), «конфликтность» ($r=-0,199$ при $p=0,036$) и положительно – с оценками по шкалам «прямая физическая агрессивность» ($r=0,259$ при $p=0,008$) и «реальная агрессивность», по опроснику FPI ($r=0,198$ при $p=0,038$). Оценки агрессивности были положительно связаны с

индексом ISCA: по шкалам «неуступчивость» ($r=0,201$ при $p=0,034$), «прямая физическая агрессивность» ($r=0,271$ при $p=0,005$), «реальная агрессивность» ($r=0,245$ при $p=0,010$) и опроснику Ассингера ($r=0,199$ при $p=0,046$), подтверждая больший «вклад» влияний, отражающихся в LF-компоненте.

Уменьшение реактивности парасимпатического отдела АНС у респондентов с высокими оценками агрессивности, очевидно, может обуславливать ограничение способностей организма адаптироваться к неблагоприятным условиям среды. Увеличение же вклада симпатического отдела АНС связано с усилением влияний центрального контура управления сердечным ритмом. Этот отдел регуляторных механизмов, обеспечивающий экстренную мобилизацию энергетических и метаболических ресурсов организма при любых видах стрессогенных воздействий, активируется через нервные и гуморальные каналы. Он фактически является составным элементом гипоталамо-гипофизарно-адреналовой системы, реализующей ответ организма на стрессорное воздействие. Очевидно, что важнейшая роль в управлении упомянутой системы принадлежит ЦНС, которая координирует и направляет все процессы в организме [2].

В простой двухконтурной модели системы регуляции сердечного ритма процесс управления работой синусового узла, задающего ритм сокращений сердца, основывается на функционировании двух взаимосвязанных уровней (контуров) – центрального и автономного, обладающих прямыми и обратными связями. Синусовый узел сердца и система блуждающих нервов и их ядер в продолговатом мозгу являются рабочими органами управляемого (нижнего, автономного) контура регуляции. Индикатором активности этого контура является выраженность дыхательной синусовой аритмии. При этом дыхательная система может рассматриваться в определенном смысле как блок обратной связи в автономном контуре регуляции сердечного ритма. Активность же управляющего (высшего, центрального) контура регуляции ССС отражается в основном в различных медленноволновых составляющих ВСР. Ее индикатором является недыхательная синусовая аритмия. Прямая связь между управляющим и управляемым контурами осуществляется через нервные (в основном симпатические), а также гуморальные каналы. Обратная связь при этом также обеспечивается нервным и гуморальным путями, но при этом важную роль играет афферентная импульсация от барорецепторов сердца и сосудов, от хеморецепторов и от обширных рецепторных зон других органов и тканей [2].

Различные нагрузки на организм, требующие включения в процесс управления сердечным ритмом центрального контура регуляции, ведут к ослаблению дыхательного компонента синусовой аритмии и к усилению ее недыхательного компонента. Общая закономерность, очевидно, состоит в том, что более высокие уровни управления в основном тормозят активность более низких уровней. При этом амплитуда дыхательных волн сердечного ритма снижается тем в большей мере, чем активнее включается в процесс управления центральный контур. Поскольку автономный контур – это по существу контур парасимпатической регуляции, то централизация управления означает смещение вегетативного гомеостаза в сторону преобладания симпатической нервной регуляции. Поэтому

ослабление дыхательной аритмии связывают обычно с усилением тонуса симпатического отдела АНС. Считается, что управляющий, или центральный, контур управления сердечным ритмом – это «этажи» нейрогуморального управления функциями ССС, от подкорковых медуллярных центров до гипоталамо-гипофизарного уровня регуляции и уровня кортикофугальных влияний на вегетативные функции (реализуемых через подкорковые нервные центры, в частности вазомоторный центр, и гипоталамо-гипофизарную систему) [2].

Изменения спектра кардиоритмограммы при переходе из горизонтального (или сидячего) положения в вертикальное характеризуются в норме снижением интенсивности дыхательных волн и усилением медленных волн сердечного ритма, что свидетельствует о снижении тонуса вагуса и росте симпатических влияний на сердце [8]. Известно, что механизм компенсаторной реакции на ортостатическое воздействие состоит в изменении активности барорецепторов в ответ на снижение артериального давления, торможении вагусных и усилении симпатических влияний на сердце и сосуды. В нашей обследованной группе ИН в условиях ортостатической пробы в целом увеличивался: у высокоагрессивных лиц возрастал на 22,7 % против 27,3 % у низкоагрессивных. Также выявлена отрицательная корреляция соотношения $ИН_{стоя}/ИН_{сидя}$ с оценками общей гетероагрессивности ($r=-0,228$ при $p=0,021$).

Полученные взаимосвязи показателей КИГ с уровнем агрессивности могут быть связаны с тем фактом, что значения этих индексов определяются в значительной степени общим нейрофизиологическим субстратом. В проявлениях агрессивного поведения важнейшую роль играет повышенная активность нейронных систем миндалины и усиленное взаимодействие этого комплекса ядер с лимбическими и гипоталамическими структурами [9]. У агрессивных индивидуумов была выявлена относительная редукция влияний, поступающих из префронтальной коры [10, 11] и медиальных темпоральных кортикальных областей [11]. Считается, что биохимическими коррелятами импульсивной агрессивности человека могут быть недостаточный уровень серотонина (СТ) и чрезмерно высокий уровень дофамина (ДА) в вентральной префронтальной коре [10]. В то же время есть мнение, что в наибольшей мере формирование агрессивности человека определяет уровень норадреналина в ЦНС [12].

Известно, что в окончаниях вегетативных нервов выделяются различные медиаторы (ацетилхолин, катехоламины, СТ, ГАМК, полипептиды, АТФ) и модуляторы синаптической передачи [13]. Показано, что в симпатических ганглиях и окончаниях симпатических нервов находятся ДА-рецепторы [14], таким образом, уровень ДА может существенно влиять на симпатическую регуляцию.

В настоящем исследовании мы уточнили некоторые вегетативные корреляты агрессивности как черты личности, показав связи оценок уровня агрессивности с рядом показателей ВСР. По степени напряженности регуляторных механизмов ССС можно судить о функциональных резервах контроля данной системы и, в существенной мере, об адаптационных возможностях всего организма в целом, поскольку они в значительной степени определяются состоянием ССС и ее адаптативностью. Даже в условиях покоя напряженность регуляторных систем

ССС может быть достаточно высокой; таким образом, соответствующий индивидуум не имеет достаточных резервов в контроле функций сердца и сосудов. Результаты нашего исследования показывают, что подобная ситуация может чаще реализоваться у высокоагрессивных индивидуумов, для которых в общем характерен заметно повышенный тонус симпатического отдела АНС.

ВЫВОДЫ

1. У лиц с высоким уровнем агрессивности все рассмотренные показатели ВСР свидетельствовали об относительном ослаблении парасимпатических влияний АНС и превалировании симпатических эффектов в регуляции сердечного ритма.
2. Для лиц с высоким уровнем агрессивности характерны усиленные влияния центрального контура управления функциями ССС и есть основания полагать, что у них в определенной степени ограничены адаптационные ресурсы регуляции данной системы.

Список литературы

1. Heart Rate Variability. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. Task Force European Society of cardiology and the North American Society of pacing and Electrophysiology // *European Heart Journal*. – 1996. – V. 17. – P. 354–381.
2. Баевский Р.М. Вариабельность сердечного ритма. Медико-физиологические аспекты [Электронный ресурс] / Р.М. Баевский // Режим доступа: <http://www.ramena.ru>.
3. Лобова В.А. Индивидуально-типологические свойства личности при развитии сердечно-сосудистых заболеваний в условиях Крайнего Севера: дис. ... канд. психол. наук: 19.00.01 / Лобова Вера Александровна. – Надым, 2003. – 147 с.
4. Ильин Е.П. Эмоции и чувства / Ильин Е.П. – СПб.: Питер, 2001. – 752 с.
5. Ильин Е.П. Мотивация и мотивы / Ильин Е.П. – СПб.: Питер, 2002. – 512 с.
6. Анализ вегетативной регуляции сердечного ритма на различных этапах индивидуального развития человека / О.В. Коркушко, В.Б. Шатило, Т.В. Шатило [и др.] // *Физиология человека*. – 1991. – Т. 17, № 2. – С. 31–40.
7. Хаспекова Н.Б. Диагностическая информативность мониторинга вариабельности ритма сердца / Н.Б. Хаспекова // *Вестник аритмологии*. – 2003. – № 32. – С. 14–23.
8. Sympathetic restraint of baroreflex control of heart period in normotensive and hypertensive subjects / D. Lucini, M. Pagani, G.S. Mela [et al.] // *Clinical Science*. – 1994. – Vol. 86. – P. 547–556.
9. Adamec R. The amygdala and feline aggression and defence / R. Adamec // *Aggress. Behav.* – 1989. – Vol. 15, No 1. – P. 32.
10. Anckarsäter H. Central nervous changes in social dysfunction: Autism, aggression, and psychopathy / H. Anckarsäter // *Brain Research Bulletin*. – 2006. – Vol. 69, No 3. – P. 259–265.
11. Bufkin J.L. Neuroimaging Studies of Aggressive and Violent Behavior / J.L. Bufkin, V.R. Luttrell // *Trauma, Violence, & Abuse*. – 2005. – Vol. 6, No 2. – P. 176–191.
12. Haden S.C. The noradrenergic system and its involvement in aggressive behaviors / S.C. Haden, A. Scarpa // *Aggression and Violent Behavior*. – 2007. – Vol. 12, No 1. – P. 1–15.
13. Burnstock G. Neurotransmitters and trophic factors in the autonomic nervous system / G. Burnstock // *J. Physiol.* – 1981. – Vol. 313. – P. 1–35.
14. Clark B.J. Peripheral dopamine receptors / B.J. Clark, K. Menninger // *Circulat. Res.* – 1980. – Vol. 46, No 6, Part 2. – P. 59–63.

Конарева І.М. Показники кардіоінтервалографії у осіб з різним рівнем агресивності / І.М. Конарева // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2011. – Т. 24 (63), № 1. – С. 67-78.

У групі зі 120 здорових осіб обох статей докладно досліджено показники кардіоінтервалографії у стані спокою (сидячи) та при переході у вертикальне положення. Ці показники співставлені з оцінками різних аспектів агресивності, діагностованих за допомогою питальників. Особи з високими рівнями агресивності в цілому характеризувалися відносним домінуванням впливів центрального контура регуляції кардіоритму та симпатичних механізмів і послабленням парасимпатичних впливів на діяльність серця. Отримані дані дають підстави вважати, що у високо агресивних осіб механізми регуляції діяльності серця працюють з напруженням; отже, адаптивні можливості серцево-судинної системи у них до певної міри обмежені.

Ключові слова: кардіоінтервалографія, варіабельність серцевого ритму, спектри потужності, агресивність, аутоагресія, питальники.

Konareva I.N. Cardiointervallographic indices in persons with different levels of aggressiveness / I.N. Konareva // Scientific Notes of Taurida V.I. Vernadsky National University. – Series: Biology, chemistry. – 2011. – Vol. 24 (63), No 1. – P. 67-78.

In a group included of 120 healthy subjects, we measured the cardiointervallographic indices in the resting state (sitting position) and after standing in a vertical position. These indices were correlated with the estimates of different aspects of aggressiveness diagnosed using the questionnaires. Subjects with high levels of aggressiveness were, in general, characterized by the relative prevalence of influences coming from the central contour of regulation of the cardiorythm and sympathetic mechanisms and weakening of the parasympathetic effects on the heart rhythm. The data obtained allow us to conclude the mechanisms controlling the heart activity work under strain in subjects with high estimates of aggressiveness; thus, the adaptation capabilities of the cardiovascular system are, to a certain extent, limited in this contingent.

Keywords: cardiointervallographiy, heart rate variability, power spectra, aggressiveness, selfaggressiveness, questionnaires.

Поступила в редакцію 17.02.2011 г.

УДК 633.2:504.453(477.52).

ОСОБЛИВОСТІ ПРОДУКЦІЙНОГО ПРОЦЕСУ ТА РОСТУ ЛУЧНОГО РІЗНОТРАВ'Я НА СІНОКОСАХ ТА ПАСОВИЩАХ ЗАПЛАВИ ПСЛА

Коровякова Т.О.

*Сумський національний аграрний університет, Суми, Україна
E-mail: k_tatyana_a@bk.ru*

В статті представлені результати досліджень продукційного процесу та росту трьох видів лучного різнотрав'я: *Achillea millefolium L.*, *Prunella vulgaris L.* та *Carum carvi L.* Вивчена динаміка основних параметрів росту даних видів. Встановлені пороги стійкості популяцій та оптимальні умови зростання досліджуваних видів. Виявлені закономірності можуть бути використані для визначення оптимальних режимів користування природними кормовими угіддями.

Ключові слова: лучне різнотрав'я, ріст, продукційні процеси, пасквальна та фенісіціальна дигресія.

ВСТУП

Заплавні луки річки Псел традиційно використовуються в якості пасовищ та сінокосів, бо вони є основною сировинною базою для тваринництва. Найбільшу представленість на природних кормових угіддях за кількістю видів має господарсько-ботанічна група різнотрав'я [1], її частка в лучних угрупованнях заплави Псла становить 69,5 %, у порівнянні із злаками (13,1 %), бобовими (7,1 %) та осоками (10,3 %) вона є найчисельнішою. Серед різнотрав'я є види високої кормової якості, а також рослини цієї групи є основним джерелом вітамінів, мікроелементів і біологічно активних сполук, що мають лікувальні властивості. Багато видів різнотрав'я необхідні худобі, як ароматизуючи дієтична добавка до злаків і бобових. Вони необхідні для підвищення засвоєння та для покращення споживання трав'яного корму [2]. За класифікацією запропонованою Балашовим Л.С. [2], різнотрав'я ділиться на 5 груп:

1. Рослини, які мають кормове значення на пасовищі і в сіні.
2. Рослини, які мають кормове значення та покращують споживання сіна.
3. Рослини, які не мають кормового значення, але покращують споживання сіна.
4. Рослини, які не поїдаються в зеленому вигляді, але споживаються в сіні.
5. Рослини, які не поїдаються, отруйні та колючі.

Господарсько-ботанічна група різнотрав'я досліджена фрагментарно: в основному вивчалися лікарські та рідкісні рослини [3–6]. Менше уваги приділялось комплексним популяційним дослідженням лучного різнотрав'я.

На заплавних луках річки Псел із групи різнотрав'я широко поширені: *Achillea millefolium L.*, *Prunella vulgaris L.*, *Carum carvi L.* Дані види різнотрав'я мають

кормове значення та покращують споживання сіна. Вони входять до складу багатьох лучних угруповань заплави Псла та витримують різні ступені пасовищної та сінокісної дигресії. *A. millefolium*, *P. vulgaris*, *C. carvi* в якості кормових і лікарських складових лучної трави, мають велике значення, як при пасовищному утриманні великої рогатої худоби, так і при заготівлі сіна. Дослідження формування фітомаси, динаміки основних ростових параметрів популяцій даних видів на луках господарського користування є актуальною науковою проблемою.

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ

Об'єктами дослідження є три види лучного різнотрав'я (*A. millefolium*, *P. vulgaris*, *C. carvi*), що широко поширені на заплавах луках річки Псел.

A. millefolium – євразійський вид, гемікриптофіт, багаторічна трав'яна рослина з тонким повзучим кореневищем. Стебла поодинокі або їх декілька, висотою 10–80 см, з 2-3 перисто-розсіченими ланцетними листками і вкороченими облиствленими пагонами в їх пазухах. Суцвіття зібрано в складні щитки, окремі кошики якого мають діаметр від 4 до 10 мм. Вид не вимогливий до ґрунтів, світлолюбивий. На луках з іншими травами *A. millefolium* добре поїдається великою рогатою худобою, у фазі бутонізації рослини містять 20–22 % сирого протеїну [2], крім того *A. millefolium* багатий на азулени, складні ефіри, камфору, фітонциди, органічні кислоти, каротин, вітамін С, мінеральні солі і т.д. Трава дерев'яно звичайного покращує процеси травлення у тварин, підвищуючи виробку шлункового соку та стимулюючи жовчовиділення [7]. Існують дані про те, що домішка рослин цього виду близько 10 % покращує якість сіна [8].

P. vulgaris – багаторічна трав'яниста рослина з повзучим кореневищем, стебла висотою 8–20 см, листки яйцевидні або продовгуваті. Квіти зібрані в головчасті або колосовидні суцвіття. Кожна особина утворює від 1 до 10 і більше прямих вертикальних генеративних пагонів, квітучий пагін несе єдине верхівкове суцвіття або декілька пазушних [9]. Плоди у *P. vulgaris* – яйцевидні або трьохгранні горішки. Цвіте і плодоносить з червня до пізньої осені. Вид світлолюбивий, не вимогливий до поживності ґрунтів, але вологолюбивий. В траві суховершок містяться дубильні речовини, смоли, ефірні масла, вітаміни С, К, каротин, тощо. *P. vulgaris* добре поїдається худобою на пасовищах і в сіні. Траву даної рослини здавна використовували в народній медицині [10]: для лікування захворювань органів дихання, при крововтратах і як в'язучий засіб.

C. carvi – євроазіатський вид, гемікриптофіт, монокарпічна, трав'яна рослина, дво-, рідше одно- або малорічник. Головний корінь добре розвинутий, входить глибоко в ґрунт, веретеновидний, м'ясистий, до 1 см в діаметрі. Стебла прямостоячі, у верхній частині галузисті. Листки продовгуваті, 2-3 перисторозсічені, з лінійно-ланцетними або лінійними кінцевими дольками, прикореневі та нижні стеблові листки черешкові, верхні – сидячі або на коротких черешках. Квіти зібрані в складні зонтики, що утворюють волотевидну синфлоренцію. *C. carvi* – не вимогливий до кліматичних умов. Вид зустрічається в діапазоні від бідних до багатих ґрунтів; світлолюбивий, зростає на відкритих ділянках. *C. carvi* – цінна кормова рослина, що містить до 18,1 % протеїну, крім того – вітаміни, мікроелементи, ефірні масла,

флаваноїди, тощо. Тмин вважається бажаним (до 5 %) на природних кормових угіддях, так як рослина сприяє поїданню трав, травленню та обміну речовин у тварин. *C. carvi* має лікарські властивості, що пов'язано з містом в рослині біологічно активних речовин [11].

Дослідження росту та продукційного процесу лучного різнотрав'я проводилось в 2009–2010 роках на заплавах луках річки Псел в межах Сумської області за градієнтом пасквальної (пасовищної) та фенісиціальної (сінокісної) дигресії. Ступені антропогенної трансформації лучних фітоценозів встановлювали за флористичним складом [12] та фактичним типом користування луками: ділянки луків із пасовищним навантаженням ділилися на 5 ступенів: ПД0 відповідали ділянки лук, які не зазнавали антропогенних навантажень; ПД1 – ПД3 – ділянки із відповідним збільшенням кількості поголів'я великої рогатої худоби від 2–3 до 10–12 голів на га, ПД4 – ділянки із безсистемними пасовищними навантаженнями. Градієнт фенісиціальної дигресії ділився на 4 ступені: ФД0 – луки без вираженого антропогенного впливу, ФД1 – луки з одноразовим, ФД2 – дворазовим, ФД3 – безсистемним сінокосінням.

Досліджуючи ростові процеси, ми спирались на загально прийняті підходи [13, 14]. Облік морфометричних параметрів, що характеризують ріст і продукційні процеси (фітомаса особин (W), площа листової поверхні (A), абсолютна (AGR) та відносна (RGR) швидкості росту, відносний приріст за добу (R), абсолютна (AGRA) та відносна (RGRA) швидкості росту листової поверхні, нетто-асиміляція (NAR), продуктивність формування листової поверхні (LAR)) проводився 5–8 разів протягом вегетаційного періоду з 25 квітня по 17 липня, з інтервалом 10–12 днів. Обробка даних проходила з використанням комп'ютерної програми GROWTH 3, автором якої є Злобін Ю.А. [15].

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

A. millefolium виявляє високу стійкість до випасу. Фітомаса виду за градієнтом пасквальної дигресії поступово зменшується: від ПД0 до ПД1 спостерігається зниження фітомаси на 32 %, від ПД1 до ПД2 – на 48 %, від ПД2 до ПД3 – на 57 %, від ПД3 до ПД4 – на 63 % (рис. 1, А). *A. millefolium* добре переносить початкові стадії випасу, але втрачає більше половини фітомаси при надмірному і безсистемному випасанні. За фенісиціальним градієнтом фітомаса *Achillea millefolium* змінюється менше: одноразове сінокосіння (ФД 1) даний вид переносить добре – фітомаса зростає на 2 %, дворазове сінокосіння приводить до незначного зниження фітомаси на 17 %, при безсистемному сінокосінні (ФД 3) – величина фітомаси падає на 34 % (рис. 1, В).

Абсолютна швидкість росту *A. millefolium* із збільшенням пасовищних навантажень в період з 25 квітня по 12 липня падає від 0,0490 г/добу (ПД0) до 0,0176 г/добу (ПД4), поступово знижується і нетто асиміляція від 0,0024 г/см²/добу (ПД0) до 0,0015 г/см²/добу (ПД4) (табл. 1). Інші параметри, що характеризують продукційні та ростові процеси *A. millefolium* закономірно змінюються із збільшенням пасовищних навантажень (табл. 1) та зміною умов зростання лучних трав. Із збільшенням сінокісних навантажень абсолютна швидкість росту

A. millefolium в період з 01 травня по 17 липня поступово падає від 0,0490 г/добу (ФД0) до 0,0309 г/добу (ФД3), знижується і нетто асиміляція від 0,0024 г/см²/добу (ФД0) до 0,0018 г/см²/добу (ФД3) (табл. 1). Характеристика динаміки інших ростових параметрів подано в табл. 1.

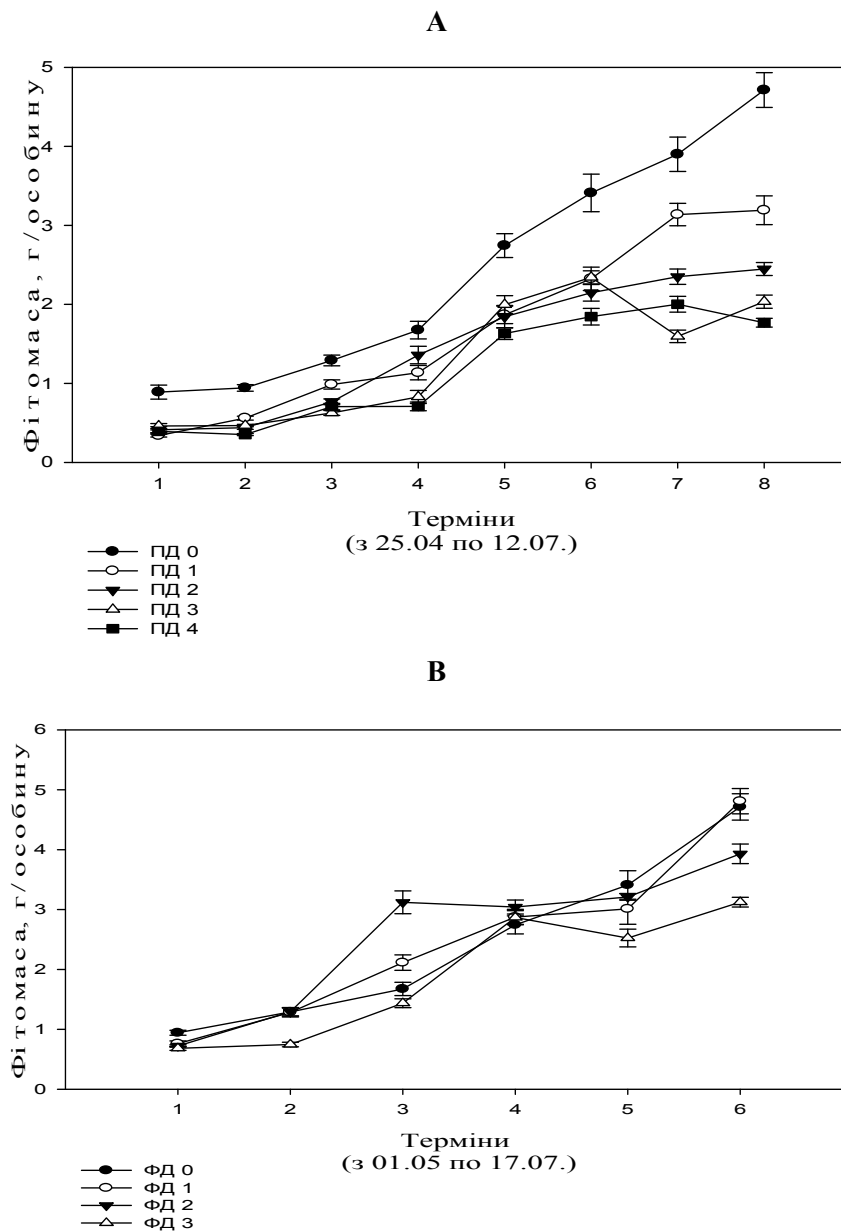


Рис. 1. Динаміка накопичення фітомаси (г/особину) *Achillea millefolium* : А – за градієнтом пасквальної дигресії , В – за градієнтом фенісиціальної дигресії.

Таблиця 1

Зміна показників росту *Achillea millefolium* за пасквальним і фенісіціальним градієнтами

Ступені градієнту	AGR г/добу	RGR г/г/добу	R г/добу	AGRA см ² /добу	RGRA см ² /см ² /добу	NAR г/см ² /добу	LAR см ² /г /добу
ПД 0	0,0490	0,0214	0,0087	0,1262	0,0061	0,0024	0,0550
ПД 1	0,0366	0,0287	0,0104	0,2122	0,0171	0,0029	0,1667
ПД 2	0,0261	0,0228	0,0091	0,1568	0,0112	0,0019	0,1371
ПД 3	0,0202	0,0190	0,0081	0,1037	0,0081	0,0016	0,0979
ПД 4	0,0176	0,0193	0,0082	0,0977	0,0083	0,0015	0,1068
ФД 0	0,0490	0,0214	0,0087	0,1262	0,0061	0,0024	0,0550
ФД 1	0,0519	0,0236	0,0093	0,2522	0,0105	0,0022	0,1148
ФД 2	0,0411	0,0217	0,0088	0,2292	0,0110	0,0020	0,1210
ФД 3	0,0309	0,0193	0,0081	0,1338	0,0077	0,0018	0,0834

P. vulgaris добре переносить випас, але на останній стадії пасквального градієнту (ПД4) даний вид випадає з травостою. У *P. vulgaris* спостерігається не значне зниження фітомаси, порівняно з *A. millefolium*: від ПД0 до ПД1 середнє значення надземної фітомаси зменшується на 27 %, від ПД1 до ПД2 – на 34 %, від ПД2 до ПД 3 – на 38 % (рис. 2, А). Це явище можна пояснити тим, що *P. vulgaris* пристосувалась до зростання в умовах пасовищного використання луків: за рахунок інтенсивного вегетативного розмноження та здатності утворювати лежачі генеративні пагони, що зберігають неушкодженими квіти і насіння. Даний вид світлолюбивий і невимогливий до ґрунтів, тому розрідження травостою, що відбувається із збільшенням пасовищних навантажень, є сприятливим фактором для розвитку *P. vulgaris*. Однак, лімітуючими факторами для цього виду, ймовірно, служать – ущільнення ґрунту та нестача ґрунтової вологи.

Фенісіціальний градієнт характеризується збідненням ґрунту через відчуження фітомаси, проте *P. vulgaris* не вимоглива до ґрунтів. У зв'язку з цим сінокосіння не впливає на фітомасу даного виду, значення цього параметру коливається навколо середнього $2,31 \pm 0,058$ г/особину (рис. 2, В).

Абсолютна швидкість росту *P. vulgaris* із збільшенням пасовищних навантажень в період з 02 травня по 10 липня падає з 0,0272 г/добу (ПД0) до 0,0168 г/добу (ПД3). Відносна швидкість росту даного виду, порівняно з *A. millefolium*, більша на стадіях ПД0 та ПД3. В той час як у деревію звичайного підвищується відносна швидкість росту на стадіях пасовищної дигресії ПД1 та ПД2. Пасовищне навантаження на луки приводить до незначного коливання нетто-асиміляції (табл. 2). Умови лучних пасовищ та сінокосів приводять до зміни основних параметрів продукційного процесу та росту *P. vulgaris* (табл. 2).

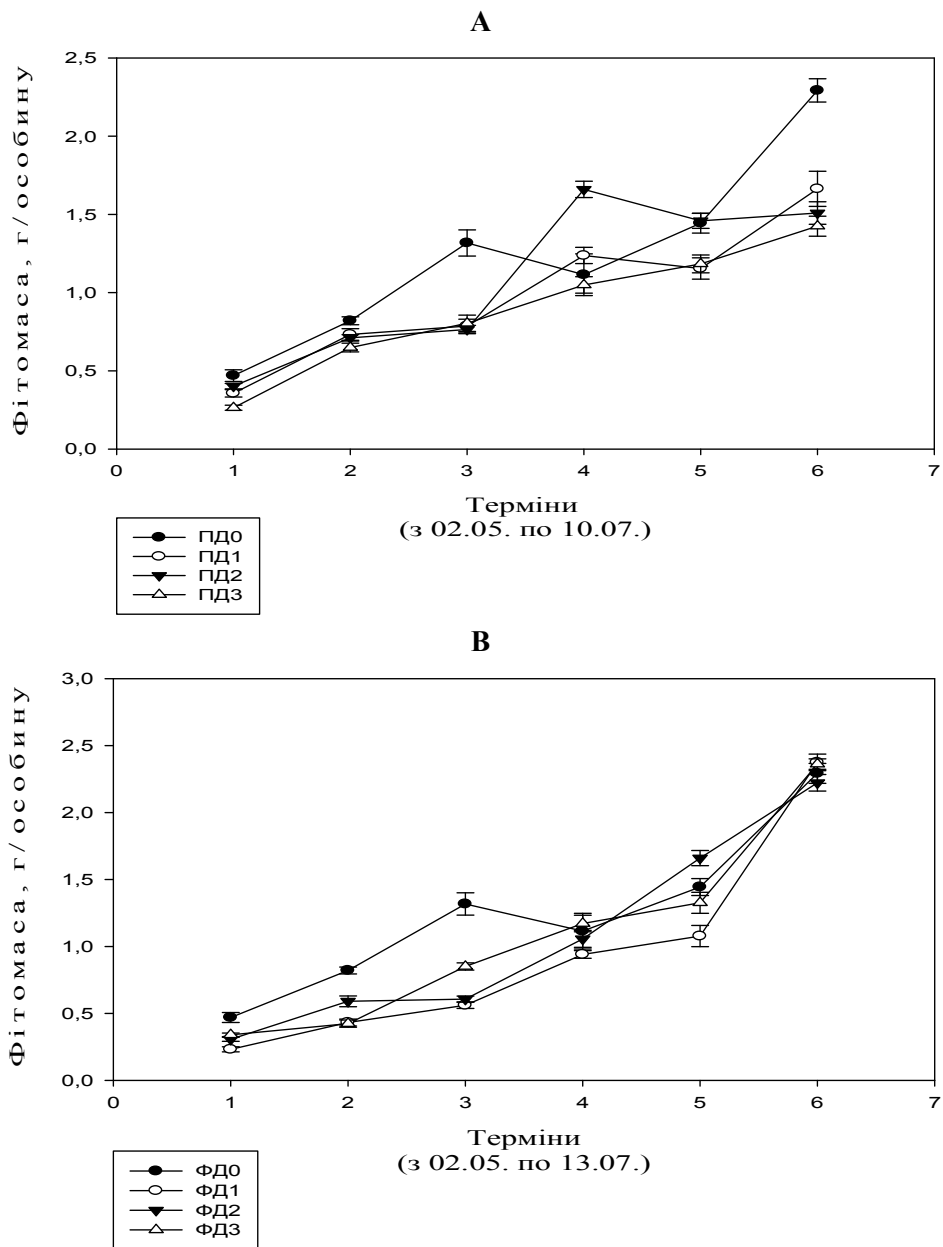


Рис. 2. Динаміка накопичення фітомаси (г/особину) *Prunella vulgaris*: А – за градієнтом пасквальної дигресії, В – за градієнтом фенісіциальної дигресії.

Таблиця 2

Зміна показників росту *Prunella vulgaris* за пасквальним і фенісиціальним градієнтами

Ступені градієнту	AGR г/добу	RGR г/г/добу	R г/добу	AGRA см ² /добу	RGRA см ² /см ² /добу	NAR г/см ² /добу	LAR см ² /г /добу
ПД 0	0,0272	0,0237	0,0099	0,1589	0,0085	0,0015	0,1382
ПД 1	0,0195	0,0230	0,0097	0,1420	0,0101	0,0014	0,1674
ПД 2	0,0165	0,0197	0,0086	0,1146	0,0097	0,0014	0,1370
ПД 3	0,0168	0,0244	0,0100	0,1632	0,0147	0,0015	0,2368
ФД 0	0,0272	0,0237	0,0099	0,1589	0,0085	0,0015	0,1382
ФД 1	0,0298	0,0323	0,0114	0,2314	0,0182	0,0023	0,2512
ФД 2	0,0286	0,0295	0,0113	0,2115	0,0151	0,0020	0,2185
ФД 3	0,0281	0,0269	0,0104	0,1740	0,0117	0,0019	0,1668

C. carvi, в основному, зростає на луках, де проводиться надмірний випас худоби, в наших дослідженнях такі ділянки природних кормових угідь відповідають стадії ПД3. Зустрічається даний вид і на ділянках з безсистемним сінокосінням (ФД3). На пасовищах (ПД3) за вегетаційний сезон фітомаса виду зростає від $1,19 \pm 0,196$ г/особину на початкових стадіях вегетації до $9,91 \pm 0,615$ г/особину наприкінці сезону (рис. 3, А).

На сінокосах (ФД3) даний параметр був дещо вищий: середнє значення фітомаси змінювалось від $2,91 \pm 0,251$ г/особину на початку вегетації до $14,72 \pm 1,492$ г/особину наприкінці вегетаційного сезону (рис. 3, В). *C. carvi* витримує витоптування, може зростати як на бідних, так і на багатих ґрунтах. Проте, пасовищний градієнт має сильніший вплив на розвиток виду та формування фітомаси, ніж сінокосний. Середнє значення фітомаси однієї особини на сінокосах на 33 % вище ніж на пасовищах. Сінокосіння та випас худоби впливає і на інші параметри продукційного процесу та росту *C. carvi* (табл. 3).

Таблиця 3

Зміна показників росту *Carum carvi* за пасквальним і фенісиціальним градієнтами

Ступені градієнту	AGR г/добу	RGR г/г /добу	R г/добу	AGRA см ² /добу	RGRA см ² /см ² /добу	NAR г/см ² /добу	LAR см ² /г /добу
ПД 3	0,2231	0,0559	0,0210	0,6971	0,0210	0,0067	0,1746
ФД 3	0,3029	0,0415	0,0172	1,0103	0,0138	0,0041	0,1385

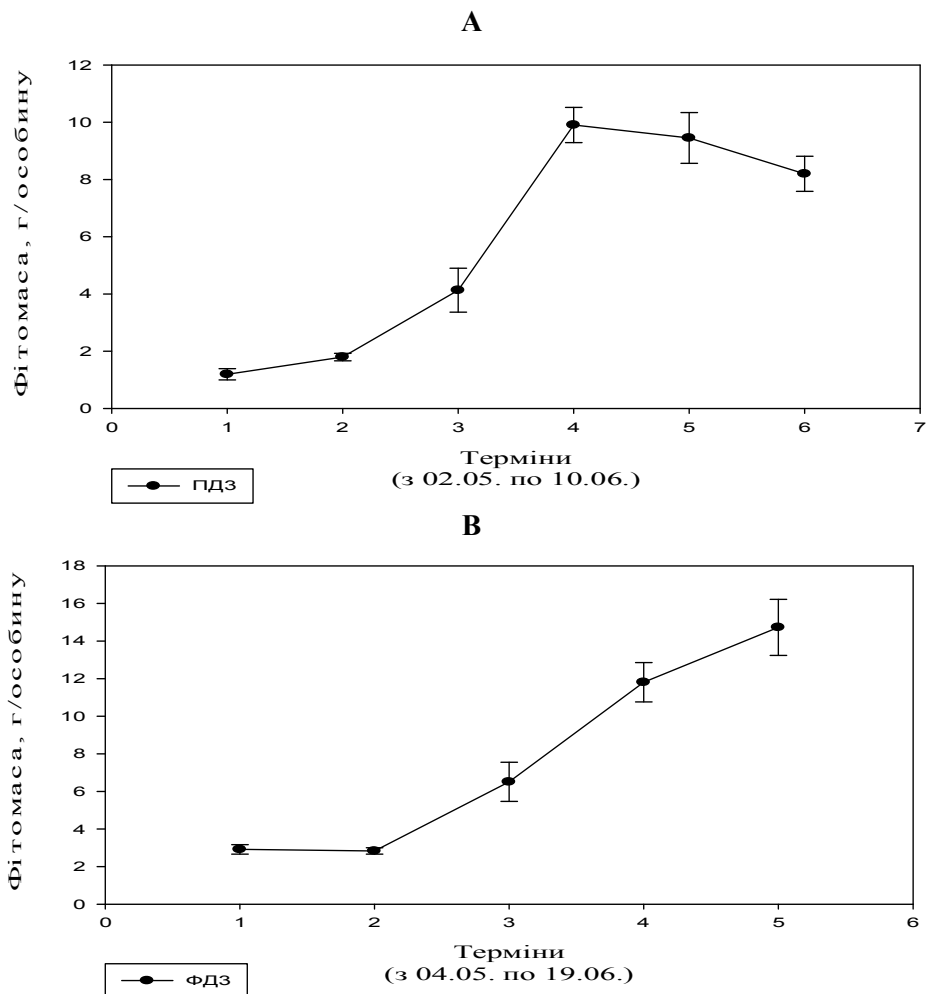


Рис. 3. Динаміка накопичення фітомаси (г/особину) *Carum carvi*: А – за градієнтом пасквальної дигресії, Б – за градієнтом феніциальної дигресії.

Абсолютна швидкість росту на сінокісних ділянках становить 0,3029 г/добу, перевищуючи цей показник на пасовищах, який складає 0,2231 г/добу. Проте значення нетто-асиміляції вище на луках, що використовуються в якості пасовищ – 0,0067 г/см²/добу, у порівнянні з сінокосами – 0,0041 г/см²/добу. Відносна швидкість росту *C. carvi* найвища у порівнянні з *A. millifolium* та *P. vulgaris*.

ВИСНОВОК

За результатами здійснених досліджень, встановлено, що по мірі зростання пасовищних та сінокісних навантажень на лучний травостій відбуваються суттєві зміни морфологічних параметрів *A. millifolium*, *P. vulgaris* та *C. carvi*, що

характеризують ріст та продукційні процеси. За градієнтом пасквальної та фенісіциальної дигресії у досліджуваних видів статистично достовірно змінюються наступні параметри: надземна фітомаса особин, абсолютна та відносна швидкості росту, відносний приріст за добу, абсолютна та відносна швидкості росту листової поверхні, нетто-асиміляція, продуктивність формування листової поверхні. Оптимальними умовами для зростання *A. millefolium* є луки з помірними пасовищними (ПД0, ПД1, ПД2) та сінокісними навантаженнями (ФД0, ФД1, ФД2). *P. vulgaris*, добре пристосована до зростання в умовах лучних пасовищ, однак найбільша фітомаса у виду формується на ділянках ПД0 та ПД1. Сінокісіння не справляє вираженого впливу на розмір надземної фітомаси особин, проте є ефективним для покращення інших показників росту, через розрідження травостою. Популяції *C. carvi* найчастіше зустрічаються на луках з безсистемними пасовищними та сінокісними навантаженнями. Фенісіциальний градієнт вид переносить краще, що сприяє формуванню більшої фітомаси особин, але такі показники як відносна швидкість росту фітомаси, відносний приріст за добу, відносна швидкість росту листової поверхні, нетто-асиміляція, продуктивність формування листової поверхні вищі на пасквальному градієнті. Вцілому, запас фітомаси на 1 м² за градієнтом пасквальної дигресії у досліджуваних видів лучного різнотрав'я змінюється наступним чином: у *A. millefolium* знижується від 348,5 г/м² до 241,6 г/м², у *P. vulgaris* – від 304,6 г/м² до 238,5 г/м². За фенісіциальним градієнтом даний показник зростає у *A. millefolium* – від 348,5 г/м² до 644,5 г/м², у *P. vulgaris* від 304,6 г/м² до 362 г/м². У *C. carvi* запас надземної фітомаси на ділянках луків ПД3 становить 245,7 г/м², на ФД3 – 338,6 г/м². За динамікою морфопараметрів лучного різнотрав'я визначається стан популяцій вцілому та рівні пасовищних та сінокісних навантажень, яких необхідно дотримуватись при господарському користуванні заплавними луками.

Автор висловлює вдячність науковому керівникові доктору біологічних наук, професору Злобіну Ю.А. за допомогу у виконанні роботи.

Список літератури

1. Коровякова Т.О. Лучне різнотрав'я, як важливий компонент біорізноманіття і стабілізації заплавних рослинних угруповань / Т.О. Коровякова // Вісник Сумського НАУ. – 2010. – В. 4 (19). – С. 28–32.
2. Балашов Л.С. Кормовиробництво. Луки Чернігівщини: навч.-метод. пос. / Балашов Л.С., Даниленко М.А., Сипайлова Л.М. – Чернігів: Чернігівські береги, 2006. – 280 с.
3. Мінарченко В.М. Життєва стратегія сировинно значущих видів лікарських рослин України та її реалізація в умовах трансформованого навколишнього середовища / В.М. Мінарченко // Український ботанічний журнал. – 2007. – Т. 64, № 5. – С. 667–675.
4. Пименова М.Е. Изучение ресурсно-фитохимических ценопопуляций тысячелистника обыкновенного *Achillea millefolium* L. / М.Е. Пименова, А.Д. Коновалов, Т.А. Нестерова // Вестник Воронежского ГУ. – 2003. – № 2. – С. 225–227
5. Куземко А.А. Охорона флори і рослинності долини р. Рось / А.А. Куземко // Український ботанічний журнал. – 2002. – Т. 59, № 5. – С. 569–577.
6. Родінка О.С. Шляхи охорони рідкісних видів рослин Сумської області / О.С. Родінка // Вісник Львівського університету. – 2004. – Вип. 36. – С.91–95.

7. Рабинович М.И. Лекарственные растения в ветеринарии / Моисей Исаакович Рабинович – М.: Россельхозиздат, 1981. – 224 с.
8. Луговые травянистые растения / [Губанов И.А., Киселева К.В., Новиков В.С., Тихомиров В.Н.] – М.: Агропромиздат, 1990. – 183 с.
9. Winn A.A. Regulation of seed yield within and among populations of *Prunella vulgaris* / A.A. Winn, P.A. Werner // *Ecology*. – 1987. – V. 68, № 3. – P. 1224–1233.
10. Абрамова Л.И. Черноголовка обыкновенная / Л.И. Абрамова // Биологическая флора Московской области. – М.: Аргус, 1996. – Вып. 12. – С.113–123.
11. Ермакова И.М. Тмин обыкновенный / И.М. Ермакова // Биологическая флора Московской области. – М.: Гриф и К, 2003. – Вып. 15. – С.114–138.
12. Типология лугов Украины и их рациональное использование / [Балашов Л.С., Сипайлова Л.М., В.А. Соломаха, Шеляг-Сосонко Ю.П.] – Киев: Наукова думка, 1988. – 238 с.
13. Evans G.C. Plant growth and the aerial environment / G.C. Evans, A.P. Hughes // *New Phytologist*. – 1961. – Vol. 60, № 2. – P. 150–180.
14. A modern tool for classical plant growth analysis / R. Hunt, D. Causton, B. Shipley [et al.] // *Annals of Botany*. – 2002. – Vol. 90. – P. 485–488.
15. Злобин Ю.А. Популяционная экология растений: современное состояние, точки роста / Юлиан Андреевич Злобин – Сумы: Университетская книга, 2009. – 263 с.

Коровякова Т.А. Особенности продукционного процесса и роста лугового разнотравья на сенокосах и пастбищах поймы Псла / Т.А. Коровякова // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2011. – Т. 24 (63), № 1. – С.79-88

В статье представлены результаты исследований продукционного процесса и роста трёх видов лугового разнотравья: *Achillea millefolium* L., *Prunella vulgaris* L. и *Carum carvi* L. Изучена динамика основных параметров роста данных видов. Установлены пороги стойкости популяций и оптимальные условия произрастания исследованных видов. Выявленные закономерности могут быть использованы для определения оптимальных режимов пользования природными кормовыми угодьями.

Ключевые слова: луговое разнотравье, рост, продукционные процессы, пастбищная и феносициальная дигрессия.

Korovyakova T.A. Feature production process and growth meadow forbs on haymakings and pastures of Psel's a flood plain / T.A. Korovyakova // Scientific Notes of Taurida V.Vernadsky National University. – Series: Biology, chemistry. – 2011. – Vol. 24 (63), No. 1. – P. 79-88.

In article results of researches production process and growth of three species meadow forbs: *Achillea millefolium* L., *Prunella vulgaris* L. and *Carum carvi* L. are submitted. Dynamics of key parameters growth these species is resulted. Thresholds of firmness populations and optimum conditions growth the investigated species are established. The revealed laws can be used for definition of optimum modes using by natural fodder grounds.

Keywords: meadow forbs, growth, production process, pascual and fenisicial digression.

Поступила в редакцию 21.02.2011 г.

УДК 579.26

ВПЛИВ *BACILLUS THURINGIENSIS* (BERLINER) НА ЧИСЕЛЬНІСТЬ ЕПІФІТНОЇ МІКРОФЛОРИ ФІЛОПЛАНИ ТА ЇЇ ФУНГІСТАТИЧНА ДІЯ ПРОТИ ЗБУДНИКІВ ХВОРОБ В АГРОБІОЦЕНОЗІ КАРТОПЛІ

Крижко А.В., Кузнєцова Л.М.

Південна дослідна станція Інституту сільськогосподарської мікробіології УААН,
Гвардійське, Сімферопольський р-н, Україна
E-mail: solanum@ukr.net

Ентомопатогенний штам *B. thuringiensis* 994, що містить β -екзотоксин, у перші дві доби після обробки рослин картоплі біоінсектицидами, сприяє зниженню чисельності бактерій-амоніфікаторів, мікроміцетів та стрептоміцетів. Штам *B. thuringiensis* 787, що не містить β -екзотоксину, протягом двох діб призводить до пригнічення росту мікроміцетів. Проте за 7 діб після обробки, спостерігали повне нівелювання впливу біологічних інсектицидів, що виявлялося у відновленні мікробного ценозу філоплани. Хімічний інсектицид Каліпсо, протягом усього періоду досліджень, спричиняє пригнічувальну дію на чисельність стрептоміцетів. Штами *B. thuringiensis* 994 та 787, проявляють антагонізм щодо фітопатогенних мікроміцети *Fusarium oxysporum* та *Alternaria solani*. В порівнянні з хімічним інсектицидом Каліпсо найбільш активно на фітопатогенні мікроміцети впливає штам *B. thuringiensis* 994, який продукує термостабільний β -екзотоксин.
Ключові слова: *Bacillus thuringiensis*, біоінсектицид, Каліпсо, епіфітна мікрофлора, фітопатогенні мікроміцети.

ВСТУП

Поверхня листя картоплі є місцеперебуванням різноманітних таксономічних груп епіфітних мікроорганізмів. Чисельність популяцій мікроорганізмів філоплани визначається віком та розташуванням листа, доступністю вологи та поживних речовин. Джерелом таких речовин служать секрети та екsudати рослин, що вимиваються з листа водою [1]. Але відомо, що епіфітна мікрофлора листків картоплі є найбільш чутливою до змін навколишнього середовища ніж бактерії в інших зв'язаних з рослинами середовища існування, наприклад ризоплани, чи у внутрішніх тканинах рослин. Епіфіти філоплани залежать від інсоляції, опадів, відносної вологості, кількості поживних речовин, вітамінів та гормонів росту [2, 3].

Епіфітна мікрофлора перешкоджає проникненню фітопатогенних мікроорганізмів у рослинні тканини і тим самим посилює імунітет рослин. Деякі мікроорганізми філоплани є антагоністами фітопатогенів [1]. Мікроорганізм, який першим потрапив на листок, займає вільні ділянки і може таким чином перешкодити іншим бактеріям розвиватися на тих самих ділянках.

Серед епіфітних мікроорганізмів листя картоплі часто трапляються і патогенні у резистентній фазі. В умовах недостатньої кількості поживних речовин на листових поверхнях рослин патогенні бактерії здатні підтримувати свої популяції на

низькому рівні, а в сприятливих умовах різко розмножуються на рослині-господарі, викликаючи інфекційний процес [2].

В останні роки в Україні значну шкоду сільськогосподарському виробництву картоплі завдають грибні хвороби. Альтернاریоз картоплі є причиною зниження врожаю через передчасне відмирання ураженої надземної частини рослини та загибель бульб при зберіганні. Мікроміцети роду *Fusarium* є збудниками фузаріозного в'янення картоплі та сухої гнилі бульб за зберігання.

Для боротьби з патогенними грибами в агроценозах України використовують переважно хімічні фунгіциди. В даний час існує низка біопрепаратів на основі мікроміцетів, бактерій та стрептоміцетів, але за певних причин вони не отримали широкого застосування у сільському господарстві. Тому, актуальним став пошук нових біологічних засобів боротьби з патогенними грибами, які були б безпечними для агробіоценозу.

Відомо, що ентомопатогенні бактерії *B. thuringiensis*, які є типовим епіфітом рослин на основі яких розроблено ряд біопрепаратів для захисту картоплі від поширеного листогризучого шкідника – колорадського жука володіють і фунгістатичною дією [4]. Тому препарати на основі таких бактерій можуть розглядатись не тільки як ентомопатогенні, але й перспективно, фунгістатичні. Враховуючи, що бактерії *B. thuringiensis* зберігаються на листях картоплі протягом тривалого часу [5], то доцільним є питання визначення їх впливу на сапрофітну та патогенну мікрофлору філоплани.

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ

В наших дослідженнях зразки листя рослин картоплі відбирали з ділянок, які обробляли біоінсектицидами на основі штамів *B. thuringiensis* 994 та 787 з титром спор 400 млн./мл робочої рідини. Штами були виділені з комах природних популяцій у Південній дослідній станції ІСГМ НААН і депоновані в Колекції корисних ґрунтових мікроорганізмів ІСГМ НААН. Штам *B. thuringiensis* 994 продукує білковий кристалічний δ -ендотоксин та водорозчинний термостійкий термостабільний β -екзотоксин нуклеоїдної природи. Штам *B. thuringiensis* 787 продукує δ -ендотоксин, але не продукує β -екзотоксину.

Біоінсектициди отримували при культивуванні бактерій на технологічних качалках у колбах об'ємом 750 мл з 50 мл поживного середовища. Зразки листя для аналізу відбирали на 4 годину, та на 2 і 7 добу після обробки. Вплив біоінсектицидів на епіфітну мікрофлору філоплани порівнювали з впливом хімічного інсектициду Каліпсо 480 SC, к.с., діючою речовиною якого є неонікотиноїд тіаклоприд.

Дослідження проводили на рослинах картоплі сорту Явір протягом 2009 та 2010 років. Погодні умови періоду досліджень відрізнялись інтенсивністю інсоляції, кількістю опадів та відносною вологістю повітря. Так у 2009 році тривалість сонячного сяння була на 10-20 годин вище норми, а у 2010 – дорівнювало нормі. У 2009 році сума осадів склала лише 10-40% норми, а у 2010 році впродовж досліду опадів не спостерігали, але в переддослідний період зареєстровано 2 норми, що випали за 2 доби. У 2009 році недолік насичення вологості повітря підвищувався до 11-13 мб, а у 2010 до 10-12 мб.

Для аналізу епіфітної мікрофлори змив з поверхні листя проводили шляхом енергійного струшування у 100 мл стерильній воді проби рослинного матеріалу (1г) та подальшим висівом на поживні середовища [6]. Бактерії, які засвоюють органічні форми азоту, визначали на м'ясо-пептоного агарі (МПА); кількість бактерій, здатних засвоювати мінеральний азот та чисельність актиноміцетів підраховували на крохмально-амонійному агарі (КАА); чисельність мікроміцетів – на підкисленому середовищу Чапека [7].

Фунгіцидну дію штамів *B. thuringiensis* встановлювали методом перпендикулярних штрихів за Сегі [8]. Культуру бактерій висівали на агарову пластинку штрихом у 50-60 мм, що проходив через її центр. Потім матеріалом 3-добових культур грибів проводили штрихи, перпендикулярні першому. Для визначення фунгістатичної дії штамів *B. thuringiensis* у досліди було введено варіант з хімічним інсектицидом Каліпсо. Фунгіцидну дію Каліпсо визначали, використовуючи стерильний фільтрувальний папір, змочений розчином інсектициду у концентрації 1 мл на 5л води. Змочений папір розміщували на агаровій пластинці перпендикулярно засіяної штрихом культури грибів. Після посіву чашки Петрі з усіх варіантів інкубували у термостаті при температурі 27–28⁰С.

Ширину зон затримки росту вимірювали на 2 та 4 добу інкубування.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Вплив *B. thuringiensis* на чисельність епіфітної мікрофлори філоплани картоплі

В результаті роботи протягом обох років, аналіз чисельності епіфітної мікрофлори листя картоплі, проведений на 4 годину після обробки біоінсектицидами, у варіантах з культурами штамів *B. thuringiensis* 994 та 787 показав високе співвідношення їх долі до загальної кількості бактерій амоніфікаторів (табл. 1). Таке співвідношення склало у середньому 0,66 та 0,71 відповідно. При обробці листя картоплі штамми *B. thuringiensis* 994 та 787 у 2009 році у жодному дослідному варіанті не відмічали істотного впливу біоінсектицидів на чисельність мікроміцетів. У 2010 році спостерігали пригнічення росту мікроміцетів у 3,0 та 1,6 разів. Істотного коливання чисельності бактерій, що засвоюють мінеральні форми азоту не виявлено, за винятком варіанту зі застосуванням культури штаму *B. thuringiensis* 994, за дії якої спостерігали повне пригнічення їх росту. Це може бути пов'язане з тим, що деякі бактерії роду *Bacillus* продукують антибіотики, що пригнічують ріст інших бактерій [9].

За 4 години після обробки рослин Каліпсо не було відмічено істотного впливу інсектициду на чисельність усіх груп мікроорганізмів листя картоплі, крім стрептоміцетів.

На 2 добу після обробки мікробіологічний аналіз чисельності епіфітної мікрофлори, проведений у 2009 році показав, що співвідношення долі бактерій *B. thuringiensis* штамів 994 та 787 до загальної кількості бактерій амоніфікаторів було таким як і у день обробки і складало 0,9 та 0,5 відповідно. У 2010 році, на фоні загального зниження чисельності *B. thuringiensis*, в варіантах з культурами

Таблиця 1

Вплив ентомопатогених штамів *B. thuringiensis* та хімічного інсектициду Каліпсо на епіфітну мікрофлору філосфери картоплі (польовий дослід, ПДС ІСГМ НААН, 2009, 2010 рр.)

Варіанти дослідів	Чисельність мікроорганізмів, КУО/г листя					
	Бактерії (МПА), 10 ⁶	Бактерії <i>B. thuringiensis</i> (МПА), 10 ⁶	Бактерії <i>B. thuringiensis</i> /Бактерії (МПА)	Мікрочицети (Чапека), 10 ³	Стрептомицети (КАА), 10 ⁵	Бактерії, що засвоюють мінеральні форми азоту (КАА), 10 ⁶
1	2	3	4	5	6	7
Аналіз на 4 годину						
Контроль	$\frac{1,6 \pm 0,3}{1,7 \pm 0,3}$	$\frac{1,6 \pm 0,3}{1,6 \pm 0,3}$	$\frac{1,0}{0,9}$	$\frac{6,7 \pm 0,7}{23,6 \pm 3,8}$	$\frac{18,0 \pm 1,7}{23,6 \pm 1,4}$	$\frac{1,6 \pm 0,3}{2,3 \pm 0,3}$
Штам <i>B. thuringiensis</i> 994	$\frac{72,3 \pm 4,9}{12,3 \pm 1,5}$	$\frac{30,7 \pm 5,2}{11,3 \pm 1,3}$	$\frac{0,4}{0,9}$	$\frac{6,6 \pm 0,9}{8,0 \pm 0,0}$	$\frac{9,6 \pm 0,8}{13,3 \pm 0,9}$	$\frac{0}{0}$
Штам <i>B. thuringiensis</i> 787	$\frac{56,3 \pm 11,9}{16,3 \pm 0,8}$	$\frac{29,3 \pm 5,0}{10,0 \pm 1,5}$	$\frac{0,5}{0,6}$	$\frac{5,0 \pm 0,5}{15,0 \pm 1,2}$	$\frac{16,6 \pm 1,5}{19,0 \pm 0,6}$	$\frac{2,3 \pm 0,3}{1,7 \pm 0,3}$
Каліпсо 480 SC, к.с.	$\frac{2,3 \pm 0,3}{3,0 \pm 0,6}$	$\frac{0}{1,0 \pm 0,0}$	$\frac{0}{0,3}$	$\frac{7,6 \pm 0,6}{25,7 \pm 1,2}$	$\frac{0}{2,6 \pm 0,3}$	$\frac{1,6 \pm 0,3}{3,0 \pm 0,6}$
Аналіз на 2 добу						
Контроль	$\frac{2,3 \pm 0,3}{1,7 \pm 0,3}$	$\frac{2,3 \pm 0,3}{1,0 \pm 0,0}$	$\frac{1,0}{0,6}$	$\frac{14,6 \pm 1,7}{51,3 \pm 3,7}$	$\frac{19,6 \pm 0,9}{24,3 \pm 0,6}$	$\frac{2,6 \pm 0,3}{3,3 \pm 0,3}$
Штам <i>B. thuringiensis</i> 994	$\frac{37,3 \pm 3,3}{10,6 \pm 1,6}$	$\frac{27,3 \pm 1,2}{10,0 \pm 1,5}$	$\frac{0,7}{0,9}$	$\frac{5,6 \pm 0,8}{14,0 \pm 1,2}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{2,3 \pm 0,3}{2,7 \pm 0,3}$
Штам <i>B. thuringiensis</i> 787	$\frac{28,3 \pm 1,8}{12,0 \pm 1,2}$	$\frac{22,3 \pm 0,8}{5,7 \pm 0,3}$	$\frac{0,8}{0,5}$	$\frac{10,6 \pm 1,5}{19,7 \pm 2,0}$	$\frac{29,0 \pm 2,6}{31,0 \pm 0,5}$	$\frac{4,3 \pm 0,3}{4,0 \pm 0,0}$
Каліпсо 480 SC, к.с.	$\frac{2,3 \pm 0,3}{3,3 \pm 0,3}$	$\frac{1,0 \pm 0,0}{1,0 \pm 0,0}$	$\frac{0,4}{0,3}$	$\frac{12,6 \pm 1,7}{22,7 \pm 3,5}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{3,0 \pm 0,0}{3,3 \pm 0,3}$
Аналіз на 7 добу						
Контроль	$\frac{2,6 \pm 0,3}{3,7 \pm 0,7}$	$\frac{1,6 \pm 0,3}{1,6 \pm 0,3}$	$\frac{0,6}{0,4}$	$\frac{34,0 \pm 2,1}{18,0 \pm 2,6}$	$\frac{26,3 \pm 1,5}{33,6 \pm 0,8}$	$\frac{6,6 \pm 0,9}{7,3 \pm 0,3}$
Штам <i>B. thuringiensis</i> 994	$\frac{4,3 \pm 0,3}{4,0 \pm 0,6}$	$\frac{2,6 \pm 0,3}{2,0 \pm 0,0}$	$\frac{0,6}{0,5}$	$\frac{28,0 \pm 0,8}{12,3 \pm 0,9}$	$\frac{20,3 \pm 1,4}{36,3 \pm 1,5}$	$\frac{5,0 \pm 0,6}{6,0 \pm 0,5}$
Штам <i>B. thuringiensis</i> 787	$\frac{3,3 \pm 0,3}{4,6 \pm 0,9}$	$\frac{2,0 \pm 0}{2,3 \pm 0,3}$	$\frac{0,6}{0,5}$	$\frac{26,0 \pm 1,2}{11,0 \pm 2,1}$	$\frac{23,6 \pm 1,8}{27,6 \pm 1,2}$	$\frac{5,3 \pm 0,3}{5,6 \pm 0,3}$
Каліпсо 480 SC, к.с.	$\frac{1,6 \pm 0,3}{2,3 \pm 0,3}$	$\frac{1,0 \pm 0}{1,6 \pm 0,3}$	$\frac{0,6}{0,7}$	$\frac{21,6 \pm 0,9}{12,3 \pm 1,5}$	$\frac{12,3 \pm 1,2}{16,6 \pm 1,2}$	$\frac{4,3 \pm 0,3}{4,6 \pm 0,3}$

Примітка: у чисельнику дані 2009 року, у знаменнику – 2010 року.

біоінсектицидів спостерігали інтенсивне зниження амоніфікаторів (до 9,6-11,7% відносно контролю), хоча співвідношення долі бактерій *B. thuringiensis* до загальної кількості бактерій амоніфікаторів збільшувалося і досягало 0,7 та 0,8 відповідно.

За подібний період, протягом двох років, під впливом штамів 994 та 787 спостерігали пригнічення росту мікроміцетів. Чисельність таких мікроорганізмів знижувалась відповідно у 3,13 та 1,99 разів. Отримані дані пояснюються дослідженнями явища конкуренції сапрофітних бактерій листя картоплі за поживні речовини, яка створює несприятливі умови для росту некротрофних грибних патогенів [2]. У жодному дослідному варіанті істотного впливу на кількість бактерій, що засвоюють мінеральні форми азоту відмічено не було. Обробка листя культурою штаму *B. thuringiensis* 994 викликала повне пригнічення чисельності стрептоміцетів. За обробки листя культурою штаму *B. thuringiensis* 787 не відмічено істотного впливу на кількість стрептоміцетів.

На 2 добу після обробки рослин спостерігали проявлення впливу на епіфітну мікрофлору листя картоплі Каліпсо, яке виявлялось у повному пригніченні чисельності стрептоміцетів. Така дія інсектициду була аналогічна дії екзотоксинмісного штаму *B. thuringiensis* 994. Оскільки відомо, що значна кількість видів стрептоміцетів володіють антибіотичною активністю проти патогенної мікрофлори, радикальне зниження їх чисельності може впливати на зменшення стійкості рослин до природних патогенів [9]. У зв'язку з цим, застосування біоінсектицидів на основі штаму *B. thuringiensis* 787, який не містить екзотоксину, може вважатися перспективним для створення і застосування екологічно безпечних біопрепаратів.

На 7 добу досліду після обробки, мікробіологічний аналіз чисельності епіфітної мікрофлори листя картоплі, показав відсутність істотного впливу досліджуваних біоінсектицидів на чисельність усіх груп мікроорганізмів. Порівняно з контролем, відмічали повне відновлювання епіфітної мікрофлори листя, що сприяло природному функціонуванню агроєкосисеми. В той же час, за дії хімічного інсектициду Каліпсо відмічали зменшення чисельності стрептоміцетів у 2 рази.

Деякі штами *B. thuringiensis* проявляють фунгіцидну дію, а також мають корелятивний зв'язок між ентомоцидними та фунгіцидними властивостями [4], тому вивчення фунгіцидних властивостей ентамопатогенних штамів *B. thuringiensis* 994 та 787 представляє певний інтерес. Літературними даними, антифунгальну активність ентамопатогенних бактерій обумовлює δ -ендотоксин, який вони продукують [10].

Враховуючи вищезазначене, наші дослідження були спрямовані на визначення фунгістатичної дії штамів *B. thuringiensis* 994 та 787 проти збудників захворювань картоплі *Alternaria solani* та *Fusarium oxysporum*, що викликають відповідно альтернаріоз та фузаріозне в'янення картоплі. Вплив штамів ентамопатогенних бактерій на фітопатогенні гриби оцінювали за розміром зони пригнічення росту фітопатогенів.

В умовах лабораторного досліду встановлено, що штами *B. thuringiensis* 994 та 787 проявляють фунгістатичною дією як проти *A. solani* так і *F. oxysporum* (табл. 2).

Таблиця 2

Фунгістатична дія ентомопатогених штамів *B. thuringiensis* 994 та 787 та хімічного інсектициду Каліпсо 480 SC, к.с. на розвиток фітопатогених грибів *Alternaria solani* та *Fusarium oxysporum* (лабораторний дослід)

Варіанти дослідів	Розмір зон взаємодії інсектицидів та тест-мікроорганізмів, мм			
	<i>Alternaria solani</i>		<i>Fusarium oxysporum</i>	
	2 доба	4 доба	2 доба	4 доба
Штам <i>B. thuringiensis</i> 994	10,8 ± 1,1	13,5 ± 1,43	24,8 ± 0,7	27,2 ± 0,9
Штам <i>B. thuringiensis</i> 787	3,3 ± 0,3	6,6 ± 1,0	14,2 ± 1,9	16,2 ± 1,7
Каліпсо 480 SC, к.с.	7,5 ± 0,5	15,6 ± 0,6	6,5 ± 0,5	10,3 ± 0,5

Так, потягом дослідів найбільш висока фунгістатична активність проти досліджених збудників хвороб відмічена під впливом штаму *B. thuringiensis* 994, що містить δ -ендотоксин та β -екзотоксин. Під впливом штаму 787, що містить тільки δ -ендотоксин, спостерігали пригнічення росту *A. solani* та *F. oxysporum* відповіно на 49,3 та 59,5 % менше, в порівнянні зі штамом 994. *F. oxysporum* виявився у 2 рази чутливіший до дії біоінсектицидів ніж *A. solani*. Таким чином, ентомопатогенні штами *B. thuringiensis* 994 та 787, проявляють антифунгальну дію по відношенню до фітопатогенних грибів *A. solani* та *F. oxysporum*.

Пригнічення розвитку фітопатогенів *A. solani* та *F. oxysporum* хімічним інсектицидом Каліпсо також залежить від виду патогену. Протягом дослідів виявлено більш активний вплив Каліпсо на збудника альтернarioзу, та менш активний на збудника фузаріозу. У варіантах з *A. solani* ефективність Каліпсо виявилась на 15,5 % більше ніж штаму *B. thuringiensis* 994, та на 57,3 % більше, ніж штаму *B. thuringiensis* 787. У варіантах з *F. oxysporum* ефективність Каліпсо була меншою відповіно штамам 994 та 787 на 38,0 та 36,1 %. Крім того, в дослідів зі штамом 994 для *F. oxysporum* спостерігали зміну культуральних та морфологічних властивостей мікроміцету, яка проявляється в різкому пригніченні росту колоній, появи вологого прокволистого міцелію.

Виходячи з літературних даних, фунгістатична дія *B. thuringiensis* може бути пов'язана з декількома причинами. По-перше, з фунгістатичною дією δ -ендотоксину, яка характеризується єдиним механізмом специфічної дії δ -ендотоксину на різні типи аеробних організмів, включаючи бактерії та мікроміцети, котрий полягає у роз'єднанні процесів фосфорилування та дихання [10]. В той же час, досліджувані нами ентомопатогенні штами *B. thuringiensis* мають однакові типи генів кристалічних білків – *Cry* 1Ab та *Cry* 1Ba [11]. Тому можна припустити, що більш активну фунгістатичну дію штаму 994 обумовлює здатність штаму до продукування термостабільного екзотоксину [12]. По-друге, мікроорганізми-антагоністи можуть діяти на фітопатогени не тільки як антибіотики, але й як гіперпаразити. Також, з літературних джерел відома наявність у *B. thuringiensis* гідролітичних ферментів,

таких як протеаза та хітіназа. Можна припустити, що такі ферменти, забезпечують руйнування клітинної стінки на першу добу росту гриба [13].

ВИСНОВКИ

1. Таким чином, встановлено, що інсектициди за внесення у агробіоценоз картоплі у перші дні після обробки рослин обумовлюють тенденцію до змін мікробних угруповань епіфітної мікрофлори філоплани. Ентомопатогенні штами *B. thuringiensis* 994 та 787 впливають на епіфітну мікрофлору залежно від токсинів, які вони продукують. Штам *B. thuringiensis* 994, що містить β -екзотоксин, сприяє зниженню чисельності бактерій-амоніфікаторів, мікроміцетів та стрептоміцетів. Штам *B. thuringiensis* 787, що не містить екзотоксину, протягом двох діб призводить до пригнічення росту мікроміцетів.
2. Проте за 7 діб після обробки, спостерігали повне нівелювання впливу біологічних інсектицидів, що виявлялося у відновленні мікробного ценозу філоплани. Тобто, обробка рослин картоплі біологічними інсектицидами істотно не порушує механізмів взаємодії компонентів агроєкосистеми картоплі, що забезпечує її цілісність та стійкість.
3. Хімічний інсектицид Каліпсо, протягом усього періоду досліджень, спричиняє пригнічувальну дію на чисельність стрептоміцетів.
4. Ентомопатогенні штами *B. thuringiensis* 994 та 787, проявляють антагонізм щодо фітопатогенних грибів *Fusarium oxysporum* та *Alternaria solani*. Активність дії штамів залежить як від самих штамів, так і виду фітопатогену. В порівнянні з хімічним інсектицидом Каліпсо найбільш активно на фітопатогенні гриби впливає штам *B. thuringiensis* 994, який продукує термостабільний β -екзотоксин. Факт виявленої фунгіцидної активності біоінсектицидів на основі штамів *B. thuringiensis* поглиблює перспективи їх використання в системах захисту рослин з метою зниження антропогенного впливу на агробіоценози.

Список літератури

1. Зайцева В.А. Характер взаимоотношений между патогенными микромицетами филлоплана картофеля (*Solanum tuberosum* L.) / В.А. Зайцева, Р.И. Сафин // Молодые ученые – агропромышленному комплексу. Материалы Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых. – Казань: изд-во «Фэн» Академия наук РТ, 2004. – С.181–186.
2. Hirano, S.S. Bacteria in the leaf ecosystem with emphasis on *Pseudomonas syringae*, a pathogen, ice nucleus and epiphyte/ S.S. Hirano, C.D.Upper // Microbiol. Mol. Biol. Rev. – 2000. – №64. – P. 624–653.
3. Epiphytic microorganisms on strawberry plants (*Fragaria ananassa* cv. Elsanta): identification of bacterial isolates and analysis of their interaction with leaf surfaces/ Ursula Krimm, Daniel Abanda-Nkpawatt, Wilfried Schwab [et al.] // FEMS Microbiology Ecology. – 2005. – №53. – P. 483–492.
4. Гришечкина С.Д. Фунгистатическая активность различных подвидов *Bacillus thuringiensis* / С.Д. Гришечкина, О.В. Смирнов, Н.В. Кандыбин // Микология и фитопатология. – 2002. – Том 1, № 36. – С. 58–62.
5. Кандыбин Н.В. Бактериальные средства борьбы с гризунами и вредными насекомыми: теория и практика / Кандыбин Н.В. – М.: Агропромиздат, 1989. – 172с.
6. Helix 4 of the *Bacillus thuringiensis* Cry1Aa toxin lines the lumen of the ion channel/ L. Masson, B.E. Tabashnik, Y.B. Liu [et al.] // Journal of Biological Chemistry. – 1999. – V. 274(45), № 5. – P. 1996–2000.
7. Звягинцев Д.Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии / Звягинцев Д.Г. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1980. – 286 с.

8. Сэги Й. Методы почвенной микробиологии / Сэги Й. – М.: Колос, 1983. – 296 с.
9. Jacques M.-A. Population Sizes, Immignilion, Growth of Epiphytic Bacteria on Leaves of Different Ages and Positions of Field-Grown Endive (*Cichorium endivia* var. *latifolia*) / M.-A. Jacques, L.L. Kinkel, C.E. Morris // *Appl. Environ. Microbiol.* – 1995. – Vol. 61, № 3. – P. 899–906.
10. Терпиловский М.А. Действие дельта-эндотоксинов *Bacillus thuringiensis* на возбудителя фитофтороза томатов *Phytophthora infestans* Постгеномная эра в биологии и проблемы биотехнологии. Материалы 2 Международной научно-практической конференции / М.А. Терпиловский, Л.К. Каменек – 15-16 сентября 2008 г. – Казань, 2008. – С. 133–134.
11. Гени інсектицидних кристалічних білків подвійної специфічності у штаммах *Bacillus thuringiensis*, виділених на території Криму/ С.Ю. Римар, І.А. Ісакова, Л.М. Кузнецова [и др.] // *Мікробіологічний журнал.* – 2006. – Т. 68, №5. – С. 35–42.
12. Смирнов О.В. Изучение действия биопрепаратов на основе *Bacillus thuringiensis* на фитопатогенные грибы / О.В. Смирнов, С.Д. Гришечкина // *Вестник защиты растений.* – 2010. – №1. – С. 27–35.
13. Журавлева Н.В. Хитиноподобные ферменты: источники, характеристика и применение в биотехнологии / Н.В. Журавлева, П.А. Лукьянов // *Вестник ДВО РАН.* – 2004. – №3. – С. 76–86.

Крижко А.В. Влияние *Bacillus thuringiensis* на численность эпифитной микрофлоры филопланы и ее фунгистатическое действие против возбудителей болезней в агроценозе картофеля / А.В. Крижко, Л.Н. Кузнецова // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2011. – Т. 24 (63), № 1. – С. 89-96

Энтомопатогенный штамм *B. thuringiensis* 994, содержащий экзотоксин, в первые двое суток после обработки растений картофеля биоинсектицидом способствует снижению численности бактерий-амонификаторов, микромицетов и стрептомицетов. Штамм *B. thuringiensis* 787, не содержащий β -экзотоксина, на вторые сутки приводит к угнетению роста микромицетов. Однако, через 7 суток после обработки наблюдали полное нивелирование влияния биоинсектицидов, что выражалось в восстановлении микробного ценоза филопланы. Химический инсектицид Калипсо, весь период исследований, вызывает угнетение численности стрептомицетов.

Штаммы *B. thuringiensis* 994 та 787, проявляють антагонізм к фітопатогенним мікромицетам *Fusarium oxysporum* и *Alternaria solani*. По сравнению с Калипсо наиболее активно на фитопатогенные микромицеты влияет штамм *B. thuringiensis* 994, продуцирующий термостабильный β -экзотоксин.

Ключевые слова: *Bacillus thuringiensis*, биоинсектицид, Калипсо, эпифитная микрофлора, фитопатогенные микромицеты.

Krizhko A.V. The influence of *Bacillus thuringiensis* on the quantity of the phylloplana epiphytic microflorae and its fungustatic action against the activators of illnesses in the potato agrocenosis / A.V. Krizhko, L.N. Kusnezova // Scientific Notes of Taurida V.Vernadsky National University. – Series: Biology, chemistry. – 2011. – Vol. 24 (63), No. 1. – P. 89-96.

The exzotoxin containing enthomopathogenic strain *B. thuringiensis* 994, in first two days after processing the potato plants with the biodisinfestant, promotes the decreasing a number of ammonificators, fungus and streptomices. The β -ekzotoksin not containing strain *B. thuringiensis* 787, for the second days leads to inhibition the fungus growth. However, in 7 days after processing were observed the full disappearance of biodisinfestants influence, that was expressed in restoration of phylloplana microbiota. Chemical disinfestant Calipso, for all period of researches, causes the inhibition the streptomices growth.

The strain *B. thuringiensis* 994 and 787, showed the antagonism to phytopathogenic fungus *Fusarium oxysporum* and *Alternaria solani*. In comparison with Calipso, it is the most active on phytopathogenic fungus influences was the strain *B. thuringiensis* 994, which producing the thermostable β -ekzotoksin.

Keywords: *Bacillus thuringiensis*, biodisinfestant, Calipso, epiphytic microflora, phytopathogenic fungus.

Поступила в редакцию 22.02.2011 г.

УДК 581.45:695.932(477.60)

АНАТОМО-МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛИСТА НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РОДА *CAMPANULA* L. ПРИ ИНТРОДУКЦИИ В УСЛОВИЯХ ЮГО-ВОСТОКА УКРАИНЫ

Крохмаль И.И.

*Донецкий ботанический сад НАН Украины, Донецк, Украина
E-mail: donetsk-sad@mail.ru*

Изучены анатомо-морфологические характеристики листа некоторых видов рода *Campanula* L. при интродукции в условиях юго-востока Украины. Выявлено, что виды рода *Campanula* характеризуются появлением разнообразных анатомических приспособлений к жестким природно-климатическим условиям региона интродукции.

Ключевые слова: виды рода *Campanula* L., анатомия, лист.

ВВЕДЕНИЕ

Установление закономерностей появления приспособительных признаков различных по своему происхождению растений под влиянием условий культуры – одна из важнейших задач интродукции растений [1]. Судить о пластичности вида можно, зная анатомо-морфологическое строение вегетативных органов растений, в частности листа как наиболее пластичного органа, в структуре которого отражена экологическая эволюция вида, слагающегося под влиянием изменяющихся условий среды в прошлом и настоящем [2, 3]. Зависимость морфолого-анатомического строения вегетативных органов растений от среды обитания широко известна и описана во многих работах [4, 5]. Структура листа отражает результат адаптации растения к воздействию различных факторов внешней среды, поэтому сведения о строении листа позволяют дополнить экологическую характеристику вида и уточняют представление об амплитуде его пластичности. В практике озеленения городов юго-востока Украины виды рода *Campanula* L. – колокольчик встречаются довольно редко, хотя в западно-европейском садоводстве они широко распространены. Колокольчики отличаются красотой цветка, длительным периодом цветения, засухоустойчивостью и нетребовательностью к условиям произрастания. При значительном количестве литературных данных по изучению видов рода *Campanula* [6–11] вопросы анатомического строения листа практически не освещены, поэтому цель работы – выявление анатомо-морфологических особенностей листа некоторых видов рода *Campanula* при интродукции в условиях юго-востока Украины, довольно актуальна.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Изучали особенности анатомо-морфологического строения листовой пластинки, структуры эпидермиса и черешка розеточного листа 7 видов рода *Campanula* в условиях юго-востока Украины. При сравнительном анализе анатомических особенностей листа за контроль взят *C. rapunculoides* как наиболее приспособленный вид, который в условиях культуры формирует интродукционные популяции.

Изучение анатомии листа и черешка проводили на срезах средней части. Линейные листья резали целиком, а толщину листа, толщину верхнего и нижнего эпидермиса и мезофилла измеряли на равном расстоянии от края листа и главной жилки. Для приготовления препаратов эпидермиса листьев применяли метод микрорепликации [12]. Для характеристики устьичного аппарата использовали морфологическую классификацию Барановой М.Ф. [13].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Campanula rapunculoides L. – колокольчик рапунцелевидный растет по опушкам лесов, в кустарниках, на залежах, иногда на обрывах речных берегов и на скалах Евр. ч. б. СССР, кроме кр. сев., Предкавказья; Ср. Европы. Гигромезофит. Петросильвант. Субгелиофит. *Campanula latifolia* L. – колокольчик широколистный растет в лесах, долинах рек и субальпийском высокоотравье Евр. ч. б. СССР, кроме севера; Кавказа, Алтая; Западной Европы, кроме севера; Малой Азии, западных Гималаев. Мезофит. Сильвант. Гемисциофит. *Campanula sarmatica* Ker-Gawl. – колокольчик сарматский растет на скалистых и каменистых местах в горах, от лесного до субальпийского пояса Главного Кавказского хребта, преимущественно по северному склону. Эндем. Гигромезофит. Петрофант. Гемисциофит. *Campanula persicifolia* L. – колокольчик персиколистный растет на лугах, лесных лужайках евр. ч. б. СССР, кроме сев., в Крыму, степном Предкавказье, предгорьях Урала, Зап. Европе, кроме сев. и юга. Мезофит. Пратант. Гелиофит. *Campanula glomerata* L. – колокольчик сборный растет на лугах, в кустарниках, на лесных полянах в таежной полосе, а также в горах Зап. Европы, евр. ч. б. СССР, Средней Азии, Сибири; на юге – в подобных же условиях и почти не встречается в степях; в горах Сибири достигает альпийского пояса. Пратант. Мезофит. Субгелиофит. *Campanula trachelium* L. – колокольчик крапиволистный растет в тенистых, преимущественно смешанных лесах Евр. ч. б. СССР, Алтая; Зап. Евр., Сев. Африки. Мезофит. Сильвант. Сциофит. *Campanula carpatica* Jasq. – колокольчик карпатский в природе встречается в Карпатах и горах Средней Европы. Мезофит. Сильвант. Гелиофит [14, 15].

Форма розеточного листа изученных видов рода *Campanula* самая разнообразная: округлая, яйцевидная, широкояйцевидная, обратнойяйцевидная, эллипсовидная, край листа зубчатый, двоякозубчатый, городчатый, двоякогородчатый (табл. 1). Форма стеблевых листьев яйцевидная, кроме *C. persicifolia*, у которого ланцетная форма листа, край листовой пластинки зубчатый, двоякозубчатый, городчато-зубчатый. Листья видов *C. persicifolia*, *C. carpatica* голые в отличие от других исследованных видов, листовые пластинки которых

Таблица 1
Морфологические характеристики листа видов рода *Campanula* L. в условиях интродукции на юго-востоке Украины

Вид	Розеточный лист					Стеблевой лист			
	форма, основание, верхушка, край	длина, см	ширина, см	индекс	длина черешка, см	форма, основание, верхушка, край	длина, см	ширина, см	индекс
<i>C. rapunculoides</i> L.	яйцевидная сердцевидное тупая двоякогородчатый	3,4± 0,29	3,4± 0,25	1,0± 0,06	5,8± 0,72	яйцевидная округлое острая зубчатый	7,1± 0,20	2,9± 0,11	2,5± 0,07
<i>C. latifolia</i> L.	округлая сердцевидное тупая двоякозубчатый	2,6± 0,14	3,4± 0,18	0,8± 0,04	4,7± 0,4	яйцевидная округлое острая двоякозубчатый	8,0± 0,22	4,7± 0,24	1,7± 0,08
<i>C. sarmatica</i> Ker-Gawl.	широкояйцевидная сердцевидное острая двоякозубчатый	4,9± 0,31	4,7± 0,28	1,1± 0,03	6,2± 0,23	яйцевидная округлое острая двоякозубчатый	5,6± 0,19	2,5± 0,11	1,1± 0,06
<i>C. persicifolia</i> L.	обратнойяйцевидная оттянутая в черешок округлое тупая, городчатый	-	-	-	-	ланцетная округлое острая зубчатый	10,6± 0,52	1,1± 0,02	9,9± 0,35
<i>C. glomerata</i> L.	эллипсовидная сердцевидное тупая, зубчатый	3,2± 0,12	2,8± 0,06	1,13± 0,04	2,8± 0,22	яйцевидная округлое острая, зубчатый	9,3± 0,51	2,8± 0,14	0,31± 0,02
<i>C. trachelium</i> L.	Широкояйцевидная сердцевидное острая двоякозубчатый	13,0± 0,98	10,5± 0,3	1,25± 0,1	9,7± 0,98	яйцевидная клиновидное острая двоякозубчатый	17,0± 0,36	9,3± 0,26	0,6± 0,06
<i>C. carpatica</i> Jacq.	яйцевидная сердцевидное острая, зубчатый	4,1± 0,12	2,3± 0,11	1,8± 0,07	2,4± 0,18	яйцевидная сердцевидное острая городчато-зубчатый	-	-	-

опушены. У *C. sarmatica* войлочные, наиболее густо опушенные с обеих сторон листья. Листья *C. rapunculoides* покрыты жесткими короткими волосками, *C. glomerata* – мягкими или реже жестковатыми волосками, иногда опушенные

только вдоль жилок, листья *C. trachelium* и *C. latifolia* шероховатые. Длина розеточных листьев варьировала от 2,6 см (*C. latifolia*) до 13,0 см (*C. trachelium*), ширина – от 2,3 см (*C. carpatica*) до 10,5 см (*C. trachelium*). Наименьший индекс листа отмечен у *C. latifolia* – 0,8, наибольший у *C. carpatica* – 1,8. Наибольшая длина черешка характерна для *C. trachelium* – 9,7 см, наименьшая для *C. carpatica* – 2,4. Длина стеблевых листьев варьировала от 5,6 см (*C. sarmatica*) до 17,0 см (*C. trachelium*), ширина – от 1,1 см (*C. persicifolia*) до 9,3 см (*C. trachelium*). Наименьший индекс стеблевого листа отмечен у *C. glomerata* – 0,31, наибольший у *C. persicifolia* – 9,9. Стеблевые листья видов *C. sarmatica*, *C. carpatica* черешковые.

Листья изученных видов рода *Campanula* дорсовентральные, амфистоматические, кроме *C. carpatica*, у которого устьица на верхней поверхности отсутствуют. Выявлено, что в условиях интродукции на юго-востоке Украины у *C. rapunculoides*, *C. trachelium*, *C. carpatica* (рис. 1) на верхней поверхности листа формируется один слой, у *C. persicifolia*, *C. glomerata* (рис. 1) в некоторых листьях – один слой, в других – два слоя, у *C. sarmatica*, *C. latifolia* – два слоя столбчатого мезофилла. Формирование столбчатого мезофилла, увеличение слоев палисадной ткани, возрастание их высоты – ксероморфные признаки мезофитов в аридных условиях произрастания [16, 17]. Гиорги Е. установлено, что в условиях хорошего освещения в листьях *C. persicifolia* формируется один слой палисадной ткани в отличие от растений тенивых мест произрастания [18].

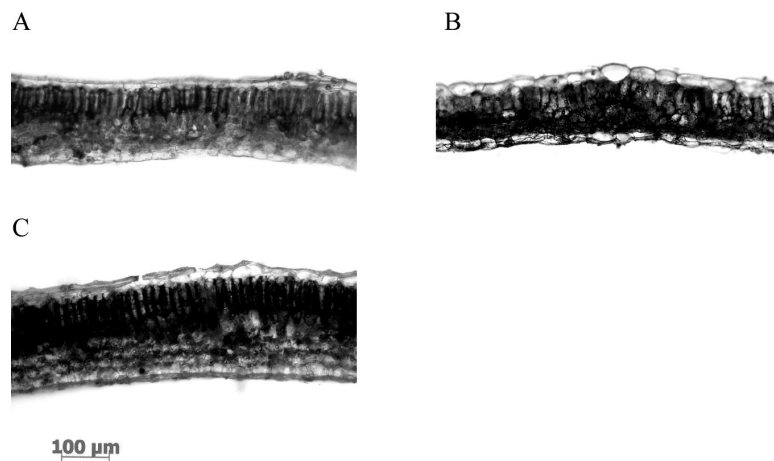


Рис. 1. Анатомическое строение розеточного листа видов рода *Campanula* L.: А – *C. glomerata* L., В – *C. carpatica* Jacq., С – *C. persicifolia* L.

Известно, что при произрастании в засушливых условиях и большой инсоляции происходит увеличение толщины пластинки листа и ассимиляционной ткани [4, 19]. Розеточные листья *C. sarmatica* и *C. persicifolia* достоверно отличаются от контроля большими значениями толщины листа, мезофилла, в частности губчатого мезофилла, толщиной нижнего эпидермиса, *C. persicifolia* также толщиной верхнего эпидермиса

АНАТОМО-МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛИСТА...

(табл. 2). Клетки верхнего эпидермиса видов рода *Campanula* выполняют функцию запаса воды [18], поэтому большая толщина верхнего эпидермиса является положительной чертой в строении мезофитных интродуцентов. Остальные виды *C. latifolia*, *C. trachelium*, *C. carpatica* характеризуются меньшими значениями толщины листовой пластинки и столбчатого мезофилла. *C. latifolia*, кроме этого, – тонким верхним и нижним эпидермисом. *C. glomerata* отличается меньшей толщиной верхнего эпидермиса и большей толщиной нижнего. Для стеблевого листа *C. persicifolia* характерно тонкая листовая пластинка, мезофилл, в частности столбчатый и низкий коэффициент палисадности.

Таблица 2

Анатомические особенности листа видов рода *Campanula* L. в условиях интродукции на юго-востоке Украины

Лист	Толщина листа, мкм	Толщина мезофилла, мкм	Толщина губчатого мезофилла, мкм	Толщина столбчатого мезофилла, мкм	Коэффициент палисадности	Толщина верхнего эпидермиса, мкм	Толщина нижнего эпидермиса, мкм
<i>Campanula. rapunculoides</i> L.							
розеточный	211,2±9,38	164,4±8,52	82,5±7,76	81,7±6,57	1,1±0,12	24,1±1,28	17,8±0,53
стеблевой	240,0±3,76	192,1±5,50	92,8±5,45	106,4±2,63	1,2±0,08	24,9±0,89	19,4±0,85
<i>C. latifolia</i> L.							
розеточный	157,7***±5,81	127,0***±4,67	76,6±3,79	49,4***±4,03	0,7**±0,06	15,3***±0,69	13,9***±0,90
<i>C. sarmatica</i> Ker-Gawl.							
розеточный	247,7**±9,29	205,8**±9,81	108,5*±8,35	95,1±6,99	1,0±0,16	21,9±1,06	22,1***±1,11
<i>C. persicifolia</i> L.							
розеточный	269,0***±12,1	209,6***±10,73	113,1**±7,99	95,5±4,90	0,9±0,06	34,0***±1,81	27,6***±1,66
стеблевой	192,6***±4,86	142,8***±3,94	81,3±4,26	68,0***±3,34	0,8***±0,04	25,2±1,64	21,8±0,97
<i>C. glomerata</i> L.							
розеточный	192,0±6,83	149,8±4,43	85,0±5,30	68,5±4,57	0,8±0,09	19,2**±1,57	23,8***±1,45
<i>C. trachelium</i> L.							
розеточный	159,9***±4,65	119,3***±5,23	75,0±6,26	54,3***±5,43	0,8±0,09	23,0±1,28	18,4±1,60
<i>C. carpatica</i> Jacq.							
розеточный	168,5***±8,19	123,9***±7,48	64,2±4,39	58,3**±3,36	0,9±0,05	26,9±1,84	25,8±1,79
стеблевой	135,2***±3,12	94,5***±3,61	46,1***±1,45	48,7***±3,36	1,1±0,12	23,4±1,01	20,0±1,50

Примечание: отличия достоверны в сравнении с контролем при: * – P>0,95, ** – P>0,99, *** – P>0,999

Тип устьичного аппарата видов рода *Campanula* аномоцитный (рис. 2). У всех исследованных видов, кроме *C. trachelium*, отмечено меньшее количество устьиц на нижнем эпидермисе розеточных листьев по сравнению с контролем, причем у *C. latifolia*, *C. sarmatica*, *C. glomerata*, *C. carpatica* их размеры меньше (табл. 3). Для стеблевого листа *C. persicifolia* характерно большее количество устьиц на нижнем эпидермисе и малый их размер. *C. carpatica* отличается меньшим размером устьиц нижнего эпидермиса розеточного и стеблевого листьев. Размер устьиц нижнего эпидермиса исследованных видов рода *Campanula* характеризуется положительной корреляционной зависимостью с толщиной листа и толщиной мезофилла (коэффициент корреляции 0,48-0,56). Для видов *C. trachelium*, *C. persicifolia* характерно меньшее количество устьиц на верхнем эпидермисе розеточного листа, для *C. sarmatica*, *C. glomerata* – большее их количество по сравнению с контролем. У *C. latifolia*, *C. sarmatica*, *C. glomerata*, *C. trachelium* – меньший размер устьиц верхнего эпидермиса. Для розеточных листьев *C. latifolia*, *C. trachelium*, *C. carpatica* характерно большее количество эпидермальных клеток на нижней стороне листа, для *C. latifolia*, *C. sarmatica*, *C. glomerata* – на верхней.

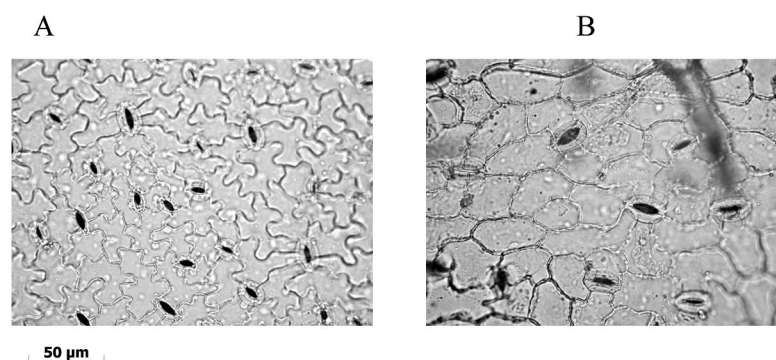


Рис. 2. Структура эпидермиса видов рода *Campanula* L.: А – нижний эпидермис *C. trachelium* L., В – верхний эпидермис *C. sarmatica* Ker-Gawl.

Листьям ксероморфных растений более свойственны мелкие многочисленные устьица [20, 21]. Мелкоклеточность и большое количество устьиц не являются универсальными признаками пустынных растений. У настоящих ксерофитов количество устьиц часто небольшое, в то время как у мезофитов в условиях ухудшенного водоснабжения, клетки эпидермиса мельчают и увеличивается количество устьиц [16, 17]. Большое количество устьиц у мезофитов в аридных условиях обитания необходимо для усиления транспирации, ослабляющей действие перегрева, поэтому возрастание их количества является положительным признаком в строении мезофитных интродуцентов. С другой стороны низкая частота устьиц в сочетании с крупными их размерами способствует более эффективному контролю за потерей воды [22, 23]. Только показатель численности устьиц не может быть использован для характеристики ксероморфизма листа. Ни одна группа растений не имеет полного набора тех признаков ксероморфизма листа, которые известны по

литературным данным. Для каждой из групп характерна своя совокупность морфологических и анатомических признаков, которая может рассматриваться как адаптационный потенциал вида, обитающего в аридной среде [24].

Таблица 3

Анатомические характеристики эпидермиса видов рода *Campanula* L. в условиях интродукции на юго-востоке Украины

Параметры	Лист	Количество на 1 мм ² нижнего эпидермиса, шт.		Размер устьиц нижнего эпидермиса, мкм		Количество на 1 мм ² верхнего эпидермиса, шт.		Размер устьиц верхнего эпидермиса, мкм	
		клеток	устьиц	длина	ширина	клеток	устьиц	длина	ширина
<i>Campanula rapunculoides</i> L.									
M±m	p	70,2± 3,08	23,0± 1,14	38,6± 0,85	26,6± 0,52	52,3± 3,61	4,4± 0,49	43,1± 0,83	30,0± 0,53
M±m	c	70,0± 3,18	15,2± 1,02	42,0± 1,25	28,6± 0,28	82,5± 3,95	4,5± 0,67	40,5± 1,36	29,4± 1,09
<i>C. latifolia</i> L.									
M±m	p	96,9*** ±4,99	19,4*** ±0,98	28,5*** ±0,85	20,5* ±0,78	66,1** ±2,15	3,7±0,93	32,9*** ±0,95	24,5*** ±0,98
<i>C. sarmatica</i> Ker-Gawl.									
M±m	p	79,0± 4,39	17,5*** ±0,67	35,4*** 0,71	23,6*** 0,49	85,6*** ±5,27	11,6*** ±1,03	38,1*** 1,46	23,6*** ±0,81
<i>C. persicifolia</i> L.									
M±m	p	63,3± 3,21	16,5** *±0,72	33,4** ±1,46	27,8± 0,92	45,4± 2,82	0,4*** ±0,28	36,1** *±1,07	30,0± 0,79
M±m	c	101,3** *±5,65	29,9** *±1,82	32,6** *±0,71	26,6** *±0,34	47,9** *±4,19	0,2*** ±0,18	42,4± 1,51	37,1** *±0,72
<i>C. glomerata</i> L.									
M±m	p	69,2±4 ,76	19,0*± 1,31	30,9** *±0,49	20,8** *±0,60	72,5** *±2,95	6,6**± 0,52	32,4** *±0,53	23,2** *±1,21
<i>C. trachelium</i> L.									
M±m	p	103,4** *±7,01	23,7± 2,21	28,9** *±0,67	21,2** *±0,61	62,4± 4,29	0,7*** ±0,30	32,0** *±0,24	24,6** *±0,21
<i>C. carpatica</i> Jacq.									
M±m	p	88,9** *±5,78	14,6** ±0,99	30,3** *±1,39	21,5** *±0,35	-	-	-	-
M±m	c	70,7± 3,82	15,8± 0,62	33,8** *±0,44	21,5** *±0,52	-	-	-	-

Примечание: отличия достоверны в сравнении с контролем при * – P>0,95, ** – P>0,99, *** – P>0,999; p – розеточный лист, c – стеблевой

Форма поперечного сечения черешка розеточного листа исследованных видов рода *Campanula* округло-желобовидная. Под эпидермой в виде сплошного слоя, состоящего из 1-4 рядов клеток, располагается уголкового колленхима. Проводящая

система имеет пучковое строение. Форма ее аркообразная. Проводящие пучки коллатерального типа. У *C. sarmatica*, *C. glomerata* черешки розеточного листа покрыты волосками. Исследованные виды рода *Campanula* отличаются количеством проводящих пучков и строением центрального проводящего пучка черешка розеточных листьев. *C. sarmatica* имеет крупный центральный проводящий пучок с незамкнутой ксилемой, расположенной дугой, причем в паренхиме, лежащей ниже, имеются отдельные круглые островки ксилемы. В черешке *C. sarmatica*, помимо центрального, имеются два средних проводящих пучка, по одному с каждой стороны центрального, а также 6 мелких пучков по 3 с каждой стороны (рис. 3). Установлено, что в центральных пучках *C. trachelium* ксилема сомкнута, располагается кольцом, у видов *C. persicifolia*, *C. rapunculoides* – стремится в кольцо, у других видов – несомкнута. *C. rapunculoides*, *C. trachelium*, *C. glomerata*, *C. persicifolia*, *C. carpatica*, помимо центрального проводящего пучка, характеризуются наличием 3-х мелких пучков с каждой стороны. У субальпийского *C. latifolia* в черешке листа помимо крупного центрального проводящего пучка располагается по 10 мелких пучков с каждой стороны.

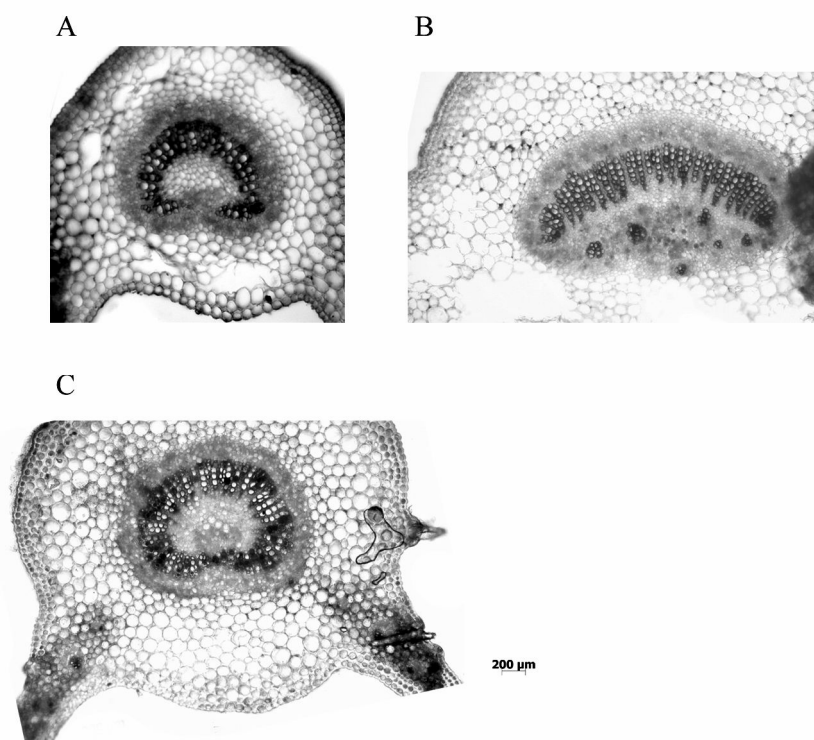


Рис. 3. Строение центрального проводящего пучка видов рода *Campanula* L.: А – *C. rapunculoides* L., В – *C. sarmatica* Ker-Gawl., С – *C. trachelium* L.

АНАТОМО-МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛИСТА...

Розеточные листья *C. latifolia*, *C. sarmatica*, *C. trachelium* отличаются большими значениями площади центрального проводящего пучка, ксилемы и паренхимы пучка, *C. glomerata*, *C. carpatica*, наоборот, – меньшими значениями по сравнению с контролем (табл. 4). *C. persicifolia* характеризуется меньшей площадью ксилемы пучка. Наибольшее значение отношения площади ксилемы пучка к площади пучка (0,4) отмечено у *C. trachelium*, *C. persicifolia*, у остальных видов этот коэффициент 0,3. Наибольшее значение отношения площади паренхимы пучка к площади пучка (0,2) отмечено у *C. trachelium*, *C. persicifolia* и *C. latifolia*, у остальных видов это отношение составляет 0,1. Для опушечно-кустарниково-лугового *C. glomerata* и лесного *C. trachelium* характерна линейная прямая зависимость толщины губчатого мезофилла от площади поперечного сечения ксилемы центрального проводящего пучка (S_k) (рис. 4). У *C. glomerata*, *C. trachelium*, лугового *C. persicifolia* при увеличении отношения площади сечения ксилемы к площади сечения проводящего пучка ($S_k/S_{прп}$) возрастает толщина губчатого мезофилла (рис. 5).

Таблица 4

Анатомические характеристики центрального проводящего пучка черешка розеточного листа видов рода *Campanula* L. в условиях интродукции на юго-востоке Украины

Вид	Площадь сечения пучка, мкм ²	Площадь сечения ксилемы пучка, мкм ²	Площадь сечения паренхимы пучка, мкм ²	Площадь ксилемы / площадь пучка	Площадь паренхимы / площадь пучка
	M±m				
<i>C. rapunculoides</i> L.	219745,9± 6547,29	68126,9± 2764,56	28192,0± 1422,99	0,3	0,1
<i>Campanula latifolia</i> L.	354256,7***± 19411,59	96274,0***± 5053,43	54933,6***± 3149,12	0,3	0,2
<i>C. sarmatica</i> Ker-Gawl.	476181,3***± 45367,12	129768,3***± 16824,47	62658,2***± 5052,50	0,3	0,1
<i>C. persicifolia</i> L.	195257,6± 10304,20	71918,7± 3593,09	19312,9***± 1379,87	0,4	0,1
<i>C. glomerata</i> L.	130463,2***± 4972,01	33416,7***± 1753,21	20062,3***± 1204,65	0,3	0,2
<i>C. trachelium</i> L.	342647,3***± 16121,01	121420,7***± 9568,34	59161,3***± 4680,31	0,4	0,2
<i>C. carpatica</i> Jacq.	103488,8***± 9590,72	29493,0***± 3260,72	15633,3***± 1875,50	0,3	0,1

Примечание: отличия достоверны в сравнении с контролем при * – P>0,95, ** – P>0,99, *** – P>0,999

Для *C. latifolia*, распространенного в лесах, долинах рек и субальпийском высокоотравье, характерна положительная корреляционная зависимость количества

устийц на 1 мм^2 верхней поверхности листовой пластинки с площадью сечения центрального проводящего пучка (Спрп) и ксилемы (Ск) (коэффициент корреляции 0,59-0,64). Виды *C. sarmatica*, *C. rapunculoides*, *C. glomerata*, *C. trachelium* характеризуются положительной корреляционной связью количества устьиц на 1 мм^2 нижней поверхности листа с площадью сечения ксилемы центрального проводящего пучка черешка листа (коэффициент корреляции 0,50; 0,53; 0,58; 0,62 соответственно).

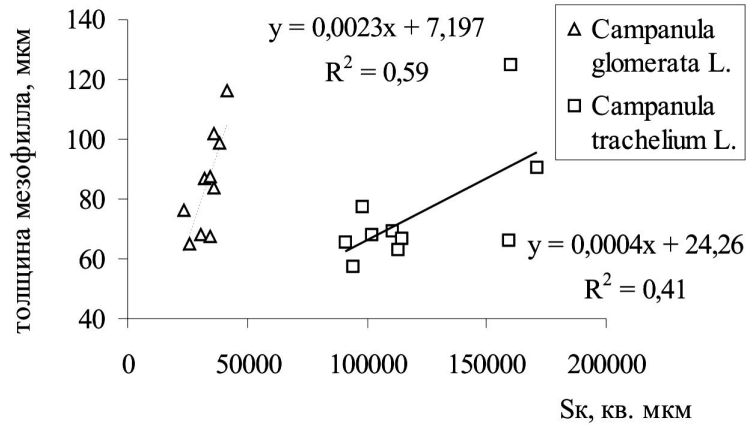


Рис 4. Зависимость толщины губчатого мезофилла листовой пластинки некоторых видов рода *Campanula* L. от площади поперечного сечения ксилемы центрального проводящего пучка черешка розеточного листа.

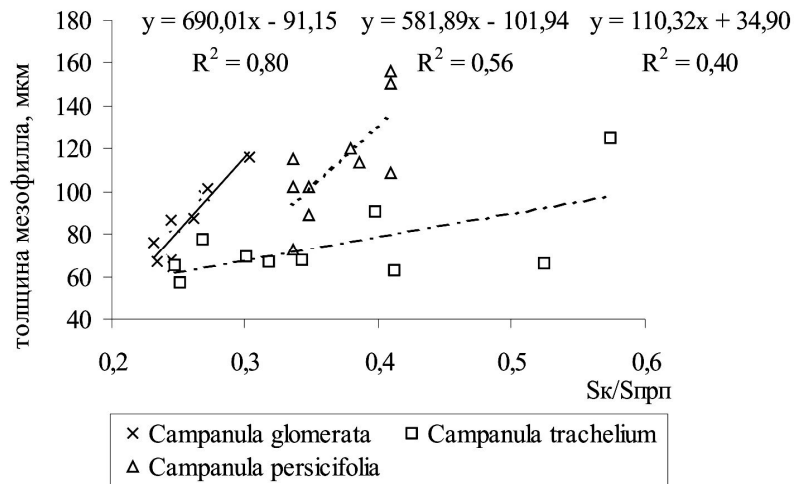


Рис 5. Зависимость толщины губчатого мезофилла листовой пластинки некоторых видов рода *Campanula* L. от отношения площади сечения ксилемы центрального проводящего пучка к площади сечения пучка черешка розеточного листа.

ВЫВОД

При интродукции в условиях юго-востока Украины виды рода *Campanula* характеризуются появлением разнообразных анатомических приспособлений к жестким природно-климатическим условиям региона интродукции: формированием нескольких слоев столбчатого мезофилла, устьиц на верхнем эпидермисе, увеличением толщины листа и ассимиляционной паренхимы, уменьшением количества и размера устьиц на нижней поверхности розеточного листа. Увеличение толщины пластинки листа и палисадной ткани обуславливает устойчивость видов рода *Campanula* к аридным условиям и высокой инсоляции почв региона интродукции.

Список литературы

1. Культиасов М.В. Интродукция растений природной флоры как экологическая проблема / Культиасов М.В. // Растительные ресурсы Сибири, Урала и Дальнего Востока. – Новосибирск : Наука, 1965. – 448 с.
2. Культиасов М.В. Экологические основы интродукции растений природной флоры / М.В. Культиасов // Экология и интродукция растений. – Л. : Наука, 1963. – С. 3–37.
3. Шенников А.П. Экология растений / А.П. Шенников. – М. : изд-во АН СССР, 1950. – 347 с.
4. Поплавская Г.И. Краткий курс экологии растений / Г.И. Поплавская. – Л. : Биомедгиз, 1937. – 298 с.
5. Серебряков И.Г. Морфология вегетативных органов высших растений / Серебряков И.Г. – М. : Советская наука, 1952. – 390 с.
6. Викторов В.П. Таксономия и изменчивость рода *Campanula* L. (Campanulaceae) России и сопредельных стран: дисс... доктора биол. наук : 03.00.05 / Викторов В.П. – Саратов, 2006. – 590 с.
7. Колаковский А.А. Колокольчиковые Кавказа / Колаковский А.А. – Тбилиси, 1991. – 176 с.
8. Крупина М.Г. Колокольчики / Крупина М.Г. – М. : Урожай, 1954. – 78 с.
9. Фомина Т.И. Биология некоторых видов рода *Campanula* L. в условиях культуры : автореф. дисс. на соискание учен. степени канд. биол. наук / Т.И. Фомина – Новосибирск, 2002. – 18 с.
10. Халипова Г.И. Колокольчиковые / Халипова Г.И. – М. : Кладезь-Букс, 2006. – 99 с.
11. Шулькина Т.В. Биоморфологический анализ семейства Campanulaceae Juss. : автореф. дисс. на соискание учен. степени докт. биол. наук / Т.В. Шулькина – Л., 1983. – 40 с.
12. Клейн Р.М. Методы исследования растений / Р.М. Клейн, Д.Т. Клейн. – М. : Колос, 1974. – 527 с.
13. Баранова М.А. Классификация морфологических типов устьиц / М.А. Баранова // Ботан. журн. 1985. – Т. 70, № 12. – С. 1585–1595.
14. Фёдоров А.А. Род *Campanula* L. / А.А. Фёдоров // Флора европейской части СССР. – Л., 1978. – Т. 3. – С. 214–232.
15. Фёдоров А.А. Семейство Campanulaceae Juss. / А.А. Фёдоров // Флора СССР. – М. – Л., 1957. – Т. 24. – С. 162–450.
16. Василевская В.К. О значении анатомических коэффициентов как признаке засухоустойчивости растений / В.К. Василевская // Ботан. журн. – 1938. – № 4. – С. 15–16.
17. Василевская В.К. Формирование листа засухоустойчивых растений / Василевская В.К. – Ашхабад: изд-во АН ТССР, 1954. – 184 с.
18. Gyorgy Eva Anatomic adaptive strategies of some Cormophytes with individuals growing in light and shaden conditions / Eva Gyorgy // Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj-Napoca. – 2009. – 37 (2). – P. 33–39.
19. Дьяченко А.П. Сравнительный анализ структурных и функциональных особенностей фотосинтетического аппарата различных экологических групп высших растений / А.П. Дьяченко // Мезоструктура и функциональная активность фотосинтетического аппарата. – Свердловск, 1978. – С. 93–102.
20. Эзау К. Анатомия семенных растений / Эзау К. – М. : Мир, 1980. – Т. 1-2. – 570 с.
21. Буинова М.Г. Анатомия и пигменты листа растений Забайкалья / Буинова М.Г. – Новосибирск : Наука, 1988. – 230 с.

22. Bissing D.R. Evolution of leaf architecture in the chaparral species *Fremontodendron californicum* ssp. *californicum* (Sterculiaceae) / D.R. Bissing // Amer. J. Bot. – 1982. – Vol. 69, № 6. – P. 957–972.
23. Water movements in the soil-poplar-atmosphere system / R. Ceulemans, J. Jimpens, R. Lemeur [et al.] // Oecol. Plant. – 1978. – Vol. 13, № 1. – P. 1–12.
24. Гамалей Ю.В. Анатомія листка у растений пустини Гоби / Ю.В. Гамалей // Ботан. журн. – 1984. – Т. 69, №5. – С 569–584.

Крохмаль І.І. Анатомо-морфологічні характеристики листка деяких видів роду *Campanula* L. при інтродукції в умовах південного сходу України / І.І. Крохмаль // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2011. – Т. 24 (63), № 1. – С. 97-108.
Вивчені анатомо-морфологічні характеристики листка деяких видів роду *Campanula* L. при інтродукції в умовах південного сходу України. Виявлено, що види роду *Campanula* характеризуються появою різноманітних анатомічних пристосувань до природно-кліматичних умов регіону інтродукції.

Ключові слова: види роду *Campanula* L., анатомія, лист.

Krokhmal I.I. Anatomical and morphological features of *Campanula* L. species leaves introduced in south-east of Ukraine / I.I. Krokhmal // Scientific Notes of Taurida V.I. Vernadsky National University. – Series: Biology, chemistry. – 2011. – Vol. 24 (63), No 1. – P. 97-108.

The anatomical and morphological features of the leaf were studied in the *Campanula* L. species introduced in south-east of Ukraine. It was found out that the species of the genus *Campanula* are characterized by appearance of the various anatomical adaptation features to the rigid natural and climatic conditions of the region of introduction.

Keywords: species of the genus *Campanula* L., anatomy, leaf.

Поступила в редакцію 13.02.2011 г.

УДК 612.119 + 612.017.1 + 612.014.482

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ГРУППОВОЙ И ИНДИВИДУАЛЬНОЙ РАДИОЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ОРГАНИЗМА

Кузьменко Е.В.

*Государственное Учреждение «Институт медицинской радиологии им. С.П. Григорьева
АМН Украины», Харьков, Украина
E-mail: radimir 07@meta.ua*

Представлены данные о современных подходах оценки групповой и индивидуальной радиочувствительности организмов. Обсуждаются механизмы индивидуальных реакций организма в ответ на повреждающее действие радиации и интегральный ответ кроветворной и иммунной систем. Рассматриваются различные методологические подходов к оценке индивидуальной радиочувствительности организмов.

Ключевые слова: индивидуальная радиочувствительность, система иммунитета, система кроветворения.

Проблема радиочувствительности занимает центральное место в радиобиологии, ибо познание природы радиочувствительности и механизмов ее регуляции имеет огромное значение в общепроизводическом плане. В самом широком смысле термин радиочувствительность можно принять для обозначения способности биологической сущности быть модифицированной с помощью излучения [1]. Каждому биологическому виду свойственна своя мера чувствительности к действию ионизирующей радиации, своя радиочувствительность. Степень радиочувствительности сильно варьирует в пределах одного вида – индивидуальная радиочувствительность [2].

Оценка индивидуальной радиочувствительности организма и возможности ее прогнозирования является одной из актуальных научно-практических проблем радиобиологии. Чтобы получить представление о радиочувствительности высших организмов, необходимы не только сведения о путях реализации лучевого повреждения на клеточном уровне, но и понимание роли «надклеточного» уровня интеграции. Лучевое повреждение на субклеточном и клеточном уровнях включает в организме ряд последовательных реакций, включая все организации интегральной системы. Интегрирующие регуляторные системы при облучении повреждаются и их нормальная активность нарушается. Кроме того, радиационные эффекты активируют функции гомеостатической регуляции, общее значение которых заключается в мобилизации компенсаторных механизмов, предназначенных для восстановления нарушенного динамического равновесия данной системы. В этом случае такие реакции имеют «неспецифический» характер и их значение следует рассматривать в развитии «специфических» радиационных эффектов [3].

В решении вопросов радиочувствительности организмов важную роль играют сравнительные аспекты. Накоплен обширный материал, свидетельствующий о неодинаковой чувствительности к воздействию ионизирующего излучения как на клеточном уровне (различные стадии клеточного цикла (M>S); на различные типы клеток (сперматоциты>клетки костного мозга); различные стадии клеточной дифференцировки; клеточные линии, полученные от разных видов млекопитающих, или клетки человеческого происхождения, полученные от здоровых доноров и пациентов с генетическими нарушениями; клеточные организмы), так и на уровне организма [4, 5].

По относительной радиочувствительности с учетом пролиферативной потенции и степени дифференцировки различают несколько классов клеток млекопитающих [6]. Класс 1 – вегетативные интермитотические клетки. Это быстро делящиеся, короткоживущие, радиочувствительные клетки, дочерние клетки которых или дифференцируются, или образуют клетки, подобные родительским. В этот класс входят такие клетки как гемоцитобласты, лимфобласты, эритробласты, миелобласты, клетки крипт кишечника, клетки слизистой оболочки желудка, сперматогонии типа А, овогонии, эпидермальные клетки, лимфоциты. Лимфоциты принадлежат к этому классу не потому, что они быстро пролиферируют, а благодаря их высокой радиочувствительности, лежащей в основе интерфазной гибели при низких дозах радиации. Класс 2 – дифференцирующиеся интермитотические клетки. Они обладают весьма высокой скоростью пролиферации. Образующиеся дочерние клетки дифференцируются и становятся радиорезистентными. Это клетки промежуточных стадий миелопоэза, эритропоэза, сперматогонии типа В и овогонии. Класс 3 – мультипотентные соединительнотканые клетки. Эти клетки делятся нерегулярно в ответ на повреждение и раздражение. К ним относятся эндотелий, фибробласты и мезинхимальные клетки. Класс 4 – покоящиеся постмитотические клетки. Эти клетки относительно радиорезистентны и в норме не делятся. Примерами их могут служить эпителиальные клетки слюнных желез, печени, почек, поджелудочной железы и легких, ретикулярные клетки кроветворной ткани, интерстициальные клетки семенников и яичников, паренхиматозные клетки потовых и эндокринных желез. Класс 5 – фиксированные постмитотические клетки. Эти клетки не делятся, они высокорезистентны. К ним относятся зрелые нервные и мышечные клетки, сперматозоиды и эритроциты.

Определяющим фактором индивидуальной радиочувствительности является система регуляции гомеостаза. При радиационном воздействии, вызывающем нарушение равновесия различных систем, наступает повреждение систем, функционирование которых направлено на устранение повреждения [6, 7].

Индивидуальную радиочувствительность можно изучать с позиции этой концепции и искать связь между эффективностью гомеостатических регуляторных механизмов и индивидуальными проявлениями радиационного повреждения [8].

Реакции организма в ответ на повреждающее действие радиации не исчерпываются автономными изменениями физиологических параметров и функций, а представляют собой взаимообусловленный интегральный ответ разнообразных функциональных систем. Существенную роль в их интеграции

играют кроветворная и иммунная системы, являющиеся важным источником информации о состоянии внутренних резервов организма [9, 10].

Многие авторы использовали в прогностических целях информацию о состоянии системы кроветворения. В работах [11–13] обнаружены более низкие средние уровни лейкоцитов до облучения в периферической крови крыс, которые выживали после облучения в полулетальной дозе. В работе [14] в экспериментах на крысах показано прямую корреляцию между лейкоцитозом, индуцированным адреналином и уровнями периферических лейкоцитов в фазе пострadiационного восстановления.

Участие системы крови в адаптации организма к экстремальным факторам определяется, как природой воздействия, так и состоянием кроветворной ткани.

В работе [15] было описано, что более высокая радиорезистентность наблюдается у тех мышей, которые имеют более активный эритропоэз в физиологических условиях. Нелинейную корреляцию между количеством спонтанных обертаций в костном мозге лабораторных животных (крыс) и пролиферативной активностью стволовых кроветворных клеток индивидуума наблюдали Karfēb Z., Kaukalova V. [16]. Наибольшая радиочувствительность отмечается у стволовых и коммитированных клеток (D_0 до 1,9 Гр). Миелобласты более устойчивы к действию радиации ($D_0 = 3,0–3,5$ Гр), а промиелоциты и миелоциты весьма радиорезистентны ($D_0 = 8,5$ и $10,0$ Гр соответственно). Для эритробластов D_0 составляет около 1,0 Гр, для базофильных нормобластов – 0,5 Гр, полихроматофильных нормобластов – 4,7 Гр, оксифильных нормобластов – 8,3 Гр, для ретикулоцитов – 12,9 Гр. Зрелые клеточные элементы крови (лейкоциты, тромбоциты и эритроциты) достаточно устойчивы к действию ионизирующего излучения ($D_0 > 15$ Гр), и изменение их количественного содержания в крови после облучения связано только с естественным процессом их убыли после завершения жизненного цикла и отсутствием поступления в периферическую кровь новых зрелых клеток [17].

После воздействия радиационного агента в костном мозге быстро убывает число клеток, вначале наименее дифференцированных, а затем все более зрелых, так как естественная их убыль не компенсируется в достаточной степени поступлением новых клеток из истощенных отделов [17]. После первичного опустошения, прогрессирующего приблизительно в течение недели, следующей за облучением, наблюдается кратковременное увеличение их числа. Это так называемый «абортный подъем», который объясняют тем, что сохранившие жизнеспособность клетки пролиферирующего отдела (возможно, и частично поврежденные, но способные к некоторому количеству делений стволовые клетки) после возобновления митотической активности обеспечивают повышение клеточности костного мозга. Однако этот источник при отсутствии пополнения из стволового отдела быстро истощается и абортный подъем сменяется прогрессирующим снижением числа клеток (вторичное опустошение). Этот процесс наиболее четко проявляется у гиперреактивных животных по сравнению с гипореактивными.

Истинное восстановление костномозгового кроветворения в облученном организме происходит на основе пролиферации сохранивших жизнеспособность СКК. Характерно, что в начале процесса восстановления стволовые клетки

пролиферируют, воспроизводя себе подобных, и практически не выходят в следующие пулы (так называемый «блок на дифференцировку»). И лишь когда их число достигнет уровня, приближающегося к нормальному, начинается поступление клеток в пролиферативно-созревающий отдел. Поэтому, чтобы началось восстановление числа клеток в периферической крови, требуется довольно длительное время, необходимое для самовоспроизведения популяции стволовых клеток, прохождения через пролиферативно-созревающий и созревающий отделы. И только по завершении этих этапов потомки сохранившихся стволовых клеток начинают поступать в периферическую кровь (если, конечно, организм не погибнет).

Чем больше СКК сохранило жизнеспособность, тем раньше начнет восстанавливаться число функциональных клеток в крови. Количество сохранившихся стволовых клеток зависит от дозы облучения, их радиочувствительности, а также от индивидуальных особенностей организма [18, 19].

После облучения в дозах 2,0–4,0 Гр в начале второй недели, в период, соответствующий описанному ранее абортному подъему, отмечается повышение митотической активности клеток костного мозга, увеличивается количество недифференцированных клеток. К концу третьей недели обнаруживается увеличение числа клеток гранулоцитарного и эритроидного ростков. При более высоких дозах облучения проявления абортного подъема выражены значительно слабее.

С конца третьей недели после облучения в дозах более 2,0–3,0 Гр в костном мозге прогрессирует аплазия, проявляющаяся жировой атрофией. Одновременно обнаруживаются и признаки регенерации: микроочаги недифференцированных клеток и клеток ранних генераций эритроидного и миелоидного ростков, а также усиление пролиферации стромальных клеток. В последующем очаги кроветворной ткани разрастаются достаточно быстро, обеспечивая восстановление функции кроветворения [20].

Морфологические изменения костномозговых клеток, связанные с их непосредственным повреждением (пикноз ядра, кариорексис, разрушение или отчленность ядра), обычно удается зарегистрировать в первые часы после облучения. Разрушенные клетки довольно быстро удаляются. Позже начинают обнаруживаться клетки с аномалиями, связанными с нарушениями митозов: гигантские клетки, клетки с гиперсегментированным ядром, с аномальными митотическими фигурами, хромосомные фрагменты в интерфазных клетках. Максимум выхода этих клеток приходится на 12–24 ч. после облучения. К третьему дню большинство таких клеток также исчезает.

Убыль числа функциональных клеток начинается, когда последние клетки, поступившие к моменту облучения в созревающий отдел, выйдут в периферическую кровь, то есть через срок, соответствующий времени прохождения клеток через этот отдел в норме. Содержание в крови нейтрофильных гранулоцитов, прохождение которых через отдел созревания составляет 5–6 суток, начинает снижаться именно с этого времени.

Скорость уменьшения числа клеток в крови тем выше, чем короче продолжительность их циркуляции после выброса из костного мозга. Довольно большой срок между облучением и развитием максимальной нейтропении (это

происходит к концу третьей недели) объясняется тем, что с середины второй недели после облучения в периферической крови развивается абортивный подъем содержания гранулоцитов. Однако, скорость протекания данного процесса может зависеть от реактивности индивидуумов [21].

Для изменения числа нейтрофилов после облучения характерна еще одна особенность. Это нейтрофильный лейкоцитоз перераспределительного генеза, наблюдающийся в течение первых суток после воздействия радиации. Чем выше доза облучения и чем реактивнее организм, тем более выраженнее и продолжительнее развивающийся нейтрофилез. Причины выброса в кровь в это время значительного числа зрелых нейтрофильных клеток связывают с влиянием на костный мозг экстрамедуллярных факторов, в частности, с возрастанием в крови на ранних сроках после облучения содержания катехоламинов и других биологически активных веществ [22].

В динамике изменения числа нейтрофилов крови после облучения можно выделить несколько фаз:

- начальный или первичный нейтрофилез;
- лаг-фаза (в это время естественный выход в ткани нейтрофилов крови компенсирован поступлением этих клеток из пула созревания);
- первичное опустошение;
- абортивный подъем;
- вторичное опустошение;
- восстановление.

Лимфоциты погибают уже в ранние сроки после облучения, соответственно их уровень в периферической крови быстро снижается. Относительно малое содержание моноцитов в периферической крови затрудняет оценку изменений их числа после облучения, тем более что процентное содержание этих клеток в лейкоцитарной формуле существенно не изменяется. Поэтому при резком снижении после облучения общего числа лейкоцитов в крови можно говорить о не менее глубоком уменьшении абсолютного количества моноцитов [21, 23].

Содержание тканевых макрофагов в течение первой недели после облучения существенно не меняется. Функциональная активность этих клеток также не изменяется или даже оказывается повышенной. В то же время загруженность этих клеток продуктами тканевого распада снижает эффективность их участия в системе противомикробной защиты. В период выраженных проявлений лучевого поражения число клеток системы мононуклеарных фагоцитов снижается [24].

Динамика содержания тромбоцитов после облучения имеет сходство с изменениями количества нейтрофилов. Абортивный подъем бывает выражен только после облучения в сравнительно невысоких (до 3,5 Гр) дозах. В фазе вторичного опустошения наблюдается глубокая тромбоцитопения: к концу 3–4 недели после облучения в среднетлетальных дозах количество тромбоцитов достигает 5–8 % от нормального уровня [25].

Содержание эритроцитов после облучения уменьшается в медленном темпе и умеренно, поскольку зрелые эритроциты достаточно радиорезистентны, а продолжительность жизни этих клеток составляет около 100 дней. Даже при полном

прекращении их образования число эритроцитов в крови вследствие естественного отмирания снижается примерно на 1 % за день [23].

Кроме количественных сдвигов, в клетках крови после облучения обнаруживаются и морфологические изменения: гомогенизация ядер лимфоцитов, появление лимфоцитов с микроядрами, гигантских гиперсегментированных нейтрофилов, гигантских тромбоцитов и тд.

Таким образом, ионизирующие излучения существенным образом влияют на кроветворную систему.

Для изучения групповой и индивидуальной радиочувствительности можно использовать и другие функциональные системы. Нарушение структуры иммунной системы ионизирующим излучением непременно ведет к возникновению иммуннодефицитных состояний [26].

Основной функцией иммунной системы является защита организма от воздействия чужеродных антигенов и контроль за поддержанием генетического постоянства внутренней среды организма. Эту функцию иммунная система выполняет с помощью естественных и адаптивных (приобретенных) механизмов. В основе естественного иммунитета лежит действие неспецифических механизмов, связанных с функционированием клеточных (нейтрофилы, макрофаги, НК-клетки и др.) факторов. Факторы естественного иммунитета относительно радиоустойчивы и поражаются лишь при очень высоких дозах облучения. Специфический иммунитет, основанный на свойствах Т- и В- лимфоцитов избирательно отвечает на чужеродные вещества, напротив, высоко чувствителен к действию радиации [26, 27].

Лимфоциты относятся к числу наиболее радиочувствительных клеток в организме и гибель их отмечается уже после радиационного воздействия в десятых долях грая, а также в большей степени зависит от индивидуальной чувствительности организмов. При этом погибают не только молодые делящиеся клетки, но и зрелые лимфоциты. Среди радиочувствительных клеток выделяются Т-лимфоциты (Т-хелперы и Т-супрессоры), В-лимфоциты и тимоциты вилочковой железы. Радиочувствительность В-лимфоцитов выше, чем Т-лимфоцитов, а радиационная устойчивость Т-супрессоров несколько больше, чем Т-хелперов. Тимоциты также различаются по своей радиочувствительности: максимальная радиопоражаемость отмечается у камбиальных клеток, а наибольшая радиорезистентность – у эпителиальных клеток. Кроме того, среди Т-лимфоцитов имеется сравнительно небольшая популяция радиоустойчивых клеток, которые сохраняют свою функциональную активность после облучения в весьма высоких дозах (6–10 Гр, а по некоторым данным – до 20 Гр). Размер данной популяции может зависеть от индивидуальных особенностей организма. Эти клетки являются одновременно кортизонрезистентными. Их содержание составляет около 3–8 % от всех Т-лимфоцитов и, возможно, они представляют собой Т-клетки памяти [28].

С высокой радиочувствительностью зрелых популяций лимфоцитов крови и их интерфазной гибелью в первый день после воздействия ионизирующего излучения связано и быстрое развитие лимфопении после облучения. Интерфазная гибель лимфоцитов начинается через 6 ч. и завершается через 3 сут. после радиационного воздействия. Разрушение лимфоцитов после облучения происходит как в

лимфоидных органах (тимус, лимфатические узлы, селезенка, лимфоидные образования в кишечнике), так и в периферической крови и лимфе. В результате снижение числа лимфоцитов в крови можно обнаружить уже через десятки минут после облучения, а к 3-м суткам число лимфоцитов снижается до минимальных величин. Глубина снижения уровня лимфоцитов, так же как и других клеток периферической крови, прямо зависит от дозы облучения и индивидуальной реактивности организмов [29].

Воздействие радиации на лимфоидную ткань приводит не только к гибели лимфоцитов, но и вызывает значительные изменения их функциональной активности. Это, в свою очередь, может приводить к извращению иммунного ответа как в ближайшие сроки, так и (что особенно важно) в отдаленном периоде после лучевого воздействия.

Так, уже в ближайшие минуты – часы после облучения, как для В-лимфоцитов, так и особенно для Т-лимфоцитов, характерна утрата имеющихся на их поверхности клеточных рецепторов для различных антигенов, что связано с вмешательством ионизирующих излучений в процесс реаранжировки генов TCR (антигенраспознающего рецептора Т-лимфоцитов). Пострадиационное изменение экспрессии молекул адгезии приводит к нарушению распределения лимфоцитов в крови и лимфоидных органах, и фактически искажает пространственную организацию иммунной системы.

Уже в ранние сроки после облучения значительно снижается способность В-лимфоцитов к выработке специфических иммуноглобулинов в ответ на антигенную стимуляцию. Это угнетение прямо коррелирует с динамикой депопуляции лимфоидных органов и индивидуальной чувствительностью организмов, а наиболее выражено в случае введения антигена через 1-2 суток после облучения. Еще одним ближайшим результатом радиационного воздействия является снижение пролиферативной активности Т-лимфоцитов, их миграционных свойств. Гибель в результате облучения Т-лимфоцитов сопровождается снижением в организме их цитотоксических функций. Воздействие ионизирующих излучений приводит к нарушению баланса Т-хелперов классов Th1 и Th2, которые определяют соотношение клеточноопосредованной и гуморальной составляющей иммунного ответа.

Дифференцировка Th1 поддерживается макрофагами через выработку интерлейкина-12, а развитие Th2 регулируется интерлейкином-4. В свою очередь продукт Th1 γ -интерферон стимулирует активность макрофагов.

Воздействие ионизирующих излучений существенным образом меняет функциональную структуру иммунной системы, сдвигая баланс Th1/ Th2 сначала в сторону Th1, а в более отдаленные сроки – в сторону Th2. Следствием этого является наблюдаемое в ранние сроки после облучения преимущественное подавление антибактериальной защиты и других форм гуморального иммунитета, что наряду с другими факторами (лимфо- и гранулоцитопения, нарушение функциональной активности макрофагов и др.) является причиной развития синдрома инфекционных осложнений в период разгара острой лучевой болезни. Степень проявления инфекционных осложнений во многом зависит от индивидуальных особенностей организма. В отдаленном периоде угнетение Th1 – зависимого звена иммунной

системы проявляется ослаблением противоопухолевого иммунитета. Установлено, что чем выше зависимость иммунного ответа от тимуса, тем сильнее проявляется эффект радиации. Действие ионизирующих излучений на тимусзависимое звено иммунной системы складывается из непосредственного влияния на Т-клетки и опосредованного действия через строму тимуса [30]. Важным аспектом действия ионизирующих излучений на иммунитет является также его влияние на систему цитокинов – продуктов активированных клеток иммунной системы. Действие радиации на эту систему сильно зависит от природы клеток продуцентов цитокинов. Так, образование лимфокинов *in vivo* подавляется в связи с массовой гибелью вырабатывающих их лимфоцитов, хотя сам по себе процесс продукции цитокина может стимулироваться радиацией. В то же время воздействие ионизирующих излучений приводит к увеличению выработки интерлейкина-1, -6 и фактора некроза опухоли. Стимуляция выработки этих цитокинов облучением особенно интересна, потому что интерлейкин-1 и фактор некроза опухолей сами по себе обладают радиопротекторным действием, реализуемым при участии интерлейкина-6, а в сочетании с интерлейкином-1 радиозащитная активность проявляется также у гранулоцитарного и гранулоцитарно-макрофагального фактора. Эти факты, вероятно, свидетельствуют о том, что некоторые эффекты радиации связаны с ослаблением или ликвидацией вызванных ею же последствий [31, 32].

Таким образом, ионизирующие излучения существенным образом влияют на иммунную систему, вызывая широкий спектр ее реакций – от изменения регуляции иммунного ответа до гибели иммунокомпетентных клеток. Так, изменение экспрессии молекул адгезии, приводя к нарушениям распределения лимфоцитов, искажает пространственную организацию иммунной системы. Ее временная организация нарушается вследствие повреждения эпителия тимуса и связанного с этим «перевода иммунологических часов» в сторону старения. Примером искажения внутренней структуры иммунной системы является нарушение баланса Th1/ Th2, и, как следствие, дисрегуляция клеточных и гуморальных механизмов иммунного ответа. Вмешиваясь в процесс селекции клонов лимфоцитов, облучение влияет на главную функцию иммунной системы – распознавание «своего» и «чужого» и дискриминацию последнего. Наконец, вмешательство в систему цитокиновой регуляции формирования и функционирования иммунитета, как и изменение под влиянием облучения выработки клетками иммунной системы антитканевых антител, обуславливает новый, измененный характер ее взаимодействия с другими регуляторными системами организма, прежде всего с нервной и эндокринной [33, 34].

Индивидуальная радиочувствительность является сложным признаком, который обусловлен действием как генетических, так и средовых факторов [35, 36]. Кроме того, радиочувствительность является индивидуальным признаком, варьирующим от индивида к индивиду в пределах одного вида.

В обстоятельной сводке данных по индивидуальной изменчивости радиочувствительности млекопитающих [37] показано, что в популяции существует диапазон распределения особей по радиочувствительности, большая часть особей характеризуется средней чувствительностью к действию ионизирующей радиации,

14–20 % оказываются заметно более радиорезистентными (мало (гипо-) чувствительными) а 10–20 % – заметно более радиочувствительными (гиперчувствительными). Разница в реакции на радиацию между гипо – и гиперчувствительными особями может быть многократной. В литературе имеется множество данных, говорящих о разной индивидуальной радиочувствительности, например: существует широкая индивидуальная изменчивость по частоте вызванных радиацией аббераций хромосом в лимфоцитах периферической крови при одинаковой радиационной нагрузке [38–40].

Термин индивидуальная радиочувствительность употребляется для выражения радиобиологического опыта, заключающегося в том, что индивидуумы одного и того же вида могут реагировать на одно и тоже облучение в разной степени [41]. Эти различия в радиочувствительности обусловлены популяционной изменчивостью – различия между разными эволюционно-генетическими группами индивидуумов. Известно, что разные популяции внутри вида значительно различаются по радиочувствительности. Например, в экспериментах на однородном генетическом материале показано, что разные линии лабораторных мышей обладают на порядок разной радиочувствительностью по развитию рака печени после облучения [42, 43]. Популяции рыжих полевок (*Clethrionomys glareolus*), обитающие в разных широтах имеют достоверные различия в продолжительности жизни после облучения как в средних, так и в абсолютных значениях. Северная популяция выделяется значительно более высокой радиорезистентностью. У полевок из центральной и южной популяций чаще наблюдались гастроэнтеральный и геморрагический синдромы. Полевки северной популяции более устойчивы к поражению желудочно-кишечной и кроветворной систем, при заданной дозе. Высокая норма радиорезистентности популяции может объясняться более активной, совершенной системой защитных реакций и репарации, что чаще всего отражает неспецифическую устойчивость к различным экстремальным агентам. Внутривидовые различия показателя обычно имеют масштабы модификационной изменчивости в рамках генетически обусловленной “нормы реакции” [44].

Повышенную устойчивость к экстремальным факторам нужно рассматривать как одну из эволюционных адаптаций, которая отчасти компенсирует относительно обедненное видовое разнообразие наземных млекопитающих региона, невысокую их численность и, таким образом, поддерживает экологическое равновесие в условиях сильной взаимосвязанности. Однако, одновременное и постоянное воздействие негативных антропогенных и природных факторов севера может вызвать ослабление популяционных приспособительных реакций и снизить жизнестойкость животных [45, 46].

Известно много примеров половой изменчивости радиочувствительности. Так, например, после облучения одной из генетически однородных линий лабораторных мышей рак печени развивался у самцов в десять раз чаще, чем у самок [47].

К настоящему времени накоплен большой материал по возрастной радиочувствительности. Радиочувствительность у мышей в первые 2–3 недели после рождения наиболее высокая, затем снижается, выходя на плато в половозрелом состоянии, и вновь повышается в последний период жизни.

В последние три десятилетия показано, что у разных видов животных наблюдается временная изменчивость радиочувствительности (сезонная, суточная). Принцип временной организации живых систем является одним из основных общих принципов биологической организации. В изучении временной организации необходимо использовать системный подход, позволяющий дать интегральную оценку ритмической структуры [48].

Многими авторами установлены достаточно существенные различия радиочувствительности биологических объектов при радиационном воздействии в разных временных условиях. В световую фазу суток наблюдают снижение смертности и поражения печени, уменьшение падения веса и увеличение ЛД₅₀ /³⁰. При постоянной освещенности или постоянной темноте искажается и сглаживается ритм радиочувствительности [49].

Большинство изучаемых показателей гомеостаза живого организма зависит от сезонных и суточных ритмов. Данные экспериментальных и клинических исследований свидетельствуют о влиянии биологических ритмов на обменные процессы, в том числе на скорость реакций перекисного окисления, функциональную активность физиологических процессов, реактивность и резистентность организмов к различным экстремальным факторам, в частности к действию радиации [49]. Физиологические показатели (температура, пульс, артериальное давление) также имеют синхронизированную суточную периодичность с максимальным значением в дневной и ранне-вечерний период суток и минимальными – в ночной. Эти значения на протяжении суток могут иметь большее или меньшее значение по отношению к величине общепринятой среднесуточной нормы [50].

В течение года радиочувствительность животных значительно колеблется. В зимние месяцы, начиная с января, наблюдается уменьшение радиочувствительности с минимальным значением в феврале, затем отмечено резкое увеличение смертности животных в марте. В апреле и мае количество радиочувствительных животных значительно уменьшается. В летние месяцы наблюдается постепенное увеличение процента погибших крыс до максимального значения в августе. В работе [48] радиочувствительность мышей, оцениваемая дозой, вызывающей 50 % гибель животных, в марте и августе составляла 6,53–6,88 Гр, а в феврале – мае 3,45–3,68 Гр соответственно, летом мыши погибали в более ранние сроки, чем зимой. У мышей линий Swiss и H₃C наибольшая гибель наблюдалась при облучении в ночное время (2:00 ч.). В природе сезонных колебаний радиочувствительности определенную роль играют изменения неспецифической иммунной реактивности животных в течение года. Повышение радиорезистентности лабораторных животных в осенне-зимний период и снижение в летние месяцы, отмечаемое в ряде работ, связывают с повышением обмена веществ в этот период [51].

Физиологическая изменчивость радиочувствительности существует также и между индивидуумами, находящимися в определенных физиологических состояниях (например, между беременными и небеременными, между страдающими какими-то заболеваниями и здоровыми) [52].

Все эти групповые различия в радиочувствительности определяют и широкий спектр ее индивидуальных различий в любой конкретной группе индивидуумов.

Эффект одного и того же по величине облучения будет различным для различных популяций [48].

Для каждого индивидуума существует индивидуальная критическая доза, определяемая его биологическими качествами, кратковременным состоянием его функций.

Самым простым свидетельством индивидуальности в радиочувствительности являются вариации в количественных реакциях, возникновение альтернативных феноменов (гибель–выживание) при облучении группы индивидуумов в среднелетальной дозе [44, 45].

Проблему индивидуальной радиочувствительности можно рассматривать как пример концептуального и экспериментального подхода к решению вопроса об общем значении индивидуальности в патологии. Использование индивидуальных различий как независимой переменной величины может быть значительным методологическим вкладом в изучении элементарных, более общих радиобиологических структур.

Ведется обширный поиск связей между физиологическими параметрами индивидуумов, оцененными до облучения, и проявлениями их лучевых повреждений.

Выбор методологических подходов при оценке индивидуальной радиочувствительности в основном сводится к предварительной характеристике общей реактивности организма [53].

При этом в современной радиобиологии намечаются три основных направления исследования индивидуальной радиочувствительности:

- оценка исходного состояния организма до облучения в обычных условиях его жизнедеятельности по показателям, характеризующим функциональное состояние его различных систем;
- оценка общей реактивности организма до облучения по его реакции на действие стрессового фактора;
- сопоставление реакций той или иной системы на облучение в малых дозах с его радиочувствительностью.

Многими исследователями установлена связь между общей реактивностью и радиочувствительностью. Безусловно, проблема радиочувствительности является частью общебиологических проблем реактивности и резистентности [52].

ВЫВОД

На сегодняшний день, в литературе, все данные о состоянии систем кроветворения и иммунитета (по характерным показателям), у животных с различной реакцией на стресс, в ответ на радиационное воздействие фрагментарны. В последние годы появились отдельные публикации о состоянии циркадных ритмов систем кроветворения и иммунитета у разных по реактивности животных в ответ на радиационное воздействие [53, 54]. Однако, эта проблема далека от решения. Это послужило основанием для проведения данной работы.

Список литературы

1. Cassarino D.S. An evaluation of the role of mitochondria in neurodegenerative diseases: mitochondrial mutations and oxidative pathology, protective nuclear responses and cell death in neurodegeneration / D.S. Cassarino, J.P. Bennett // *Brain Res. Rev.* – 1999. – Vol. 29. – P.1–25.
2. Температурний стрес як модифікатор радіаційних уражень / М.О.Дружина, Н.К. Радіонова, А.І. Липська [та ін.] // V з'їзд радіобіологічного товариства України, 15 – 18 вересня, 2009 р.: тези доп. – Ужгород, 2009. – С. 8.
3. Григорьев А.Ю. Индивидуальная радиочувствительность / Григорьев А.Ю. – М.: Медицина, 1991. – 80 с.
4. Копылов А.Н. Модифицирующее влияние слабых переменных магнитных полей на некоторые показатели функционального состояния и радиорезистентность животных : автореф. дисс. на соискание учен. степени канд. биол. наук: спец. 03.00.01 «Радиобиология» / А.Н.Копылов. – М., 1984. – 21 с.
5. Kovalev S.M. Estimation of radiation risk based in the concert of individual variability of radiosensitivity / S.M. Kovalev, L.E. Smirnova // *AFRR1 Contact Report.* – 1996. – № 96 – 1. – P. 202 p.
6. Ярилин А.А. Радиация и иммунитет / А.А. Ярилин // *Радиационная биология и радиоэкология.* – 1997. – Т.37, вып. 4. – С. 597–603
7. Arjona A. The circadian gene mPer2 regulates the daily rhythm of IFN-gamma / A. Arjona, D.K. Sarkar // *J. Interferon Cytokine Res.* – 2006. – Vol.26 (9). – P. 645–649.
8. Amelioration of radiation-induced oxidative stress and biochemical alternation by SOD model compounds in pre-treated γ -irradiated rats / A.M. Mossad, Abou – Seif, M.Mohamadd [et al.] // *J.Clinica Chimica Acta.* – 2003. – Vol. 337. – P.23–33.
9. Гипоинсулинемия и перекисное окисление липидов при эмоционально-болевым стрессе / В.В. Иванов, Н.В. Луста, Т.Н. Сатрихина [и др.] // *Проблемы эндокринологии.* – 1990. – Т.36, №2. – С. 77 – 80
10. Kovalev E.E. Estimation of radiation risk based on the concept of individual variability of radisensitivity / E.E. Kovalev, O.A.Smimova // *AFRR1 Contact Report.* Bethesda. – 1996. – Vol. 96-1.– P. 202.
11. Selye Y. Thymus and adrenals in the response of the organism to injuries and intoxications / Y. Selye // *Brit.J.Expr. Pathol.* – 1936. – Vol.17. – P.234–248.
12. Індивідуальні особливості відновлення лейкопоезу щурів після загального одноразового рентгенівського опромінення / О.В. Кузьменко, М.О. Іваненко, Н.А. Никифорова [та ін.] // *Український радіологічний журнал.* – 2008. – Т.XVI, вип.2. – С. 183–187.
13. Inman R.D. Immune complex in SLE / R.D. Inman // *Clin. Rheum. Dis.* – 19992. – №8. – P. 49–62.
14. Мадиевский Ю.М. Многолетние биологические ритмы лабораторных животных / Ю.М Мадиевский, А.С. Хилко // *Сибирский медицинский журнал.* – 2006. – № 4. – С. 83–88
15. Bhatia A.L. Study on pre-treatment of melatonin against radiation-induced oxidative stress in mice / A.L. Bhatia, Kailash Manda // *J. Environmental Toxicology and Pharmacology.* – 2004. – № 18. – P. 13–20.
16. Karfeb Z. Les rythmes biologiques / Z. Karfeb, B. Kaikalova // *La resme fame.* – 2000. – № 10. – P.155–160.
17. Бенджавский Ю.И. Патология инкорпорированного радиоактивного излучения / Бенджавский Ю.И. – Минск: гос. мед. ин-т., 1999. – 36 с.
18. Мазурик В.К. Роль регуляторных систем ответа клеток на повреждения в формировании радиационных эффектов / В.К. Мазурик // *Радиационная биология, радиоэкология.* – 2005. – Т. 45, № 1. – С. 26–45.
19. Immune cells in Chernobyl radiation workers exposed to low-dose irradiation / A. Chumak, D. Bazyka, N. Vyelyaeva [et al.] // *J. of Low Radiation.* – 2003. – Vol. 1, №1. – P. 19–23.
20. Иммунологические эффекты у реконвалесцентов острой лучевой болезни – результаты тринадцатилетнего мониторинга / А.А.Чумак, Д.А.Базыка, А.Н. Коваленко [и др.] // *Международный медицинский журнал.* – 2002. – № 1 (5). – С. 40–41.
21. Marker rhythms of circadian system function: a study of patients with metastatic colorectal cancer and good performance status / M. Mormont, A. Langouet, B. Claustrat [et al.] // *Chronobiol. Intern.* – 2002. – Vol. 19. – P.141–155

22. Schifferli J.A. The role of complement and its receptor in the elimination of immune complex / J.A. Schifferli, Y. C.Ng, D.K. Peters // *N. Engl. J. Med.* – 1996. – Vol. 315. – P. 488–495
23. Touitou Y. Rhythm alteration in patients with metastatic breast cancer and poor prognostic factors / Y.Touitou, F.Levi, A.Bogdan // *J. Cancer Res. Oncol.* – 1995 – Vol.121. – P.181–188
24. Москаленко І.П. Прояв індивідуальної реактивності щурів у пострадіаційній депресії лейкопоезу / І.П. Москаленко, Н.А. Никифорова, І.М. Лозінська [та ін.] // *Український радіологічний журнал.* – 1995. – №3. – С. 256–260.
25. Роль системы иммунитета в радиационном поражении организма. Развитие гипотезы. / А.А. Иванов, В.Н. Мальцев, Л.М. Уланова [и др.] // *Медицинская радиология и радиационная безопасность.* – 2001. – Т.46, №3. – С. 64–78.
26. Лысенко А.С. Роль эпифиза в защите организма от повреждения / А.С.Лысенко, Ю.В. Редькин // *Успехи физиологических наук.* – 2003. – Т.43, №4. – С.26–36.
27. T cell activation responses are differentially regulated during clinostation and space flight / V.B. Hashemi, J.E. Pencala, C. Vens [et al.] // *FASEB J.* – 1999. – Vol.13. – P. 2071–2072.
28. Ярилин А.А. Иммунные и цитогенетические эффекты плотно- и редкоионизирующих излучений / Ярилин А.А. – К.: Здоров'я, 2006. – 200 с.
29. Focan C. Chronobiological Concepts Underlying the Chronotherapy of Human Lung Cancer / C. Focan // *Chronobiol. Intern.* – 2002. – Vol.19, №1. – P. 253–274.
30. Immune system // Health effects of Chernobyl accidente. Monograph in 4 parts / A. Chumak, D. Bazyka, J. Minchenko [et al.] // Ed. By A.Vozianov, V. Bebesko, D. Bazyka. – Kyiv: DLA, 2003. – P.275–282.
31. Chronomics: circadian and circaseptan timing of radiotherapy, calories, perhaps nutriceuticals and beyond / F. Halberd, G. Cornelissen, M. Hasting [et al.] // *Jornal of Experimental Therapeutics and Oncology.* – 2003. – №3. – P. 223–260.
32. Sakakuramet al Ritmos circadianos en medicina aronautica. // *Rev. aronaut.* – 2007. – Vol. 37, № 435. – P. 109–118.
33. Clonality of the stem cell compartment during evolution of myelodysplastic syndromes and other bone marrow failure syndromes / R.Tru, L. Gondek, C.O'keefe [et al.] // *Leukemia.* – 2007. – Vol. 7. – P.165–170.
34. Ito A. Long Term Health. Effect of Radioactive Contamination. Proc 2 nd ISTC/SAC seminar “Large Scale Area Remediation” VN11TF / A. Ito – Snezhinsk, 21–25 June. – 1999. – P.69–75.
35. Cytokine-induced sickness behavior / K.W. Kelley, R.M. Bluthe, R. Dantzer, [et al.] // *Brain Behav. Immun.* – 2003. – Vol.17, № 1. – P. S112–S118
36. Горохов И.Е. Магнитоиндуцированное повышение резистентности животных при фракционированном рентгеновском облучении в малых дозах : автореф. дисс. на учен. степени канд. биол. наук : спец. 03.00.01 “Радиобиология” / И.Е. Горохов. – Симферополь, 1994 – 236 с.
37. Circadian rhythms of melatonin, corticosterone and phagocytosis: effect of stress / C. Barriga, M.I. Martin, R. Tabla [et al.] // *J. Pineal Res.* – 2001. – Vol. 30. – P. 180–187.
38. Kovalev E.E. Estimation of Radiation Risk Based on Concept of Individual Variability of Radiosensitivity / E.E. Kovalev, O.A. Smirnova // *Betesda: Armed Forces Radiobiol Res Institute.* – 1996. – 201 p.
39. Bekoff M. Animal emotions: exploring passionate natures / M. Bekoff // *Bioscience.* – 2000. – Vol. 50. – P.861–870.
40. Стан лейкопоезу щурів різної індивідуальної реактивності в залежності від часу доби опромінення / О.В. Кузьменко, М.О. Іваненко, Н.А. Никифорова [и др.] // *Український радіологічний журнал.* – 2008. – Т.16, вип.1. – С.55–61.
41. Шилов О.И. Адренергические механизмы регуляции функций фагоцитирующих клеток периферической крови крыс при остром стрессе / О.И. Шилов, Е.Г. Орлова // *Медицинская иммунология.* – 2000. – Т.4, № 1. – С. 29–36.
42. Green D.R. Stress and the control of apoptosis / D.R. Green // *FASEB J.* – 2002. – Vol. 16. – P.418–422
43. Circadian rhythms of cytotoxic activity in peripheral blood mononuclear cells of patients with malignant melanoma / N.F. Gamaleia, L.M. Skivka, A.G. Fedorchuk [et al.] // *Exp. Oncol.* – 2006. – Vol.28, № 1. – P.54–60.
44. Prospective evaluation of early cardiac damage induced by epirubicin-containing adjuvant chemotherapy and locoregional radiotherapy in breast cancer patients / M.T. Meinardi, D.J. Veldhuisen, J.A. Gietema [et al.] // *J. Clin. Oncol.* – 2001. – Vol.19, №10. – P. 246–253.

45. Shakib F. The human Ig G subclasses, molecular analysis of structure, function, and regulation / F.Shakib // J. Mol. Biol. – 2000. – Vol. 24. – P. 389–417.
46. Rhythms in Human Bone Marrow and Blood Cells / R. Smaaland, R.B. Sothorn, O.D. Laerum [et al.] // Chronobiol. Intern. – 2002. – Vol.19, №1. – P.101–128.
47. Influence of antigen on immune complex behavior in mice / D.S. Finbloom, D.B.Magilvary, D.Harfold [et al.] // J. Clin. Invest. – 1991. – Vol. 68. – P. 214–224.
48. Focan C. Pharmaco – economic comparative – evaluation of combination chronotherapy is standart chemotherapy for colorectal cancer / C.Focan // Chronobiol. – 2002. – Vol.19, №1. – P. 289–298.
49. X-irradiation chronosensitivity and circadian rhythmic pro- liferation in healthy and sarcoma-corying rats bone marrow / M.A. Blank, V.A.Gushchin, F. Halberg [et al.] // In vivo. – 1995. – N 4. – P. 395–400.
50. Block F. Global ischemia and behavioral deficits / F. Block // Progr. Neurobiol. – 1999. – Vol. 58. – P. 279–295.
51. Theofilopoulos A.N. The biology and detectijn of immune complex / A.N. Theofilopoulos, F.J. Dixon // Adv. Immunol. – 1999. – Vol. 28. – P. 89–220.
52. Основы медицинской радиобиологии./ [Бутомо Н.В., Гребенюк А.Н., Лелеза В.И. [и др.]; под ред. И.Б. Ушакова – СПб: Фолиант, 2004. – 223 с.
53. LeBourg E.Oxidative stress, aging and longewity in *Drosophila melanogaster* / E. LeBourg // FEBS Lett. – 2001. – Vol. 498. – P.183–186.
54. Heritability of cellular radiosensitivity: a marker of low-penitence predisposition genes in breast / S.A. Roberts, A.R. Spreadbought, B. Bulmean [et al.] // Am. J. Hum. Genet. – 1999.– Vol.65. – P.784–794.
55. Diurnal cortisol rhythms as a predictor of breast cancer survival / S.E. Sephton, R.U. Sapolsky, H.C. Kraemer [et al.] // J. Natl. Cancer Inst. – 2010. – Vol.92, №12. – P. 994–1000.

Кузьменко О.В. Сучасні підходи до визначення групової та індивідуальної радіочутливості організму / О.В. Кузьменко // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2011. – Т. 24 (63), № 1. – С. 109-122.

Представлено дані про сучасні підходи оцінки групової та індивідуальної радіочутливості організмів. Обговорюються механізми індивідуальних реакцій організму у відповідь на пошкоджуючи дію радіації та інтегральну відповідь кровотворної та імунної систем. Розглядаються різні методологічні підходів до оцінки індивідуальної радіочутливості організмів.

Ключові слова: індивідуальна радіочутливість, система імунітету, система кровотворення.

Kusmenko E.V. Modern approaches to definition of group and individual radio sensitivity of the organism modern approaches to definition of group and individual radio sensitivity of the organism / E.V. Kusmenko // Scientific Notes of Taurida V.I. Vernadsky National University. – Series: Biology, chemistry. – 2011. – Vol. 24 (63), No 1. – P. 109-122.

Data about modern approaches of an estimation of group and individual radio sensitivity of organisms are presented. Mechanisms of individual reactions of an organism in reply to damaging action of radiation and the integrated answer кроветворной and immune systems are discussed. Are considered various methodological approaches to an estimation of individual radio sensitivity of organisms.

Keywords: individual sensitivity, immune system, haemopoiesis system.

Поступила в редакцию 15.02.2011 г.

УДК 615.834:616.85

ПРИМЕНЕНИЕ ЛЕЧЕБНОГО МАССАЖА И ЛЕЧЕБНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ В РЕАБИЛИТАЦИИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ПОЗВОНОЧНИКА У БОЛЬНЫХ ОСТЕОХОНДРОЗОМ

Николенко О.В., Сышко Д.В.

*Таврический национальный университет им В.И.Вернадского, Симферополь, Украина
E-mail: gymnast54@mail.ru*

В результате применения массажа и лечебной физкультуры в комплексной реабилитации больных остеохондрозом шейного отдела позвоночника отмечено положительное влияние на церебральную гемодинамику, выраженное в увеличении систолического притока крови вследствие снижения тонуса церебральных сосудов, скорости кровенаполнения артерий в вертебробазилярном бассейне, а также улучшении венозного оттока.

Ключевые слова: остеохондроз позвоночника, массаж, лечебная физическая культура, реоэнцефалография, динамометрия, ортостатическая проба.

ВВЕДЕНИЕ

Болезни периферической нервной системы на сегодняшний день являются важной медико-социальной и экономической проблемой. Столь высокая актуальность вопроса ставит много задач перед медиками. Одной из этих задач, в частности, является повышение эффективности методов профилактики и лечения вертеброгенных заболеваний шейного отдела позвоночника и церебральных патологий, чреватых значительными нарушениями функции самого позвоночника, нервов и внутренних органов, часто приводящих к длительной нетрудоспособности, а в ряде случаев и к инвалидности [1].

Лечение и профилактика рецидивов клинических проявлений остеохондроза позвоночника требует комплексного подхода, при котором учитывался бы механизм вертеброгенных и нейрорефлекторных нарушений, а также состояния организма в целом [2]. Этим требованиям в полной мере соответствует использование массажной терапии с методами лечебной гимнастики и физкультуры. Задачей данного исследования явилось изучение влияния массажа в комплексе с лечебной физкультурой (ЛФК) на функциональное состояние больных остеохондрозом позвоночника.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

На базе Ялтинской городской поликлиники №2 было проведено обследование 20 больных с данной патологией. Для оценки общего функционального состояния, адаптивных возможностей механизма кардиогемодинамики, силы мышц верхнего

пояса, церебрального кровообращения (особенно в вертебро-базиллярном отделе головного мозга) были проведена ортостатическая проба, динамометрия правой и левой кистей, ЧСС, АД) [3].

Как показали результаты первичного обследования, на фоне вегето-сосудистых, церебральных нарушений, осложняющих дегенеративно-дистрофический процесс в шейном отделе позвоночника, у больных прослеживались спазматические напряжения в следующих парах мышц: грудино-ключично-сосцевидная и короткие разгибатели суставов головы; лестничные мышцы и глубокие разгибатели шеи; трапециевидная мышцы и мышца поднимающая лопатку. Наиболее выраженные болевые точки определялись в местах прикрепления мышц на задней дуге атланта, его поперечных отростках, на медиальном конце ключицы и на остистом отростке аксиса, присутствовал болевой синдром в виде цервикокраниалгии, цервикалгии. Больные жаловались на боли в шее, иррадиирующие в затылок; головную боль, боль в плечах, которые изменяли свою интенсивность в течение дня. Боль усиливалась после сна или неудобного положения головы.

Результаты клинического обследования подтверждались рентгенологическими данными, указывающими на остеохондроз шейного отдела позвоночника и реоэнцефалографии (РЭГ) показателями, по которым определялось ухудшение церебрального кровообращения. Клиническое обследование и РЭГ проводилось в первый день лечения и после проведенного курса реабилитации длительностью 4 недели.

В программе реабилитации больных использовался комплекс лечебного массажа в сочетании с лечебной физкультурой. Процедуры проводились ежедневно, в поочередной последовательности (ЛФК проводилась через 30 мин после сеанса лечебного массажа по методическим рекомендациям Косванде В.В., 1986 г.) [4].

Воздействию массажа подвергалась задняя поверхность шеи, область надплечий и верхняя часть спины, в зоне С₃ - Т₂ (воротниковая зона). Применялся сегментарно-рефлекторный массаж в большей степени щадящей интенсивности в положении больного сидя. Массаж приводящих мышц плеча выполнялся в расслабляющем режиме отводящих – в тонизирующем. Реабилитация проводилась после применения лекарственной терапии на фоне улучшения самочувствия, ослабления клинических проявлений заболевания с переходом в стадию ремиссии, улучшения функциональных показателей мозговой гемодинамики (по данным РЭГ) для усиления терапевтического эффекта и закрепления полученных результатов.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ результатов обследования по окончании курса реабилитации выявил следующую динамику: по данным динамометрии (рис. 1) в результате реабилитационного воздействия сила мышц правой руки, до начала реабилитации составлявшая 21,9±0,7 кг, после лечения увеличилась до 24,8±1,1 кг. По левой руке значения соответствовали 20,4±1,1 кг – до и 23,9 кг – после курса реабилитации (P<0,05). Полученный эффект, таким образом, составил 2,9 кг – по правой руке, 3,5 кг – по левой руке что свидетельствует об улучшении общего функционального состояния больных под влиянием положительного эффекта проведенных

реабилитационных мероприятий, т.к. между силой мышц и общим функциональным состоянием существует тесная корреляция [45].

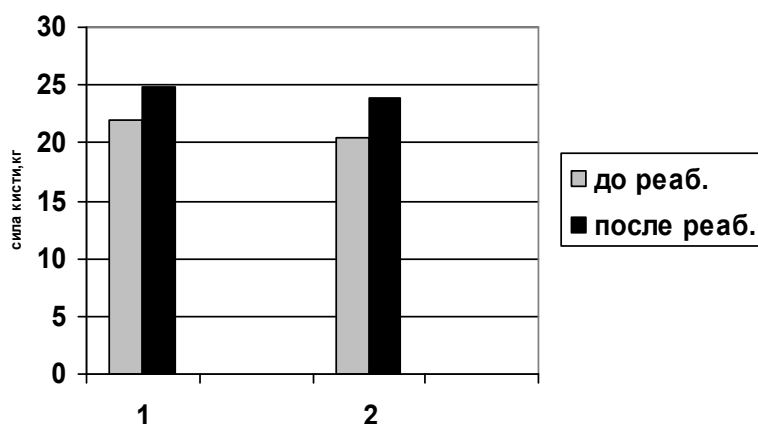


Рис. 1. Показатели кистевой динамометрии до и после курса реабилитации, где 1 – сила мышц правой руки; 2 – сила мышц левой руки.

Сравнительный анализ средних результатов ортостатической пробы под влиянием проведенного комплекса реабилитации также выявил достоверное улучшение по всем исследуемым параметрам (рис. 2). Так, величина функционального прироста ЧСС до лечения составлявшая 8,1 уд/мин после проведения курса снизилась до 5,3 уд/мин ($P < 0,05$).

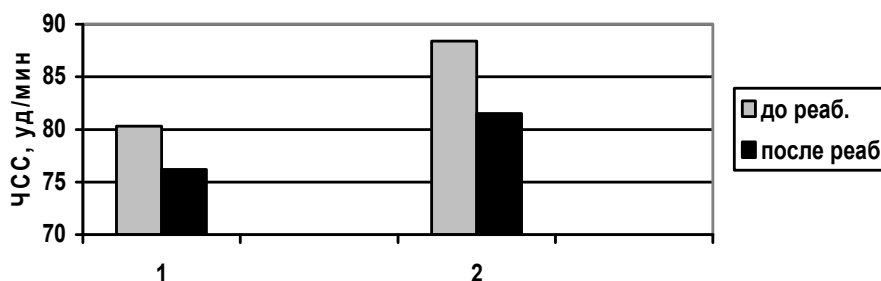


Рис. 2. Показатели ЧСС до и после курса реабилитации, где 1 – до ортостатической пробы; 2 – после ортостатической пробы.

Такая же тенденция отмечена и в отношении показателей амплитуды пульсового давления (ПД) (рис. 3). Величина колебаний ПД до лечения составлявшая 7,7 мм/рт.ст., после его проведения снизилась до 4,3 мм/рт.ст., т.е. на 3,4 мм/рт.ст. Снижение функционального прироста пульса и ПД у больных в

процессе курса реабилитации свидетельствует об улучшении адаптивных возможностей механизмов кардиогемодинамики.

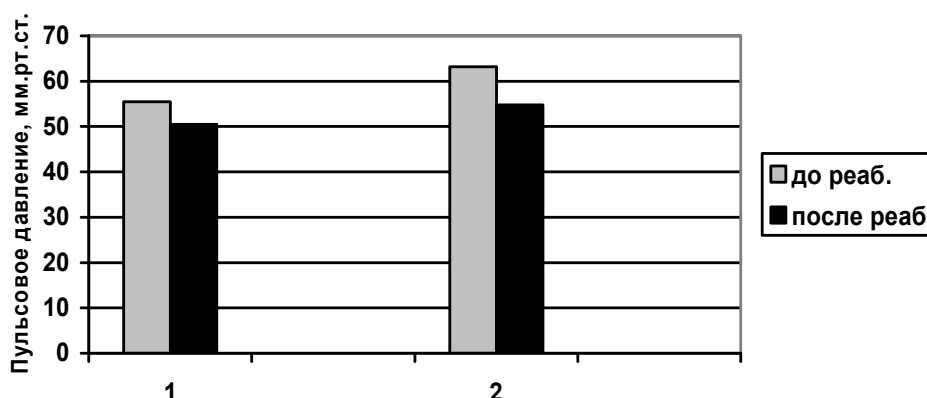


Рис. 3. Показатели ПД до и после курса реабилитации, где 1 – до ортостатической пробы; 2 – после ортостатической пробы.

При РЭГ-обследовании учитывались следующие показатели: РИ (реографический индекс), ИВО (индекс венозного оттока), время (относительная длительность) анакроты, отношение AL/T (отношение времени подъёма к точке L к общему времени анакроты, в %), амплитудно – частотный показатель, амплитуда систолической волны, диастолический индекс (ДИ).

По данным РЭГ при первичном обследовании у больных с неврологическими, церебральными нарушениями шейного остеохондроза были выявлены следующие функциональные отклонения: симметричное снижение артериального, пульсового кровенаполнения в вертебробазиллярном бассейне головного мозга, асимметрия кровенаполнения правого и левого полушарий, затруднение венозного оттока, нарушение тонуса церебральных артерий и мозговых вен.

Регулярное применение в комплексе физической реабилитации методов массажа и ЛФК привело к достоверному улучшению практически всех исследуемых параметров (табл. 1.).

Так, до проведения лечебных процедур относительная величина пульсового кровенаполнения в бассейне позвоночной артерии составила $0,76 \pm 0,002$ усл.ед. – справа и $0,67 \pm 0,004$ усл.ед. слева, т.е. межполушарная асимметрия сосудистого тонуса находилась в пределах $0,09$ усл.ед.

По прохождении курса реабилитации отмечалось снижение величины пульсового кровенаполнения в правом полушарии до $0,74 \pm 0,006$, в то время как в левом полушарии данный показатель увеличился до $0,72 \pm 0,03$ ($p < 0,05$). В результате физической реабилитации индекс РИ снизился, что свидетельствует о снижении тонуса артерий и частичном устранении межполушарной асимметрии пульсации позвоночной артерии.

Таблица 1

Показатели РЭГ до и после курса реабилитации
($\bar{x} \pm S\bar{x}$, n=20)

Исследуемые показатели	До реабилитации	После реабилитации	p
РИ, усл.ед.	0,76±0,002	0,74±0,006	<0,05
Правое полушарие	0,67±0,004	0,72±0,003	<0,05
Левое полушарие			
ИВО, %			
Правое полушарие	32,45±1,3	29,45±0,08	<0,05
Левое полушарие	38,35±0,8	32,7±1,2	<0,05
AL /Г в %			
Правое полушарие	19,75±0,08	16,55±1,1	<0,05
Левое полушарие	19,45±0,08	16,55±0,06	<0,05
Время анакроты, с			
Правое полушарие	0,192±0,003	0,15±0,006	<0,05
Левое полушарие	0,185±0,002	0,15±0,006	<0,05
АЧП, Ом/с			
Правое полушарие	0,82±0,03	0,86±0,04	>0,05
Левое полушарие	0,80±0,02	0,85±0,01	>0,05
Амплитуда систолической волны, Ом			
Правое полушарие	0,07±0,07	0,07±0,007	-
Левое полушарие	0,07±0,01	0,07±0,009	-
ДИ (в %)			
Правое полушарие	66,2±0,07	68,6±1,1	≤0,05
Левое полушарие	69,0±1,3	69,91,3	>0,05

Положительные изменения наблюдались и в отношении величины индекса венозного оттока. До проведения реабилитационных мероприятий данная величина составляла 32,45±1,3 % – в правом и 38,35±0,8 % – в левом полушарии. После лечения отмечалось достоверно (p<0,05) снижение показателей как по правой – 29,45±0,08%, так и по левой стороне – 32,7±1,2 %. Соответственно снизилась величина межполушарной асимметрии венозного оттока (5,9 % – до и 3,25 % – после курса реабилитации), что свидетельствует о нормализации венозного оттока, устранении венозного застоя и межполушарной асимметрии тонуса вен.

Время анакроты отражает приток артериальной крови к головному мозгу и характеризует тонико-эластические особенности сосудов. До лечения оно составляло 0,192±0,003 с – справа и 0,185±0,002 с – с левой стороны, что свидетельствует о повышении тонуса и межполушарной асимметрии кровенаполнения артерий.

После лечения отмечалось достоверное ($p < 0,05$) снижение времени анакроты до 0,15 с в обоих полушариях. В процессе реабилитации произошла нормализация тонуса артерий и улучшение мозгового кровообращения с устранением его асимметрии.

Данное предположение подтверждается также снижением в результате лечения величины отношения AL /Г. До начала курса этот показатель по правой и левой сторонам составлял $19,75 \pm 0,08$ % и $19,45 \pm 0,08$ % соответственно. По окончании исследования по обоим полушариям головного мозга он снизился до 16,55 % ($p < 0,05$).

Диастолический индекс по мере прохождения курса реабилитации достоверно увеличился только с правой стороны ($66,2 \pm 0,07$ % – до, $68,6 \pm 1,1$ % – после лечения, $p < 0,05$). По левой стороне изменений практически не выявлено.

Асимметрия венозного оттока при первичном обследовании составила 2,8 %, после лечения – 1,3 %. Отсутствие достоверных изменений показателей ДИ с левой стороны, вероятно связано с относительным значением ДИ, поскольку при сглаженности рисунка рео-спуска волны, отмеченной у большинства больных, точное определение его амплитуды невозможно.

Практически не выявлено изменений величины амплитуды систолической волны до и после лечения: она составила 0,07 Ом., как по правой, так и по левой сторонам.

Изменение величины амплитудо-частотного показателя (АЧП) в период курса реабилитации имело лишь тенденцию к увеличению по правой стороне – $0,82 \pm 0,03$ Ом/с – до, $0,86 \pm 0,04$ Ом/с – после и по левой стороне – $0,8 \pm 0,02$ Ом/с – до, $0,85 \pm 0,01$ Ом/с – после проведения исследования ($p > 0,05$).

ВЫВОДЫ

1. В результате проведенного курса комплексной реабилитации отмечено положительное влияние на церебральную гемодинамику, выраженное в увеличении систолического притока крови вследствие снижения тонуса церебральных сосудов, скорости кровенаполнения артерий в вертебробазилярном бассейне, а также улучшении венозного оттока.
2. Процедуры сегментарного массажа способствовали улучшению микроциркуляции в тканях, метаболизма клеток, стабилизировали осмотическое давление, в результате чего снизилась отечность корешков спинномозговых нервов шейного отдела позвоночника, обеспечив противовоспалительный эффект.
3. Анальгезирующее действие массажа подтверждается клиническим исследованием: по субъективным ощущениям больных, отсутствию болевых синдромов и устранению рефлекторного спазма мускулатуры шейно-воротниковой зоны.
4. По данным клинического исследования и нагрузочного тестирования в результате занятий ЛФК увеличилась сила мышц верхних конечностей и объем движений в суставах шейного отдела позвоночника и плечевого пояса.

5. Эффективно проведенный курс реабилитации способствовал переходу патологического процесса в фазу стойкой ремиссии, закреплению компенсаторных реакций, т.е. наиболее благоприятному исходу неврологических осложнений больных шейным остеохондрозом позвоночника, что и является основной целью в реабилитации больных

Список литературы

1. Шуваев В.Е. Вопросы патогенеза дистрофических изменений поясничного отдела позвоночника человека. Периферическая нервная система / В.Е. Шуваев, С.Д. Беззубин – М: «Медицина», 1983. – С. 40–43.
2. Хвисько Н.И. Клинические варианты остеохондроза поясничного отдела позвоночника / Н.И. Хвисько, А.И. Продан // Ортопедия и травматология, - 1987, №12. – С. 1–5.
3. Зайцева Р.Л. Теоретические основы реабилитации при остеохондрозе позвоночника / Зайцева Р.Л. – Новосибирск. – 1983. – 214 с.
4. Карепов Г.В. Лечебная физкультура в системе реабилитации больных с травматической болезнью спинного мозга / Карепов Г.В. – Киев: Здоровья, 1991 – 184 с.
5. Васичкин В.И. Все о массаже / Васичкин В.И. – М.: Аст-Пресс, 1999. – 367 с.

Николенко О.В. Застосування лікувального масажу і лікувальної фізичної культури в реабілітації функціонального стану хребта у хворих остеохондрозом / О.В. Николенко, Д.В. Сьшко // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2011. – Т. 24 (63), № 1. – С. 123-129.

В результаті застосування масажу і лікувальної фізичної культури в комплексній реабілітації хворих на остеохондроз шийного відділу хребта відзначений позитивний вплив на церебральну гемодинаміку, виражений у збільшенні систолического притоку крові внаслідок зниження тону судин, швидкості кровонаповнення артерій у вертебробазиллярному басейні, а також поліпшенні венозного відтоку.

Ключові слова: остеохондроз хребта, масаж, ЛФК, реоенцефалографія, динамометрія, ортостатична проба.

Nikolenko O.V. Using of medical massage and medical physical training in rehabilitation of a functional condition of a backbone at sick of an osteochondrosis / O.V. Nikolenko, D.V. Syshko // Scientific Notes of Taurida V.I. Vernadsky National University. – Series: Biology, chemistry. – 2011. – Vol. 24 (63), No 1. – P. 123-129.

As a result of massage and physical exercises application in complex rehabilitation of patients with cervical osteochondrosis was noted positive action on the cerebral haemodynamics, resulted in increase systolic inflow of blood due to decrease in a tone of cerebral vessels, ivflow speed of arteries in vertebrobasillar pool, and also of venous outflow improvement.

Keywords: backbone osteochondrosis, massage, medical physical training, rheoencephalography, dynamometry, ortostatic test.

Поступила в редакцію 12.03.2011 г.

УДК 577.112.4:598/599

ЗМІНИ БІОХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ СИРОВАТКИ КРОВІ ЛАБОРАТОРНИХ ЩУРІВ ПРИ ДІЇ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ ГІПЕРІНСУЛІНЕМІЇ

Нікольська В.О.

*Таврійський національний університет ім. В.І. Вернадського, Сімферополь, Україна
E-mail: victoria_nikol@crimea.edu*

При експериментальній гіперінсулінемії спостерігається підвищення вмісту молекул середньої маси в сироватці крові лабораторних щурів. Методом визначення окислювальної модифікації білків встановлена активація перекисних процесів в сироватці крові з утворенням альдегідних і кетонних продуктів нейтрального і основного характеру. Купірування гіперінсулінемії глюкозою дозволяє знизити показники окислених продуктів.

Ключові слова: гіперінсулінемія, сироватка крові, окислювальна модифікація білків, молекули середньої маси.

ВСТУП

Останнім часом все більший інтерес викликають дослідження, які спрямовані на виявлення ланок метаболічних процесів, що набувають найбільш суттєвих змін при патології [1–4]. У зв'язку з цим вельми актуальним представляється розгляд питань стану окислювальної модифікації білків і утворення молекул середньої маси в сироватці крові, оскільки вони є відображенням розвитку біохімічних змін на молекулярному рівні та можуть бути використаними як індикатори розвитку захворювань [5–14].

Процес окислювальної модифікації білків в організмі може бути спричинений генерацією активних форм кисню, вміст яких збільшується при патологічних і стресових ситуаціях. З літературних даних відомо, що на їх продукцію впливають ті ж чинники, які регулюють і фізіологічну активність кліток, зокрема гормони. Обумовлений введенням надмірної дози інсуліну гіперінсулінемічний стан є стресовим для організму і також може супроводжуватись підвищенням рівня активних форм кисню, що викликає особливий інтерес для вивчення. Гіперінсулінемія відмічена окрім інсуліннезалежного цукрового діабету при цілому ряду захворювань серцево-судинної системи [15–32], крім того штучно викликана гіперінсулінемія застосовується в лікуванні психічних розладів [33].

У зв'язку з цим, метою роботи з'явилося вивчення вмісту продуктів окислювальної модифікації білків і рівня молекул середньої маси в сироватці крові лабораторних щурів, які зазнали дії експериментальної гіперінсулінемії.

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ

Експериментальна частина роботи виконана на дорослих білих щурах-самцях лінії Вістар масою 180–220 грам ($n=90$), отриманих з розплідника науково-дослідного інституту біології Харківського національного університету ім. Ст. Н. Каразіна. Матеріалом для досліджень служила сироватка крові лабораторних щурів. Всі тварини були розділені на наступні групи: інтактна група; група у якої була виражена гіперінсулінемія; група, у якої стан гіперінсулінемії купірувався глюкозою. Дослідним щурам натще підшкірно вводили по 3,5 Ед інсуліну. Після появи судом, розвитку гіпоглікемічної коми, частину тварин декапітували. Решті щурів для купірування коми вводили по 3,5 мл 20% розчину глюкози. Після зникнення ознак гіперінсулінемії тварин через годину декапітували.

Для визначення окислювальної модифікації білків сироватки крові використовували метод О.Є. Дубініної [2]. Оптичну щільність дінитрофенілгідрозонів, які утворилися, реєстрували при довжинах хвиль: 346 і 370 нм (альдегідні і кетонні продукти окислювальної модифікації нейтрального характеру), а також при 430 нм і 530 нм (альдегідні і кетонні продукти окислювальної модифікації основного характеру). Вміст молекул середньої маси в сироватці крові визначали за методом Габріелян Н.І. і ін. [3, 4].

Оцінка достовірності відмінностей між даними, отриманими в результаті дослідження, проводилася з використанням *t*-критерія Ст'юдента. Розрахунки і графічне оформлення отриманих в роботі даних проводилися з використанням програми Microsoft Excel і програмного пакету «STATISTICA – 6.0» [34, 35].

Експеримент проводився з дотриманням принципів «Європейської конвенції про захист хребетних тварин, які використовуються для експериментальних і інших наукових цілей» (Страсбург, 1986) і Ухвали першого національного конгресу з біоетики (Київ, 2001).

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Оскільки інсуліновий шок є станом, який активізує процеси утворення активних форм кисню [7–10], представляло інтерес оцінити рівень окислювальної модифікації білків в сироватці крові лабораторних щурів, які знаходилися в стані гіперінсулінемії, а також виведених з нього за допомогою купірування глюкозою (рис. 1).

У літературі накопичена достатня кількість матеріалу про збільшення кількості активних форм кисню (АФК), які виконують роль вторинних посередників, при дії різних чинників, у тому числі і інсуліну [6–8]. Ймовірно, отримані результати пов'язані з тим, що при дії надмірних доз інсуліну, стимулюючих утворення АФК, відбувається посилення модифікації білків.

При купіруванні гіперінсулінемії глюкозою в сироватці крові експериментальної групи щурів рівень продуктів окислювальної модифікації білків достовірно знижується до значень показника інтактної групи. Проте слід зазначити, що введення глюкози при купіруванні гіперінсулінемії є ефективним відносно зниження даного показника тільки в сироватці крові, тоді як в різних органах і тканинах змін або не виявлено, або зниження спостерігається на рівні тенденції [36].

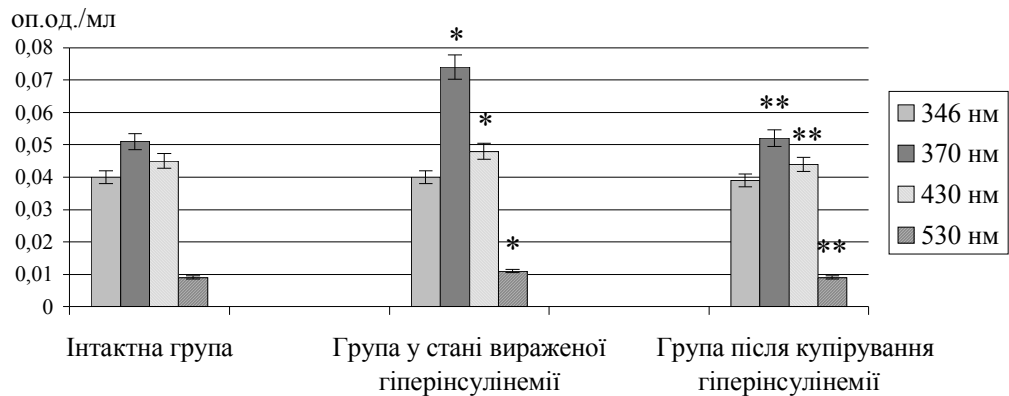


Рис. 1. Вміст продуктів окислювальної модифікації білків сироватки крові лабораторних щурів інтактної і експериментальних груп, ($\bar{x} \pm S \bar{x}$).

Примітка: * – вірогідність різниці показників порівняно з інтактною групою ($p < 0,05$);

** – вірогідність різниці показників двох експериментальних груп ($p < 0,05$).

Окислювальна модифікація білків пов'язана зі зміною в їх структурній організації, фрагментацією, що супроводжується утворенням низькомолекулярних компонентів. Ступінь фрагментації окислених білків в сироватці крові визначається по зміні вмісту молекул середньої маси, які є біохімічним маркером, що відображає рівень патологічного білкового метаболізму (табл. 1).

Таблиця 1

Вміст молекул середньої маси в сироватці крові лабораторних щурів інтактної та експериментальних груп, оп. од./мл ($\bar{x} \pm S \bar{x}$)

Досліджуваний матеріал	n	Довжина хвилі, нм		
		254	272	280
Сироватка крові щурів інтактної групи	30	0,53±0,03	0,92±0,02	1,00±0,04
Сироватка крові щурів в стані вираженої гіперінсулінемії	30	0,74±0,03*	1,23±0,02*	1,30±0,01*
Сироватка крові щурів після купірування гіперінсулінемії	30	0,56±0,05**	1,00±0,02*,**	1,09±0,01**

Примітка: позначення такі самі, що й на Рис. 1.

Аналіз отриманих даних указує на те, що в стані гіперінсулінемії в сироватці крові лабораторних щурів спостерігається вірогідне підвищення на 25–30 % рівня молекул середньої маси в порівнянні з показником інтактної групи. Після купірування гіперінсулінемії в сироватці крові групи щурів вміст молекул середньої маси достовірно знижується щодо показника експериментальної групи в стані вираженої гіперінсулінемії, а для значень, що реєструються при довжинах хвиль $\lambda=254$ і 280 нм, практично досягає рівня інтактної групи.

Можна припустити, що зниження молекул середньої маси має певне значення в регуляції процесів метаболізму, оскільки в літературі є дані, що свідчать про широкий спектр біологічної активності фракцій даного пулу з'єднань, зокрема антиоксидантної [5, 6].

Отримані результати дослідження дозволяють судити про те, що купірування гіперінсулінемії глюкозою призводить до зниження вивчених показників в сироватці крові лабораторних щурів практично до рівня інтактної групи. Використовуючи отримані в роботі дані, можна створити основу для розробки нових підходів контролю усунення гіперінсулінемічного стану, а також діагностики перебігу інсулінотерапії.

ВИСНОВКИ

1. Експериментальна гіперінсулінемія підвищує вміст продуктів окислювальної модифікації білків в сироватці крові лабораторних щурів в 1,5 рази в порівнянні з інтактною групою. Після купірування інсулінового шоку спостерігається зниження даного показника у лабораторних тварин в порівнянні з групою в стані вираженої гіперінсулінемії.
2. В стані експериментальної гіперінсулінемії в сироватці крові лабораторних тварин спостерігається підвищення рівня молекул середньої маси на 25–30 % в порівнянні з інтактною групою. Купірування інсулінового шоку призводить до зниження даного показника в сироватці крові лабораторних щурів в порівнянні з групою в стані вираженої гіперінсулінемії

Список літератури

1. Хаггинс Ч. Расшифровка клинических лабораторных анализов / Чарльз Б. Хаггинс, пер. с англ. В.Л. Эмануэля. – Москва: Бином, 2004. – С. 41–87.
2. Дубинина Е. Окислительная модификация белков / Е. Дубинина, В. Шугалей // Успехи современной биологии. – 1993. – Т. 113, Вып. 1. – С. 71–81.
3. Скрининговый метод определения средних молекул в биологических жидкостях. Метод. рекоменд / Н.И. Габриэлян, Э.Р. Левицкий, А.А. Дмитриев [и др.] – М.: Медицина, 1985. – 18 с.
4. Гаврилов В.Б. Определение тирозин- и триптофансодержащих пептидов в плазме крови по поглощению в УФ-области спектра / В.Б. Гаврилов, Н.Ф. Лобко, С.В. Конев // Клин. лаб. диагн. – 2004. – Вып.3. – С. 12–16.
5. Абакумова Ю.В. Свободнорадикальное окисление при атеросклерозе как патогенный фактор / Ю.В. Абакумова, Н.А. Ардаматский // Медико-биологический вестник им. Я.Д. Витебского. – 1996. – Т. 21. – Вып. 2. – С. 15–21.
6. Калуев А.В. Выполняют ли регуляторную роль в клетке взаимодействия АФК с ДНК? / А.В. Калуев // Український біохімічний журнал. – 1999. – Т. 71. – Вып. 2. – С. 104–108.

7. Зенков Н.К. Окислительный стресс: Биохимический и патофизиологический аспекты / Зенков Н.К., Ланкин В.З., Меньщикова Е.Б. – М.: МАИК, 2001. – 343 с.
8. Зайцев В.Г. Активные формы кислорода (синопсис) / В.Г. Зайцев // Успехи современной биологии. – 2004. – Вып. 2. – С. 69–75.
9. Кутлубаев М.А. Свободнорадикальное окисление и его регуляция психотропными препаратами в условиях хронического стресса (клинико-экспериментальное исследование): автореф. дис. на соискание учен. степени канд. медицинских наук: спец. 14.00.16 «Патологическая физиология» / М.А. Кутлубаев. – Омск, 2007. – 22 с.
10. Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease / Valko Marian, Dieter Leibfritz, Jan Moncol [et al.] // The International Journal of Biochemistry & Cell Biology. – 2007. – 39. – P. 44–84.
11. Кулинский В.И. Активные формы кислорода и оксидативная модификация макромолекул: польза, вред и защита / В.И. Кулинский // Соросовский Образовательный Журнал. – 1999. – № 1. – С. 2–7.
12. Скулачев В.П. Кислород в живой клетке: Добро и зло / В.П. Скулачев // Соросовский Образовательный Журнал. – 1996. № 3. – С. 4–10.
13. Соколовский В.В. Тиоловые антиоксиданты в молекулярных механизмах неспецифической реакции организма на экстремальное воздействие / В.В. Соколовский // Вопр. мед. химии. – 1988. – № 34 (6). – С. 2–11.
14. Свободные радикалы в живых системах / Ю.А. Владимиров, О.А. Азизова, А.И. Деев [и др.] // Итоги науки и техники. Сер. Биофизика. – 1991. – Т. 29. – С. 3–15.
15. Ogilvy-Suart A. Hypoglycemia, management of hyperinsulinism / A. Ogilvy-Suart, P. Midgley // Practical Neonatal Endocrinology. – 2006. – P. 7–27.
16. Архипов В.Ф. Особенности раннего послеоперационного периода у больных органическим гиперинсулинизмом / В.Ф. Архипов // Вестник хирургии. – 1996. – Том 155, №2. – С. 29–32.
17. Асмоловская М.Б. Пато- и морфогенетические особенности диабетических ангиопатий / М.Б. Асмоловская, А.Е. Доросевич // Здравоохранение Белоруссии. – 1992. – №7. – С. 53–59.
18. Диагностика и лечение органического гиперинсулинизма / А.В. Егоров, Н.М. Кузин, С.А. Кондрашин [и др.] // Хирургия. – 1999. – №12. – С. 21–26.
19. Инсулинотерапия больных сахарным диабетом / [Ефимов А.С., Скробонская Н.А, Ткач С.Н., Сакало Е.А]. – К.: Здоровье, 2000. – 248 с.
20. Гиперинсулинемия и инсулинрезистентность у женщин с метаболическим синдромом в климактерическом периоде / Н.В. Изможерова, А.А. Попов, Н.В. Тагильцева [и др.] // Клиническая медицина. – 2006. – №5. – С. 65–68.
21. Органический гиперинсулинизм / Н.М. Кузин, А.В. Егоров, М.Г. Лакреева [и др.] // Клиническая медицина. – 1998. – №4. – С. 7–11.
22. High blood glucose concentration is a risk factor for mortality in middle-aged nondiabetic me/ B. Balkou, M. Shipley, Jarrett R.J. [et al.] // Diabetes Care. – 1998. – V. 21. – P. 360–367.
23. Barrett Connor E.M. Does hyperglycemia really cause coronary heart disease? / E.M. Barrett Connor // Diabetes Care. – 1997. – V. 20. – P. 1620–1623.
24. Mortality from coronary heart disease in the Tecumseh Study. Long-term effect of diabetes mellitus, glucose tolerance and other risk factors / W.J. Butler, L.D. Ostrander, W.J. Carman [et al.] // Am. J. Epidemiol. – 1985. – V. 121. – P. 541–547.
25. Diabetes and cardiovascular disease. A statement for healthcare professionals from the American Heart Association / S.M. Grundy, I.J. Benjamin, G.L. Burke [et al.] // Circulation. – 1999. – V. 100. – P. 1134–1146.
26. Loren Cordain. Hyperinsulinemic diseases of civilization: more than just syndrome X / Cordain Loren, R. Michael Eades, D. Mary Eades // Comparative biochemistry and physiology part. – USA. – 2003. – P. 95–112.
27. Ginsberg Henry N. Insulin resistance and cardiovascular disease / N. Henry Ginsberg // Journal of clinical investigation. New York. – 2000. – Vol. 106, № 4. – P. 453–457.
28. Hyperinsulinemia, insulin resistance and hyperglycemia: contributing factors in pathogenesis of hypertension and atherosclerosis / J.R. Sowers, P.R. Standley, J.L. Ram [et al.] // Am. J. Hypertens. – 1993. – V. 6. – P. 260–270.
29. Компоненты метаболического синдрома у больных с артериальной гипертензией / М.Н. Мамедов, Н.В. Перова, В.А. Метельская [и др.] // Кардиология. – 1997. – № 12. – С. 37–41.

30. Diabetes, other risk factors and 12-yr cardiovascular mortality for men screened in the Multiple Risk Factor Intervention Trial / J. Stamler, O. Vaccaro, J.D. Neaton [et al.] // *Diabetes Care*. – 1993. – V. 16. – P. 434–444.
31. Kaplan N.M. The deadly quartet: upper-body obesity, glucose intolerance, hypertriglyceridemia and hypertension / N.M. Kaplan // *Arch. Intern. Med.* – 2009. – V. 149. – P. 1514–1520.
32. Бригов А.Н. Профилактика артериальной гипертензии на популяционном уровне: возможности и актуальные задачи / А.Н. Бригов // *Русский медицинский журнал*. – 1997. – № 5. – С. 571–576.
33. Берн Э. Введение в психиатрию и психоанализ для непосвященных / Э. Берн; [пер. с англ. А.И. Федорова]. – Минск: Попурри, 1998. – С. 124–126.
34. Боровиков В. Statistica. Искусство анализа данных на компьютере для профессионалов / Боровиков В. – 2-е изд. – СПб.: Питер, 2003. – 688 с.
35. Новиков Д.А. Статистические методы в медико-биологическом эксперименте (типовые случаи) / Д.А. Новиков, В.В. Новачадов – Волгоград: Изд-во Волга, 2005. – 84 с.
36. Никольская В.А. Влияние экспериментальной гиперинсулинемии на процессы окислительной модификации белков в тканях лабораторных крыс / В.А. Никольская, Т.В. Рубановская // *Ученые записки ТНУ, серия «Биология. Химия»*. – 2009. – Т.22 (61), №2. – С.103–109.

Никольская В.А. Изменения биохимических показателей сыворотки крови лабораторных крыс при воздействии экспериментальной гиперинсулинемии / В.А. Никольская // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2011. – Т. 24 (63), № 1. – С.130-135

При экспериментальной гиперинсулинемии наблюдается повышение содержания молекул средней массы в сыворотке крови лабораторных крыс. Методом определения окислительной модификации белков установлена активация перекисных процессов в сыворотке крови с образованием альдегидных и кетонных продуктов нейтрального и основного характера. Купирование гиперинсулинемии глюкозой позволяет снизить показатели окисленных продуктов.

Ключевые слова: гиперинсулинемия, сыворотка крови, окислительная модификация белков, молекулы средней массы.

Nikolskaya V.A. Changes of biochemical indexes of serum blood of laboratory rats at influence of experimental hyperinsulinemia / V.A. Nikolskaya // Scientific Notes of Taurida V.Vernadsky National University. – Series: Biology, chemistry. – 2011. – Vol. 24 (63), No. 1. – P. 130-135.

In experimental hyperinsulinemia observed elevated levels of molecules of average weight in the serum of laboratory rats. By the methods for determining the oxidative modification of proteins, peroxide activation processes in blood serum with the formation of aldehydic and ketonic product of neutral and basic character are installed. Relief of hyperinsulinemia by glucose can reduce rates of oxidized products.

Keywords: hyperinsulinemia, serum, oxidative modification of proteins, the molecules of average weight.

Поступила в редакцию 17.02.2011 г.

УДК 578.52 + 575.17

DNA INSECTICIDES VERSUS DNA STIMULATORS: EVERY DRUG IS A POISON, EVERY POISON IS A DRUG

Oberemok V.V., Zaytsev A.S., Simchuk A.P.

*Taurida V. Vernadsky National University, Simferopol, Ukraine
E-mail: genePCR@mail.ru*

The basic idea of our work is that exogenous DNA fragments, which coincide with sequence of DNA of the testing cell, should influence its biochemical reactions because they bear some of the information about management of the cell. We used two short single strand fragments of *Lymantria dispar* multiple nucleocapsid polyhedrosis virus iap3 gene as testing DNA fragments and *Drosophila melanogaster* larvae as a model object for the experiments. We have found that the same DNA fragments may act as DNA insecticides ($\chi^2 = 4,87$; d. f. = 1; $P < 0,05$) in 100 pmol/mcl concentration and as DNA stimulators ($\chi^2 = 7,99$; d. f. = 1; $P < 0,01$) in 20 pmol/mcl concentration, decreasing mortality of the insect. In our opinion, the DNA fragments showed insecticidal activity due to mechanisms similar to DNA and RNA interference. These mechanisms are based on blocking of target genes that coincide by sequence with the used DNA and RNA fragments. In our case, mortality increased probably due to activation of cell apoptosis. Using the virus DNA fragments as specific primers for PCR, we have found that there are many target areas in the *Drosophila melanogaster*'s genome that are similar to them. The nature of acting DNA fragments as DNA stimulators is unknown and requires further investigation. The data obtained may serve as a base for creation of DNA insecticides against agricultural and forest pests, and DNA drugs

Keywords: DNA stimulators, DNA insecticides, gene inhibitor of apoptosis, *Drosophila melanogaster*.

INTRODUCTION

The idea of using DNA fragments as DNA insecticides or DNA medicines is quite new and perspective since DNA was recognized as the most important molecule for control of cell life. Such phenomena as the change or destruction of a cell DNA, penetration of foreign DNA into a cell always affect the further development of the organism. Examples of this are epigenetic phenomena, apoptosis, cancer caused by oncogenic viruses *etc.* One of the possible ways, in which DNA fragments may influence a cell, is the DNA interference.

Researches, studying the DNA and RNA interference [1, 2], have persuasively shown that the application of exogenous double strand DNA fragments and single or double strand RNA fragments (20-30 nucleotides long) of an organism cause a specific inhibition of those genes which coincide with the sequence of the used fragments. Several dozen of double strand RNA molecules can lead to the degradation of several thousand molecules of the target RNA. Fine details of this process are not studied enough. It is believed that RNA interference is a protective mechanism that protects the cell from RNA viruses and mobile genetic elements. There are few research works on DNA interference at the moment. It should be added that there is no available data in scientific literature about

researches which test the influence of single strand DNA fragments that are expected to act according to the DNA interference mechanism.

Baculoviruses have two classes of antiapoptosis genes, *iap* and *p35* genes that can block apoptosis from in a phylogenetically wide range of organisms [3]. These genes help baculovirus to deal with premature death of the infected cells, shifting cell biochemical reactions toward antiapoptosis. It is known, that antiapoptosis genes are very conservative and homologous in baculoviruses, worms, insects, humans [4]. We presupposed that short single strand fragments of viral antiapoptosis genes may affect target organisms as DNA insecticides or DNA stimulators since they play a very important role in the virus-host relationship. Thus, viral *iap* gene fragments are supposed to cause changes (interfere) in the biochemical reactions of the insect cells (for example, reactions similar to RNA and DNA interference). The consequence of the external application of viral *iap* gene fragments on *Drosophila melanogaster* larvae is the goal of our paper.

MATERIALS AND METHODS

We used two short single strand fragments of *Lymantria dispar* multiple nucleocapsid polyhedrosis virus *iap3* gene as a testing DNA fragments and *Drosophila melanogaster* larvae as a model object for the experiments.

DNA fragments were designed according to the viral genome sequence found in ICTVdb and then synthesized by metabion international AG (Germany) with HPLC clearance. The sequences of these 2 single chain DNA fragments were the following: a) 5'- GCC GGC GGA ACT GGC CCA -3' (134843-134860; antisense chain); b) 5'-CGA CGT GGT GGC ACG GCG -3' (135159-135142; sense chain). The used DNA fragments are the part of *iap3* gene which belongs to genes that inhibit apoptosis of host cells [5].

Single strand DNA molecules have both hydrophilic (sugar-phosphate backbone) and hydrophobic (bases) parts that allow them to penetrate through the polar and non-polar obstacles of insect tissues, and this, for instance has been shown for organophosphorous insecticides [6].

Influence of aqueous solutions of DNA fragments was tested on 1-2 day old larvae of *D. melanogaster* (*ebony* and *white* phenotypes). Larvae of *ebony* phenotype were divided into three groups (25-45 specimens per group). The first group was treated with *iap3* DNA fragments (100 pmol/mcl; water solution), the second was treated with random DNA fragment (TGCGCAGCCC (olig 35); SibEnzyme, Russia; 4.3 OU/ml), and the third was treated with distilled water. The *white phenotype* larvae were divided into four groups. Three of them were the same as in *ebony* phenotype experiments, and the fourth group was treated with *iap3* DNA fragments in a 20 pmol/mcl concentration. Each larva, after 20-minutes exposure in a solution, was placed in a corresponding vial and reared at laboratory conditions till death or imago emerged. In each of the vials we counted number of individuals who had reached the stage of imago. Pearson's χ^2 -criteria were calculated to compare viabilities of the specimens among the variants.

PCR method with specific primers was used to find whether the tested DNA fragments are homologous to the antiapoptosis genes found in the *Drosophila*

melanogaster's genome. Extraction of total DNA for PCR was performed according to standard methods using [7] the kit "DNA- Sorb A" (AmpliSens, Moscow). DNA amplification was performed on thermocycler "Tercyc" (DNA Technology, Russia) using reagents for polymerase chain reaction "AmpliSens-200-1" (AmpliSens, Moscow). We used the tested fragments of viral iap3 gene as specific primers for PCR.

RESULTS AND DISCUSSION

Experiments with *ebony* phenotype of *Drosophila melanogaster*

Results of the experiments with the *ebony* phenotype of *D. melanogaster* are presented in Fig.1. A statistically significant difference in viability has been found when comparing only groups treated with water and iap3 gene DNA solution ($\chi^2 = 4,87$; d.f.=1; $P < 0,05$). Application of random DNA fragment olig 35 did not result in significant difference of mortality range with both "water" and "iap (100)" groups. Thus, viral iap3 gene fragments served as DNA insecticide for *ebony* phenotype individuals of *D. melanogaster*.

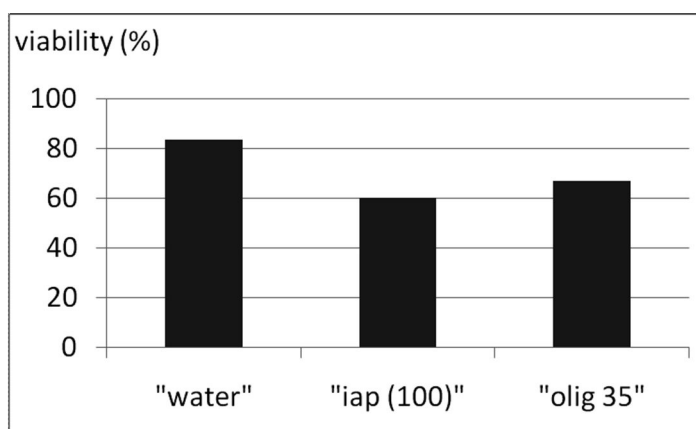


Fig. 1. Viability of the *ebony* phenotype of *D. melanogaster* (from two day old larvae to imago) in three variants of treatment; "iap (100)" – iap gene DNA in 100 pmol/mcl concentration.

Application of PCR procedure with iap3 gene DNA fragments as primers allowed to find fragments of the *D. melanogaster* genome that are similar to the viral iap3 gene.

From 6 to 10 DNA fragments were found in each of the individual spectra of the flies. Each of the individual amplicon sets from the genomes of the *ebony* phenotype flies contains DNA fragments homologous to primers originating from viral iap3 gene (fig. 2). These results can explain the influence of viral DNA fragments on fly cells according to the mechanism of DNA interference or another similar process.

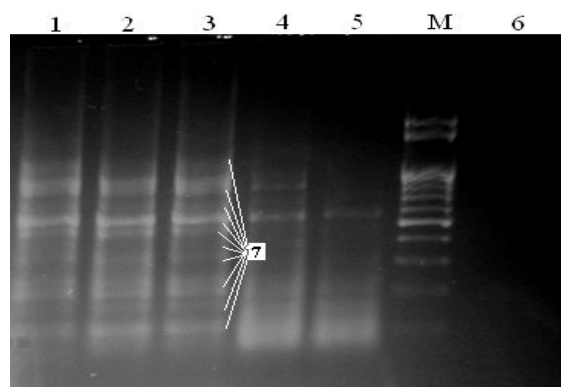


Fig. 2. Electrophoregram of DNA amplification products (with *iap3* gene DNA fragments as primers) of the *ebony*-phenotype flies: 1-5 – electrophoretic DNA spectra of individuals; M – marker of DNA length from 100 to 1000 bp with a step of 100 bp and from 1000 to 3000 bp with a step of 1000 bp (from bottom to top); 6 – control; 7 – individual set of amplicons.

D. melanogaster larvae, which died in the experimental group, were morphologically different from those that died in the control group (fig. 3). Dead insect larvae from experimental groups were black and dead larvae from the control group were of normal white color.

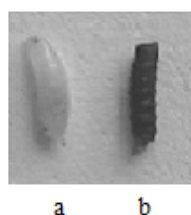


Fig. 3. Perished larvae of *D. melanogaster* from the control (a) and experimental (b) groups.

Blackening of the body began with the rear end of the larvae (fig.4).



Fig. 4. Early changes in body color of individuals from the experimental group.

After extraction of total DNA from tissues of individuals, died in experimental group, and electrophoresis we have found fragmented DNA (fig. 4; 1) that might be a pattern of cell apoptosis. At the same time, DNA from control flies did not show any fragmentation (fig. 5; 2).

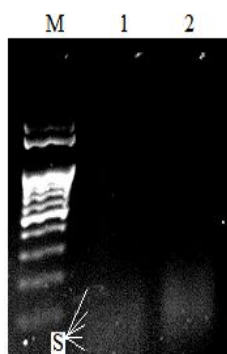


Fig. 5. DNA isolated from perished individuals of experimental (1) and control (2) groups; M – molecular weight marker of DNA length from 100 to 1000 bp long with a step of 100 bp long and from 1000 to 3000 bp long with a step of 1000 bp long (from bottom to top); S – fragmented DNA.

Fragmented DNA from those treated with *iap3* gene DNA flies consists of 5 DNA fragments approximately from 50 to 180 bp in their lengths. It is known that the DNA fragments, which characterize apoptosis, are usually of 180 bp or greater lengths, but multiple of 180 bp. In our opinion, lack of DNA fragments of greater lengths may be explained by the fact that apoptosis was caught at later stage when DNA fragments already were deeply degraded by nucleases [8]. The results suggest that apoptosis was probably the cause of the cell death of individuals in the experimental group. We also can not exclude the role of necrosis in this phenomenon.

It is known that inside a cell there are proteins that increase and proteins that decrease the speed of apoptosis. Very often the result of their influence depends on their relative concentration [9]. In our opinion this process can be presented in the form of apoptosis-antiapoptosis «scales». Different factors influence this binary process, and as a result apoptosis-antiapoptosis «scales» bend down to the one or the another side. It lasts to a certain critical mark after which the signal to apoptosis or antiapoptosis becomes unchangeable (for antiapoptosis only temporary). The virus DNA fragments displace the biochemical reactions in the cell towards apoptosis and herein, apparently, the main role plays the phenomenon of the DNA interference or a process similar to it. The DNA interference blocks the synthesis of the antiapoptosis proteins, which results in the apoptosis of separate cells, and in a number of cases – death of an organism.

The found effect of the viral DNA fragments on its host can be used for the creation of selective fast-acting insecticides to protect plants from pest insects [10; 11].

Experiments with *white* phenotype of *Drosophila melanogaster*

Results of the experiments with the *white* phenotype of *D. melanogaster* are presented in Fig. 6.

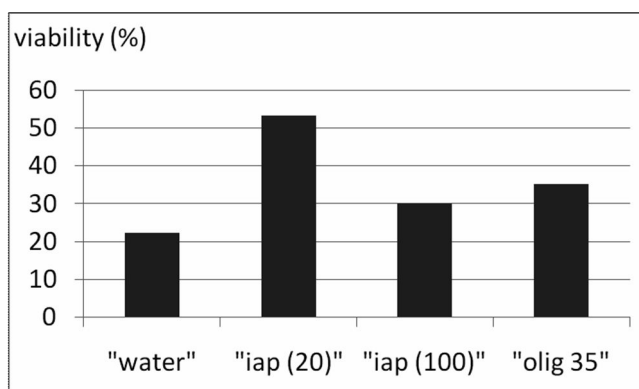


Fig. 6. Viability of the *white* phenotype of *D. melanogaster* (from two day old larvae to imago) in four variants of treatment; "iap (20)" and "iap (100)" – iap3 gene DNA in 20 and 100 pmol/mcl concentrations correspondingly.

Flies from the experimental group, which were treated with iap3 gene DNA fragments in concentration 20 pmol/mcl, significantly differed in viability from control individuals, treated with distilled water ($\chi^2 = 7,99$; d. f. = 1; $P < 0,01$), while there were no differences among other variants of treatments and the control. Thus, *D. melanogaster* individuals of *white* phenotype were quite weak by nature and the viral iap3 gene fragments served as DNA stimulator for them.

Application of PCR procedure with iap3 gene DNA fragments as primers has shown that genome of the *white* phenotype flies contains only two DNA fragments homologous to the viral iap3 gene DNA fragments (fig. 7).

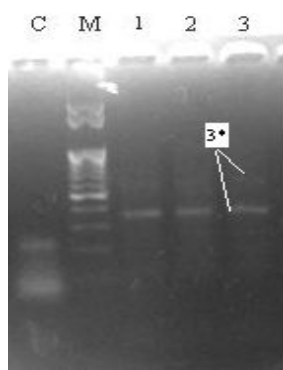


Fig. 7. Electrophoregram of DNA amplification products (with iap3 gene DNA fragments as primers) from the *white* phenotype of *D. melanogaster* flies: 1-3 – electrophoretic DNA spectra of individuals; M – marker of DNA length from 100 to 1000 bp with a step of 100 bp and from 1000 to 3000 bp with a step of 1000 bp (from bottom to top); C – control; 3* – individual set of amplicons.

The results of our experiments show that the response in *D. melanogaster* to external treatment with exogenous DNA depends both on the insect phenotype and on the DNA fragments concentration. Fragments of the viral *iap3* gene, being applied on *D. melanogaster* larvae, promote mortality of the *ebony* phenotype flies in 100 pmol/mcl concentration, and stimulate viability of *white* phenotype flies in 20 pmol/mcl concentration. The gene fragments found many homologous sites in the genomes of *ebony* phenotype flies, and increase in their mortality probably due to DNA interference, blocking anti-apoptosis genes of the insect and causing apoptosis. The same viral *iap3* fragments allowed to find only two homologous sites in the genomes of *white* phenotype flies. Only low concentration of the gene fragments stimulate viability of the *white* phenotype flies, and the mechanism of the found effect is not clear yet.

The investigated effect of the viral DNA fragments on *Drosophila melanogaster* can be used for the creation of selective fast-acting DNA insecticides, DNA stimulators and DNA medicines. Each living organism has its unique genome and thus has its unique genetic based diseases. DNA drugs may solve this problem by blocking the genes which do not work properly. DNA insecticides may become an effective means of pest control.

CONCLUSIONS

1. Processing of *Drosophila melanogaster* larvae (*ebony* phenotype) with solution containing two short single strand DNA fragments in 100 pmol/mcl concentration causes increased mortality of insects ($P < 0,05$). Thus, fragments of the *Lymantria dispar* multiple nucleocapsid polyhedrosis virus *iap3* gene act as DNA insecticides by leading insect cells to death and the main role in this is probably played by apoptosis.
2. Processing of *Drosophila melanogaster* larvae (*white* phenotype) with solution containing two short single strand DNA fragments in 20 pmol/mcl concentration causes increased viability of insects ($P < 0,01$). Thus, fragments of the *Lymantria dispar* multiple nucleocapsid polyhedrosis virus *iap3* gene can act as DNA stimulators. The nature of acting DNA fragments as DNA stimulators is unknown and needs further investigation.

References

1. Potent and specific genetic interference by double-stranded RNA in *Caenorhabditis elegans* / A. Fire, S. Xu, M.K. Montgomery [et al.] // *Nature*. – 1998. – Vol. 391. – P. 806–811.
2. DNA interference: a simple and efficient gene-silencing system for high-throughput functional analysis in the fern *Adiantum* / H. Kawai-Toyooka, C. Kuramoto, K. Orui [et al.] // *Plant Cell Physiol*. – 2004. – Vol. 45. – P. 1648–1657.
3. Baculovirus inhibitor of apoptosis functions at or upstream of the apoptotic suppressor P35 to prevent programmed cell death / G.A. Manji, R.R. Hozar, D.J. LaCount [et al.] // *J. Virol*. – 1997. – Vol. 71. – P. 4509–4516.
4. Zhimulev I.F. General and Molecular Genetics / Zhimulev I.F. – Gos. Univ. Izd., Novosibirsk. – 2007. – 479 p.
5. Sequence and analysis of the genome of a baculovirus pathogenic for *Lymantria dispar* / J. Kuzio, M.N. Pearson, S.H. Harwood [et al.] // *J. Virol*. – 1999. – Vol. 253. – P. 17–34.
6. Tyschenko V.P., *Phiziologiya nasekomyh* / Tyschenko V.P. – Vyssh. Shk, Moscow. – 1986. – 330 p.
7. Sambrook J. Molecular cloning: laboratory manual / Sambrook J., Fritsch E.F., Maniatis T. – N.Y.: Cold Spring Harbour Univ. Press. – 1989. – 1626 p.

8. Vanyushin B.F. Apoptosis in plants / B.F. Vanyushin // Usp. biol. him. – 2001. – Vol. 41. – P. 3–38.
9. Agol V.I. Geneticheski zaprogramirovannaya smert' kletki / V.I. Agol // Soros educational journal. – 1996. – Vol. 6. – P. 20–24.
10. Patent of Ukraine for useful model № 36445. “Method of elimination of phyllophagous insects from order Lepidoptera” / V.V. Oberemok // applicant and patentee Taurida National V.I. Vernadsky University. – № u 2008 0674; Decl. 19.05.2008; Publ. 27.10.2008. – Bull. 20.
11. Oberemok V.V. Influence of a single chain DNA fragments of virus iap gene LdnVgp140 on viability of *Lymantria dispar* caterpillars / V.V. Oberemok // Ukr. Biochem. – 2009. – Vol. 81(4) (special edition). – P. 171.

Оберемок В.В. ДНК-инсектициды против ДНК-стимуляторов: каждое лекарство есть яд, каждый яд есть лекарство / В.В. Оберемок, А.С. Зайцев, А.П. Симчук // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2011. – Т. 24 (63), № 1. – С.136-143

Основной идеей нашей работы является то, что экзогенные ДНК-фрагменты, которые совпадают с последовательностью ДНК тестируемой клетки, должны влиять на её биохимические реакции, потому что они несут некоторую информацию об управлении клеткой. Мы использовали два коротких одноцепочечных ДНК-фрагмента *iap3* гена вируса ядерного полиэдроза непарного шелкопряда и личинок *Drosophila melanogaster* в качестве модельного объекта для экспериментов. Мы обнаружили, что ДНК-фрагменты могут выступать в роли ДНК-инсектицидов ($\chi^2=4,87$; d.f.=1; $P<0,05$) в концентрации 100 пмоль/мкл, а также в роли ДНК-стимуляторов ($\chi^2=7,99$; d.f.=1; $P<0,01$) в концентрации 20 пмоль/мкл, снижая смертность насекомых. По нашему мнению, ДНК-фрагменты проявили инсектицидную активность в связи с механизмами, схожими с ДНК и РНК-интерференцией. Эти механизмы основаны на блокировке генов-мишеней, которые совпадают по последовательности с использованными фрагментами ДНК и РНК. В нашем случае смертность увеличилась, вероятно, за счет активации клеточного апоптоза. При использовании ДНК-фрагментов вируса в роли специфических праймеров для ПЦР мы обнаружили много спектров в геноме *Drosophila melanogaster*, схожих с ними. Причина действия ДНК-фрагментов в качестве ДНК-стимуляторов неизвестна и требует дальнейшего изучения. Полученные данные могут служить основой для создания ДНК-инсектицидов против сельскохозяйственных и лесных вредителей, а также ДНК-лекарств.

Ключевые слова: ДНК-стимуляторы, ДНК-инсектициды, ген-ингибитор апоптоза, *Drosophila melanogaster*.

Оберемок В.В. ДНК-інсектициди проти ДНК-стимуляторів: кожні ліки є отрута, кожна отрута є ліки / В.В. Оберемок, О.С. Зайцев, А.П. Сімчук // Вчені записки Таврійського національного університету ім.В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2011. – Т. 24 (63), № 1. – С. 136-143.

Основною думкою нашої роботи є те, що екзогенні ДНК-фрагменти, які збігаються з послідовністю ДНК тестованої клітини, повинні впливати на її біохімічні реакції, тому що вони несуть певну інформацію про управління клітиною. Ми використали два коротких одноланцюгових ДНК-фрагменти *iap3* гена вірусу ядерного поліедрозу непарного шовкопряда і личинок *Drosophila melanogaster* в якості модельного об'єкту для експериментів. Ми виявили, що ДНК-фрагменти можуть виступати в якості ДНК-інсектицидів ($\chi^2=4,87$; d.f.=1; $P<0,05$) в концентрації 100 пмоль/мкл, а також як ДНК-стимулятори ($\chi^2=7,99$; d.f.=1; $P<0,01$) у концентрації 20 пмоль/мкл, знижуючи смертність комах. На нашу думку, ДНК-фрагменти виявили інсектицидну активність у зв'язку з механізмами, схожими на ДНК та РНК-інтерференцію. Вони ґрунтуються на блокуванні генів-мішеней, які збігаються з послідовністю використаних фрагментів ДНК та РНК. У нашому випадку смертність збільшилась, ймовірно, за рахунок активації клітинного апоптозу. Використання ДНК-фрагментів вірусу в якості специфічних праймерів для ПЛІР допомогло знайти багато спектрів в геномі *Drosophila melanogaster*, подібних до них. Характер дії фрагментів ДНК у якості ДНК-стимуляторів невідомий і вимагає подальшого дослідження. Отримані дані можуть бути основою для створення ДНК-інсектицидів проти сільськогосподарських та лісових шкідників та ДНК-ліків.

Ключові слова: ДНК-стимулятори, ДНК-інсектициди, ген-інгібітор апоптозу, *Drosophila melanogaster*.

Поступила в редакцію 10.02.2011 г.

УДК 577.15:591.466(043.5)

АКТИВНІСТЬ ТРИПСИНОПОДІБНИХ ПРОТЕЇНАЗ У ЗМІЙ

Орлова Л.Д., Федорко Н.Л., Петров С.А.

*Одеський національний університет імені І.І. Мечникова, Одеса, Україна
E-mail: peterodessa@gmail.com*

Вперше виявлено наявність трипсиноподібних протеїназ, виготовлених з організму змій. Встановлено, що досліджувані препарати характеризуються різною протеолітичною активністю цих ферментів. Найбільшою активністю трипсиноподібних протеїназ характеризуються препарати, одержані з гадюки степової (*Vipera ursini*).

Ключові слова: протеоліз, трипсиноподібні протеїнази, змії.

ВСТУП

Одним з головних напрямків сучасних наукових досліджень є вивчення системи протеолізу як особливої форми біологічної регуляції. Протеоліз постійно відбувається в живих організмах та в оточуючому середовищі під впливом мікроорганізмів, в результаті чого виникають різноманітні біологічно активні речовини – ферменти, гормони, пептиди, амінокислоти тощо.

Протеолітичні ферменти, які мають високу біологічну активність, приймають участь в функціонуванні різних органів і систем організму і в регуляції біологічних процесів. Вони не тільки здійснюють неспецифічний розпад білкових молекул, але і контролюють функції і системи організму, що реалізується в реакціях загального та обмеженого протеолізу. За сучасними уявленнями, саме ферменти протеолізу підтримують рівновагу між загибеллю і деградацією клітин та їх відновленням [1, 2].

Дослідження протеолізу і механізмів його регуляції є актуальним, оскільки зв'язано з вивченням на молекулярному рівні життєво важливих основ біологічних процесів, з лікуванням і діагностикою сучасних хвороб [3, 4].

Протеолітичні ферменти та їх інгібітори широко використовуються в медицині. Так, для поліпшення травлення застосовується травний фермент пепсин, для виведення відмерших тканин і прискорення їх заживлення використовуються серинові протеїнази трипсин і хімотрипсин. При лікуванні тромбозів та інфаркта міокарда – плазмін і активатори плазміногена урокіназа і стрептокіназа. Тромболітин застосовується при лікуванні хворих на рак гортані [5].

Протеолітичні ферменти та їх інгібітори, одержані із сировини тваринного походження, займають особливе місце в лікуванні хвороб. Головним джерелом промислового одержання трипсиноподібних протеїназ є підшлункова залоза великої рогатої худоби і свиней [6].

Аналіз літературних джерел свідчить, що для одержання лікарських засобів використовуються також протеїнази, які виділені з риб. Так, серинові протеїнази,

одержані з риб, застосовуються для лікування або попередження захворювань і можуть також бути ефективним косметичним засобом [7].

Трипсиноподібні протеїнази і їх інгібітори одержані також з мікроорганізмів [8].

Ферменти, в тому числі і трипсиноподібні протеїнази, виділені із змій. Зокрема, з отрути змії *Agkistrodon contortrix contortrix* одержаний новий тромбіноподібний фермент контортриксобін, який розщеплює фібриноген і компоненти зсідання крові [9].

З отрут змій виділені різноманітні ферменти, але з тканин організму змії ферменти досліджені недостатньо.

Мета нашого дослідження полягає у вивченні протеолітичної активності трипсиноподібних протеїназ в препаратах, одержаних з організму різних видів змій за оригінальною технологією [Патент РФ №2034550 «Спосіб П.М. Орлова одержування засобу для лікування гнійних ран»].

Трипсиноподібні протеїнази відносяться до пептидгідролаз, сімейства серинових протеїназ. Це найбільш вивчена група ферментів, головними представниками якої є трипсин (КФ 3.4.4.4), хімотрипсин (КФ 3.4.4.5), протеїназа трипсиноподібного типу калікреїн (КФ 3.4.4.6) та карбоксипептидаза А (КФ 3.4.17.1) і карбоксипептидаза В (КФ 3.4.17.1).

Важливою особливістю цих ферментів є селективний характер їх дії на пептидні зв'язки в білковій молекулі. Трипсин прискорює гідроліз пептидних зв'язків, утворених аргініном і лізином, хімотрипсин – ароматичними амінокислотами.

Трипсин і хімотрипсин утворюються клітинами підшлункової залози у вигляді неактивних проферментів (зімогенів). Тому для трипсиноподібних протеїназ особливе значення мають реакції обмеженого протеолізу пептидних зв'язків в зімогенах, які призводять до виникнення активних форм ферментів, гормонів, пептидів тощо [10].

Завдяки своїй специфічності і різноманітним механізмам дії, трипсиноподібні протеїнази мають виключне значення в життєво важливих для організму процесах – обміні речовин і системах регуляції метаболізму, захисних реакціях, процесах росту і ділення клітин, оплодотворінні, патогеності вірусів, а також в розвитку злоякісних захворювань [11-14].

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ

Щоб визначити активність ферментів протеолітичної системи, зокрема, трипсиноподібних протеїназ в досліджуваних препаратах, в експеримент були взяті 4 зразки препаратів, одержаних з різних видів змій:

- 1) вужа звичайного (*Natrix natrix*);
- 2) гадюки степової (*Vipera ursini*);
- 3) жовтобрюхого полоза (*Coluber jugularis*);
- 4) гадюки звичайної (*Vipera berus*).

В ході експерименту використовувались дослідні проби препаратів, розведені дистильованою водою.

Для визначення активності трипсиноподібних протеїназ в препаратах ми застосували метод Kunitz в модифікації Веремеєнко. В ролі субстрата

використовували 2 % розчин казеїну по Гаммерстену в 0,1 М фосфатному буфері при рН 7,4 [15].

В ході експерименту проводили також визначення вмісту білка в досліджуваних зразках препарату за методом Lowry [16].

Статистичну значимість відмінностей між дослідними препаратами визначали за допомогою t-критерія Стюдента [17].

Ферментативна активність препаратів, виготовлених з різних видів змій, нами визначалась по активності трипсиноподібних протеїназ в мкмоль тирозину на мг білка.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Всі проби препаратів, виготовлені з 4-х видів змій, показали наявність в них активних форм трипсиноподібних протеїназ і характеризувалися різною протеолітичною активністю.

Результати дослідів представлені на діаграмі.

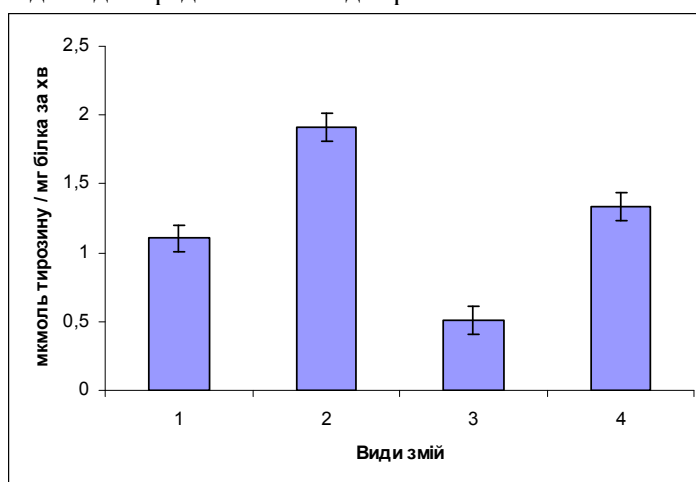


Рис. Активність трипсиноподібних протеїназ в препаратах, виготовлених із змій: 1 – вуж звичайний (*Natrix natrix*); 2 – гадюка степова (*Vipera ursini*); 3 – жовтобрюхий полоз (*Coluber jugularis*); 4 – гадюка звичайна (*Vipera berus*).

При порівняльному аналізі активності трипсиноподібних протеїназ в препаратах, одержаних з організму змій, ми реєстрували переважну активність ферментів в препаратах з отруйних змій. Максимальна активність трипсиноподібних протеїназ спостерігалась в препараті з гадюки степової (*Vipera ursini*). Найменша – з жовтобрюхого полоза (*Coluber jugularis*). Препарат, виготовлений з вужа звичайного (*Natrix natrix*), показав середній рівень активності трипсиноподібних протеїназ порівняльно з іншими препаратами.

В попередніх дослідях ми також вивчали ферментативну активність інших пептидгідролаз в препаратах, виготовлених з різних видів змій, зокрема, аспартильної катепсिनподібної протеїнази D і матричної металопротеїнази (ММР-2) [18].

На основі проведених нами дослідів можна зробити попередній висновок про наявність пептидазної активності в препаратах не тільки трипсиноподібних протеїназ, але і інших видів протеолітичних ферментів – матриксних металопротеїназ (ММР-2) і катепсин-D-подібних протеїназ. Наявність цих ферментів в препаратах свідчить про зкоординовану дію специфічних білків-ферментів в протеолітичному процесі і про їх індивідуальний вклад в загальний протеоліз. В цьому процесі трипсиноподібні протеїнази відіграють досить активну роль, значно менший вклад в протеоліз вносять катепсин-D-подібні протеїнази. Матриксні металопротеїнази (ММР-2) є найбільш активними і вносять найбільший вклад в протеолітичну активність препаратів, виготовлених із змії.

Продовження досліджень ферментативної активності препаратів із змії допоможе розкрити інші сторони їх протеолітичної дії.

ВИСНОВКИ

Таким чином, в препаратах, виготовлених з різних видів змії, виявлена наявність трипсиноподібних протеїназ, активність яких залежить від виду змії. Найбільша активність цих ферментів спостерігалась в препараті з гадюки степової (*Vipera ursini*).

Список літератури

1. Участь протеолітичних ензимів у радіаційно-індукованому апоптозі лімфоцитів тимуса щурів / Т.Р. Андрійчук, Н.Г. Ракша, Б.О. Цудзевич [и др.] // Укр. біохім. журнал. – 2009. – Т. 81, № 3. – С. 102–107.
2. Локшина Л.А. Протеолитические ферменты в регуляции биологических процессов / Л.А. Локшина // Биоорганич. химия. – 1994. – Т. 206, № 2. – С. 142–143.
3. Веремеенко К.Н. Протеолиз в норме и при патологии / Веремеенко К.Н., Голобородько О.П., Кизим А.И. – К.: Здоров'я, 1988. – 200 с.
4. Cari V. Remarkable roles of proteolysis on and beyond the cell surface / V. Cari, P. Curr // Opinion Cell Biol. – 2000. – 12, № 15. – P. 606–612.
5. Реннеберг Р. Эликсиры жизни. Новейшие результаты в области исследования ферментов / Реннеберг Р. – М.: Мир, 1987. – 151 с.
6. Веремеенко К.Н. Протеолитические ферменты и их ингибиторы в медицине / К.Н. Веремеенко // Биохимия животных и человека: Республиканский межвед. сб. – Вып. 5. – Киев: Наукова думка. – 1981. – С. 28–40.
7. Пат. 2264824 России, МКИ7 А 61 К 38/48. Сериновые протеиназы рыб, их фармацевтическое и косметическое применение / Бьярнасон Йон Браги. № 2002101125/15; Заявл. 15.06.00; Опубл. 27.11.05. Бюл. № 33.
8. Бурцева Т.И. Трипсиноподобная протеиназа и ее эндогенный ингибитор из *Versinia pseudotuberculosis* / Т.И. Бурцева., Ю.Н. Лоенко // 2. Съезд Биохим. о-ва РАН. Москва, 19-23 мая, 1997: Тез. стенод. сообщений. – Ч. 1. – Пушкино, 1997. – С. 12.
9. A novel venombin B from *Agkistrodon contortrix contortrix*: Evidence for recognition properties in the surface around the primary specificity pocket differem from thrombin / G. Amiconi, A. Amoresano, G. Boumis [et al.] // Biochemistry. – 2000. – 39, № 33. – P. 10294–10308.
10. Сологуб Л.І. Протеази клітин та їх функції / Сологуб Л.І., Пашковська І.С., Антоняк Г.Л. – К.: Наук. думка, 1992. – 195 с.
11. Акбашева О.Е. Показатели протеолиза плазмы крови и фенотипы α1-протеиназного ингибитора при язвенной болезни двенадцатиперстной кишки у детей / О.Е. Акбашева // Биомед. химия. – 2007. – 53, № 3. – С. 338–344.

12. Сериновые протеиназы – трипсин и химо трипсин играют важную роль в накоплении холестерина в сосудистой стенке и в развитии ранних стадий атеросклероза / О.М. Панасенко, Д.В. Аксенов, А.А. Мельниченко [и др.] // Бюл. экспер. биол. и мед. – 2005. – 140, № 11. – С. 530–534.
13. Soreide K. Molecular biological mechanisms of proliferation, invasion and metastasis / K. Soreide, E.A. Janssen, H. Baak Komer // J. Pathol. – 2006. – 209, № 2. – P. 147–156.
14. Soreide Kjetil. Proteinase-activated receptor 2 (PAR-2) in gastrointestinal and pancreatic pathophysiology / Kjetil Soreide // Scand. J. Gastroenterol. – 2008. – 43, № 8. – P. 902–908.
15. Kunitz M.I. The determination of kaseine in the blood and urine / M.I. Kunitz // Biol. Chem. – 1946. – V. 164. – P. 563–571.
16. Protein measurement with the Folin phenol reagent / O.H. Lowry, N.I. Rosebrough, A.Z. Farr [et al.] // J. Biol. Chem. – 1951. – V. 193. – P. 265–275.
17. Рокицкий П.Ф. Биологическая статистика / Рокицкий П.Ф. – Минск: Высш. школа, 1973. – 320 с.
18. Орлова Л.Д. Активність металопротеїнази матриксу (ММР-2) і катепсиноподібної протеїнази D у різних видів змій / Л.Д. Орлова, С.А. Петров // Вісник Львівського університету. Серія біологічна. – 2010. – № 55. – С. 38–42.

Орлова Л.Д. Активность трипсиноподобных протеиназ у змей / Л.Д. Орлова, Н.Л. Федорко, С.А. Петров // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2011. – Т. 24 (63), № 1. – С.144-148.

Впервые выявлено наличие трипсиноподобных протеиназ в препаратах, изготовленных из организма змей. Установлено, что исследуемые препараты характеризуются различной протеолитической активностью этих ферментов. Наибольшей активностью трипсиноподобных протеиназ характеризуются препараты, полученные из гадюки степной (*Vipera ursini*).

Ключевые слова: протеолиз, трипсиноподобные протеиназы, змеи.

Orlova L.D. Activity trypsyne-like proteinases of snakes / L.D. Orlova, N.L. Fedorko, S.A. Petrov // Scientific Notes of Taurida V.Vernadsky National University. – Series: Biology, chemistry. – 2011. – Vol. 24 (63), No. 1. – P. 144-148.

The presence of trypsyne-like proteinase was first detected in preparations made from serpent's organism. It is ascertained that the examined preparations are characterized with the various proteolytic activity of those enzymes. The most activity of trypsyne-like proteinase is detected by preparation from *Vipera ursini*.

Keywords: proteolysis, trypsyne-like proteinases, snakes.

Поступила в редакцию 20.01.2011 г.

УДК 638.145.3

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ МЕДОНОСНОЙ ПЧЕЛЫ ПОСЛЕ ДВУКРАТНОЙ ЗАМЕНЫ МАТОК В УСЛОВИЯХ НЕКОНТРОЛИРУЕМОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА

Острогляд А.Н.

*Таврический национальный университет им. Вернадского, Симферополь, Украина
E-mail: cr-585@mail.ru*

В статье рассматриваются последствия перевода пасеки на чистопородное разведение путем двукратной замены маток. Анализируется эффективность данного метода в отсутствие контроля скрещивания.

Ключевые слова: медоносная пчела, карпатская порода, двукратная замена маток, пороодоопределяющие признаки.

ВВЕДЕНИЕ

Начатая в 1964 году испытательная работа НИИ пчеловодства, других научных учреждений и опытных станций завершилась утверждением в 1979 году первого плана породного районирования. Рекомендовалось размещение пород пчел по регионам с учетом их наибольшей приспособленности к условиям климата и медосбора. Как показали исследования, научно обоснованный выбор пород пчел способен повысить медопродуктивность пчелиных семей на 7–30 кг [1]. В Крыму же местные пчелы практически полностью метизированы и в связи с этим не имеют высокой хозяйственной ценности.

В соответствии с действующим в настоящее время планом породного районирования [2] многие пчеловоды на протяжении последних лет закупают материал карпатской породы. Однако зачастую они не имеют возможности контролировать спаривание и используют доставленных из питомника чистопородных маток для получения помесей, практически, тем самым не используют весь их потенциал. Поэтому пасекам следует переходить на разведение чистой, хорошо приспособленной к местным условиям медосбора породе.

Для перевода пасеки на содержание однородных пчел используется способ двукратной замены маток. Для этого на пасеку с местными пчелами завозятся чистопородные плодные матки. От них искусственным путем получают маточники и за несколько дней до выхода маток помещают во все семьи пасеки, предварительно отобрав из них старых маток местного происхождения. Молодые чистопородные неплодные матки после спаривания с местными трутнями дают помеси. Однако уже в следующем сезоне из неоплодотворенных яиц развиваются чистопородные трутни, которые скрещиваются с чистопородными молодыми

матками, заново посаженными в семьи. Но насколько этот метод пригоден в условиях Крыма, где практически невозможно добиться должного уровня изоляции пасеки?

Целью данной работы было установить изменения в экстерьерных признаках до и после замены маток и на основании этого сделать вывод об эффективности данного метода в условиях неконтролируемого воспроизводства семей.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для анализа экстерьера применялась методика, разработанная Алпатовым В.В. [3]. Из 10 семей отбиралось по 10–15 рабочих особей. Пчелы умерщвлялись холодом. Правое переднее крыло фиксировалось на стекле и измерялось под бинокулярным микроскопом МБС-9 с помощью окуляр-микрометра. Измерение длины крыла производили под 10-кратным увеличением, остальные измерения – под 20-кратным. Линейные промеры, полученные в делениях окуляр-микрометра, впоследствии переводили в миллиметры. Таким образом были получены значения для таких признаков как длина и ширина крыла, кубитальный индекс. Дискоидальное смещение определяли по Гетце [4]. Приведенные характеристики исследуемых пчелосемей сравнивались с эталоном [5].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Весной 2009 года незадолго до замены маток из пчелосемей были отобраны пробы. Измерения проводились по указанной выше методике. Результаты обработки измерений представлены в Таблице 1.

Таблица 1

Средние данные по ряду морфометрических показателей рабочих пчел до замены маток

№ семьи	куб. индекс, %	диск. смещение, %			длина крыла, мм	Ширина Крыла, мм
		+	0	-		
эталон	33-43	≥ 85	≈ 10	≤ 5	≈ 9,33	≈ 3,2
1	42,9 ± 3,3	13	53	34	8,88 ± 0,08	3,01 ± 0,05
2	45,8 ± 3,5	0	76	24	8,90 ± 0,06	2,95 ± 0,03
3	44,1 ± 4,2	0	38	62	8,81 ± 0,07	3,02 ± 0,03
4	42,0 ± 6,4	5	80	15	8,74 ± 0,08	3,00 ± 0,02
5	41,3 ± 6,2	6	82	12	8,83 ± 0,06	2,98 ± 0,04
6	41,4 ± 4,7	0	69	31	8,82 ± 0,11	2,96 ± 0,06
7	40,4 ± 2,5	0	64	36	8,82 ± 0,06	3,01 ± 0,02
8	38,9 ± 6,6	0	85	15	8,83 ± 0,08	3,02 ± 0,04
9	39,5 ± 4,1	0	38	62	8,80 ± 0,08	2,98 ± 0,04
10	38,3 ± 4,4	40	60	0	8,78 ± 0,09	3,04 ± 0,04
В целом	41,4 ± 5,8	29	64	7	8,82 ± 0,06	2,99 ± 0,04

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ МЕДОНОСНОЙ ПЧЕЛЫ...

Значение кубитального индекса у большинства семей находится в пределах эталона. Однако частота особей с нулевым дискоидальным смещением значительно выше, чем принято для карпатской породы, что позволяет идентифицировать их как помеси.

Длина и ширина крыла у всех исследуемых пчел оказались значительно ниже эталонных значений. Стоит отметить, что эти параметры во многом определяют способность пчелы к длительному полету, их уменьшение стоит расценивать как признак вырождения.

После замены маток для повторного морфологического анализа были взяты образцы из десяти семей той же пасеки.

Таблица 2

Средние данные по ряду морфометрических показателей рабочих пчел после замены маток

№ семьи	куб. индекс, %	диск. смещение, %			длина крыла, мм	ширина крыла, мм
		+	0	-		
эталон	33-43	≥ 85	≈ 10	≤ 5	≈ 9,33	≈ 3,2
1	39,8 ± 3,7	10	80	10	8,87 ± 0,06	3,11 ± 0,04
2	44,8 ± 2,5	0	90	10	9,10 ± 0,06	3,08 ± 0,06
3	41,3 ± 5,0	15	75	10	8,86 ± 0,08	3,15 ± 0,04
4	45,3 ± 4,2	16	66	18	8,89 ± 0,11	3,13 ± 0,04
5	37,8 ± 3,5	20	80	0	8,98 ± 0,07	3,07 ± 0,06
6	40,8 ± 2,7	20	80	0	9,01 ± 0,06	3,14 ± 0,06
7	41,6 ± 3,5	10	90	0	8,85 ± 0,06	3,15 ± 0,03
8	51,0 ± 4,5	15	85	0	8,86 ± 0,11	3,18 ± 0,06
9	36,4 ± 3,4	10	80	10	8,86 ± 0,11	3,06 ± 0,04
10	42,3 ± 4,2	15	85	0	8,86 ± 0,06	3,12 ± 0,07
В целом	41,8 ± 4,1	13	81	6	8,90 ± 0,07	3,12 ± 0,05

Полученные данные о средней длине и ширине крыла подтверждают предположение о вырождении породы. Несмотря на то, что произошло достоверное увеличение ширины крыла, значения этих признаков остаются ниже, чем принято стандартами породы

Достоверных отличий в значениях кубитального индекса до и после замены маток не обнаружено. Однако при анализе дискоидального смещения были обнаружены изменения. Среднее значение нулевого дискоидального смещения изначально составляло 64 %. После замены маток оно еще больше сдвинулось в сторону нулевого и составило 81 %, причем в отдельных случаях достигло 90 %, что нехарактерно ни для одной из известных пород. Это указывает на сильную метизацию изучаемых пчел. Таким образом, следует признать, что даже наличие на

пасеки чистопородных трутней и маток не гарантирует воспроизведения карпатской породы в условиях неконтролируемого скрещивания.

ВЫВОДЫ

1. Морфологические показатели медоносной пчелы товарной пасеки не полностью соответствуют принятым для карпатской породы и указывают на вырождение. Двукратная замена маток привела к некоторому смещению показателей, однако соответствия принятым стандартам достигнуть не удалось.
2. Для перевода пасеки на чистопородное разведение недостаточно только замены маток. Этот метод необходимо сочетать либо с искусственным осеменением, либо с одновременным переводом на разведение однородных пчел всех пасек в достаточно большом радиусе.

Список литературы

1. Бородачева В.Т. Совет по племенной работе / В.Т. Бородачева, А.Е. Тимошина // Пчеловодство. – 1987. – №4. – С. 5–6.
2. Приложение к приказу Минагрополитики Украины и УААН №184/82 от 20.09.2000 / режим доступа: <http://www.customs.com.ua/php/document.php?ISN=8654>
3. Алпатов В.В. Породы медоносной пчелы / Алпатов В.В. – М.: Колос, 1948. – 261 с.
4. Гетце Ф. Разведение пчел / Гетце Ф. – М.: Наука, 1964. – 198 с.
5. Гайдар В.А. Морфоэтологический стандарт карпатских пчел / В.А. Гайдар // Пчеловодство. – 2004. – №4. – С. 14–16.

Острогляд А.Н. Морфологічні показники бджоли медоносної після двократної заміни маток в умовах неконтрольованої репродукції / А.Н. Острогляд // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2011. – Т. 24 (63), № 1. – С. 149-152.

У статті розглядаються наслідки переводу пасіки на чистопородне розведення шляхом двократної заміни маток. Аналізується ефективність даного методу за відсутності контролю схрещування.

Ключові слова: медоносна бджола, карпатська порода, двократна заміна маток, породовизначальні ознаки.

Ostroglyad A.N. Morphological indicators of honeybee after a double replacement of the queens in the uncontrolled reproduction / A.N. Ostroglyad // Scientific Notes of Taurida V.I. Vernadsky National University. – Series: Biology, chemistry. – 2011. – Vol. 24 (63), No 1. – P. 149-152.

The article explores the implications of translating the apiary on thoroughbred breeding by double replacement of the queens. The effectiveness of this method in the absence of crossbreeding control is studied.

Keywords: melliferous bee, Carpathian race, double replacement of the queens, race defining signs.

Поступила в редакцію 18.02.2011 г.

УДК 619:579.842.11:616

СПОСОБ ДВУХСТУПЕНЧАТОЙ ГЛУТАРАЛЬДЕГИДНОЙ КОНЪЮГАЦИИ ЭНТЕРОТОКСИНОВ *ESCHERICHIA COLI*

Сухарев Ю.С.

*Харьковская государственная зооветеринарная академия, Малая Даниловка,
Харьковская обл., Украина
E-mail: Yuriy_sukharev@mail.ru*

Разработан способ двухступенчатой глутаральдегидной конъюгации энтеротоксинов *Escherichia coli*. Полученный конъюгат обладал иммуногенными свойствами и индуцировал синтез биспецифических антиоксических антител к энтеротоксинам *E.coli*. Использование способа дает возможность существенно сократить рабочее время занятое соответствующими операциями; минимизировать число процедур, увеличить специфичность, уменьшить трудоемкость и использование дорогостоящего оборудования и реактивов, и может быть рекомендован для создания иммунизирующих и диагностических препаратов против токсигенных *E.coli*.

Ключевые слова: *Escherichia coli*, энтеротоксины; гаптен; конъюгат; антиоксические антитела.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из ведущих элементов оценки патогенности *Escherichia coli* и важным условием эффективности лабораторной диагностики колибактериоза, является наличие у них генов, детерминирующих образование энтеротоксинов – термостабильного и термолабильного. Но из двух видов энтеротоксинов только LT обладает иммуногенными свойствами [1, 2]. Иммунизирующие препараты на его основе индуцируют синтез специфических антител, которые используют для идентификации продуцирующих этот токсин штаммов *E.coli*, в серологических реакциях, тогда как ST–является гаптеном, что существенно затрудняет его обнаружение в классических иммуно-химических тестах.

В 1936 году Ландштейнер К. показал, что молекулы гаптенов, конъюгированные с более крупным носителем (белками, полисахаридами, липидами и другими макромолекулами), вызывают образование антител, обладающих двойной специфичностью, как к гаптenu, так и к носителю.

Далеко не все комплексы гаптенов с белками являются одинаково хорошими иммуногенами. К числу факторов, усиливающих иммунный ответ на конъюгат, относятся высокая плотность молекул гаптена на молекуле носителя и использование лигандов, обладающих собственной иммуногенностью.

Существуют различные способы конъюгации гаптена с лигандом. Часто для этой цели применяют диазопроизводные ароматических соединений- толуол-2,4-диизоцианат, 1-этил-1,3(3-диметил аминопропил) карбодиимид или глутаровый альдегид. Пенициллин так же обладает способностью реагировать *in vivo* с белками

через пенициллоил-лизиновую группу [2]. Однако, эти методы имеют ряд недостатков, в частности длительность получения и низкий выход конъюгатов, в следствии образования ковалентных связей между самими молекулами гаптена, а так же большого количества побочных продуктов.

Весьма удобным химическим линкером является глутаровый альдегид, который взаимодействует с ϵ -аминогруппами лизиновых остатков белков. К тому же, по мнению ряда авторов, именно глутаральдегид, в сравнении с другими веществами используемыми для конъюгации белков, в большей степени “щадит” иммунологическую активность полимеризуемых молекул [3].

Механизм реакции глутаральдегида с белками до конца не изучен. Одновременно протекает несколько реакций, приводящих к появлению смеси продуктов, содержащих более прочные химические связи, чем в простых основаниях Шиффа. Однако в общем виде схему реакции можно представить в следующем виде:

1. $\epsilon\text{-NH}_2 + \text{O}=\text{CH}(\text{CH}_2)_3\text{CH}=\text{O} \rightarrow \epsilon\text{-N}=\text{CH}(\text{CH}_2)_3\text{CH}=\text{O}$;
2. $\epsilon\text{-N}=\text{CH}(\text{CH}_2)_3\text{CH}=\text{O} + \text{NH}_2\text{-белок} \rightarrow \epsilon\text{-N}=\text{CH}(\text{CH}_2)_3\text{CH}=\text{N-белок}$

В настоящее время известен одноступенчатый глутаральдегидный метод синтеза [4], к недостаткам которого следует отнести небольшой выход конъюгата (~ 40 %), вследствие полимеризации молекул гаптена, длительность его приготовления (~ 70 часов), и не высокую специфичность.

В связи с этим, целью исследований была разработка метода конструирования иммунизирующего препарата на основе конъюгированных нативных молекул энтеротоксинов *E.coli*, с учетом выше указанных недостатков, и изучение его антигенных и иммуногенных свойств.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Новизна предлагаемого решения заключалась в получении конъюгата из нативных энтеротоксинов *E.coli*, методом двухступенчатого глутаральдегидного сшивания, где на первой стадии глутаровым альдегидом обрабатывали белок-носитель (LT), удаляли избыток альдегида, а затем уже к модифицированному лиганду добавляли гаптен (ST), что исключало образование ковалентных связей между молекулами гаптена (ST-ST), препятствующих синтезу достаточного количества конъюгата, ускоряло получение и увеличивало специфичность конечного продукта. В этом случае гаптен выступал в роли доминантной иммунодетерминанты и антитела образовывались преимущественно к гаптenu.

Штаммы *E.coli* синтезирующие ST и LT-энтеротоксины висевали отдельно на Синтетическую питательную среду [5] и инкубировали при 37 °С в течение 4-х часов; центрифугировали при 6000-8000 g 30-40 минут при 4 °С, и получали бесклеточные супернатанты, которые лиофилизировали без предварительной очистки.

Приготовление конъюгата осуществляли следующим образом: 100 мг LT-энтеротоксина растворяли в 2,0 мл 0,1 М фосфатного буфера с рН 6,8, который

содержал 12,5 г/л глутаральдегида. Через 18 часов экспозиции при комнатной температуре смесь наносили на хроматографическую колонку с сефадексом G-25, уравновешенную 0,15 М раствором хлорида натрия. Фракции, которые содержали активированный LT (экстинкция при 403 нм) объединяли и концентрировали до 1/10 исходного раствора ПЭГ с молекулярной массой 3000 D. К этому раствору добавляли 50 мг ST, растворенного в смеси 10 мл 0,15 М хлорида натрия и 1,0 мл карбонат-бикарбонатного буфера. Через 24 часа инкубации при 4 °С добавляли 1,0 мл 0,2 М раствора лизина и на 2 часа ставили на диализ против 0,1 М фосфатно-солевого буфера. Конъюгат центрифугировали 20 мин при 2000 g и сохраняли при 4 °С. Количество связанного ST в конъюгате определяли по содержанию белка в диализате.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Установили, что основным фактором влияющим на количественное содержание ST в конечном конъюгате являлось начальное соотношение LT:ST вступающих в реакцию (рис. 1).

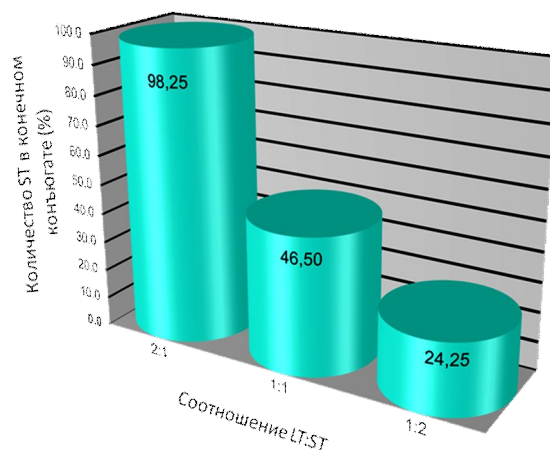


Рис.1. Влияние соотношения LT:ST на количество ST (%) в конечном конъюгате.

В настоящее время известно, что функция носителя гаптена заключается в стимуляции Т-хэлперов, помогающих В-клеткам реагировать на гаптен [6].

Конъюгированные гаптены в кишечнике млекопитающих распознаются специальными М-клетками, которые широко представлены в толще слизистого эпителия. М-клетки транспортируют захваченный антиген к перитонеальным макрофагам и В-лимфоцитам, находящимся в лимфоидных образованиях тонкого кишечника (пейеровых бляшках). В результате презентации антигена на поверхности антиген-презентирующих клеток происходит активация Т-лимфоцитов-хэлперов, которые в сочетании с антигеном активируют В-лимфоциты.

Дифференцированные В-клетки выходят из лимфоидных фолликулов слизистой оболочки и поступают через общую циркуляцию в мезентеральные лимфатические узлы, где происходит их созревание и превращение в плазматические клетки, синтезирующие специфические к антигену антитела (рис. 2).

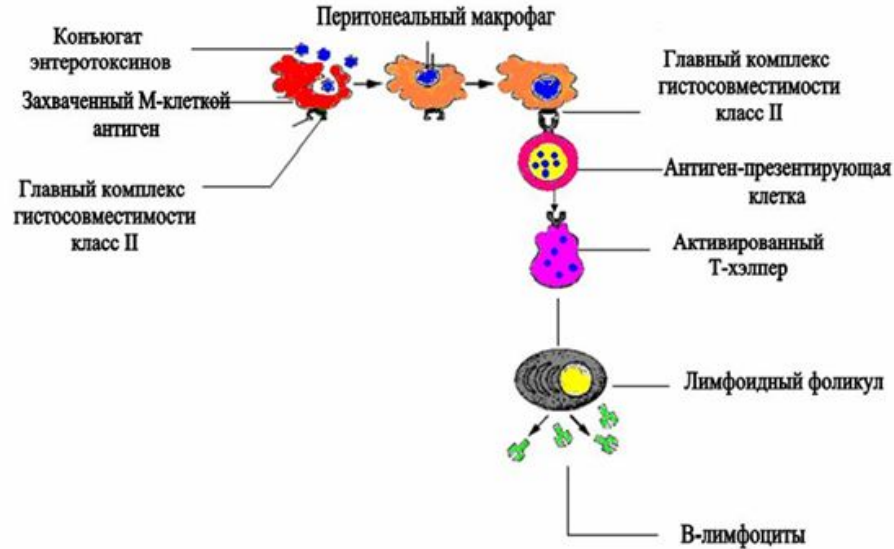


Рис.2. Схема иммунной реакции, индуцированной конъюгатом энтеротоксинов *E.coli*.

Иммуногенные свойства конъюгата энтеротоксинов *E.coli* изучали на белых беспородных мышах массой 14–16 г. Мышей прививали подкожно, дважды, в дозе 0,3 мкг/мл (первая инъекция) и 0,5 мкг/мл (вторая инъекция) с интервалом между введениями 7 дней. На 21 сутки после второго введения препарата определяли напряженность иммунитета путем интраперитонеальной инъекции летальных доз токсинов гомологичных и гетерологичных штаммов *E.coli*. Конъюгат считали иммуногенным когда в живых оставалось более 50 % животных (табл. 1).

Таблица 1
Количество иммунизированных конъюгатом мышей выживших от 2DIm ST- и LT-энтеротоксинов гомологичных и гетерологичных штаммов *E.coli*

Количество иммунизированных конъюгатом мышей выживших после инъекции 2DIm ($\bar{x} \pm s\bar{x}$, %, n=5)			
ST-энтеротоксина		LT-энтеротоксина	
гомологичного штамма	гетерологичного штамма	гомологичного штамма	гетерологичного штамма
96,0 ± 0,08	93,6 ± 0,07	86,6 ± 0,06	80,0 ± 0,04

Сравнивая разработанный метод с известным установили, что содержание ST-энтеротоксина в конечном конъюгате и его иммуногенная активность была выше чем в конъюгате полученного одноступенчатым способом (табл. 2).

Таблица 2

Содержание ST-энтеротоксина в конечных конъюгатах и их иммуногенная активность

Способ конъюгации	ST в конечном конъюгате $X \pm s$ (%), n=5	Количество иммунизированных конъюгатом мышей, выживших после заражения 2DIm	
		ST	LT
Двухступенчатый глутаральдегидный	98,25 ± 2,36	96,0 ± 0,08	86,6 ± 0,06
Одноступенчатый глутаральдегидный	39,25 ± 0,95	80,0 ± 0,04	83,6 ± 0,07
$P \leq$	0,05	0,05	0,05

Перспективы дальнейших исследований

Конъюгат ST/LT-энтеротоксинов планируется использовать в качестве иммунизирующего препарата против токсигенных *E.coli*, а также для получения антитоксических антител и конструирования диагностических тест-систем на их основе.

ВЫВОДЫ

1. Конъюгат молекул ST и LT-энтеротоксинов *E.coli*, полученный методом двухступенчатого глутаральдегидного сшивания, индуцировал синтез биспецифических антитоксических антител у иммунизированных животных и обладал более высокими иммуногенными свойствами в сравнении с известным способом.
2. Разработанный метод дает возможность существенно сократить рабочее время (~26 часов), занятое соответствующими операциями; минимизировать число процедур, увеличить специфичность, уменьшить трудоёмкость и использование дорогостоящего оборудования и реактивов.

Список литературы

1. Prevalence of Toxin Types and Colonization Factors in Enterotoxigenic *Escherichia coli* Isolated during a 2-Year Period from Diarrheal Patients in Bangladesh / F. Qadri, S. Kumar Das, A.S.G. Faruque, G.J. Fuchs [et al.] // J. Clin Microbiol – 2000. – January; 38(1). – P. 27–31.
2. Олійник Л.В. Розповсюдження ешерихій та оцінка їх патогенного потенціалу / Л.В. Олійник // Ветеринарна медицина: Міжвідомчий тематичний науковий збірник. – Харків. – 2004. – № 83. – С. 167–170.

- Osek J. Detection of the enteroaggregative *Escherichia coli* heatstable enterotoxin 1 (EAST1) gene and its relationship with fimbrial and enterotoxin markers in *E. coli* isolates from pigs with diarrhea / J.Osek // *Vet. Microbiol.* – 2003. – Vol. 91, №1. – P. 65–72.
- Сухарев Ю.С. Энтеротоксины *Escherichia coli* (методы получения, очистки, изготовление иммунизирующих препаратов, антитоксических сывороток и диагностических тест-систем на их основе) / Сухарев Ю.С. – Харьков., Коллегиум. – 2009. – 92 с.
- А.С. СССР, МКИ 5 А 61 К 39/108. (СССР). Синтетическая питательная среда для получения термостабильного энтеротоксина *Escherichia coli* / Ю.С. Сухарев, Г.В. Гнатенко (СССР). – N4930440/13; заявл. 28.03.91; опубл. 30.07.92, бюл. 28.
- Койко Р. Иммунология / Койко Р., Саншайн Д., Бенджамин Э.; [Пер. с англ. под ред. Серебряной Н.Б.]. – М.: Академия, 2008. – 365 с.

Сухарев Ю.С. Спосіб двоступінчатої глутаральдегідної конюгації ентеротоксинів *Escherichia coli* / Ю.С. Сухарев // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2011. – Т. 24 (63), № 1. – С. 153-158.

Розроблено спосіб двоступінчатої глутаральдегідної кон'югації ентеротоксинів *Escherichia coli*. Одержаний кон'югат володів імуногенними властивостями і індукував синтез біспецифічних антитоксичних антитіл до ентеротоксинів *E.coli*. Використання способу дає змогу суттєво скоротити робочий час зайнятий відповідними операціями; мінімізувати число процедур, підвищити специфічність, зменшити трудомісткість і використання дорогокоштуючого обладнання і реактивів, і може бути рекомендований для створення імунізуючих і діагностичних препаратів проти токсигенних *E.coli*.

Ключові слова: *Escherichia coli*, ентеротоксини; гаптен; кон'югат; антитоксичні антитіла.

Sukharev Yu.S. Method of producing conjugate enterotoxins *Escherichia coli* / Yu.S. Sukharev // Scientific Notes of Taurida V.I. Vernadsky National University. – Series: Biology, chemistry. – 2011. – Vol. 24 (63), No 1. – P. 153-158.

The method of two-stage glutaraldehyd conjugation of enterotoxins of *Escherichia coli* is worked out. Got conjugate possessed immunogenic properties and induced the synthesis of bispecificity of antitoxic antibodies to the enterotoxins of *E.coli*. The use of method gives an opportunity substantially to shorten business hours busy at corresponding operations; to minimize the number of procedures, increase specificity, decrease labour intensiveness and use of expensive equipment and reagents, and can be recommended for creation of immunizing and diagnostic preparations against toxigenic *E.coli*.

Keywords: *Escherichia coli*; enterotoxins, hapten, conjugate; antitoxic antibodies.

Поступила в редакцію 17.02.2011 г.

УДК 595.142.3

БИОТЕСТИРОВАНИЕ ОСТРОЙ ТОКСИЧНОСТИ ПРЕПАРАТА ДНОК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДОЖДЕВЫХ ЧЕРВЕЙ

Эмирова Д.Э., Баличиева Д.В.

*РВУЗ «Крымский инженерно-педагогический университет», Симферополь, Украина
E-mail: emirovadilyara@mail.ru*

В работе представлены результаты исследования острой токсичности препарата ДНОК на дождевых червях. Установлено, что дозы препарата 2–8 г/л острым токсическим действием не обладают. Доза 16 г/л обладает острым токсическим действием, проявляющемся в 75 % гибели животных.

Ключевые слова: дождевые черви, ДНОК, острая токсичность, биотестирование.

ВВЕДЕНИЕ

Сельскохозяйственное производство входит в число основных загрязняющих факторов, что связано с применением средств защиты возделываемых культур. К сожалению, множество используемых в прошлом и настоящем препаратов обладают выраженным отрицательным действием на сельскохозяйственные культуры, проявляющемся в мутагенном, кластогенном [1], гаметоцидном [2] и общем токсическом действии, что в конечном счете приводит к снижению продуктивности растений [3]. Исследования Лісового М.П. [4] показали, что отказ от использования средств защиты растений снижает рентабельность сельскохозяйственного производства в связи с резким падением урожайности агрокультур. В данном аспекте совершенно ясно, что отказаться от использования пестицидов не представляется возможным, поэтому определение среди применяемых и предлагаемых к производству препаратов наименее токсичных для биотического компонента агроэкосистем, является актуальным экологическим направлением, имеющим большую практическую ценность.

Пестициды являются биологически активными веществами, в той или иной мере оказывающими отрицательное воздействие на биоту, в том числе на фауну беспозвоночных животных агроэкосистем и представителей почвенной биоты, имеющих важное значение в почвообразовательном процессе [5–7]. Дождевые черви принимают активное участие в процессах утилизации растительной биомассы, минерализации органических веществ, при этом они аккумулируют пестициды и другие химические вещества в количествах в сотни раз превышающих их содержание в почве [8, 9]. Данный факт позволяет широко использовать этих животных для экотоксикологических исследований влияния пестицидов на почвенную биоту [10].

При многолетнем использовании медьсодержащих фунгицидов и беномила было обнаружено полное исчезновение дождевых червей. В тех случаях, где доза беномила была ниже смертельной, препарат оказывал репеллентное действие [5].

Терещенко П.В. [11] в лабораторном опыте установил негативное действие пестицидов на дождевых червей, проявляющееся в снижении подвижности, образовании капсул и узлов. По токсическому действию на тест-организмы препараты расположились в следующей последовательности: 2,4-ДА < симазин < стомп < раундан < эрадикан < энтам < лассо. Автор отмечает, что ингибирующее действие на червей временное, и они полностью восстанавливают свою подвижность в почве, содержащей препараты в количествах, соответствующих нормам их расхода. При исследовании контактного действия инсектицидов (ДДТ, гептахлор, фталофос, циперметрин, альфаметрин, фенвалерат) на половозрелых дождевых червей *Eisenia foetida* методом контакта со стеклянной поверхностью, обработанной ацетоновыми растворами инсектицидов, выявлена высокая устойчивость червей к тестируемым препаратам [12].

При исследовании влияния аммиачной селитры (20, 40, 80 кг/га) на морфологию дождевых червей во всех случаях наблюдали явление отека и деструктивные изменения в органах тела. Исследователи указывают на прямую зависимость усиления морфологических изменений органов дождевых червей от степени загрязнения почвы [13]. К аналогичному заключению пришел и Butt Kevin R., обнаруживший зависимость видового разнообразия и степени повреждения органов тела сообществ 14 видов дождевых червей от уровня антропогенной нагрузки в различных биотопах [14].

В связи с этим целью нашего исследования явилось биотестирование различных концентраций препарата ДНОК на представителей почвенной биоты на примере дождевых червей.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В опытах использовали лабораторную популяцию дождевых червей, полученную в результате регенерации и последующего размножения одной исходной особи, что дало нам возможность получить генетически однородную популяцию.

В эксперименте использовали тест на острую токсичность [15] (acute toxicity), основанный на определении выживаемости и поведенческих реакций дождевых червей при воздействии токсических веществ, содержащихся в тестируемой почве. Кратковременное биотестирование (screening test) дает возможность определить острое токсическое воздействие почвенных поллютантов на дождевых червей по их выживаемости и поведенческим реакциям. Показателем выживаемости служит среднее количество тест-объектов, выживших в тестируемой почве или в контроле за время экспозиции. Критерием токсичности является гибель 50 % и более дождевых червей за двое суток. Показателем поведенческих реакций животных является скорость зарывания в грунт. Критерием токсичности является отсутствие зарывания тест-объектов в почву, активное ползание по ее поверхности и попытки покинуть посуду (avoidance test).

Перед проведением эксперимента червей на сутки помещали в субстрат, увлажненный дистиллированной водой, излишек влаги адсорбировали фильтровальной бумагой и переносили по десять червей в стеклянные банки

(емкостью 1 л) на поверхность почвы, увлажненной различными концентрациями препарата ДНОК. Посуду закрывали полиэтиленовыми крышками с отверстиями для аэрации и содержали при постоянной температуре ($t=20-24^{\circ}\text{C}$) и освещении [10]. Животных во время проведения эксперимента не кормили.

В своих исследованиях мы использовали ДНОК (с рекомендуемой нормой расхода 40 г на 10 л воды), имеющий широкое применение в агропромышленном комплексе Крыма в качестве инсектицида, гербицида и фунгицида [2].

Для определения острой токсичности препарата ДНОК червей содержали на протяжении двух суток в почве, увлажненной различными концентрациями тестируемого пестицида (2, 4 (рекомендуемая доза), 8 и 16 г/л). Растворы препарата готовили непосредственно перед экспериментом на основе дистиллированной воды. Контрольный вариант – почва, увлажненная дистиллированной водой. Наблюдения проводили в четырехкратной повторности. На протяжении эксперимента следили за общим состоянием животных, их активностью, реакцией на прикосновения. Животных считали мертвыми, если они не реагировали на раздражение фронтального отдела тела [10, 15].

Для определения острой токсичности различных концентраций ДНОК в почве использовали формулу расчета, разработанную для водных беспозвоночных [16]:

$$A=(X_k-X_l): X_k \cdot 100,$$

где A – показатель острой токсичности, %;

X_k – среднее количество выживших дождевых червей в контроле;

X_l – среднее количество выживших червей в опытных вариантах.

При $A \leq 10\%$ – тестируемая почва не оказывает острого токсического действия.

При $A \geq 50\%$ – тестируемая почва оказывает острое токсическое действие.

Статистическую обработку данных проводили с использованием пакета прикладных программ “Microsoft Excel 2000”. Достоверность различий полученных данных определяли с помощью t -критерия Стьюдента [17].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты проведенного исследования показали, что тестируемый препарат оказывает определенное влияние на исследуемые показатели дождевых червей. При концентрации препарата 2 г/л ни изменения поведенческих реакций, ни смертности тест-объекта мы не наблюдали. В ходе эксперимента не выявлено различий между контролем и указанной дозой для учитываемых параметров. Данный факт позволил прийти к заключению, что указанная концентрация препарата токсического действия на тест-объекты не оказывает.

Увеличение концентрации ДНОК (4 и 8 г/л) смертности червей не вызывало, однако мы наблюдали угнетение поведенческих реакций животных по мере увеличения концентрации пестицида. В частности, при дозе 4 г/л (рекомендуемая к производству) у 20 % особей наблюдалось снижение двигательной активности и поведенческих реакций, при увеличении дозы в два раза (8 г/л) возрастало количество особей (65 %) с угнетением двигательной активности (рис. 1). Животные находились на поверхности субстрата, отдельные особи предпринимали попытки к выползанию из посуды, данные поведенческие реакции являются критерием токсичности субстрата [15].

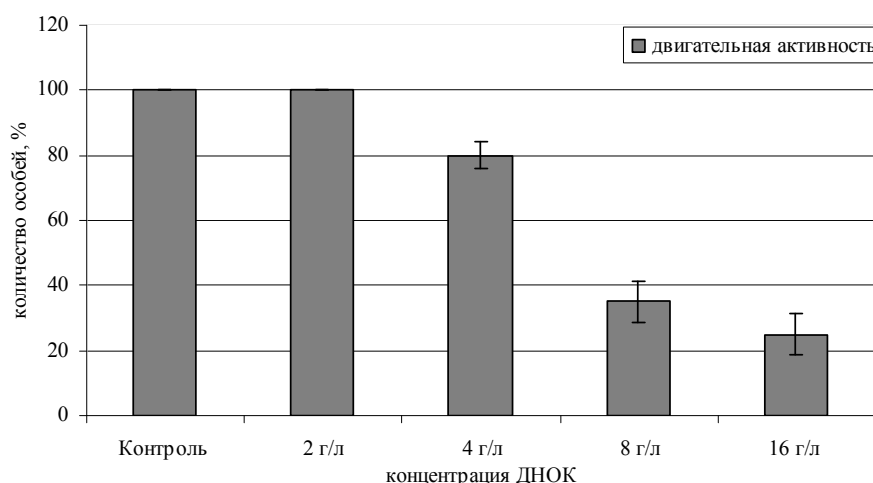


Рис. 1. Влияние различных доз препарата ДНОК на двигательную активность дождевых червей.

Дальнейшее увеличение дозы ДНОК приводило не только к снижению двигательной активности и поведенческих реакций тест-животных, но и к их гибели. Смертность при дозе 16 г/л составила в среднем 75 %. При осмотре погибших особей были обнаружены многочисленные повреждения эпителия кожи. Следовательно, доза 16 г/л является для дождевых червей летальной.

Расчет показателя острой токсичности показал, что тестируемый препарат в диапазоне доз 4–8 г/л не обладает острым токсическим эффектом. При внесении в почву 16 г/л препарата ДНОК смертность животных составила 75 %, что свидетельствует об остром токсическом действии данной дозы на дождевых червей.

ВЫВОДЫ

1. Тестируемый препарат в диапазоне концентраций 2–8 г/л не обладает токсическим действием. Дозы 4 и 8 г/л вызывают снижение двигательной активности и поведенческих реакций тест-животных.
2. Рекомендуемая к производству доза не оказывает токсического действия на дождевых червей.
3. Препарат ДНОК в дозе 16 г/л показал острое токсическое действие на дождевых червей, так как вызывал смертность 75 % животных.

Список литературы

1. Панди Р.М. Цитотоксическое действие пестицидов на соматические клетки *Vicia faba* L. / Р.М. Панди // Цитология и генетика. – 2008. – № 6. – С.13–19.
2. Эмирова Д.Э. Показатель стерильности мужского гаметофита *Zea mays* L. как критерий палинотоксичного влияния ксенобиотиков / Д.Э. Эмирова, Д.В. Баличиева, Э.Э. Ибрагимова // Экосистемы, их оптимизация и охрана. – 2010. – Вып. 2. – С. 200–205.

3. Rola H. Wpływ herbicydów na wzrost, rozwój i planowanie mieszańców *Kykyrdzy* : Ref. 38. Sec. nauk. Inst. ochr. rosl., Poznan, 1998 / H. Rola // Post. ochr. rosl. – 1998. – Vol. 38, № 1. – P. 73–78.
4. Лісовий М.П. Інтегровані методи захисту рослин і можливості альтернативного (біологічного) землеробства в Україні / М.П. Лісовий // Вісн. аграр. науки. – 1997. – № 9. – С. 37–40, 97, 99.
5. Охрана окружающей среды при использовании пестицидов / [Бублик Л.И., Васильев В.П., Гороховский Н.А. и др.; под ред. В.П. Васильева]. – К.: Урожай, 1983. – 128 с.
6. Мезофауна почвенных беспозвоночных некоторых агроценозов Чебоксарского района Чувашской республики / В.И. Кириллова, А.Ф. Большова, С.А. Порфирьева [и др.] // Экологический вестник Чувашии. – 1996. – № 15. – С. 63–64.
7. Dieter Charles D. The effect of phorate on wetland macro invertebrates / D. Dieter Charles, G. Duffy Walter, D. Flake Lester // Environ. Toxicol. and Chem. – 1996. – Vol. 15, № 3. – P. 308–312.
8. Farenhorst A. Sorption of atrazine and metolachlor by earthworm surface castings and soil / A. Farenhorst, V.T. Bowman // J. Environ. Sci. and Health B. – 2000. – Vol. 35, № 2. – P. 157–173.
9. Ma Wei-chun. Earthworm and food interaction on bioaccumulation and disappearance in soil of polycyclic aromatic hydrocarbons: Studies on phenanthrene and fluoranthene / Ma Wei-chun, J. Immerzeel, J. Bodt // Ecotoxicol. and Environ. Safety. – 1995. – Vol. 32, № 3. – P. 226–232.
10. Залоїло О.В. Екотоксикологічна оцінка пестицидів за впливом на індикаторні групи ґрунтових організмів: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук: 03.00.16 «Екологія» / О.В. Залоїло – К., 2006. – 18 с.
11. Терещенко П.В. Действие гербицидов на дождевых червей / П.В. Терещенко // Известия ТСХА. – 1997. – № 3. – С. 99–107.
12. Терещенко П.В. К вопросу о воздействии инсектицидов на дождевых червей / П.В. Терещенко // Агрехимия. – 1996. – № 12. – С. 101–105.
13. Атощенков В.Ф. Морфо-анатомические изменения у дождевых червей, вызываемые химическими веществами антропогенного происхождения / В.Ф. Атощенков, Ж.А. Яковлева // Пробл. почв. зоол.: Биоразнообразие и жизнь почв. системы: Матер. 2-го (12-го) Всерос. совещ. по почв. зоол., [Москва, 1999]. – М., 1999. – С. 145–146.
14. Butt Kevin R. Earthworms of the Malham Tarn estate (Yorkshire Dales National Park) / R. Butt Kevin // Field Stud. – 2000. – Vol. 9, № 4. – P. 701–710.
15. Жарикова Г.А. Оценка интегральной токсичности почв биотестированием на дождевых червях / Г.А. Жарикова – Режим доступа: <http://www.green-pik.ru/sections/98.html&article=19>
16. Методика определения токсичности сточных вод методом биотестирования – Режим доступа: <http://2002.vernadsky.info/raboty/e5/w02423.htm>
17. Плохинский Н.А. Биометрия / Плохинский Н.А. – М.: МГУ, 1970. – 367 с.

Емірова Д.Е. Біотестування гострої токсичності препарату ДНОК з використанням дощових черв'яків / Д.Е. Емірова, Д.В. Балічієва // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2011. – Т. 24 (63), № 1. – С. 159-163.

В роботі наведено результати дослідження гострої токсичності препарату ДНОК на дощових черв'яків. Встановлено, що дози препарату 2–8 г/л гострої дії не мають. Доза 16 г/л має гостру токсичну дію, яка виявляється в 75 % смертності тварин.

Ключові слова: дощові черви, ДНОК, гостра токсичність, біотестування.

Emirova D.E. Biotesting acute toxicity of DNOC on earthworms / D.E. Emirova, D.V. Balichiyeva // Scientific Notes of Taurida V.I. Vernadsky National University. – Series: Biology, chemistry. – 2011. – Vol. 24 (63), No 1. – P. 159-163.

The article presents the results of research of acute toxicity of DNOC on earthworms. It is proved that the dose of 2–8 g/l does not possess acute toxic effects. The dose of 16 g/l has acute toxic effect which occurs in 75 % of animal death.

Keywords: earthworms, DNOC, acute toxicity, biotesting.

Поступила в редакцію 12.03.2011 г.

УДК 613.168:591.169.1:595.123

**ВЛИЯНИЕ СЛАБОГО ПЕРЕМЕННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ
СВЕРХНИЗКОЙ ЧАСТОТЫ НА ДИНАМИКУ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ
ИНТАКТНЫХ И РЕГЕНЕРИРУЮЩИХ ПЛАНАРИЙ *DUGESIA TIGRINA***

Ярмолюк Н.С., Шехоткин А.В.

*Таврический национальный университет им. В.И. Вернадського, Симферополь, Украина
E-mail: nat_yarm@mail.ru*

Обнаружено, что динамика СД интактных и регенерирующих планарий в течение 15-и суток наблюдения противоположна. Действие слабых электромагнитных факторов не вызывает изменений СД интактных животных. СД регенерирующих планарий увеличивается при действии ПемП СНЧ и ЭМЭ. ПемП СНЧ, при этом ограничивает стимуляцию СД регенерирующих планарий экранированием.

Ключевые слова: планарии *Dugesia tigrina*, переменное магнитное поле сверхнизкой частоты, электромагнитное экранирование, скорость движения.

ВВЕДЕНИЕ

Исследование действия разнообразных факторов среды на человека и животных является одной из актуальных проблем современной экологической биофизики и физиологии. Накапливается все больше данных о том, что факторы различной природы, но малой интенсивности, широко распространенные в биосфере, также обладают значительным биологическим действием [1]. Важное значение имеет исследование эффектов электромагнитного экранирования (ЭМЭ), так как оно широко распространено в естественных и производственных условиях, но при этом мало изучено. Известно, что экраны, изготовленные из различных материалов, могут ослаблять не только статическое магнитное и электрическое поля, но и переменное магнитное поле (ПемП) различных частотных диапазонов [2]. Особый интерес представляет изучение последствий ослабления ПемП СНЧ, так как ПемП этого диапазона имеет важное экологическое значение. Они рассматриваются как возможный датчик времени биологических ритмов в широком диапазоне периодов, как предвестники землетрясений и изменений погоды, как посредник солнечно-земных связей [3]. Кроме того, их интенсивность наиболее высока по сравнению с интенсивностью ПемП других частотных диапазонов как в спокойный период, так особенно при геомагнитных возмущениях [4]. Поэтому не исключено, что ослабление ПемП именно этого диапазона при ЭМЭ может играть важную роль в генезе вызываемых им расстройств. Однако этот вопрос изучен совершенно недостаточно. Исследование этого вопроса важно не только для определения основных факторов, ответственных за эффекты экранирования, но и для разработки мероприятий, предупреждающих его негативные последствия.

В связи с изложенным, задачей исследования явилось изучение роли ПеМП СНЧ в эффектах экранирования. Одним из наиболее изученных эффектов ЭМЭ является его влияние на регенерацию планарий. В нашей лаборатории было показано, что ЭМЭ стимулирует регенераторные процессы у планарий [5], этот эффект зависит от исходного функционального состояния животных, обусловленного сезоном года [6], функциональной асимметрией [7]. Однако, влияние ЭМЭ на интактных планарий не изучено. Поэтому о роли ПеМП СНЧ в эффектах экранирования судили по динамике такого показателя функционального состояния регенерирующих и интактных планарий, как СД.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В работе использована лабораторная бесполовая раса планарий *Dugesia tigrina*, условия ее содержания и кормления описаны ранее [5].

Для экспериментов использовали животных длиной $\approx 9 \pm 1$ мм, у которых движение осуществлялось за счет ресничек, а не мускулатуры [8].

Планарий отбирали для опыта через три-четыре дня после кормления. Эксперимент выполнялся на интактных и регенерирующих планариях. Выделенные группы делили на четыре подгруппы по 25 особей. Каждое животное из выделенных групп помещалось в отдельный флакон с 20 мл. воды, что позволило регистрировать СД каждой планарии отдельно ежедневно в течение 15-ти суточного эксперимента. Сроки проведения исследования определялись продолжительностью регенерации. Первая подгруппа содержалась в обычных условиях лаборатории (контрольные животные), вторая подвергалась влиянию ПеМП СНЧ, третью содержали в условиях ЭМЭ, а в четвертую подгруппу вошли планарии, которые находились в условиях ЭМЭ и подвергались действию ПеМП СНЧ.

О реакции планарий на действие ПеМП СНЧ судили по изменению их скорости движения. Выбор этого параметра функционального состояния для исследований обусловлен тем, что электромагнитные факторы различных параметров изменяют аппарат движения клетки – реснички, жгутики [9], а также изменяют структуру основного белка ресничек – тубулина [10]. Для определения СД применяли компьютерные технологии анализа изображения. Для этого видеоизображения движущихся в воде червей регистрировались с частотой 30 кадров в одну секунду. СД планарии вычислялась отношением пройденного ею пути (мм) ко времени в одну секунду. Путь измерялся наложением двух участков одного видеоряда с соответствующей разницей во времени. Контрастирование проводилось при помощи стандартной операции «вычитания» для двух изображений [11].

Эффективность экспериментального воздействия определяли путем вычисления коэффициента эффективности (КЭ). Каждое из измеряемых значений СД как в опыте (СД_э), так и в контроле (СД_к) является результатом усреднения измерений на 25 животных. Изменение скорости движения в эксперименте рассчитывали по коэффициенту эффективности:

$$KЭ = \frac{(CДэ - CДк) \pm (\deltaэ + \deltaк)}{CДк \pm \deltaк} \cdot 100\%$$

где СДк и СДэ – скорости движения в контрольной и экспериментальной группах, $\deltaэ,к$ – стандартные ошибки измерений в опыте и контроле.

Ослабление электромагнитного поля достигалось применением экранирующей камеры, которая представляет собой комнату размером 2х3х2 метра, изготовленную из железа «Динамо». Коэффициент экранирования постоянной составляющей магнитного поля, измеренный с помощью феррозондового магнитометра, составлял по вертикальной составляющей 4,4, по горизонтальной – 20. Измерялась также спектральная плотность магнитного шума в камере как в области ультранизких (от 2·10⁻⁴ Гц до 0,2 Гц), так и в области радиочастот (от 15 Гц до 100 кГц). В области сверхнизких частот измерения производились с помощью феррозондового магнитометра в паре со спектроанализатором, в области радиочастот – индукционным методом. Внутри камеры для частот выше 170 Гц и в области частот от 2·10⁻³ до 0,2 Гц уровень спектральной плотности магнитного шума ниже 10 нТл/Гц^{0.5}. Магнитное поле существенно проникает внутрь камеры на частотах 50 и 150 Гц и ниже 2·10⁻³ Гц. Коэффициент экранирования камеры на частотах 50 и 150 Гц порядка 3. В области частот от 150 Гц до 100 кГц происходит слабое экранирование, тогда как частоте больше 1 МГц имела место тенденция к ослаблению.

В настоящем исследовании выбор параметров воздействующего ПемП осуществлялся на основе оценки их физиологической и геофизической значимости. Выбранная частота 8 Гц является фундаментальной частотой ионосферного волновода [12], а, кроме того, близка к частоте некоторых биоритмов [13]. Величину магнитной индукции (50 нТ) выбирали с таким учетом, чтоб она была значительно выше напряженности естественного ПемП на данной частоте. Одновременно учитывалось, что для такой интенсивности поля физиологические эффекты надежно воспроизводятся [14]. Опытная установка состояла из катушек индуктивности диаметром 1 м и низкочастотного генератора ГРМ-3. Для контроля гармонического колебания использовался одноканальный лучевой осциллограф С1-114/1. В нашем исследовании применяли многократные ежедневные трехчасовые экспозиции ПемП СНЧ, именно такова средняя продолжительность геомагнитных возмущений на данной частоте [15].

Проверка полученных данных на закон нормального распределения позволила применить параметрический метод в статистической обработке и анализе материала исследования. Вычисляли среднее значение исследуемых величин и ошибку средней. Оценку достоверности наблюдаемых изменений проводили с помощью t-критерия Стьюдента. За достоверную принимали разность средних при $p < 0,05$. Расчеты и графическое оформление полученных в работе данных проводились с использованием программы Microsoft Excel [16].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты проведенных исследований выявили некоторые различия динамики СД интактных и регенерирующих планарий в течение многосуточного эксперимента, при этом в обоих случаях была ярко выражена ритмическая компонента.

Экспоненциальная модель данных, представленная на Рис. 1 и позволяющая определить основные направления сдвигов динамики СД у животных контрольных групп, позволила выявить противоположные тенденции у интактных и регенерирующих планарий. Так, в группе интактных животных наблюдается тенденция к снижению СД в течение 15-и суток наблюдения, которая изменялась от $1,5914 \pm 0,16$ мм/с на пятые сутки эксперимента до $0,7751 \pm 0,05$ мм/с на 14-е сутки (рис. 1, табл. 1).

В свою очередь в группе регенерирующих планарий выявлена тенденция к возрастанию СД на протяжении эксперимента, при этом СД прогрессивно увеличивалась от $0,5840 \pm 0,08$ мм/с на вторые сутки до $1,2459 \pm 0,09$ мм/с на 11-е сутки наблюдения (рис. 1, табл. 2).

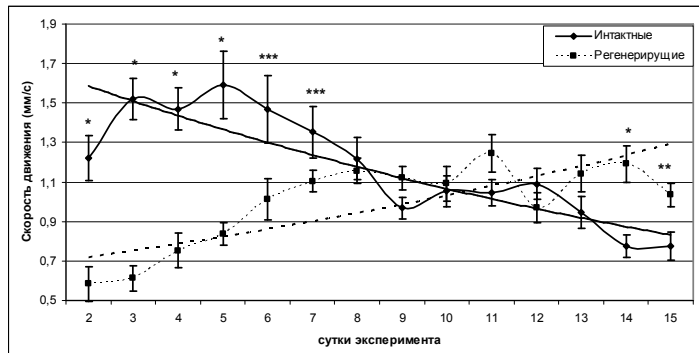


Рис. 1. Динамика и экспоненциальная модель СД интактных и регенерирующих планарий контрольных групп.

Примечание: * – достоверность различий между сравниваемыми группами:

* – ($p < 0,001$); ** – ($p < 0,01$); *** – ($p < 0,05$).

В первой половине эксперимента наблюдаются достоверные различия СД сравниваемых групп планарий. Так, на вторые сутки наблюдения СД интактных планарий составила $1,2207 \pm 0,11$ мм/с, тогда как СД регенерирующих животных была значительно ниже – $0,5840 \pm 0,08$ мм/с ($p < 0,001$). На третьи сутки характерно максимальное различие СД исследуемых групп, когда значения изучаемого показателя были $1,5201 \pm 0,10$ мм/с и $0,6122 \pm 0,06$ мм/с ($p < 0,001$) в интактной и регенерирующей группах соответственно. Начиная с шестых суток эксперимента, различия между сравниваемыми группами сокращаются, так как СД интактных животных начинает падать, тогда как в группе регенерирующих планарий она продолжает расти. На восьмые сутки эксперимента значения СД интактных и регенерирующих планарий приближены друг к другу. При этом следует отметить, что, начиная с девярых суток наблюдения, имеет место тот факт, что СД регенерирующих планарий превышает значения СД интактных животных, и такая ситуация сохраняется до конца эксперимента. Так, на 14-е и 15-е сутки СД интактных планарий практически не изменялась и составила $0,7751 \pm 0,05$ мм/с и $0,7754 \pm 0,06$ мм/с соответственно, тогда как в группе регенерирующих планарий СД в те же сроки наблюдения была $1,1919 \pm 0,09$ мм/с и $1,0344 \pm 0,06$ мм/с, что значительно выше значений изучаемого показателя в группе нерегенерирующих животных.

Таблица 1
Динамика скорости движения интактных планарий при различных
воздействиях (мм/с) ($\bar{x} \pm S\bar{x}$)

Сутки эксперимента	Исследуемые группы			
	1	2	3	4
	Контроль	ПеМП	ПеМП+ЭМЭ	ЭМЭ
2	1,2207±0,11	1,0798±0,06	1,1346±0,08	1,2762±0,12
3	1,5201±0,10	1,3343±0,10	1,4117±0,10 P<0,05 P _{пред} <0,05	1,4615±0,09
4	1,4692±0,10	1,35±0,06 P<0,05	1,4729±0,10 P<0,01	1,5311±0,10
5	1,5914±0,16	1,4419±0,06 P<0,01	1,5316±0,15 P<0,01	1,5986±0,14
6	1,4689±0,17	1,3145±0,08	1,5298±0,09 P<0,01	1,5667±0,11
7	1,3529±0,13	1,3017±0,09	1,3711±0,11	1,5750±0,08 P _{2,4} <0,05
8	1,2169±0,10	1,1458±0,08	1,119±0,11	1,3752±0,09
9	0,9682±0,05	0,8346±0,04 P<0,01 P _{пред} <0,01	1,0109±0,14	1,0656±0,08 P _{2,4} <0,05 P _{пред} <0,05
10	1,0535±0,07	1,1388±0,04 P _{пред} <0,001	0,9797±0,10	0,9659±0,06 P<0,05
11	1,0475±0,06	1,118±0,05	0,9871±0,10	1,087±0,06
12	1,09±0,07	1,1530±0,10	1,0245±0,13	1,1458±0,09
13	0,9448±0,08	0,8509±0,05 P<0,01 P _{пред} <0,001	1,0965±0,11	0,8940±0,08 P<0,01
14	0,7751±0,05 P<0,01	0,758±0,07 P<0,01	0,7399±0,12 P<0,05	0,7054±0,07 P<0,001
15	0,7754±0,06 P<0,01	0,6578±0,04 P<0,001	0,7444±0,07 P<0,01	0,7353±0,06 P<0,001

Примечание:

P – достоверность различий относительно исходного уровня;

P₁₋₄ – достоверность различий между группами 1-4;

P_{пред} – достоверность различий относительно предыдущего дня.

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что ПеМП частотой 8 Гц изменяет СД у регенерирующих планарий, тогда как у интактных животных ее изменения регистрируются лишь на уровне тенденции. У регенерирующих планарий под влиянием ПеМП наблюдается увеличение СД, особенно выраженное на вторые и третьи сутки наблюдения, когда КЭ возрастает \approx до 58 % (p<0,01) и \approx до 56 % (p<0,01) соответственно (рис. 2). В последующие сроки эффективность воздействия ПеМП прогрессивно снижается, однако СД при этом остается выше нуля. Таким образом, наиболее значительное возрастание СД регистрируется в начале экспериментального наблюдения. В дальнейшем эффективность воздействия снижается (рис. 2).

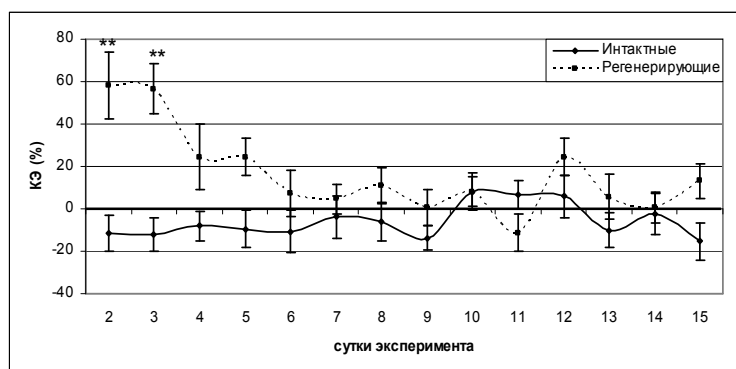


Рис.2. Коэффициент эффективности ПемП при его действии на интактных и регенерирующих планарий.

Примечание: * – достоверность различий между сравниваемыми группами:
** – ($p < 0,01$).

Анализ результатов исследования влияния ЭМЭ на экспериментальных животных свидетельствует о том, что СД нерегенерирующих животных, находящихся в камере в течение первых четырех дней не изменяется, в дальнейшем имеет место лишь тенденция к разнонаправленным изменениям этого показателя в различные сроки эксперимента. В условиях ЭМЭ, СД регенерирующих планарий возрастает во все сроки эксперимента. При этом максимальные значения КЭ наблюдаются на вторые и третьи сутки – $\approx 38\%$ ($p < 0,05$), а в дальнейшем имеет место прогрессивное снижение этого показателя, однако остается хорошо выраженная ритмическая составляющая. Эти данные согласуются с исследованиями Демцун Н.А. (2010), которая описала аналогичное изменение СД регенерирующих планарий, находящихся в условиях такого же ЭМЭ [17]. Таким образом, ЭМЭ вызывает более выраженные изменения СД у регенерирующих планарий (рис. 3).



Рис. 3. Коэффициент эффективности ЭМЭ в экспериментах с интактными и регенерирующими планариями.

Примечание: * – достоверность различий между сравниваемыми группами:
*** – ($p < 0,05$)

Таблица 2
Динамика скорости движения регенерирующих планарий при различных
воздействиях (мм/с) ($\bar{x} \pm S\bar{x}$)

Сутки эксперимента	Исследуемые группы			
	1	2	3	4
	Контроль	ПеМП	ПеМП+ЭМЭ	ЭМЭ
2	0,5840±0,08	0,9177±0,06 P _{1,2} <0,05	0,8547±0,10 P _{1,3} <0,05	0,8027±0,08 P _{1,4} <0,05
3	0,6122±0,06	0,9545±0,05 P _{1,2} <0,05	0,8751±0,09 P _{1,3} <0,05	0,8447±0,10 P _{1,4} <0,05
4	0,7532±0,08	0,9345±0,10	0,9544±0,10 P _{1,3} <0,05	0,9692±0,10
5	0,8359±0,05	0,9741±0,08	0,9913±0,10	0,9876±0,08
6	1,0108±0,10 P<0,001	1,0838±0,07	1,1235±0,08	1,1049±0,06 P<0,05
7	1,1032±0,05 P<0,001	1,1534±0,07 P<0,05	1,1765±0,06	1,2675±0,09 P<0,001
8	1,1554±0,06 P<0,001	1,2792±0,10 P<0,05	1,247±0,07 P<0,05	1,424±0,08 P<0,001 P _{1,4} <0,05
9	1,1211±0,05 P<0,001	1,1268±0,10	1,1617±0,09	1,3617±0,09 P<0,001 P _{1,4} <0,05 P _{2,4} <0,05 P _{3,4} <0,05
10	1,0912±0,08 P<0,01	1,1787±0,07	1,1293±0,07	1,3083±0,10 P<0,001 P _{1,4} <0,05 P _{3,4} <0,05
11	1,2459±0,09 P<0,001	1,107±0,09	1,1883±0,08	1,3094±0,06 P<0,001
12	0,968±0,07 P<0,01 P _{пред.} <0,05	1,204±0,07 P<0,05 P _{1,2} <0,05	1,0390±0,06	1,1371±0,06 P<0,01
13	1,1427±0,09 P<0,001	1,2053±0,11	1,2032±0,08	1,0773±0,06 P<0,01
14	1,1919±0,09 P<0,001	1,20±0,05 P<0,05	1,0402±0,04 P _{2,3} <0,05	1,0627±0,06 P<0,01
15	1,0344±0,05 P<0,001	1,1691±0,09	1,0523±0,06	1,0231±0,05 P<0,01

Примечание:

P – достоверность различий относительно исходного уровня;

P₁₋₄ – достоверность различий между группами 1-4;

P_{пред.} – достоверность различий относительно предыдущего дня.

Проведенные исследования свидетельствуют о том, что влияние ПеМП СНЧ на животных, находящихся в условиях ЭМЭ, приводит к снижению его эффектов. Наиболее ярко эти изменения выражены на девятые и десятые сутки эксперимента, когда ЭМЭ вызывало увеличение СД планарий \approx на 21 % (p<0,05) и 20 % (p<0,05) соответственно, тогда как действие ПеМП СНЧ на планарий, находящихся в условиях ЭМЭ, снижало СД в 5 раз. Такие же изменения наблюдались и на восьмые сутки эксперимента, однако они были менее выражены.

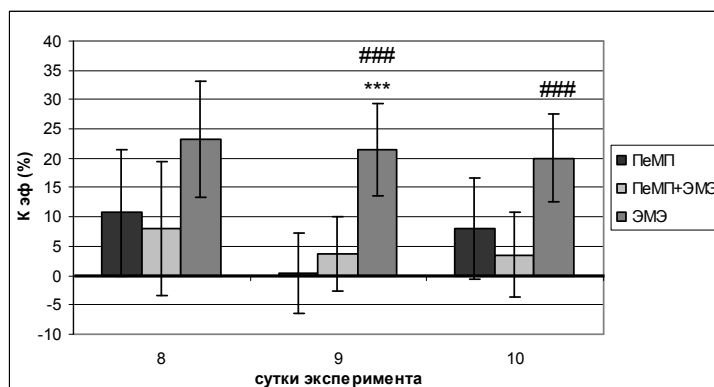


Рис. 4. Коэффициент эффективности ПеМП СЧ, ЭМЭ и их комбинации в эксперименте с регенерирующими планариями на восьмые-десятые сутки наблюдения.

Примечание: *, # – достоверность различий между сравниваемыми группами:

*** – достоверность относительно группы ПеМП ($p < 0,05$)

– достоверность относительно группы ПеМП+ЭМЭ ($p < 0,05$)

Таким образом, анализ результатов исследования показал, что при дополнительном воздействии ПеМП СЧ на регенерирующих планарий в условиях длительного ЭМЭ, имеет место корректирующее действие ПеМП СЧ, которое в различные дни эксперимента выражено по-разному.

В группах интактных планарий на протяжении большей части экспериментального наблюдения при воздействиях ПеМП СЧ и ЭМЭ СД не отличалась от контрольных данных. Таким образом, при действии ПеМП частотой 8 Гц на нерегенерирующих планарий не выявлено эффективного действия электромагнитных факторов.

Таким образом, результаты проведенных исследований свидетельствуют о различной чувствительности интактных и регенерирующих планарий к действию электромагнитных факторов. У регенерирующих планарий как ПеМП СЧ, так и ЭМЭ вызывали увеличение СД, наиболее выраженное на вторые и третьи сутки эксперимента, эффект их действия уменьшается с увеличением числа экспозиций. При действии ПеМП СЧ на регенерирующих животных, находящихся в экранирующей камере, наблюдается угнетение стимулирующего действия экранирования на СД.

У интактных животных ни ПеМП СЧ, ни ЭМЭ, ни их комбинация не вызывали статистически значимых изменений СД. Полученные результаты исследований, проведенные на беспозвоночных животных, согласуются с имеющимися литературными данными. Воздействие ПеМП низкой интенсивности на животных с различными индивидуально-типологическими особенностями поведения оказывало неодинаковое влияние на формирование условного рефлекса [18, 19]. Длительное действие ПеМП частотой 8 Гц индукцией 5 мкТл, вызывало возрастание возбудимости ЦНС у крыс с НДА, а у животных со СДА и ВДА отмечалось снижение возбудимости ЦНС, более выраженное у животных со СДА [20]. К тому же, в начальный период действия ПеМП у крыс происходила активация симпато-

адреналовой системы, которая выражалась в увеличении экскреции адреналина и норадrenalина. Обнаружено, что в ответ на действие ПеМП частотой 8 Гц у животных с НДА в ОП наиболее выраженное изменение содержания суммарных тиоловых групп, а также повышение уровня продуктов свободнорадикального окисления развивается в гипоталамусе, а у крыс с ВДА – в коре больших полушарий [21]. Вышеприведенные факты дополняются данными о том, что характер метаболических изменений (ПОЛ, тиол-дисульфидный обмен, активность антиоксидантной системы, энергетический обмен в тканях печени), вызванных действием ПеМП со сложным спектром в диапазоне сверхнизких частот, зависит от индивидуально-типологических особенностей животных [22]. Показано также, что и чувствительность планарий к слабым электромагнитным воздействиям определяется исходным функциональным состоянием, в частности, сезоном года [6].

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о способности ПеМП частотой 8 Гц ограничивать стимуляцию СД регенерирующих планарий экраном, то есть корректировать экранообусловленные изменения. Эти данные согласуются с литературными. Так, Костюк А.С. описала, что воздействие ПеМП частотой 8 Гц на моллюсков, находящихся в условиях ЭМЭ, ограничивает развитие гипераналгезии. При комбинированном действии этих факторов гипераналгезия у моллюсков выражена на 67,9 % меньше, чем при экранировании [23]. Wever R. (1979) [24] нормализовал циркадианный ритм ряда физиологических показателей у добровольцев, находящихся в экранирующем бункере, дополнительным воздействием на них ПеМП частотой 10 Гц. Prato F.S. et al. (2009) [25] добились нормализации поведенческих реакций животных, находившихся в экране, применением ПеМП частотой 120 Гц.

Полученные нами данные о чувствительности беспозвоночных животных к действию слабых ПеМП СНЧ значительно расширяют не только представления об их биологической активности, но и свидетельствуют об их важной информационной роли в биосфере. Кроме того, данные проведенных исследований могут быть расценены как доказательство важной роли ПеМП СНЧ в эффектах экранирования. Дальнейшие исследования позволят расширить эти представления.

ВЫВОДЫ

1. Динамика СД интактных и регенерирующих планарий в течение 15-и суток наблюдения неодинакова. С увеличением сроков наблюдения СД интактных планарий уменьшалась от $1,5914 \pm 0,16$ мм/с до $0,7751 \pm 0,05$ мм/с, тогда как СД регенерирующих планарий прогрессивно нарастала от $0,5840 \pm 0,08$ мм/с до $1,2459 \pm 0,09$ мм/с. В изменениях СД как регенерирующих, так и интактных животных хорошо выражена ритмическая составляющая.
2. СД интактных планарий не изменяется при действии слабых электромагнитных факторов.
3. ПеМП СНЧ и слабые ЭМЭ увеличивают СД регенерирующих планарий. Наиболее выражено стимулирующее действие электромагнитных факторов на вторые-третьи сутки воздействия, когда СД возрастает при действии ПеМП на $\approx 41-46$ % ($p < 0,05$), а при действии ЭМЭ – \approx на 38 % ($p < 0,05$). С увеличением числа воздействий эффективность электромагнитных факторов снижается.

4. ПеМП СНЧ ограничивает стимуляцию СД регенерирующих планарий экранированием. На девятые и десятые сутки наблюдения действие ПеМП СНЧ на планарий, находящихся в условиях ЭМЭ, снижало их СД в 5 раз.

Список литературы

1. Лиманский Ю.П. Возможные механизмы взаимодействия низкоинтенсивных электромагнитных излучений с организмом человека / Ю.П. Лиманский, Н.Д. Колбун // Теория и практика информационно-волновой терапии / Под ред. Н.Д. Колбуна. – К., 1996. – С. 30–42.
2. Shielding, but not zeroing of the ambient magnetic field reduces stress-induced analgesia in mice / E. Choleris, D. Seppia, A.W. Thomas [et al.] // Proceeding of the Royal Society, Biological Sciences. – 2002. – Vol. 269. – P. 193–201.
3. Владимирский Б.М. Солнечно-земные связи в биологии и явление «захвата» частоты / Б.М. Владимирский // Проблемы космич. биологии. – 1982. – Т. 43. – С. 166–173.
4. Темуриянц Н.А. Сверхнизкочастотные электромагнитные сигналы в биологическом мире / Темуриянц Н.А., Владимирский Б.М., Тишкин О.Г. – Киев, Наукова думка, 1992. – 188 с.
5. Демцун Н.А. Динамика скорости движения планарий, регенерирующих в условиях электромагнитного экранирования / Н.А. Демцун, Н.А. Темуриянц, М.М. Баранова // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2009. – Т. 22 (61). – № 2. – С. 24–32.
6. Демцун Н.А. Сезонные различия регенерации планарий *Dugesia tigrina* при электромагнитном экранировании : автореф. дис. на соискание учен. степени канд. биол. наук : спец. 03.00.13 «Физиология человека и животных» / Н.А. Демцун – Симферополь, 2010. – 22 с.
7. Ярмолюк Н.С. Влияние электромагнитного экранирования на регенерацию планарий *Dugesia tigrina* с различной функциональной асимметрией / Н.С. Ярмолюк // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2009 – Том 22 (61), № 4. – С. 302–310.
8. Шмидт-Ниельсен К. Физиология животных: приспособление и среда / К. Шмидт-Ниельсен – М: «Мир», 1982. – С. 555–643
9. Tubulin assembly is disordered in a hypogeomagnetic field / Dong Liang Wang, Xing Sheng Wang, Rong Xiao [et al.] // Biochemical and Biophysical Research Communications. – 2008. – V. 376. – P. 363–368.
10. Денисенкова И.В. Стимулированная локомоторная активность планарии *Dugesia tigrina* в естественном магнитном поле и при его компенсации / И.В. Денисенкова, Г.М. Пискунова, Н.К. Чемерис // Вестник новых медицинских технологий – 1997. – Т.4, № 4. – С. 56–60.
11. Патент № 98095 Украины МПК51 А 01 К 61/00. Способ определения скорости движения интактных и регенерирующих планарий / Темуриянц Н.А., Баранова М.М., Демцун Н.А.; заявитель и правообладатель Таврический национальный университет им. В.И.Вернадского. – № U 200908540; заявл.: 13.08.2009; опубл. 10.03.2010, Бюл.№5.
12. Schumann W.O. Über die Dämpfung der electromagnetischen Eigenwingungen des Systems Erde-Luft-Ionosphere / W.O. Schumann // Naturwissenschaft. – 1982. – Vol. 7a. – P. 250–254.
13. Ашофф Ю. Биологические ритмы / Ашофф Ю. – М.: Мир, 1984. – Т. 1. – 176 с.
14. Сидякин В.Г. Влияние глобальных экологических факторов на нервную систему / Сидякин В.Г. – Киев.: Наукова думка, 1986. – 160 с.
15. Polk G. Resonances of ears ionosphere cavity – extremely low frequency reception at Kingston / G. Polk, F. Fitchen, W.O. Schumann // Radio Propagation. – 1962. – Vol. 3(66). – P. 313.
16. Лапач С.Н. Статистические методы в медико-биологических исследованиях с использованием Excel / Лапач С.Н., Чубенко А.В., Бабич П.Н. – К: Модмон, 2000. – 319 с.
17. Темуриянц Н.А. Динамика скорости движения планарий *Dugesia tigrina*, регенерирующих в условиях электромагнитного экранирования в различные сезоны года / Н.А. Темуриянц, Н.А. Демцун, М.М. Баранова // Физика живого. – 2009. – Т. 17, № 1. – С. 112–118.
18. Никольская К.А. Особенности исследовательского поведения крыс линии Вистар в постоянном неоднородном магнитном поле / К.А. Никольская, О.В. Ещенко, В.Н. Шпинькова // ЖВНД. – 1997. – Т. 47, № 4. – С. 684–692.

19. Действие электромагнитных полей сверхнизкой интенсивности на поведение крыс с разными типологическими особенностями нервной деятельности / А.С. Штемберг, Г.М. Черняков, М.Г. Узбекиев [и др.] // 1 Междунар. конгр. «Слаб. и сверхслаб. поля и излучения в биол. и медицине». – Санкт-Петербург: Тез. – СПб, 1997. – С. 101–102.
20. Грабовская Е.Ю. Реакция крыс с различными индивидуальными особенностями двигательной активности на действие слабого ПемП СНЧ : автореф. дис. на соискание учен. степени канд. биол. наук : спец. 03.00.13 «Физиология человека и животных» / Е.Ю. Грабовская – Симферополь, 1992. – 23 с.
21. Мартынюк В.С. Влияние экологически значимого переменного магнитного поля на метаболические параметры в головном мозге животных / В.С. Мартынюк, С.Б. Мартынюк // Биофизика. – 2001. – Т.46, № 5. – С. 910–914.
22. Кучина Н.Б. Влияние ПемП со сложным спектром на процессы перекисного окисления и антиоксидантную систему в разных тканях у белых крыс / Н.Б. Кучина, В.С. Мартынюк // Таврический медико-биологический вестник. – 2004. – Т. 7, № 1. – С. 159–166.
23. Костюк А.С. Ноцицептивная чувствительность наземных моллюсков *Helix albescens* при комбинированном действии слабых переменных магнитных полей сверхнизкой частоты и электромагнитного экранирования / А.С. Костюк, Н.А. Темурьянц // X ежегодная международная молодежная конференция ИБХФ РАН-ВУЗы
24. Wever R.A. The circadian system of man: Results of experiments under temporal isolation / Wever R.A. // New-York: Springer, 1979. – 276 p.
25. Introduction of a sinusoidal magnetic field into a hypogeomagnetic environment: effect on nociceptive behavior in CD-1 mice / F.S. Prato, D. Desjardins-Holmes, J.A. Robertson [et al] // Annual Meeting of The Bioelectromagnetics Society and the European BioElectromagnetics Association, Davos, Switzerland June 14 – 19, 2009. – P. 12–15.

Ярмолюк Н.С. Вплив слабого змінного магнітного поля наднизької частоти на динаміку швидкості руху інтактних і регенеруючих планарій *Dugesia tigrina* / Н.С. Ярмолюк, О.В. Шехоткін // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2011. – Т. 24 (63), № 1. – С. 164-174.

Виявлено, що динаміка ШР інтактних і регенеруючих планарій протягом 15-и діб спостереження протилежна. Дія слабких електромагнітних факторів не викликає змін ШР інтактних тварин. ШР регенеруючих планарій збільшується при дії ЗМП ННЧ і ЕМЕ. ЗМП ННЧ, при цьому обмежує стимуляцію ШР регенеруючих планарій екрануванням.

Ключові слова: планарії *Dugesia tigrina*, змінне магнітне поле наднизької частоти, електромагнітне екранування, швидкість руху.

Yarmolyuk N.S Effect of weak alternating magnetic field ultralow frequencies speed on the dynamics of intact and regenerating planarian *Dugesia tigrina* / N.S Yarmolyuk, A.V Shehotkin // Scientific Notes OF Taurida V.Vernadsky National University. – Series: Biology, chemistry. – 2011. – Vol. 24 (63), No 1. – P. 164-174.
It was found that the dynamics of diabetes in intact and regenerating planarians during the 15-day observation is the opposite. The effect of weak electromagnetic factors do not cause changes in the SD in intact animals. DM regenerating planarians increases under the action of ULF VMF and EME. ULF VMF, while limiting stimulation DM regenerating planarians screening.

Keywords: planarian *Dugesia tigrina*, alternating magnetic field of low frequency, electromagnetic shielding, speed of movement.

Поступила в редакцію 12.03.2011 г.

УДК 544.47:544.344:547.56:546.215

ЗАСТОСУВАННЯ МАГНЕТИТУ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ НАФТОВМІСНИХ СТОЧНИХ ВОД

Алексашикін І.В., Першина К.Д.

*Таврійський національний університет ім. В.І. Вернадського, Сімферополь, Україна
E-mail: aligor@rambler.ru*

Розглянуто приклад використання магнетиту в процесах очищення навколишнього середовища від нафтопродуктів. Визначено оптимальне співвідношення магнетит: нафтошлам для досягнення максимального ступеня очищення. Проведено синтез магнетиту з високою намагніченістю.

Ключові слова: нафтопродукти, магнітна рідина, магнетит.

ВСТУП

Технологічні процеси, які пов'язані з нафтовидобутком, нафтопереробкою, транспортуванням і зберіганням нафти і нафтопродуктів, являють собою джерело підвищеної небезпеки для навколишнього середовища. Аварії на морських нафтових платформах, катастрофи нафтоналивних суден, пошкодження підводних ділянок нафтопроводів є основною причиною масштабного забруднення поверхонь водойм і значних ділянок берегової зони. При цьому найбільшу небезпеку для навколишнього середовища представляють важкі, смолисті фракції нафти, що володіють значною в'язкістю і не піддаються вивітрюванню. Органічні сполуки, що входять до складу нафтошламів, надають згубний вплив на природу, і тому проблема утилізації нафтошламів дуже актуальна.

Сучасні методи не позбавлені недоліків:

1) *відстоювання* є повільним і неефективним процесом, вимагає великі площі для відстійників і великі дози хімічних реагентів;

2) *фільтрування* ділить нафтошлами на дві частини, має низьку пропускну здатність. Крім того, цей процес залишає невирішеної проблеми утилізації відфільтрованого матеріалу та відділення води;

3) *спалювання* нафтошламу разом з водою і механічними домішками є дорогим процесом, при якому цінний вуглеводнева складова безповоротно знищується.

Гідрофобні сорбенти з магнітними властивостями розширюють можливості для вирішення багатьох виробничих та екологічних завдань, де використання звичайних адсорбентів створює деякі технологічні труднощі. Так, наприклад, аварійні розливи

нафти або важких нафтопродуктів на поверхні води можуть бути видалені магнітними сорбентами. Для цього досить зв'язати плями нафтопродуктів сорбентом з подальшим видаленням його разом з поглинутим речовиною шляхом магнітної сепарації [1].

Мета даної роботи – вивчення фізико-хімічних властивостей синтезованого магнетиту і розробка методу застосування його в процесах нафтоочістки.

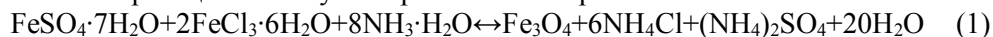
МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ

Магнетит можна розглядати як ферит феруму(II), що є продуктом взаємодії слабкої основи гідроксиду феруму(II) $\text{Fe}(\text{OH})_2$ і слабкої «залізною» кислоти $\text{Fe}(\text{OH})_3$. Для того щоб ці гідроксиди могли проявити свої основні і кислотні властивості і прореагувати між собою зазначеним чином, середовище не повинно бути занадто лужним або кислим. У сильно лужному середовищі обидва гідроксиду ведуть себе як слабкі кислоти, тобто дисоціюють з відщепленням іону водню, що не сприяє утворенню магнетиту.

Оптимальною є така концентрація гідроксид-іонів (рН розчину), при якій, з одного боку, надійно йде гідроліз солей феруму(II) і феруму(III) до утворення їх гідроксидів, але з іншого боку не придушуються основні властивості гідроксиду феруму(II). Оптимальним значення рН при синтезі магнітної рідини буде діапазон рН 7–8, тому що при цих значеннях катіони феруму(III) існують в активній формі. Крім того, важлива наявність буферних властивостей у розчину лугу. Якщо розчин має буферними властивостями, то водневий показник не зазнає сильних змін в ході змішування розчину солей з лугом і в ході реакції гідролізу. Всім цим умовам найкращим чином відповідає водний розчин аміаку. Для синтезу магнітної компоненти в магнітної рідини найбільш застосовні хлориди і нітрати феруму, що володіють високою здатністю до гідролізу, вони мінімально будуть впливати на утворення гідросокомплекса феруму надлишком лугу.

Синтез магнетиту здійснювався шляхом співосадження солей двох- і тривалентного феруму надлишком водного розчину аміаку.

Хімічна реакція може бути виражена таким рівнянням:



Використання аміаку дозволяє створити м'які умови співосадження оксидів, що сприяє протіканню реакції з утворенням нанодисперсного магнетиту складу Fe_3O_4 або $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{FeO}$.

Рентгенограми зразків записували на дифрактометрі HZG-4A (CoK α – випромінювання). Робоча довжина хвилі рентгенівського випромінювання $\lambda = 1,5405 \text{ \AA}$. Розшифровка рентгенограм велася за стандартною методикою і ідентифікувалася по набору міжплощинні відстаней [2].

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Магнетит і $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ дуже схожі за структурними параметрами. Різниця полягає в щільності упаковки. Упаковка $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ більш щільна ніж у магнетиту. Відмінність між ними можна виявити на рентгенограмі лише в області $74\text{--}75^\circ$ кута 2θ (рис. 1). У

Fe_3O_4 міжплощинна відстань відповідає значенню $74,105^\circ$, а в $\gamma-Fe_2O_3$ – $74,723^\circ$. Наявність кутів Брега в областях $35^\circ 32'$ і $57^\circ 10'$ свідчить, що частинки мають кубічну структуру шпінелі, кутова ширина головного максимуму для $(hkl) = (311)$ [3]. Поява аморфної фази не впливає на магнітні властивості, тому що магнетит являє собою ферит з кристалічною структурою зверненої шпінелі, де частина іонів Fe^{3+} знаходиться в тетраедричному оточенні, а інші в октаедричному. При цьому намагніченість M_A октаедричної підрешітки більше тетраедричних M_B , що призводить до виникнення феррімагнетизма.

Образец: 1

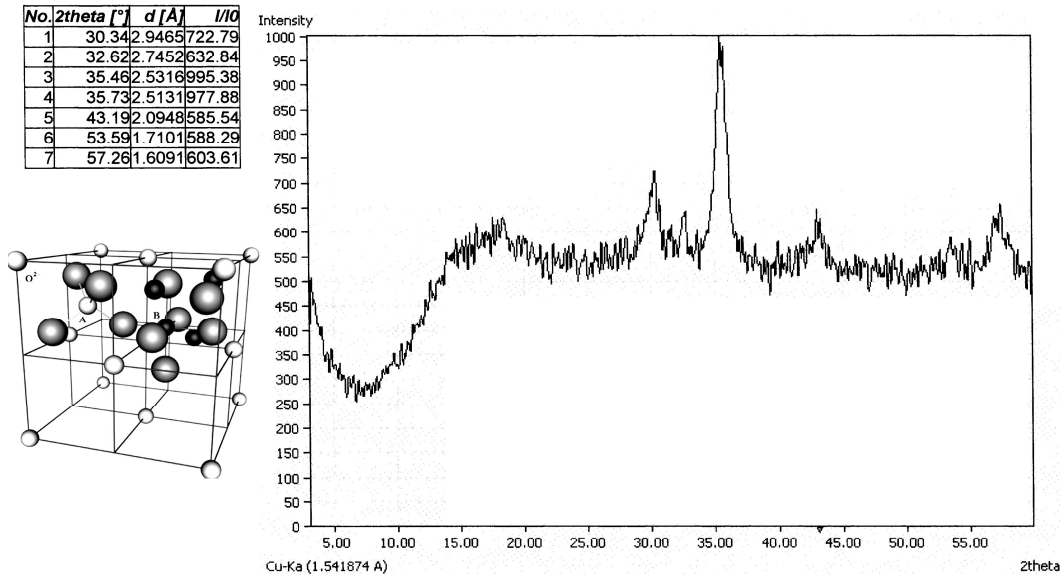


Рис. 1. Рентгенограма зразка магнетиту

Склад і фізичні властивості відпрацьованою і забрудненої нафти, яку зазвичай називають – нафтошлам, можуть змінюватись в залежності від джерела. У складі нафтошламу від 10 до 50 % складають нафтопродукти; від 5 до 60 % – вода; від 2 до 40 % – механічні домішки. Важливим об'єднуючим чинником є те, що всі нафтошлами містять як воду, так і тверді домішки великого і дрібного діаметру [4]. Найчастіше вони утворюють стійку емульсію. Це ускладнює процес поділу, і більшість стандартних методів, якими регенеруються нафтошлами, не справляється повністю з поставленим завданням. Розроблені і виготовлені зразки феритів застосовувалися в задачах моделювання очищення поверхонь водою від нафтошламів шляхом зв'язування нафтопродуктів частинками магнетиту.

Зразок нафтошламу готували штучно з концентрацією до 50 %. Штучний нафтошлам змішували з магнетитом і направляли в магнітний сепаратор на розділення. У сепараторі під дією сильного магнітного поля відбувалося відділення твердого залишку від утвореної «магнітної рідини» і мазуту (водно-вуглеводнева

емульсія). Досліджено залежність ефективності вилучення вуглеводнів від їх концентрації у зразку, часу їх взаємодії з магнетитом. На Рис. 2 представлений графік залежності ефективності вилучення вуглеводнів від часу взаємодії зразків з магнітною рідиною.

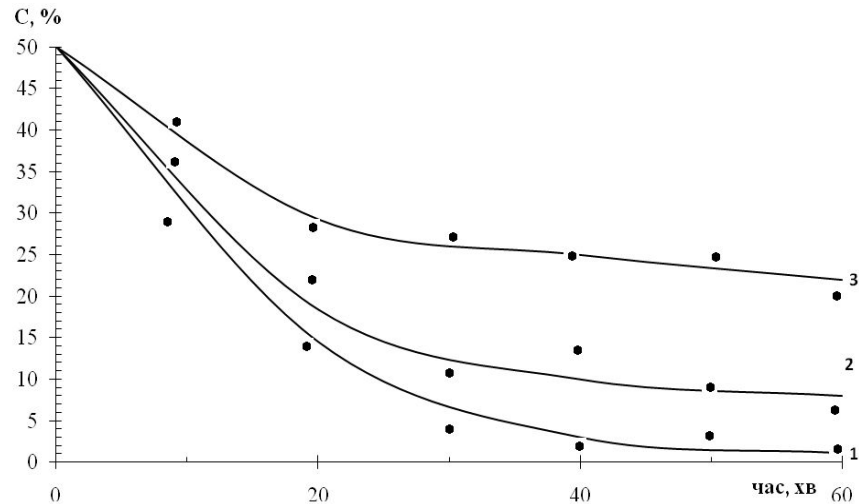


Рис. 2. Вміст нафтопродуктів у нафтошламї залежно від часу взаємодії з магнетитом. Співвідношення магнетиту і нафтопродуктів рівне:

1 – 1:1; 2 – 0,5:1; 3 – 0,25:1; С – вміст нафтопродукту (%)

При співвідношенні кількості нафтопродуктів у нафтошламї і магнетита, рівному 1:1 найбільш ефективно процес протікає перші 40 хвилин, а подальше збільшення часу контакту не робить істотного впливу на ступінь вилучення вуглеводнів. При співвідношенні кількості нафтопродуктів у нафтошламї і магнетита, рівному 0,25:1 нафтопродукти витягуються не ефективно, незалежно від часу контакту та інтенсивності перемішування.

ВИСНОВОК

Експерименти по об'ємному очищенню води що забруднена нафтопродуктами, виконані при різних концентраціях забруднень і при різній витраті магнетиту показали, що можна досягти очищення води до вмісту в ній нафтопродуктів менше 3 мг/л, тобто це відповідає значенню граничнодопустимі концентрації

Список літератури

1. Контарев А.В. Применение магнитных жидкостей / А.В. Контарев, С.В. Стадник, В.А. Лешуков // Успехи современного естествознания. – 2006. – № 10 – С. 67–69.
2. Шаскольская М.П. Кристаллография / Шаскольская М.П. – М.: Высш. шк., 1984. – 376 с.

3. Лиопо В.А. Рентгеновская дифрактометрия: Учеб. пособие / В.А. Лиопо, В.В. Война. – Гродно: ГрГУ, 2003. – 171 с.
4. Боковикова Т.Н. Магнитные жидкости в нефтепереработке / Т.Н. Боковикова, С.В. Степаненко, М.В. Двадненко // Экология и промышленность России. – 2005. – С. 11–13.

Алексашкин И.В. Использование магнетита для очистки нефтесодержащих сточных вод / И.В. Алексашкин, Е.Д. Першина // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2011. – Т. 24 (63), № 1. – С. 175-179

Рассмотрено использование магнетита в процессах очистки окружающей среды от нефтепродуктов. Определено оптимальное соотношение магнетит/нефтешлам для достижения максимальной степени очистки. Проведен синтез магнетита с высокой намагниченностью.

Ключевые слова: нефтепродукты, магнитная жидкость, магнетит.

Aleksashkin I.V. The use of magnetite for oily wastewater / I.V. Aleksashkin, E.D. Pershina // Scientific Notes of Taurida V.Vernadsky National University. – Series: Biology, chemistry. – 2011. – Vol. 24 (63), No. 1. – P. 175-179.

An example of the use of magnetite in the process of cleaning the environment from petroleum products. The optimal ratio of magnetite: slime to achieve the maximum degree of purification. The synthesis of magnetite with high magnetization.

Keywords: petroleum products, magnetic fluid, magnetite.

Поступила в редакцию 20.03.2011 г.

УДК 663.253.2:547.477

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЯНТАРНОЙ КИСЛОТЫ В ВИНАХ ХРОМАТОГРАФИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

Аристова Н.И.¹, Панова Э.П.², Чирва В.Я.²

¹*Национальный институт винограда и вина «Магарач», Ялта, Украина*

²*Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, Симферополь, Украина*
E-mail: mendes@inbox.ru

Представлены результаты определения массовой концентрации янтарной кислоты в винах методами ионной и высокоэффективной жидкостной хроматографии. Показана высокая эффективность определения кислот данными методами и их относительная простота.

Ключевые слова: янтарная кислота, органические кислоты, потенциометрическое титрование, методы ионообменная и высокоэффективная жидкостная хроматография, элюирование.

ВВЕДЕНИЕ

Известно, что качество вина – сложная категория, формируемая совокупностью множества факторов, среди которых наибольшее значение имеет органолептическое восприятие. Гармоническое сочетание полноты вкуса и ощущения кислотности обуславливается соответствующим соотношением между основными органическими кислотами.

В виноматериалах и винах содержится шесть основных органических кислот (винная, яблочная, янтарная, уксусная, лимонная и молочная), массовая концентрация которых может достигать 10 г/дм³ и более, играющих важную роль в формировании кислого вкуса вина. Массовая концентрация всех остальных кислот на порядок меньше, и их вклад незначителен [1]. Янтарная кислота в винограде содержится в небольших количествах (до 0,3 г/дм³), причем ее больше в незрелых ягодах, а в вине ее найдено значительно больше – до 1,5 г/дм³. Синтез янтарной кислоты в основном происходит при спиртовом брожении [2–4]. Метиленовые группы янтарной кислоты обладают высокой реакционной способностью, что связано с влиянием карбоксильных групп [5].

Янтарная кислота характеризуется кислым, горьким и соленым вкусом. Однако, обладая кислым вкусом, она не приводит к появлению посторонних тонов. Добавление янтарной кислоты и ее солей в сбраживаемое сусло приводит к изменению состава ароматических веществ, липидного комплекса и соотношения между отдельными жирными кислотами, что способствует формированию яркого аромата виноматериала, на фоне которого выделяются сортовые достоинства винограда [6].

По концентрациям отдельных кислот и соотношениям между ними можно объективно судить о натуральности виноградных вин. Поэтому разработка современных методов определения концентраций основных органических кислот в виноградных винах является актуальной задачей отрасли.

Среди химических методов определения янтарной кислоты в винах и пищевых продуктах имеются методы, основанные на реакциях осаждения в виде солей кальция, бария и свинца. Однако эти методы являются длительными, трудоемкими, недостаточно точными [7, 8]. Наибольшее применение находят физико-химические методы анализа: потенциометрия, кондуктометрия, хроматография (газо-жидкостная, ионообменная, ионообменная высокого давления, традиционная жидкостная), электродиализ и колориметрия [9–12].

Метод потенциометрического титрования включает осаждение соответствующих кислот раствором хлорида бария. Осадок бариевых солей отфильтровывают и растворяют в 0,1 н. растворе соляной кислоты с последующим титрованием аликвотной части 0,1 н. раствором гидроксида натрия. Метод очень трудоемок, однако позволяет определить содержание янтарной кислоты и суммы яблочной и лимонной кислот, если последние присутствуют в растворе.

Солтановой Т.Г. и др. [11] разработан новый метод определения сахарозы, глюкозы, глицерина, янтарной кислоты и ряда веществ с применением автоматизированных систем высокоэффективной жидкостной хроматографии. Данным методом можно проводить определения указанных веществ в течение 7 минут. При достаточно низком коэффициенте разделения достигнуто вполне удовлетворительное разделение всех основных компонентов.

Целью данной работы явилось сравнение хроматографических методов определения янтарной кислоты в винах: Алиготе, Рислинг, Совиньон, Ркацители, Шардоне, Пино-Фран.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

При выполнении данной работы использовались следующие приборы и оборудование: хроматографическая колонка, заполненная сильноосновным анионитом АВ-17, электронные весы WPS-510/C/1, жидкостный ионный хроматограф «Цвет-3006» с кондуктометрическим детектором в одноколоночном режиме (колонка «Элсиан-1» фирмы Элсико размером 100 × 3 мм, зернением 10 мкм), иономер ЭВ-74 и хроматограф фирмы Shimadzu (модель LC20 Prominence), укомплектованный проточным вакуумным дегазатором, системой подачи растворителей, 4-х канальным модулем градиента низкого давления, автоматическим инжектором и диодноматричным детектором, хроматографическая колонка Phenomenex Luna C18 (2) размером 2,1 × 150 мм, заполненная сорбентом с привитой октадецильной фазой (двойной эндкемпинг) зернением 3,0 мкм.

Экспериментальные данные обрабатывали методами математической статистики, разработанными для малого числа измерений. Оценку воспроизводимости измерений и правильность исследуемой методики характеризовали расчетами среднего арифметического, стандартного отклонения, доверительного интервала и ошибки определения.

Из хроматографических методов анализа были использованы: метод ионообменной хроматографии на сильноосновном анионите АВ-17, жидкостной ионной хроматографии с использованием хроматографа «Цвет-3006» и высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ). Все методики были апробированы на растворах органических кислот (яблочной, молочной, янтарной, винной и лимонной) с известной концентрацией и при этом получены удовлетворительные результаты.

Метод ионообменной хроматографии основан на различной подвижности анионов, органических кислот относительно сорбента в хроматографической колонке, вследствие чего происходит их разделение. Выделение янтарной кислоты проводили на анионите АВ-17, элюирование осуществляли раствором сульфата натрия с массовой концентрацией 10 г/дм³, затем в элюате потенциометрическим титрованием на иономере ЭВ-74 со стеклянным индикаторным электродом определяли содержание янтарной кислоты [12]. Процесс пробоподготовки сводили к дегазации образцов вина и разбавлению их дистиллированной водой.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В таблице представлены результаты определения массовой концентрации янтарной кислоты в сухих столовых винах комбинированным методом ионообменной хроматографии с потенциометрическим титрованием, методом ионной жидкостной хроматографии и обращенно-фазовой ВЭЖХ.

Таблица

**Определение янтарной кислоты различными хроматографическими методами
($p = 0,95$, $n = 4$)**

Образец вина	Метод ионной жидкостной хроматографии		Ионообменно-потенциометрический метод		Метод обращенно-фазовой ВЭЖХ	
	г/дм ³	σ , %	г/дм ³	σ , %	г/дм ³	σ , %
Алиготе	0,470±0,027	5,74	0,521±0,003	0,58	0,493±0,032	6,49
Рислинг Рейнский	0,290±0,018	6,21	0,352±0,003	0,85	0,314±0,012	3,82
Совиньон	0,650±0,036	5,54	0,672±0,006	0,89	0,663±0,023	3,47
Ркацители	1,210±0,055	4,55	1,322±0,012	0,91	1,264±0,039	3,09
Алиготе	0,790±0,023	2,91	0,836±0,009	1,08	0,810±0,045	5,56
Шардоне	1,130±0,037	3,27	1,215±0,011	0,91	1,230±0,051	4,15
Пино-фран	0,910±0,046	5,05	0,963±0,009	0,93	0,927±0,055	5,93

Установлено, что ошибка метода определения массовой концентрации янтарной кислоты в столовых сухих винах с использованием потенциометрического титрования после предварительного выделения органических кислот на анионообменной смоле АВ-17 находится в пределах 1 %, для высокоэффективного жидкостного хроматографа фирмы Shimadzu и ионного жидкостного хроматографа «Цвет -3006» – в пределах 3–7 %.

ВЫВОДЫ

1. Из приведенной сравнительной оценки методов определения массовой концентрации янтарной кислоты можно сделать следующий вывод: для более точного определения янтарной кислоты в винах можно использовать метод потенциометрического титрования с предварительным выделением ее на ионообменной смоле. Данный метод не требует использования дорогостоящего оборудования.
2. Для более эффективного и быстрого определения янтарной кислоты в присутствии других органических кислот лучше использовать метод высокоэффективной жидкостной хроматографии (ошибка определения 3–7 %).

Список литературы

1. Кретович В.Л. Техническая биохимия / Кретович В.Л. – М.: Высшая школа, 1973. – 456 с.
2. Шольц Е.П. Технология переработки винограда / Е.П. Шольц, В.Ф. Пономарев. – М.: Агропромиздат, 1990. – 447 с.
3. Валуйко Г.Г. Биохимия и технология красных вин / Г.Г. Валуйко. – М.: Пищевая промышленность, 1973. – С. 128–135.
4. Кишковский З.Н. Химия вина / З.Н. Кишковский, И.М. Скурихин. – М.: Агропромиздат, 1988. – С. 250–256.
5. Риборо-Гайон Ж. Теория и практика виноделия. Т.2 / Риборо-Гайон Ж., Пейно Э., Сюдро П. – М.: Пищевая промышленность, 1976. – 312 с.
6. Дымшевский В.В. Влияние добавок янтарной кислоты и ее солей на биохимические процессы при производстве соков и вин : автореф. дис. на соискание научной степени канд. тех. наук. / В.В. Дымшевский, 1999. – С. 7–16.
7. Кишковский З.Н. Технология вин / З.Н. Кишковский З.Н., Л.А. Мерджаниан. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 504 с.
8. Федоровский И.А. Методы анализа / И.А. Федоровский. – С.-Петербург, 1983. – С. 14–16.
9. Эбелашвили Н.В. Изучение органических кислот в розовых сортовых сухих столовых винах методом высокоэффективной жидкостной хроматографии / Н.В. Эбелашвили // GEN: Georg. Eng. News. – 2004. – № 2. – P.145–151.
10. Современные методы контроля показателей качества и безопасности виноградных вин / Т.А. Жилиякова, Н.И. Аристова, Э.П. Панова [и др.] // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2006. – Т.19 (58). – № 2. – С. 84–93.
11. Солтанова Т.Г. Физико-химические методы анализа органических кислот / Т.Г. Солтанова, Л.Я. Марголис. – М.: Химическая промышленность, 1986. – 30 с.
12. Сарвакова Н.Н. Использование хромато-масс-спектрометрии для контроля качества коньяков / Н.Н. Сарвакова, И.Х. Разванов, А.Ф. Черкашина // Реф. журн. Химия. – 2005. – № 9. – С. 5.
13. Гержикова В.Г. Методы теххимического контроля в виноделии / В.Г. Гержикова. – Симферополь: Таврида, 2002. – 260 с.

Аристова Н.И., Визначення бурштинової кислоти у винах хроматографічними методами / **Н.И. Аристова, Е.П. Панова, В.Я. Чирва** // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2011. – Т. 24 (63), № 1. – С. 180-184.

Представлені результати визначення масової концентрації бурштинової кислоти у винах методами іонної і вискоєфективної рідинної хроматографії. Показана висока ефективність визначення кислот цими методами і їх відносна простота.

Ключові слова: бурштинова кислота, органічні кислоти, потенціометричне титрування, методи іонообміної та вискоєфективної рідинної хроматографії.

Aristova. N.I. Determination of succinic acid in wine by the chromatography methods / N.I. Aristova., E.P. Panova, V.Ya. Chirva // Scientific Notes of Taurida V.Vernadsky National University. – Series: Biology, chemistry. – 2011. – Vol. 24 (63), No. 1. – P. 180-184.

The results of succinic acid mass concentration determination in wines by the methods of ionic and high-efficiency liquid chromatography are presented. High determination efficiency of acids by these methods and their relative simplicity are shown.

Keywords: succinic acid, organic acids, pH-titration, methods of an ion-exchange and high-efficiency liquid chromatography.

Поступила в редакцію 17.03.2010 г.

УДК 541.183:622.33+622.693

ПОЛУЧЕНИЕ ВОДОУГОЛЬНОГО ТОПЛИВА НА ОСНОВЕ БУРОГО УГЛЯ

Борук С.Д.

*Черновицкий национальный университет имени Юрия Федьковича, Черновцы, Украина
E-mail: fedoram37@gmail.com*

Исследовано влияние природы модификатора на реологические свойства, седиментационную и агрегативную устойчивость концентрированных дисперсных систем на основе бурого угля. Предложен технологический режим получения суспензионного топлива на основе бурого угля путем проведения его предварительной модификации органическими веществами. Показана возможность применения таких систем в качестве энергоносителя.

Ключевые слова: бурый уголь, высококонцентрированные водо-угольные суспензии, реологические свойства.

ВВЕДЕНИЕ

Бурый уголь долгое время не имел большого товарного спроса, и использовался, как правило, только в районах, где расположены его основные месторождения. Это было обусловлено нерентабельностью транспортировки малокалорийного энергоносителя на большие расстояния. В конце XX столетия в Украине были сделаны попытки создания высококонцентрированных суспензий на основе бурого угля с целью его транспортировки с помощью трубопроводного транспорта [1–3]. Вопрос о непосредственном применении полученных суспензий как топлива, в связи с низкой теплотворной способностью бурого угля и низким содержанием в нем летучих веществ, не рассматривался. Для получения водо-угольных суспензий на основе бурого угля пригодных для непосредственного сжигания в топках котлоагрегатов необходимо повысить энергетическую ценность получаемых систем. Были проведены успешные попытки создания высококонцентрированных угольных суспензий с применением в качестве дисперсионной среды отходов нефтепереработки и производства ряда органических растворителей.

Наличие большого количества связанной воды снижает теплоту сгорания бурых углей, поэтому для получения ВУС с необходимыми теплофизическими характеристиками необходимо учитывать содержание воды в исходном сырье. В присутствии воды температура максимумов экзо-эффектов смещается в сторону более низких температур, возрастает скорость тепловыделения [4, 5]. Для снижения естественной влажности бурых углей с целью дальнейшего их использования для приготовления ВУС целесообразно проводить предварительную сушку исходного угля с дальнейшей его модификацией легковоспламеняющимися веществами.

Проведение такой модификации позволяет увеличить содержание в системе топливной составляющей, не увеличивая содержание дисперсной фазы.

Исходя из физико-химических характеристик бурого угля возможно два пути применения энергетических добавок:

- непосредственное применение в качестве дисперсионной среды, или смешивание с водой, на которой проводится помол;
- модифицирование частиц бурого угля после предварительной просушки, путем заполнения внутренних пор частиц дисперсной фазы.

В работе рассмотрен вопрос создания водо-угольного топлива на основе бурого угля путем проведения его модификации легковоспламеняющимися веществами.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Как объект исследования использовался бурый уголь марки «Б», Александрийского месторождения. Бурый порошок, зольностью 22,5 %, влажностью 14,3 %. Размеры частиц 0,1–5 мм

Как показали проведенные исследования, поглощение модификатора происходит как внутренними порами частиц угля, так и их и поверхностью. Количество поглощенного вещества показало, что бурый уголь характеризуется большим объемом внутренних пор. Причем природа вещества модификатора незначительно влияет на поглощающую способность частиц бурого угля, что свидетельствует о неупорядоченном строении поверхности его частиц и наличии пор разного диаметра и объема. В среднем поглощающая способность составляет 0,8 мл на 1 г угля. Увеличение размеров молекул модификатора в ряду вода – этанол – бутанол – сивушные масла приводит к незначительному уменьшению количества поглощенного вещества. При увеличении размеров молекул модификатора увеличивается их часть, адсорбированная поверхностью частиц, о чем свидетельствует появление характерного блеска поверхности частиц и результаты экспериментов по отмыванию адсорбированного вещества другими растворителями. При проведении модификации нефтью ее большая часть адсорбируется именно поверхностью частиц, и при достижении насыщения образовывается конгломерат частиц, связанных между собой адсорбционными слоями молекул нефтяных углеводородов.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Получены системы с концентрацией дисперсной фазы 30 %, на основе не модифицированного и модифицированного бурого угля, общая характеристика которых приведена (табл. 1). Как видно из данных, приведенных в Таблице, модификация дисперсной фазы этанолом, бутанолом и сивушными маслами мало влияет на вязкость получаемых систем по сравнению с холостым экспериментом. Данные системы характеризуются пониженной седиментационной устойчивостью, в первую очередь при применении модификаторов ограниченно растворимых в воде. Изменение вязкости полученных систем вызвано как модификацией поверхности частиц дисперсной фазы за счет образования адсорбционных слоев, так за счет изменения характеристик дисперсионной среды за счет попадания в нее молекул модификатора как с поверхности частиц, так и из внутренних пор, при разрушении

ПОЛУЧЕНИЕ ВОДОУГОЛЬНОГО ТОПЛИВА НА ОСНОВЕ БУРОГО УГЛЯ

частиц во время помола. В случае применения ограниченно растворимых в воде модификаторов (бутанол, сивушные масла) происходит образование эмульсии. Изменение характеристик поверхностного слоя частиц и свойств дисперсионной среды влияет на интенсивность взаимодействия между частицами, степень структурирования системы, и, в конечном счете, на вязкость получаемых систем. При модифицировании исходного угля чистыми веществами (этанол, бутанол) вязкость получаемых систем несколько возрастает, в то время как при модификации сивушными маслами, которые представляют собой смесь спиртов и их производных разной молекулярной массы и строения, происходит незначительное снижение вязкости. Полученные результаты подтвердили, что вещества, предлагаемые в качестве пластификаторов при получении высококонцентрированных водоугольных суспензий, должны содержать низко- и высокомолекулярные компоненты.

Установлено, что применение ограничено растворимых модификаторов приводит к образованию эмульсии, что сопровождается расслоением суспензий при отсутствии перемешивания, потерей седиментационной устойчивости. На поверхности системы образуется слой вещества-модификатора. Угольная составляющая (дисперсная фаза суспензий) остается в водноспиртовой части. При повторном перемешивании система быстро восстанавливает свои характеристики, причем рост вязкости, при хранении в герметической посуде, не наблюдается.

Таблица 1
Характеристики суспензий на основе модифицированного бурого угля

Состав	Концентрация твердой фазы, % (мас)	Концентрация топливной составляющей % (мас)	Вязкость Па*с	Седиментационная устойчивость, сутки
Бурый уголь – 120 г; Вода – 280 г; Пластификатор – 1,2 г	30	23,25	1,22	4,5
Бурый уголь – 120 г; Этанол – 96 г; Вода – 184 г; Пластификатор – 1,2 г	30	47,25	1,35	4,0
Бурый уголь – 120 г; Бутанол – 96 г; Вода – 280 г; Пластификатор – 1,2 г	30	47,25	1,42	2,5
Бурый уголь – 120 г; Вода – 280 г; Сивушные масла – 96 г; Пластификатор – 1,2г	30	47,25	1,12	3,0
Бурый уголь – 120 г; Вода – 280 г; Нефть – 96 г; Пластификатор – 1,2 г	30	47,25	3,9	12

Изменение реологических характеристик и седиментационной устойчивости получаемых систем обусловлены процессами адсорбции–десорбции молекул веществ-модификаторов с поверхности угольных частиц, а также из пор, при разрушении частиц дисперсной фазы. Интенсивность помола при применении всех исследуемых веществ (кроме нефти), увеличивается, вероятно за счет увеличения адсорбционной составляющей расклинивающего давления, время помола сокращается до 20 минут.

Суспензии, полученные на основе угля модифицированного нефтью, характеризуются значительной вязкостью и высокой седиментационной устойчивостью. Это обусловлено образованием в системе пространственной структуры, вследствие интенсивного межмолекулярного взаимодействия макромолекул нефти и угля. Такие системы сохраняют структуру во времени, но их транспортировка по трубам невозможна.

Одной из основных характеристик топлива является температура его загорания. Установлено, что суспензии, полученные на основе бурого угля модифицированного этанолом, бутанолом и сивушными маслами легко загораются. Данные системы характеризуются также значительно большей степенью выгорания топливной составляющей, сравнительно со сжиганием бурого угля в твердом виде (табл. 2.).

Таблица 2

Степень выгорания топливной составляющей бурого угля при сжигании в твердом виде и виде концентрированной суспензии

Образец	Масса образца (г)	Масса сухого вещества (г)	Масса топливной составляющей до сжигания (г)	Масса золы после сжигания (г)	Масса топливной составляющей после сжигания (г)	Степень выгорания топливной составляющей (%) *
Бурый уголь (W=14%)	20	17,2	13,3	5,7	1,8	86,5
ВУС на основе бурого угля (немодифицирован)	50	15	23,6 (11,6+12)	3,65	0,25	99,0 / 97,9
ВУС на основе бурого угля (модифицирован этанолом)	50	15	23,6 (11,6+12)	3,6	0,2	99,2 / 98,3
ВУС на основе бурого угля (модифицирован бутанолом)	50	15	23,6 (11,6+12)	3,62	0,22	99,1 / 98,2
ВУС на основе бурого угля (модифицирован сивушными маслами)	50	15	23,6 (11,6+12)	3,58	0,18	99,4 / 98,5

Примечание: * – степень выгорания определяли от общей количества топливной составляющей (первое значение) и от угольной топливной составляющей (второе значение).

ВЫВОДЫ

Проведенные исследования позволили предложить технологический режим получения суспензионного угольного топлива на основе бурого угля путем проведения его предварительной модификации и показали возможность его использования в качестве энергоносителя. Полученное топливо можно рекомендовать для применения как альтернативного котельного и печного топлива в коммунальном хозяйстве, а так же для ряда тепло- и энергогенерирующих предприятий.

Список литературы

1. Тамко В.А. Использование углистых глин Днепропетровского Буроугольного бассейна / В.А. Тамко, В.И. Саранчук, И.И. Швец // Углекимический журнал. – 2001. – № 3–4. – С. 6–11.
2. Баранова М.П. Влияние влажности бурого угля на свойства высококонцентрированных водоугольных суспензий / М.П. Баранова, Б.Н. Кузнецов // Химия твердого топлива – 2003. – № 6. – С. 20–26.
3. Егурнов А.И. Влияние модификации поверхности частиц бурого угля на физико-химические и эксплуатационные свойства суспензий на его основе / А.И. Егурнов, С.Д. Борук, А.С. Макаров // Збагачення корисних копалин. Науково-технічний збірник. – 2009. – Вип. 36(77)/37(78). – С. 142–149.
4. Пестряков Б.В. Расчет динамических параметров адсорбированной воды в каменных углях и антрацитах по данным ЯМР-1Н / Б.В. Пестряков // Химия твердого топлива. – 1986. – № 6. – С. 6–9.
5. Нешин Ю.И. Влияние воды на склонность к окислению термообработанных бурых углей / Ю.И. Нешин, В.А. Сухов, А.Ф. Луковников // Химия твердого топлива. – 1981. – № 3. – С. 50–53.
6. Влияние жидкой среды на прочность и диспергируемость угля / Е.Д. Щукин, С.И. Конторович, А.И. Бессонов [и др.] // Коллоид. журн. – 1987. – № 4 – С. 728–737.
7. Макаров А.С. Фізико-хімічні основи одержання висококонцентрованих водовугільних суспензій / А.С. Макаров, І.П. Олофінський, Т.Д. Дегтяренко // Вісник АН УРСР. – 1989. – № 2. – С. 65–75.
8. Филипенко Т.А. О влиянии добавок разжижителей и гранулометрического состава водоугольных суспензий на их реологические свойства / Т.А. Филипенко, В.Л. Басенкова, И.В. Ильинская // Химия твердого топлива. – 1989. – № 5. – С. 104–109.
9. Маляренко В.В. Электроповерхностные свойства вспененных концентрированных суспензий кремнезема и угля / В.В. Маляренко, А.С. Макаров // УХЖ. – 2000. – Т. 66, № 10. – С. 84–87.

Борук С.Д. Отримання водо-вугільного палива на основі бурого вугілля / С.Д. Борук // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2011. – Т. 24 (63), № 1. – С. 185-189.

Досліджено вплив природи модифікатора на реологічні властивості, седиментаційну і агрегативну стійкість концентрованих дисперсних систем на основі бурого вугілля. Запропоновано технологічний режим отримання суспензійного палива на основі бурого вугілля шляхом проведення його попередньої модифікації органічними речовинами. Показана можливість застосування таких систем як енергоносія.

Ключові слова: буре вугілля, висококонцентровані водовугільні суспензії, реологічні властивості.

Boruk S.D. Production of water-coal fuel from the brown coal / S.D. Boruk // Scientific Notes of Taurida V.Vernadsky National University. – Series: Biology, chemistry. – 2011. – Vol. 24 (63), No. 1. – P. 185-189.

An influence of the modifying agent nature on rheological characteristics, sedimentation and aggregation stability of the highly concentrated water-coal suspensions based on the brown coal has been investigated. A technological scheme of the water-coal fuel production through the brown coal modification has been proposed. Such water-coal fuel can be used as an energy carrier.

Keywords: brown coal, highly concentrated water-coal suspensions, and rheological characteristics.

Поступила в редакцію 21.03.2011 г.

УДК 577.152.193

КАТАЛИТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ПЕРОКСИДАЗЫ РЕДЬКИ ЧЕРНОЙ ОТНОСИТЕЛЬНО НЕОРГАНИЧЕСКОГО СУБСТРАТА $S_2O_3^{2-}$

Вяткина О.В., Лаврентьева И.В., Ермакова М.О.

*Таврический национальный университет им. В.И.Вернадского, Симферополь, Украина
E-mail: oksana_yyatkina@list.ru*

В статье изложены результаты исследований, подтверждающих каталитическое действие пероксидазы редьки черной в системе с пероксидом водорода и тиосульфатом натрия. Определены эффективные кинетические параметры изучаемого процесса и средняя молярная активность фермента относительно тиосульфат-иона. Установлены оптимумы концентраций субстратов окислителя и восстановителя и температурный интервал, позволяющие достичь максимальной эффективности окисления исследуемого субстрата.

Ключевые слова: пероксидаза, кинетические параметры, неорганический субстрат, пероксид водорода.

ВВЕДЕНИЕ

Известно, что субстратами пероксидазы являются соединения, резко различающиеся по структуре и химическим свойствам. Проблема субстратной специфичности классических пероксидаз растений до сих пор не решена [1]. Каждый фермент имеет свой собственный профиль субстратной специфичности, и в настоящее время, к сожалению, нельзя заранее предсказать, какова будет активность фермента по отношению к выбранному субстрату. При этом считается, что структура субстрата определяет характер его взаимодействия с ферментом и предполагает наличие дифференциации каталитических центров для субстратов различной природы [2]. Кроме того, необходимо учитывать, что активность растительных пероксидаз во многом зависит от климатических и экологических условий произрастания исходного сырья и от способа его выделения [1, 3].

Следует отметить, что группа органических субстратов пероксидазы весьма обширна и достаточно хорошо изучена в отличие от неорганических субстратов [2, 4–6]. Поэтому целью нашей работы было исследование каталитической активности фосфатно-буферного экстракта пероксидазы, выделенного из корнеплода редьки черной, произрастающей в Крыму, в системе $S_2O_3^{2-}$ – H_2O_2 – H_2O –фермент.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследования являлась пероксидаза корнеплодов редьки черной. Для получения экстракта растительное сырье подвергли очистке стандартным методом [7] и измельчили на пластмассовой терке. Экстракцию проводили фосфатным буфером с pH 7,0.

Определение средней пероксидазной активности ферментного препарата проводили в системе (I): $C(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0,05$ моль/л, $C(\text{H}_2\text{O}_2) = 0,02$ моль/л ($V(\text{ферм. преп.}) = 5, 7, 10$ мл). Общий объем системы доводили дистиллированной водой до 23,1 мл.

Молярную активность фермента рассчитывали по формуле (1)

$$A = \frac{\Delta v}{\tau \cdot V} \quad (1)$$

Где: $\Delta v = v_{\text{нач}}(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) - v_{\text{кон}}(\text{S}_2\text{O}_3^{2-})$ – количество вещества окисленного тиосульфата, мкмоль;

τ – время, с;

V – объем ферментного препарата в исследуемой системе

За единицу активности принимали количество окисленного субстрата (мкМ), катализированное 1 мл ферментного препарата в течение 1 с (2).

$$1 \text{ e. a.} = \frac{\text{МКМОЛЬ}}{\text{мл} \cdot \text{с}} \quad (2)$$

Изучение каталитической активности пероксидазы редьки черной относительно субстрата окислителя (H_2O_2) и субстрата восстановителя ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) проводили в системах (II) и (III) при $t=25$ °C, $\text{pH}=5$. Система (II): $C_{\text{начальная}}(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0,08$ моль/л ($C(\text{H}_2\text{O}_2)$ варьировали от 0,01 до 0,11 моль). Система (III): $C_{\text{начальная}}(\text{H}_2\text{O}_2) = 0,02$ моль/л ($C(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$ варьировали от 0,022 моль/л до 0,08 моль/л). Объемная концентрация ферментного препарата в системах составляла $C_{\text{об}} = 20\%$

Смесь оставляли на 10 минут, а реакцию окисления тиосульфата останавливали введением в систему 1 мл 0,2 н H_2SO_4 . Остаточные концентрации $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ в исследуемых системах устанавливали методом йодиметрического титрования [8]. Экспериментальные данные использовали для расчета начальных скоростей реакции (w) (3) и степени конверсии тиосульфата в исследуемых системах ($\alpha, \%$) (4).

$$W = - \frac{\Delta C}{\Delta \tau}; \quad (3)$$

Где $\Delta C = C_{\text{кон}}(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) - C_{\text{нач}}(\text{S}_2\text{O}_3^{2-})$ – разница конечной и начальной концентраций тиосульфата, моль/л;

$\Delta \tau = \tau_{\text{кон}} - \tau_{\text{нач}}$ – временной интервал, с;

$$\alpha = \frac{C_{\text{нач}} - C_{\text{кон}}}{C_{\text{нач}}} \cdot 100\% \quad (4)$$

Где: $C_{\text{нач}}$ – начальная концентрация ($\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$)- в системе;

$C_{\text{кон}}$ – конечная концентрация ($\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$) в системе.

Эффективные кинетические параметры: порядок ($n_{\text{эф}}$) и константу скорости реакции ($k_{\text{эф}}$) определяли графическим методом в координатах Вант-Гоффа [9]. Для расчета максимальной скорости ферментативной реакции (w_{max}) и константы Михаэлиса (K_m) использовали координаты Лайнуивера–Берка [9].

Для подтверждения каталитического действия пероксидазы редьки черной в реакции окисления тиосульфата исследовали кинетику его окисления в пероксидом водорода в системе (IV), не содержащей фермент. Система (IV): $C(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0,042$ моль/л, $C(\text{H}_2\text{O}_2) = 0,02$ моль/л, $V(\text{H}_2\text{O}) = 1,75$ мл.

Для изучения влияния температуры на окислительную активность фермента относительно $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ использовали систему (V): $C(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0,042$ моль/л, $C(\text{H}_2\text{O}_2) = 0,02$ моль/л, $C_{\text{об}}(\text{фермента}) = 20\%$. Активность исследовали в диапазоне температур от 0 °С до 85 °С. Растворы титровали охлажденными, чтобы избежать понижения чувствительности крахмала.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В ходе изучения пероксидазной активности в системе (I) определили, что средняя пероксидазная молярная активность фосфатно-буферного экстракта фермента относительно неорганического электронодонорного субстрата $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ составляет 2,5 е.а.

Результаты кинетических исследований в системах (II), (III), (IV) приведены в Таблице 1.

Таблица 1
Сравнительная характеристика кинетических параметров исследуемых систем

Параметр	Система		
	$\text{S}_2\text{O}_3^{2-}-\text{H}_2\text{O}_2-\text{H}_2\text{O}$	$\text{S}_2\text{O}_3^{2-}-\text{H}_2\text{O}_2-\text{H}_2\text{O}-\text{пероксидаза}$	
		по восстановителю ($\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$)	по окислителю (H_2O_2)
$k_{\text{эф}}$	$2,2 \cdot 10^{-5}$	$6,3 \cdot 10^{-4}$	$8,7 \cdot 10^{-5}$
$n_{\text{эф}}$	0,4	≈ 1	0,1
w_{max} , моль/л·с	—	$2,4 \cdot 10^{-5}$	$6,2 \cdot 10^{-5}$
K_m , моль/л	—	$27 \cdot 10^{-3}$	$1,3 \cdot 10^{-3}$
\bar{A} , е.а.	—	2,5±0,2	

Эксперимент показал, что введение ферментного препарата в концентрации $C_{\text{об}}=20\%$ в систему $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}-\text{H}_2\text{O}_2-\text{H}_2\text{O}$ на порядок увеличивает $k_{\text{эф}}$ окисления тиосульфата, порядок реакции при этом изменяется с 0,4 до 1, что подтверждает каталитическое действие фермента в данной системе.

Также было установлено, что при концентрациях тиосульфат-иона, превышающих 0,03 моль/л, скорость его окисления в присутствии фермента падает (рис. 1), что может быть связано либо со сменой механизма исследуемой реакции (5), либо с ингибированием фермента одним из продуктов, присутствующих в реакционной смеси.



Известно, что ингибиторами пероксидазы являются ионы, образующие прочные комплексы с ионом Fe^{3+} . Так, в избытке тиосульфат-ионов, обладающих высокой способностью к комплексообразованию с ионами железа, образуются растворимые комплексы $[\text{Fe}(\text{S}_2\text{O}_3)_4]^{6-}$ ($\beta_6=79,4$) и $[\text{Fe}(\text{S}_2\text{O}_3)]^+$ ($\beta_1=125,8$) [10]. Одновременно с образованием тиосульфатных комплексов железа возможно образование сульфитных $[\text{Fe}(\text{SO}_3)_3]^{3-}$, $[\text{Fe}(\text{SO}_3)_2]^{2-}$ комплексов железа [11]. Отметим, что с металлами ион $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ координирует через атом серы, поэтому тиосульфатные комплексы легко превращаются в соответствующие сульфиды, также являющиеся ингибиторами фермента [5].

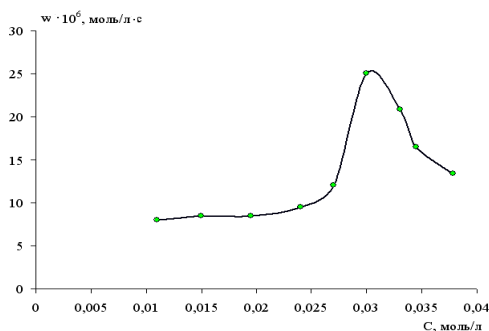


Рис. 1. Зависимость скорости реакции от концентрации субстрата восстановителя ($\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$) в системе (III).

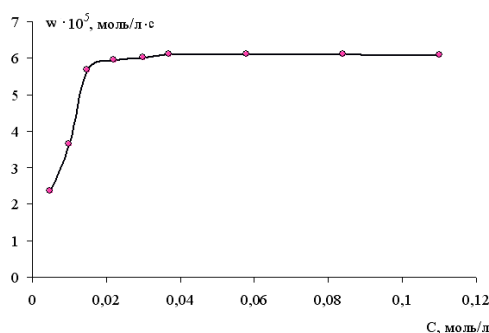


Рис. 2. Зависимость скорости реакции от концентрации субстрата окислителя (H_2O_2) в системе (II).

Полученные графическим методом в координатах Лайнуивера–Берка эффективные константа Михаэлиса и максимальная скорость реакции по субстрату восстановителю равные соответственно $27 \cdot 10^{-3}$ моль/л и $2,4 \cdot 10^{-5}$ моль/л·с (табл. 1) находятся в полном соответствии с данными представленными на Рисунке 1. Зависимости начальной скорости реакций пероксидазного окисления тиосульфата от концентрации пероксида водорода представлена на Рисунке 2. При малых концентрациях субстрата-окислителя эта зависимость носит линейный характер, что соответствует первому порядку реакции по основному субстрату. При концентрациях пероксида водорода больше 0,015 моль/л, кривая зависимости скорости реакции от его концентрации выходит на плато, т.е. порядок реакции по пероксиду водорода становится близким к нулю (табл. 1), что полностью соответствует схеме Михаэлиса-Ментен [12].

Установили, что максимальная скорость исследуемой реакции $6,2 \cdot 10^{-5}$ моль/л·с наблюдается при концентрации H_2O_2 равной 0,03 моль/л, а константа Михаэлиса по субстрату окислителю составляет $1,3 \cdot 10^{-3}$ моль/л (табл. 1), что говорит о значительно большей избирательности исследуемого фермента по отношению к субстрату-окислителю по сравнению с субстратом-восстановителем.

Результаты исследования зависимости активности исследуемого ферментного препарата, представленные на рисунках 3 и 4 показали, что максимальные скорость

реакции окисления тиосульфата ($w=3,6 \cdot 10^{-5}$ моль/л·с) и степень его конверсии ($\alpha=54\%$) достигаются в системе (V) в интервале температур $\Delta t_{\text{опт}}=16-40$ °С. Однако правило Вант-Гоффа в данных условиях не выполняется ($\gamma=1,4$).

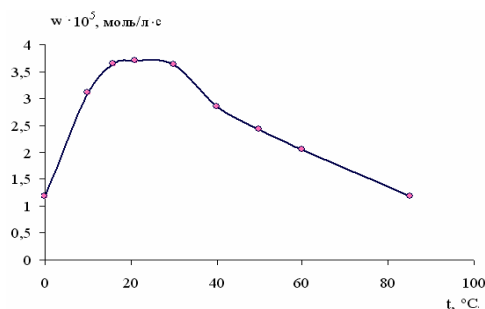


Рис.3. Зависимость начальных скоростей реакции ферментативного окисления тиосульфат-иона от температуры °С, (Система V).

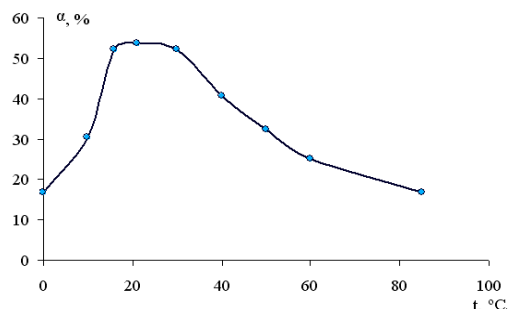


Рис.4. Зависимость степени конверсии тиосульфат-иона от температуры °С, (Система V).

ВЫВОДЫ

1. Определено, что средняя пероксидазная молярная активность фосфатно-буферного экстракта фермента относительно неорганического электронодонорного субстрата $S_2O_3^{2-}$ составляет 2,5 е.а.
2. Выявлено, что введение ферментного препарата в концентрации $C_{00}=20\%$ в систему $S_2O_3^{2-}-H_2O_2-H_2O$ на порядок увеличивает $k_{\text{эф}}$ окисления $S_2O_3^{2-}$, порядок реакции по тиосульфату при этом изменяется с 0,4 до 1, что подтверждает каталитическое действие фермента в данной системе.
3. Установлено, что эффективные значения константы Михаэлиса (K_m) и максимальная скорость (w_{max}) по субстрату-окислителю соответственно равны $1,3 \cdot 10^{-3}$ моль/л и $6,2 \cdot 10^{-5}$ моль/л·с, по субстрату-восстановителю – $27 \cdot 10^{-3}$ моль/л и $2,4 \cdot 10^{-5}$ моль/л·с.
4. Определены оптимумы концентраций субстратов окислителя и восстановителя и температурный интервал, позволяющие достичь максимальной эффективности окисления тиосульфат-иона в системе $S_2O_3^{2-}-H_2O_2-H_2O$ –пероксидаза; они равны $C_{\text{опт}}(S_2O_3^{2-})=0,03$ моль/л, $C_{\text{опт}}(H_2O_2)=0,03$ моль/л, $\Delta t_{\text{опт}}=16-40$ °С.

Список литературы

1. Рогожин В.В. Пероксидаза как компонент антиоксидантной системы живых организмов / Рогожин В.В. – М. : ГИАРД, 2004. – 240 с.
2. Андреева В.А. Фермент пероксидаза / В.А. Андреева– М. : Наука, 1988. – С.54–55.
3. Александрова Е.Ю. Изучение пероксидазной активности в экстрактах из корневища и корней хрена и ее стабильности к различным воздействиям / Е.Ю. Александрова, М.А. Орлова, П.Л. Нейман // Вестник Московского университета. Сер. Химия. – 2006. – Т. 47, – № 5. – С. 350–352.

4. Рогожин В.В. Аскорбиновая кислота – медленно окисляемый субстрат пероксидазы хрена. Биохимия / В.В. Рогожин, В.В. Верхотуров. – М. : МГУ, 1997. – 788 с.
5. Рогожин В.В. Роль индолил-3-уксусной кислоты в реакциях окисления быстро и медленно окисляемых субстратов пероксидазы / В.В. Рогожин, Т.В. Рогожина // Вестник Московского университета, Сер. 2. Химия. – 2004. – Т. 45, – № 6. – С. 423–428.
6. Айзенштадт М.А. Пероксидазное окисление лигнина и его модельных соединений / М.А. Айзенштадт, К.Г. Боголицын // Химия растительного сырья. – 2009. – № 2. – С. 5–18.
7. Селибер Г.Л. Большой практикум по микробиологии / Селибер Г.Л. – М. : Мир, 1962. – 492 с.
8. Основы аналитической химии. Практическое руководство / [В.И. Фадеева, Т.Н. Шеховцова, В.М. Иванов и др.]; под ред. Ю.А.Золотова. – [2 изд., испр.] – М.: Высшая школа, 2003. – С.294–297.
9. Стромберг А.Г. Физическая химия / А.Г. Стромберг, Д.П. Семченко – М. : Высш. шк., 2001. – 526 с.
10. Хан Г.А. Флотационные реагенты и их применение / Хан Г.А., Габриелова Л.И., Власова Н.С. – М. : Недра, 1986. – 146 с.
11. Васёха М.В. Окислительно-восстановительные процессы в системе $\text{Fe}(\text{OH})_3(\text{H}_2\text{SO}_4)\text{-Na}_2\text{SO}_3\text{-H}_2\text{O}$ с осаждением сульфита железа(II) – прекурсора для выделения Fe_2O_3 / М.В. Васёха, Д.Л. Мотов // Журн. прикладн. химии. – 2005. – Т. 78. – Вып. 1. – С. 41–44.
12. Багирова Н.А. Кинетика и катализ / Н.А. Багирова, Т.Н. Шеховцова. – М.: Наука, 1999. – С. 625.

Вяткіна О.В. Каталітична активність пероксидази редьки чорної відносно неорганічного субстрату $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ / О.В. Вяткіна, І.В. Лаврентьєва, М.О. Єрмакова // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2011. – Т. 24 (63), № 1. – С. 190-195.

У статті викладені результати досліджень, що підтверджують каталітичну дію пероксидази редьки чорної у системі з перекисом водню та тиосульфатом натрію. Визначені ефективні каталітичні параметри процесу що вивчався та середня молярна активність ферменту відносно тиосульфат-іону. Встановлено оптимальні концентрації субстратів окиснювача та відновника, та температурний інтервал, що дозволяє досягти максимальної ефективності окиснення досліджуваного субстрату.

Ключові слова: пероксидаза, кінетичні параметри, неорганічний субстрат, перекис водню.

Vyatkina O.V. Catalytic activity of peroxidase of a black radish with inorganic substrate $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ / O.V. Vyatkina, I.V. Lavrentieva, M.O. Ermakova // Scientific Notes of Taurida V.Vernadsky National University. – Series: Biology, chemistry. – 2011. – Vol. 24 (63), No. 1. – P. 190-195.

The article presents the results of studies confirming the catalytic effect of black radish peroxidase in the system with hydrogen peroxide and sodium thiosulphate. The effective kinetic parameters of the process being studied and the medium molar activity of the enzyme with thiosulphate ion were determined. Optimum concentration of substrate-oxidant and substrate-reductant and the temperature interval were established, allowing to reach maximum oxidation efficiency of the studied substrate.

Keywords: peroxidase, kinetic parameters, inorganic substrate, hydrogen peroxide.

Поступила в редакцію 24.03.2011 г.

УДК 544.018.2:544.472.3

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ СИСТЕМЫ ГЛИНА-ВОДА

Журавлева Е.С., Коханенко Е.В., Перишина Е.Д.

*Таврический национальный университет им. В.И.Вернадского, Симферополь, Украина
E-mail: koxanenko.ev@mail.ru*

При исследовании электрохимических свойств разбавленных суспензий природного и модифицированного бентонита выявлена корреляция между числами переноса протона и гидроксид-иона, природой электрода и влияние аниона. Установлена роль алюмосиликата в увеличении подвижности протона относительно подвижности протонов в воде. Экспериментально обнаружен эффект увеличения чисел переноса протона (относительно чисел переноса протонов в воде) в суспензиях природных и модифицированных бентонитов. Зафиксировано формирование протонного суспензионного электрода.

Ключевые слова: бентонит, вода, суспензия, числа переноса, протонная проводимость, суспензионный электрод

ВВЕДЕНИЕ

Суспензионные системы на основе алюмосиликатов широко используются в электрохимических устройствах, таких как топливные элементы и аккумуляторы. Это направление в настоящее время продолжает развиваться, а эволюция этих устройств нуждается в электролитах с высокой проводимостью в широком температурном диапазоне.

В работе [1] впервые было сообщено о возрастании электропроводности йодид-ионов на три порядка при 25 °С в суспензиях йодида лития, легированных 35–45 мольными процентами оксида алюминия относительно чистого LiI. Однако, существующие теории для конденсированных сред, в основе которых лежит классической допинг-механизм и создание дефектов Шоттки, не смогли объяснить многие явления в таких образцах. Впоследствии исследования проводимости в системах: AgI–Al₂O₃ [2], меди в CuCl–Al₂O₃ [3], фтора в PbF₂–SiO₂ и PbF₂–Al₂O₃ [4], и лития в полимер-керамических композиционных электролитах [5], подтвердили несостоятельность такого подхода. Современные представления о механизме проводимости базируются на рассмотрении не только собственно электродных реакций, но и процессов, происходящих в объеме, которые приводят к жесткому пространственному распределению заряда и устраняют эффекты, связанные с формированием и разрушением Дебаевской атмосферы. В работах [6–8] рассматривается возможность объемного формирования каналов ионной проводимости, что объясняет резкое увеличение подвижности ионов в таких системах. Поэтому изучение факторов, влияющих на механизм ионного транспорта,

и накопление новых экспериментальных данных являются актуальными и востребованными.

Целью настоящей работы было изучение условий, влияющих на подвижность ионов водорода и гидроксид-ионов в водных суспензиях природного и модифицированного бентонита.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве исходных материалов использовались: природный бентонит Дашуковского месторождения марки С₄Т₂, его модифицированная фосфат-ионами форма и дистиллированная вода. Модификация природного бентонита проводилась в соответствии с методом, описанным в работе [9]. Из этих материалов готовились водные суспензии с содержанием дисперсной фазы 0,5 %(мас.), что соответствует максимальной устойчивости суспензий во времени. Суспензии природного и модифицированного бентонитов готовились растворением соответствующих навесок в дистиллированной воде при длительном (в течение 30 мин.) перемешивании.

Числа переноса определялись методом Гитторфа на установке, в которой в качестве мембраны и центрального отсека использовался исследуемый бентонит для сохранения постоянной концентрации ионов. Установка состояла из U-образной трубки диаметром 1 см, в которую было помещено 2 г бентонита. Для опыта использовались графитовые и платиновые электроды. Площадь видимой поверхности графитовых электродов составляла – (12,73·2) см², платиновых – (0,81·2) см². Измерения проводились с использованием потенциостата ПИ-50-1.1 в потенциостатическом режиме. Задание потенциала осуществлялось при помощи программатора ПР-8. Для контроля количества электричества в цепь последовательно к электродам подключался миллиамперметр. В анодную камеру аппарата наливали дистиллированную воду, в катодную – 0,5% суспензию исследуемого бентонита. Электролиз проводили в различном временном интервале от 0,5 часа до 2,5 часов. Концентрацию ионов водорода и гидроксид-ионов определяли потенциометрически на иономере И-160.1 МП.

Эффективные числа переноса рассчитывались следующим образом:

Убыль концентрации в катодном или анодном пространствах пропорциональна подвижности иона с противоположным знаком, следовательно

$$\Delta a / \Delta k = l_+ / l_- \quad (1)$$

Прибавляя единицу к обеим частям равенства, найдем

$$t_- = \Delta k / (\Delta a + \Delta k) \quad (2)$$

и соответственно

$$t_+ = \Delta a / (\Delta a + \Delta k) \quad (3)$$

Результаты экспериментов рассчитывались и обрабатывались с использованием программы SigmaPlot 11.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Обнаружено значительное отличие в подвижности ионов водорода и гидроксид-ионов в ячейке с платиновыми электродами относительно графитовых электродов. В случае платиновых электродов (рис. 1, рис. 2) подвижность протонов как в природном бентоните, так и в фосфатированном образце очень высока. Но в модифицированном образце в течение 30 минут с момента начала электролиза наблюдаемая подвижность протонов и гидроксид-ионов соизмерима, что обусловлено более жестким координированием катионной и анионной подрешеток друг относительно друга фосфат-ионами. Со временем происходит разрушение этих подрешеток, однако модифицированный образец сохраняет свою структуру на протяжении всего времени электролиза, но при этом отличается более низкими числами переноса протона и сохраняет незначительную миграционную составляющую гидроксид-иона относительно природного образца.

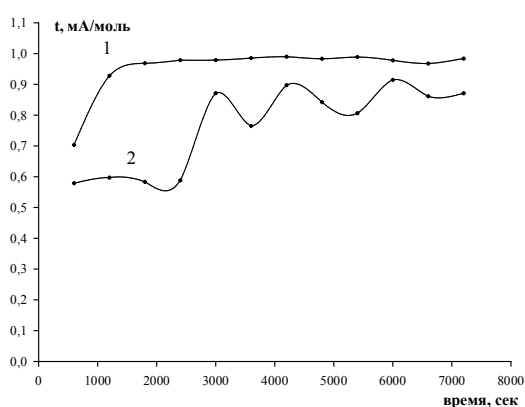


Рис. 1. Зависимость чисел переноса протона от времени. 1 – природный бентонит, 2 – бентонит, модифицированный фосфат-ионами

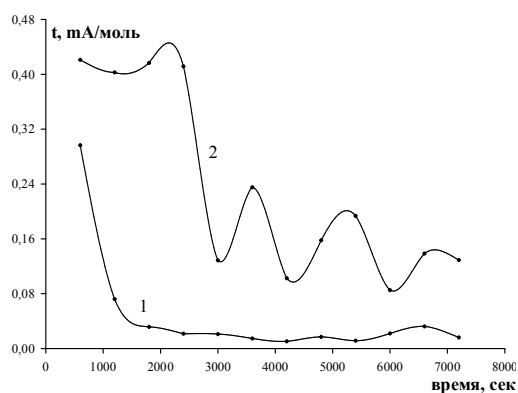


Рис. 2. Зависимость чисел переноса гидроксид-ионов от времени. 1 – природный бентонит, 2 – бентонит, модифицированный фосфат-ионами

В модифицированном бентоните движение протона осуществляется в основном за счет миграции, так как числа переноса не зависят от концентрации протонов (рис. 3), а движение гидроксид-ионов имеет в основном диффузионный характер, отличающийся концентрационной зависимостью (рис. 4).

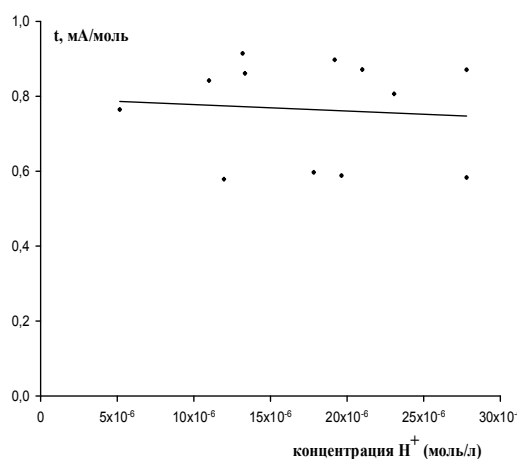


Рис. 3. Зависимость чисел переноса протона от концентрации протонов для бентонита, модифицированного фосфат-ионами

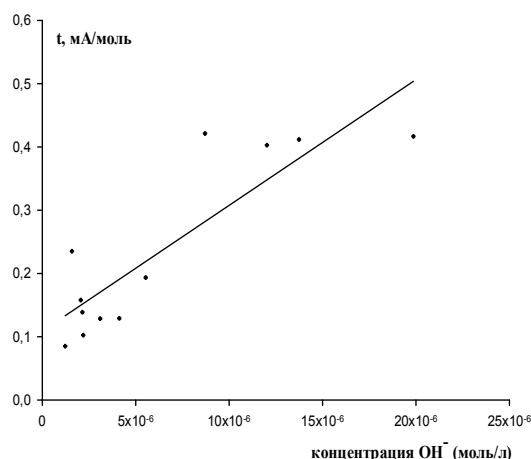


Рис. 4. Зависимость чисел переноса протона от концентрации гидроксид-ионов для бентонита, модифицированного фосфат-ионами

Наличие диффузионных ограничений на платиновых электродах в анодной области вызывается конкурентной реакцией окисления свободных ионов O^{2-} , образующихся в результате разрушения блоков Al_2O_3 [10] и обратимой адсорбции кислорода [11], которая формирует устойчивый слой, препятствующий разрядке гидроксид-ионов на платине. В случае графитовых анодов такой процесс исключается в силу высокой способности графитов к окислению. В результате чего активный кислород окисляет поверхность анода и не создает концентрационных градиентов, препятствующих протеканию анодной реакции. Поэтому на графитовых электродах наблюдается монотонное увеличение подвижности протона относительно воды до 2 раз по сравнению с гидроксид-ионами в суспензиях всех образцов в течение 120 мин. (рис. 5). После этого времени соотношение подвижностей выравнивалось и соответствовало значениям в воде. В природном бентоните конечные значения чисел переноса протона и гидроксид-ионов совпадали с водой (H^+ – 0,638 в воде и 0,690 в суспензии; OH^- – 0,361 в воде и 0,400 в суспензии), в то время как для фосфатированного образца число переноса H^+ возрастало на 70%, а OH^- – на 50% относительно чистой воды, что связано с разрушением подрешеток бентонита и формированием лиофильных систем, имеющих каналы проводимости.

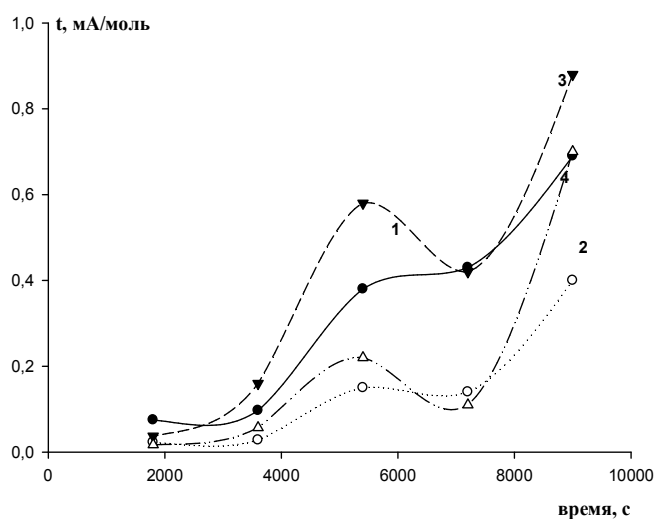


Рис. 5 Кинетика изменения чисел переноса протонов и гидроксид-ионов в суспензиях природного и модифицированного бентонита: 1 – протоны в природном бентоните, 2 – гидроксид-ионы в природном бентоните; 3 – протоны в модифицированном образце, 4 – гидроксид-ионы в модифицированном образце.

На графитовых электродах в модифицированном образце скорость движения протона превышает скорость движения гидроксид-иона, что не отмечается в природном бентоните (рис. 5). И через 1,5 часа электролиза число переноса гидроксид-иона становится соизмеримым по своему значению с числами переноса протона в суспензии природного бентонита. Отмечается, что со временем происходит оседание суспензии, но при этом наблюдается монотонное возрастание концентрации протонов и гидроксид-ионов и увеличение чисел переноса, что можно объяснить лиофильностью поверхности пористой мембраны относительно которой вода выступает слабым электролитом, то есть присутствие алюмосиликата увеличивает степень диссоциации воды. В этом случае, суспензия бентонита, как природного, так и модифицированного, может быть представлена в виде протонного суспензионного электрода, который устраняет диффузионную составляющую протонного переноса [12].

ВЫВОДЫ

1. Водные суспензии бентонитов способны резко повышать электропроводность электрохимических систем относительно классических электролитов в широком температурном диапазоне.
2. Экспериментально обнаружен эффект увеличения проводимости воды в суспензиях природных и модифицированных бентонитов.
3. В присутствии суспензий природных алюмосиликатов возможно формирование суспензионного электрода, проводящей фазой которого выступает протонированная поверхность алюмосиликата.

Список литературы

1. Smart M.C. Use of Organic Esters as Cosolvents in Electrolytes for Lithium-Ion Batteries with Improved Low Temperature Performance / M.C. Smart, B.V. Ratnakumar, S. Surampudi // Journal Electrochem. – 2002. – Vol. 149, No. 4. – P. A361–A370.
2. Liang C.C. Conduction Characteristics of the Lithium Iodide-Aluminum Oxide Solid / C.C. Liang // Journal Electrochem. – 1973. – Vol. 120. – P. 1289–1294.
3. Shahi K. Enhanced electrical transport in multiphase systems / K. Shahi, J.B. Wagner // Solid State Ion. – 1981. – Vol. 3, No. 4. – P. 295–302.
4. Jow T. The Effect of Dispersed Alumina Particles on the Electrical Conductivity of Cuprous Chloride / T. Jow, J.B. Wagner // Journal Electrochem. – 1979. – Vol. 126, No. 11. – P. 1963–1972.
5. Hariharan K. Enhancement of the Fluoride Vacancy Conduction in PbF_2 : SiO_2 and PbF_2 : Al_2O_3 Composites / K. Hariharan, J. Maier // Journal Electrochem. – 1995. – Vol. 142, No. 10. – P. 3469–3473.
6. Kumar B. Ionic Conductivity of Polymer-Ceramic Composites / B. Kumar, S.J. Rodrigues, L.G. Scanlon // Journal Electrochem. – 2001. – Vol. 148, – No. 10. – P. A1191–A1195.
7. Agrawal R.C. Superionic solid: composite electrolyte phase – an overview / R.C. Agrawal, R.K. Gupta // Journal of material science. – 1999. – Vol. 34, No. 6. – P.1131–1162.
8. Mikrajuddin A. Electrical Conduction in Insulator Particle—Solid-State Ionic and Conducting Particle-Insulator Matrix Composites A Unified Theory / A. Mikrajuddin, G. Shi, K. Okuyama // Journal Electrochem. – 2000. – Vol. 147, No. 8. – P. 3157–3165.
9. Патент на винахід № 84334. Україна. 2008. Бюл. № 19. МПК C12H 1/02. Спосіб обробки харчових матеріалів./ Першина К.Д., Каздобін К.О., Чирва В.Я., Карпушин М.О.
10. Дамаскин Б.Б. Основы теоретической электрохимии / Б.Б. Дамаскин, О.А. Петрий – М.: Высшая школа, 1978. – 239с.
11. Chemical model for dioxin destruction in aqueous medium: Electrocatalytic oxidation of dioxin-like substance simulating natural pollutant / G.A. Bogdanovsky, G.L. Vidovich, D.Yu. Kultin [et al.] // Applied Catalysis. A: General. – 2002. –Vol. 232. – P. 137–145.
12. Лосев А.В. Суспензионный и псевдооживленный электрод / А.В. Лосев, О.А. Петрий // в сб.: Итоги науки и техники, Электрохимия. – 1979. – Т. 14. – С. 120–167.

Журавльова К.С. Фактори, що впливають на електропровідність системи глина–вода / К.С. Журавльова, Є.В. Коханенко, К.Д. Першина // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2011. – Т. 24 (63), № 1. – С. 196-201.

При дослідженні електрохімічних властивостей розчинних водних суспензій природного та модифікованого бентоніту знайдена кореляція між числами переносу протону та гидроксид-іону, природой електроду та вплив аніону. Встановлено роль алюмосилікатів у збільшенні рухливості протона щодо води. Експериментально виявлено ефект збільшення чисел переносу протону в суспензіях природних і модифікованих бентонітів. Зафіксовано формування суспензійного електроду.

Ключові слова: бентоніт, вода, суспензія, числа переносу, протонна провідність суспензійний електрод.

Zhuravlyova K.S. Factors affecting the conductivity in the clay-water system / K.S. Zhuravlyova, E.V. Kokhanenko, K.D. Pershina // Scientific Notes of Taurida V. Vernadsky National University. – Series: Biology, chemistry. – 2011. – Vol. 24 (63), No. 1. – P. 196-201.

In studying the electrochemical properties of dilute suspensions of natural and modified bentonites correlation between protons and hydroxyl ions transfer numbers, nature of the electrode and anions influence was found. The role of aluminosilicate in the increased mobility of the proton compared to water was determined. The effect of increasing the numbers of proton transfer in suspensions of natural and modified bentonites was experimentally observed. The formation of the protonic suspension electrode was fixed.

Keywords: bentonite, water, suspension, transfer numbers, proton conductivity, suspension electrode.

Поступила в редакцію 18.03.2011 г.

УДК 544.723

СВОЙСТВА МЫЛЬНОГО ПУЗЫРЯ И ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ЕГО ОБРАЗОВАНИЯ ПРИ ИЗУЧЕНИИ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Корж Е.Н., Поляничев Д.В., Иванчихина О.П., Яковишин Л.А., Пахомов В.И.

*Севастопольский национальный технический университет, Севастополь, Украина
E-mail: chemsevntu@rambler.ru*

Теоретически и экспериментально показана возможность использования закономерностей образования мыльного пузыря в качестве модели сложных клеточных мембран животных и растений. Исследовано влияние концентрации водных растворов моющего средства Test на формирование тонкой жидкой пленки мыльного пузыря. Измерено поверхностное натяжение, вычислены поверхностная активность и адсорбция на границе раствор-воздух растворов с разной концентрацией ПАВ.

Ключевые слова: поверхностное натяжение, адсорбция, молекулы ПАВ, трехслойная пленка, мыльный пузырь.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время разработаны и успешно применяются в медицине, сельском хозяйстве и научном эксперименте различные методы криоконсервации. Криобанки различных органов, клеток и тканей с появлением клонирования все шире распространяются по всему миру. Криобиотехнологии находят широкое применение при производстве лекарственных средств и пищевых продуктов [1]. Актуальность изучения процессов при криоконсервации и реконсервации обусловлена тем, что сохранение целостности живых клеток остается сложной задачей, несмотря на все достижения современной науки.

Использование низких температур обеспечивает остановку биохимических процессов в клетках, в том числе останавливается обмен веществ и энергией с внешней средой, благодаря этому живые объекты могут сохраняться достаточно долго [2]. Однако при охлаждении живые клетки могут погибнуть. Основными повреждающими факторами при замораживании являются образование внутриклеточного льда и обезвоживание клетки. Так, при кристаллизации внутриклеточной воды разрушаются мембранные структуры; при потере воды (до 80–90 %) необратимо разрушаются третичные и четвертичные структуры белков и белковых комплексов, происходят также и другие криповреждения клеток [3]. Процесс заморозки биологических мембран происходит так же, как замораживание мыльного пузыря [4].

Биомембраны выполняют многие важные функции в живой клетке [5]. Мембраны в клетках животных и растений содержат 40–50 % липидов и 50–60 %

белков. Фосфолипиды, важнейшие составные части биомембран, имеют гидрофобные «хвосты» (радикалы жирных кислот) и полярные гидрофильные группы – «головы». В работе [5] было показано, что липосомы (агрегаты сферической формы) часто используют в качестве модели сложных клеточных мембран. В липосоме полярные или заряженные функциональные группы липида контактируют с водой, в то время как алкильные части молекул образуют гидрофобный слой. В такой бислойной структуре присутствует внутренняя водная область.

Целью данной работы является изучение свойств жидкой пленки мыльного пузыря и установление возможности использования ее в качестве модели сложных клеточных мембран животных и растений.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для проведения исследований были приготовлены водные растворы моющего средства Test с массовой долей 1, 5, 10, 20, 30, 50 и 70 %. Для исследования влияния концентрации раствора на равновесные процессы в поверхностном слое раствор-воздух измеряли поверхностное натяжение по методу наибольшего давления газовых пузырьков, предложенному Ребиндером. Измерение проводили не менее трех раз и в расчет величины поверхностного натяжения брали среднее значение. Время образования пузырьков воздуха составляло 10–20 секунд [6].

По результатам вычисления строили изотерму поверхностного натяжения $\sigma = f(C)$, затем ее графически дифференцировали. Находили значения производной $d\sigma/dC$ для ряда точек на кривой; вычисляли адсорбцию вещества на границе раствор-воздух в области малых концентраций по формуле Гиббса [7]:

$$\Gamma = -\frac{C}{RT} \cdot \left(\frac{d\sigma}{dC} \right)_{C \rightarrow 0},$$

где Γ – адсорбция вещества; C – концентрация вещества; R – универсальная газовая постоянная; T – температура, К.

По рассчитанным данным строили изотерму адсорбции поверхностно-активного вещества на границе раствор-воздух $\Gamma = f(C)$.

Поверхностную активность вещества в растворе определяли графически как наклон касательной, проведенной к кривой $\sigma = f(C)$ в точке пересечения ее с осью координат.

Пенообразующая способность растворов оценивали путём измерения объёма пены, которая образуется после встряхивания раствора в течении 10 мин. Время жизни мыльного пузыря измеряли в секундах. Исследования проводили при температуре 24 °С.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Поверхностно-активные вещества, присутствующие в водных растворах моющего средства Test, при малых концентрациях уменьшают поверхностное натяжение на границе раствор–воздух. Так, при концентрации раствора до 25 % поверхностное натяжение уменьшается от $77,12 \cdot 10^{-3}$ до $30,17 \cdot 10^{-3}$ Н/м. При дальнейшем увеличении концентрации раствора поверхностное натяжение растворов возрастает, достигая значения $186,9 \cdot 10^{-3}$ Н/м. Результаты представлены на Рис. 1.

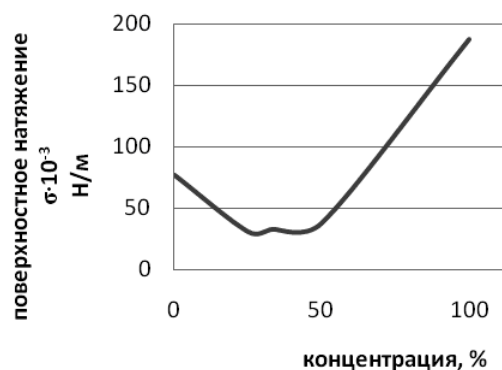


Рис. 1. Изотерма поверхностного натяжения.

Как показали исследования, при снижении поверхностного натяжения в 2,56 раза пенообразующая способность растворов при этом возрастает в 22 раза, а при концентрациях более 25 % пенообразующая способность уменьшается. Полученные данные представлены на Рис. 2.



Рис. 2. Влияние концентрации раствора на пенообразование.

Увеличение пенообразующей способности растворов моющего средства Test хорошо согласуются с результатами определения устойчивости пузыря на воздухе. Так, время жизни пузыря возрастает при увеличении концентрации раствора до 25 %, а при дальнейшем увеличении концентрации – уменьшается, что показано на Рис. 3.

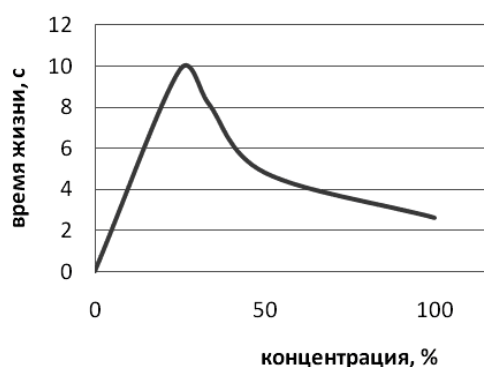


Рис. 3. Влияние концентрации раствора на время жизни пузыря.

Из полученных результатов следует, что в растворах моющего средства Test при концентрациях до 25 % поверхностное натяжение уменьшается (в 2,56 раза), следовательно, происходит самопроизвольное концентрирование вещества в поверхностном слое – адсорбция его на границе раствор–воздух. При этом поверхностная активность, которая является важнейшей адсорбционной характеристикой вещества, с ростом концентрации уменьшается от 0,93 до 0,21. Результаты расчетов адсорбции по формуле Гиббса показывают, что по мере увеличения концентрации до 25 % адсорбция увеличивается и достигает значения $3,07 \cdot 10^{-3}$ моль/м².

Молекулы ПАВ растворов моющего средства Test имеют гидрофобную углеводородную часть и полярные гидрофильные функциональные группы. В тонкой плёнке мыльного пузырька ($R_{\text{пузыря}} = 10^{-4}$ м, $h \approx 3 \cdot 10^{-7}$ м) адсорбция вещества происходит с двух сторон. Гидрофильная часть молекулы располагается внутри пленки, а гидрофобная часть обращена в сторону воздушной среды. Образуется замкнутая сферическая трехслойная структура: между двумя слоями ПАВ находится тонкая пленка раствора мыльного пузыря. В результате адсорбции ПАВ увеличивается пенообразующая способность растворов, но при увеличении концентрации свыше 25 % поверхностное натяжение возрастает, адсорбция уменьшается, пенообразующая способность снижается. Жидкая пленка пузыря становится менее прочной, устойчивость мыльного пузыря на воздухе уменьшается, что было подтверждено экспериментальным значительным снижением его времени жизни.

ВЫВОДЫ

Таким образом, в качестве модели сложных клеточных мембран можно использовать мыльный пузырь. Эластичная жидкая оболочка его имеет упорядоченную трёхслойную структуру и аналогична по строению биомембранам, выполняющим многие важные функции в живой клетке. Адсорбция молекул растворённого вещества объясняет возможность увеличения размеров мыльного пузырька, обеспечивает стабильность структуры жидкой плёнки и устойчивость газового пузырька в воздухе. В дальнейшем будет изучено влияние температуры на устойчивость тонкой пленки мыльного пузырька.

Список литературы

1. Muldrew K. Cryobiology. A short course / K. Muldrew. – Alberta: University of Calgary, 1999. – 125 p.
2. Белоус А.М. Криобиология / А.М. Белоус, В.И. Грищенко. – К.: Наукова думка, 1994. – 432 с.
3. Wolfw J. Cryobiology and anhydrobiology of cells / J. Wolfw, G. Bryant. – Sydney: University of New South Wales, 2004. – 240 p.
4. Завальский Л. Долгая жизнь мыльного пузыря / Л. Завальский. – Известия науки – <http://www.inauka.ru/blogs/article49071/print.html>.
5. Геннис Р. Биомембраны: Молекулярная структура и функции / Р. Геннис. – М.: Мир, 1997. – 624 с.
6. Материалы VI Междунар. научно-технич. конф. «Актуальные вопросы теоретической и прикладной биофизики, физики и химии. БФФХ–2010», 26–30 апр. 2010 г., Севастополь. – Севастополь: Изд-во СевНТУ. – 2010. – Т. 1. – С. 357–359.
7. Коган В.Е. Физическая химия: в 2 ч. / Коган В.Е., Зенин Г.С., Пенкина Н.В. – СПб: Изд-во РИО СЗТУ, 2005. – Ч. 2. – 2005. – 227 с.

Корж О.М. Властивості мильної бульбашки і можливість використання закономірностей її утворення при вивченні біологічних об'єктів / О.М. Корж, Д.В. Поляничев, О.П. Іванчихіна, Л.О. Яковшин, В.І. Пахомов // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2011. – Т. 24 (63), № 1. – С. 202-206.

Теоретично та експериментально показано можливість використання закономірностей утворення мильної бульбашки в якості моделі складних клітинних мембран тварин і рослин. Досліджено вплив концентрації водних розчинів миючого засобу Test на формування тонкої рідкої плівки мильної бульбашки. Виміряно поверхневий натяг, обчислено поверхнева активність і адсорбція на межі розчин-повітря розчинів з різною концентрацією ПАР.

Ключові слова: поверхневий натяг, адсорбція, молекули ПАР, тришарова плівка, мильна бульбашка.

Korzh E.N. Properties of soap bubbles and laws of the use of its formation in the study of biological objects / E.N. Korzh, D.V. Polyanchichev, O.P. Ivanchihina, L.A. Yakovishin, V.I. Pakhomov // Scientific Notes of Taurida V.Vernadsky National University. – Series: Biology, chemistry. – 2011. – Vol. 24 (63), No. 1. – P. 202-206.

Theoretically and experimentally demonstrated the possibility of using patterns of soap bubble formation as a model complex cell membranes of animals and plants. The effect of concentration of aqueous solutions of detergent Test on the formation of a thin liquid tape of soap bubble. It was measured surface tension, calculated surface activity and adsorption at the solution-air solutions with different concentrations of surfactants.

Keywords: surface tension, adsorption, surfactant molecules, three-layer tape, soap bubble.

Поступила в редакцію 15.03.2011 г.

УДК 547.455.623'233.1:612.014.46

**ИЗУЧЕНИЕ МЕЖФАЗНОЙ РЕАКЦИИ ГЛИКОЗИЛИРОВАНИЯ
ФЕНОЛА α -D-ГЛЮКОЗАМИНИЛХЛОРИДОМ ПРИ КАТАЛИЗЕ
ПОЛИЭТИЛЕНГЛИКОЛЕМ**

Лущик А.А., Курьянов В.О.

*Таврический национальный университет им. В.И.Вернадского, Симферополь, Украина
E-mail: luschtschik@mail.ru*

Проведенные нами исследования межфазного гликозилирования фенола α -D-глюкозаминилхлоридом в безводном ацетонитриле с использованием в качестве катализатора ПЭГ-1500 и в качестве основания безводного карбоната калия, показали, что ПЭГ на ряду с 15-краун-5 и ароматическими краун-эфиром является эффективным катализатором β -глюкозаминилирования фенолов. Было установлено, что наилучший выход фенолгликозида достигается в случае использования 3-кратного мольного избытка фенола при 4,5-кратном мольном избытке безводного основания и 10% (мольн.) ПЭГ в безводном ацетонитриле.

Ключевые слова: межфазный катализатор, ПЭГ, краун-эфир, гликозилирование, фенол.

ВВЕДЕНИЕ

Известно, что наряду с другими межфазными (МФ) катализаторами – краун-эфиром (КЭ), четвертичными аммонийными солями, линейные полиэфиролы – олиго- и полиэтиленгликоли, их простые моно- и диэфиры с молярной массой от 200 до 6000, неоднократно исследовались в качестве межфазных катализаторов во многих органических реакциях, в частности нуклеофильного замещения, окисления, дегалогенирования, хлорметилирования. Каталитическая активность ПЭГ изучалась как в системе «твердое основание–органический растворитель», так и «водный раствор основания–органический растворитель». Обнаружена высокая эффективность линейных полиэфиров в обеих системах. Довольно сложно сделать однозначный вывод относительно предпочтительного использования катализаторов с большей или меньшей молярной массой, хотя чаще авторами работ применялись ПЭГ с M_r в диапазоне 400-1000 [1–25].

В литературе нами найден единственный пример сравнительного использования ПЭГ как МФ катализатора в реакции гликозилирования β -дикарбонильных соединений ацетобромглюкозой в системе твердый фосфат калия–ацетонитрил, причем конкретных данных относительно каталитических свойств ПЭГ-400 в этой реакции авторами работы [26] не приводится. Отмечено, что использование ПЭГ-400 оказалось менее эффективным, нежели тетрабутиламмонийбромид.

Близость химической природы КЭ и ПЭГ, способность последних к образованию комплексов с катионами металлов [16, 24, 25], эффективность их использования в

нуклеофильных процессах [3, 5–7, 8, 10–13, 18, 23], позволили предположить, что и в изучаемом нами межфазном процессе глюкозаминилирования каталитическая активность ПЭГ будет сравнима с таковой у КЭ. Изучение межфазной реакции гликозилирования фенола **2** хлоридом **1** с использованием в качестве катализатора ПЭГ-1500 и основания – безводного K_2CO_3 , проводилось, как описано ниже.

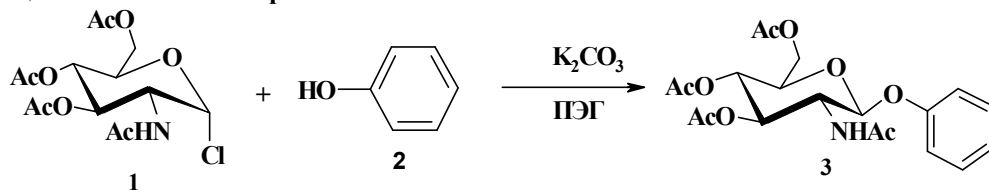
МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Смесь 300 мг хлорида **1** (0,82 ммоль), 113 мг (0,82 ммоль) или 509 мг (3,69 ммоль) безводного тонко измельченного карбоната калия (K_2CO_3), соответствующих количеств фенола **2** и ПЭГ перемешивали в различных объемах ацетонитрила (см. таблицы 1–4) до полного превращения субстрата (по данным ТСХ, Sorbfil-АФВ-УФ, «Сорбполимер», Россия). Реакционную смесь отфильтровывали от твердого остатка, осадок промывали на фильтре CH_3CN , растворитель удаляли досуха при пониженном давлении. Выделение индивидуальных веществ осуществляли колоночной хроматографией (КХ) на силикагеле Kieselgel 60 (0,063–0,200 мм), градиентное элюирование бензол → бензол–пропанол-2 (30:1).

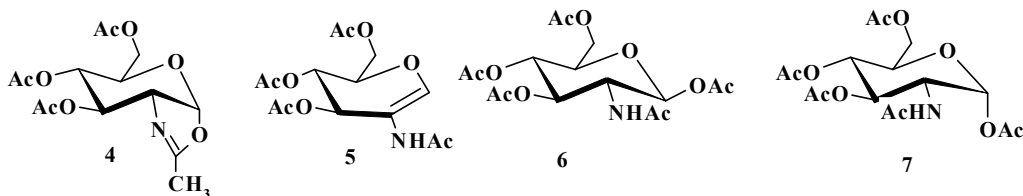
РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные экспериментальные данные (табл.1–4) позволяют выделить следующие особенности глюкозаминилирования фенола **2** в присутствии ПЭГ-1500 сравнительно с процессами, катализируемыми КЭ.

Общая схема гликозилирования



Побочные продукты реакции



В отличие от процессов в присутствии КЭ, гликозилирование, катализируемое ПЭГ-1500, протекало с лучшими выходами (66–70%) в безводном ацетонитриле при эквимольном соотношении субстрата **1**, фенола **2** и карбоната калия в диапазоне концентраций ПЭГ от 1 до 20% (мольн.), в то время как увеличение количества основания до 2–4,5 моль (по субстрату) не влияло на выход целевого гликозида **3** или повышало его незначительно (до 74%).

ИЗУЧЕНИЕ МЕЖФАЗНОЙ РЕАКЦИИ ГЛИКОЗИЛИРОВАНИЯ...

При высоких концентрациях катализатора выходы гликозида **3** понижались вследствие существенного увеличения вклада побочных процессов образования β -ацетата **5**, оксазолина **6**, 1,2-гликозеена **7** (табл. 1, 2).

Таблица 1
Результаты гликозилирования фенола 2 при эквимольном соотношении хлорида 1 и основания в присутствии ПЭГ-1500*

ПЭГ, % мольн.	Время, ч	Выход, %	Побочные продукты
1	16,0	66	β -ацетат 6
5	16,0	70	β -ацетат 6
10	10,0	68	β -ацетат 6 , оксазолин 4
20	10,0	70	β -ацетат 6 , оксазолин 4
50	6,0	47	β -ацетат 6 , оксазолин 4 , 1,2-гликозеен 5
100	5,0	42	β -ацетат 6 , оксазолин 4 , 1,2-гликозеен 5

Примечание: *Соотношение хлорид **1**:фенол **2**: K_2CO_3 = 1:1:1 (моль); 22 °С; растворитель – CH_3CN , 30 мл/1 г **1**.

Таблица 2
Результаты гликозилирования фенола 2 при избытке основания в присутствии ПЭГ-1500*

ПЭГ, % мольн.	K_2CO_3 , моль	Время, ч	Выход, %	Побочные продукты
1	2	3	4	5
1	4,5	15,0	61	β -ацетат 6 , 1,2-гликозеен 5
5	4,5	9,5	64	β -ацетат 6 , 1,2-гликозеен 5
10	4,5	7,5	66	β -ацетат 6 , 1,2-гликозеен 5 оксазолин 4 , др. продукты деструкции углеводов
20	4,5	7,5	59	β -ацетат 6 , 1,2-гликозеен 5 оксазолин 4 , др. продукты деструкции углеводов
50	4,5	4,0	43	β -ацетат 6 , 1,2-гликозеен 5 , оксазолин 4 , др. продукты деструкции углеводов
100	4,5	4,0	39	β -ацетат 6 , 1,2-гликозеен 5 , оксазолин 4 , др. продукты деструкции углеводов
10	2	9,0	74	β -ацетат 6 , 1,2-гликозеен 5
10	3	7,0	69	β -ацетат 6 , 1,2-гликозеен 5
10**	4,5	11	49	β -ацетат 6 , 1,2-гликозеен 5 оксазолин 4 , др. продукты деструкции углеводов
10***	4,5	8	69	β -ацетат 6 , 1,2-гликозеен 5 , оксазолин 4 , α -ацетата 7 др. продукты деструкции углеводов

Примечания:

*Соотношение хлорид **1**:фенол **2** : = 1:1:(моль); при 22 °С; растворитель – CH_3CN /1, 30 мл/г;

**растворитель – ацетон/1, 30 мл/г;

***растворитель – дихлорметан/1, 30 мл/г, 52 °С.

Принципиальным отличием катализа ПЭГ-1500 сравнительно с реакцией в присутствии КЭ, является значительное повышение выхода фенолгликозида **3** при использовании избытка основания (4,5 моль) и 2–4,5-кратного избытка (по субстрату) фенола **2** (табл. 3). Важно, что в этом случае β-элиминирование, существенно понижавшее выход основного продукта реакции при катализе 15К5, не наблюдалось вообще, а вклад других побочных процессов – образование аномерных ацетатов **5** и **7**, был незначительным, что и обусловило достаточно высокие (77–84%), выходы глюкозаминида **3**. Причем максимальный выход – 84%, наблюдался при трехкратном избытке гликозил-акцептора **2**.

Таблица 3

Результаты гликозилирования избытка фенола 2 при 4,5-кратном мольном избытке основания в присутствии ПЭГ-1500*

ПЭГ, % мольн.	Фенол, моль	Время, ч	Выход, %	Побочные продукты
10	2	6,0	77	β-ацетат 6 и α-ацетата 7
10	3	5,5	84	α-ацетата 7
10	4,5	8	81	α-ацетата 7

Примечание: *при 22 °С; растворитель – CH₃CN/1, 30 мл/г

Подобная разница в результатах обнаружена и при увеличении объема растворителя в присутствии 4,5 моль К₂СО₃ (табл. 4). При этом конверсия хлорида **1** в продукт **3** увеличивалась как при эквимольном соотношении гликозил-донора **1** и гликозил-акцептора **2**, так и при мольном соотношении **1**: **2** = 1:3. Степень превращения α-хлорида **1** возрастала при увеличении объема ацетонитрила в 1,5–2,5 раза, причем максимальный выход (79 и 88%) достигался в случае двукратного увеличения объема растворителя. Отметим, что в условиях стехиометрического соотношения субстрата **1** и реагента **2** единственным побочным продуктом был гликозеен **5**, в то время как при избытке фенола **1** по ТСХ регистрировалось образование только α-ацетата **7** (табл. 4).

Таблица 4

Результаты гликозилирования фенола при 4,5-кратном избытке основания и разбавлении в присутствии ПЭГ-1500*

ПЭГ, % мольн.	Фенол, моль	CH ₃ N/1, мл/г	Время, ч	Выход, %	Побочные продукты
10	1	60/1	9,0	79	1,2-гликозеен 5
10	1	75/1	14,0	74	1,2-гликозеен 5
10	3	60/1	8,0	88	α-ацетата 7
10	3	45/1	6,0	83	α-ацетата 7
10	3	75/1	9,0	84	α-ацетата 7

Примечание: * при 22 °С; растворитель – CH₃CN/1, 30 мл/г

Таблица 5

Результат гликозилирования фенола 2 при повышенной температуре в присутствии ПЭГ-1500*

Кат., % мольн	Фенол, моль	CH ₃ N/1, мл/г	t, °C	Время, мин	Выход, %	Побочные продукты
5	1	30	50	70	65	1,2-гликозеен 5
10	1	30	50	45	66	1,2-гликозеен 5
5	1	30	80	28	56	β-ацетат 6, 1,2-гликозеен 5 оксазолин 4, др. продукты деструкции углеводов
10	1	30	80	15	62	β-ацетат 6, 1,2-гликозеен 5 оксазолин 4, др. продукты деструкции углеводов
5	1	60	50	140	55	1,2-гликозеен 5, оксазолин 4.
10	1	60	50	155	70	1,2-гликозеен 5, оксазолин 4.
5	1	60	80	35	48	β-ацетат 6, 1,2-гликозеен 5, оксазолин 4, др. продукты деструкции углеводов
10	1	60	80	40	57	β-ацетат 6, 1,2-гликозеен 5, оксазолин 4, др. продукты деструкции углеводов
5	3	60	50	160	80	1,2-гликозеен 5
10	3	60	50	180	74	1,2-гликозеен 5
5	3	60	80	50	75	1,2-гликозеен 5, β-ацетат 6, α-ацетата 7
10	3	60	80	50	76	1,2-гликозеен 5, β-ацетат 6, α-ацетата 7

Примечание: *Соотношение хлорид 1:K₂CO₃ = 1:4,5 (моль)

Повышение температуры реакционной смеси (табл. 5), так же как и в случае катализа КЭ 15К5, лишь ожидаемо ускорило реакцию, однако выход целевого продукта 3 оказывался ниже, чем в этих же процессах, протекавших при 20–22 °С (табл. 1–4).

Нами исследована возможность применения в качестве растворителей в данном процессе ацетона и дихлорметана. Из Табл. 2 следует, что ацетон заметно уступает ацетонитрилу, а результаты гликозилирования фенола 2 в дихлорметане сопоставимы с результатами, полученными в ацетонитриле. Применение в качестве основания Na₂CO₃ приводило преимущественно к образованию оксазолина 5, а 100% конверсия хлорида 1 не достигалась.

Сравнение полученных данных с результатами O-β-гликозилирования фенола 2 перацетатом α-D-глюкозаминилхлорида 1 в системе «твердый карбонат калия–ацетонитрил» с применением полиэтиленгликоля ПЭГ-4000 как межфазного катализатора, показало, что его эффективность в данном процессе оказалась ниже, чем ПЭГ-1500 что хорошо согласуется с литературными данными [27].

ВЫВОДЫ

1. В результате проведенных исследований было установлено, что ПЭГ является эффективным катализатором β -глюкозаминирования фенолов. Выявлены закономерности и особенности глюкозаминирования фенола **2** в присутствии ПЭГ-1500 сравнительно с процессами, катализируемыми 15-краун-5.
2. Образование фенолгликозида **3** с лучшим выходом (88%) происходит в результате гликозилирования 3-кратного мольного избытка фенола **2**, при 4,5-кратном мольном избытке основания и 10% (мольн.) ПЭГ в ацетонитриле.

Список литературы

1. Yanagida S. Metal-ion complexation of noncyclic poly(oxyethylene) derivatives. III. Complexation in aprotic solvent and isolation of their solid complexes / S. Yanagida, K. Takahashi, M. Okahara // *Bull. Chem. Soc. Jpn.* – 1978. – Vol. 51, № 11. – P. 3111–3120.
2. Starks Ch.M. Phase-transfer catalysis: fundamentals, applications, and industrial / Ch.M. Starks, Ch.L. Liotta, M. Halpern. – Chapman&Hall, Inc., New-York – 1994. – P. 162–162.
3. Sukata K. N-Alkylation of pyrrole, indole, and several other nitrogen heterocycles using potassium hydroxides as a base in the presence of polyethylene glycols or their dialkyl ethers / K. Sukata // *Bull. Chem. Soc. Jpn.* – 1983. – Vol. 56, № 1. – P. 280–284.
4. El Massry A.M. A novel reductive dehalogenation using potassium hydroxide/polyethylene glycol (400)/xylene mixtures / A.M. El Massry, A. Amer // *Synth. Comm.* – 1990. – Vol. 20, № 8. – P. 1091–1094.
5. Hamaide T. Efficient N-alkylation of pyrrole under solid triphase transfer catalysis conditions. Application to N-oxyalkyl pyrroles / T. Hamaide // *Synth. Comm.* – 1990. – Vol. 20, № 18. – P. 2913–2920.
6. Abribat B. Etherification of alcohols in the absence of solvent: catalytic function of polyethers in a solidliquid medium / B. Abribat, Y. Le Bigot, A. Gaset // *Synth. Comm.* – 1994. – Vol. 24, № 15. – P. 2091–2096.
7. Properties and synthetic utility of N-substituted benzotriazoles / A.R. Katritzky, X. Lan, J.Z. Yang [et al.] // *Chem. Rev.* – 1998. – Vol. 98. – P. 409–548.
8. Wang W.-G. Selective etherification of calixarenes / W.-G. Wang, Q.-Y. Zheng, Z.-T. Huang // *Synth. Comm.* – 1999. – Vol. 29, № 21. – P. 3711–3718.
9. Phase transfer catalyzed syntheses of 4-carboxylphenoxyacetic acid derivatives / X. Wang, Zh. Li., Yu. Da [et al.] // *Synth. Comm.* – 1999. – Vol. 29, № 23. – P. 4153–4161.
10. Wei T.B. Facile and effective synthesis of N-aryl-2-furancarboxamides derivatives under the condition of phase transfer catalysis / T.-B. Wei, Y.-M. Zhang // *Synth. Comm.* – 1999. – Vol. 29, № 17. – P. 2943–2947.
11. Synthesis of three new macrocyclic tetraamide ligands / Z. Mo, W. Yang, J. Gao [et al.] // *Synth. Comm.* – 1999. – Vol. 29, № 12. – P. 2147–2153.
12. Lehmkul H. Phasentransfer-Katalyse durch offenkettige Polyäthylenglykol-Derivate; I. Substitutionsreaktionen von Benzylbromid mit Kaliumsazeten / H. Lehmkul, F. Rabet, K. Hauschild // *Synthesis.* – 1977. – № 3. – P. 184–186.
13. Activation nucleophile par les polyoxydes d'ethylene / S. Slaoui, R. Le Goaller, J.L. Pierre [et al.] // *Tetrahedron Lett.* – 1982. – Vol. 23, № 16. – P. 1681–1684.
14. Lee D.G. Oxidation of hydrocarbons. 8. Use of dimethyl polyethylene glycol as a phase transfer agent for the oxidation of alkenes by potassium permanganate / D.G. Lee, V.S. Chang // *J. Org. Chem.* – 1978. – Vol. 43, № 8. – P. 1532–1536.
15. Harris J.M. Poly(ethylene glycol) ethers as recoverable phase-transfer agents in permanganate oxidation / J.M. Harris, M.G. Case // *J. Org. Chem.* – 1983. – Vol. 48, № 26. – P. 5390–5392.
16. Gokel G.W. Binding profiles for oligoethylene glycols and oligoethylene glycol monomethyl ethers and an assessment of their abilities to catalyze phase-transfer reactions / G.W. Gokel, D.M. Goli, R.A. Schultz // *J. Org. Chem.* – 1983. – Vol. 48, № 17. – P. 2837–2842.
17. Kimura Y. Poly(ethylene glycols) and poly(ethylene glycol)-grafted copolymers are extraordinary catalysts for dehydrohalogenation under two-phase and three-phase conditions / Y. Kimura, S.L. Regen // *J. Org. Chem.* – 1983. – Vol. 48, № 2. – P. 195–198.
18. Phase-transfer catalysis by poly(ethylene glycol)s of β -thioethyl chloride reactions / J.M. Harris,

- M.S. Paley, M.R. Sedaghat-Herati [et al.] // J. Org. Chem. – 1985. – Vol. 50, № 25. – P. 5230–5233.
19. Phase transfer catalyzed syntheses of diaryl 1,2-phenylene dioxydiacetates and N-aryl-5-(2-chlorophenyl)-2-furamides / X. Wang, Zh. Li, L. Gao [et al.] // Synth. Comm. – 2000. – Vol. 30, № 12. – P. 2083–2089.
 20. An inexpensive and convenient procedure for chloromethylation of aromatic hydrocarbons by phase transfer catalysis in aqueous media / Y.L. Hu, M. Lu, Q. Ge [et al.] // J. Chil. Chem. Soc. – 2010. – Vol. 55, № 1. – P. 97–102.
 21. A highly efficient synthetic method for the preparation of 3,4-dimethylbenzaldehyde from o-xylene in aqueous media / Y.L. Hu, M. Lu, Q.F. Liu [et al.] // J. Iran. Chem. Soc. – 2010. – Vol. 7, № 2. – P. 487–494.
 22. Improved preparation of 3,3,4,4-tetramethyldiphenylethane by self coupling reaction in aqueous media / Y.L. Hu, M. Lu, Q.F. Liu [et al.] // J. Chinese Chem. Soc. – 2009. – Vol. 56. – P. 1056–1063.
 23. Synthesis and biological activities of O-alkylguanine derivatives / Y.L. Hu, Q. Ge, M. Lu [et al.] // Bull. Chem. Soc. Ethiop. – 2010. – Vol. 24, № 3. – P. 425–432.
 24. Количественная оценка макроциклического эффекта / И.С. Зайцева, П.В. Ефимов, В.Ю. Холодова [и др.] // Вісник Харківського національного університету. – 2008. – № 820. – Хімія. – Вип. 16. – С. 39.
 25. Abribat B. Etherification of alcohols in the absence of solvent: catalytic function of polyethers in a solid/liquid medium / B. Abribat, Y. Le Bigot, A. Gaset // Synth. Comm. – 1994. – Vol. 24, № 15. – P. 2091–2096.
 26. Meng-Shen C. Studies on glycosides XXI. Solid-liquid phase transfer catalyzed reaction of tetra-O-acetylglycopyranosyl bromide with active methylene compounds / C. Meng-Shen, L. Run-Tao, Q. Zhu // Synthetic Communications, Vol. 27, – № 8, – P. 1351–1357.
 27. Курьянов В.О. Межфазное гликозаминирование фенолов, катализируемое полиэтиленгликолем / В.О. Курьянов, У.С. Прискока, Т.А. Чупахина, В.Я. Чирва // Биоорган. химия. – 2005 – Т. 31, – №3. – С. 335–336.

Лущик О.О. Вивчення міжфазної реакції глікозилювання фенолу α -D-глюкозамінілхлоридом при каталізі поліетиленгліколем / О.О. Лущик, В.О. Кур'янов // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2011. – Т. 24 (63), № 1. – С. 207-213.

Проведені нами дослідження міжфазного глікозилювання фенолу α -D-глюкозамінілхлоридом у безводному ацетонітрилі з використанням в якості каталізатора ПЕГ-1500 і як основи безводного карбоната калію показали, що ПЕГ також як і 15-краун-5 і ароматичні краун-етери є ефективними каталізаторами β -глюкозамінілювання фенолів. Було встановлено, що найкращий вихід фенілглікозида досягається у разі глікозилювання 3-кратного молярного надлишку фенолу, при 4,5-кратному молярному надлишку безводного карбоната калію, 10% (мольн.) ПЕГ у безводному ацетонітрилі.

Ключові слова: глікозилювання, міжфазний каталіз, ПЕГ, 15-краун-5, фенол.

Lushik A.A. Studying of interphase reaction of phenol glycosilation by α -D-glucosaminilchloride with polyethyleneglykol catalysis / A.A. Lushik, V.O. Kuryanov // Scientific Notes of Taurida V.Vernadsky National University. – Series: Biology, chemistry. – 2011. – Vol. 24 (63), No. 1. – P. 207-213.

In the phase transfer system "solid calcium carbonate-acetonitrile", peracetate α -D-glucosaminylchloride glycosilate phenol catalyzed PEG. It was set that the best yield of O-phenilglycosides arrived at in case of glycosilation of 3-multiple molar excess of phenol, at 4,5-multiple molar excess of the dry base, 10% (mol.) PEG and in dry acetonitrile.

Keywords: glycosylation, phase transfer catalysis, PEG, 15-crown-5, phenol.

Поступила в редакцію 21.03.2011 г.

УДК 535.343.3:546.823

СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТИТАНА(III) ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СЕРНОКИСЛЫХ РАСТВОРАХ

Федоренко А.М., Крымова В.В., Федоренко А.А., Говоров Е.И., Асанова З.Д.

*Таврический национальный университет им. В.И.Вернадского, Симферополь, Украина
E-mail: fedoram37@gmail.com*

Разработана экспресс-методика селективного контроля концентрации ионов Ti^{3+} спектрофотометрическим методом. Изготовлен и опробован оптический прибор-анализатор, с помощью которого можно осуществлять определение концентрации Ti^{3+} в сернокислых растворах в анаэробных условиях. Найдена функциональная зависимость показаний оптического прибора-анализатора от концентрации ионов Ti^{3+} .

Ключевые слова: определение титана(III), оптический прибор-анализатор.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время технология производства пигментного диоксида титана сульфатным способом является распространенной во многих странах мира. Установлено, что в процессе производства диоксида титана необходимо контролировать концентрацию титана(III) как блокиратора ионов железа(III). На предприятиях для определения концентрации ионов Ti^{3+} широко применяется титриметрический метод с использованием железоаммонийных квасцов и роданида аммония [1]. Использование этого метода не является эффективным из-за затрат большого количества времени и окисления Ti^{3+} в присутствии кислорода воздуха. Потеря точности количественного определения Ti^{3+} происходит вследствие контакта с воздухом при взятии аликвоты и титровании растворов. Все эти факторы приводят к получению неточной информации со значительной задержкой во времени.

Целью данного исследования является разработка более эффективного метода непрерывного аналитического контроля концентрации Ti^{3+} в ходе производства диоксида титана.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектами исследования были растворы $Ti_2(SO_4)_3$, которые готовили из технологического раствора № 1, полученного с ЗАО «КРЫМСКИЙ ТИТАН» (первая линия), с концентрацией $Ti^{3+} = 4 \text{ г/дм}^3$ и концентрацией $TiOSO_4 = 210 \text{ г/дм}^3$. Для приготовления растворов использовали 30% раствор H_2SO_4 с плотностью $1,22 \text{ г/дм}^3$. Все операции проводили в инертной атмосфере CO_2 , полученного из аппарата Киппа, для исключения процесса окисления Ti^{3+} в Ti^{4+} [2].

СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТИТАНА(III)...

Контрольные растворы титана(III) готовили следующим образом. С помощью ареометра измерили плотность технологического раствора $Ti_2(SO_4)_3$ № 1 $\rho=1,582$ г/дм³.

Рассчитывали объемы технологического раствора № 1 и 30% раствора H_2SO_4 , необходимые для приготовления 100 граммов контрольного раствора с массовой долей исходного раствора № 1 100 %, 90 %, 80 %, 70 %, 60 % и 50 %.

$$V(\text{раствора №1}) = \frac{m}{\rho} = \frac{100(z) \cdot \omega(\%)}{1,582(z/л) \cdot 100\%} \quad (1)$$

$$V(H_2SO_4) = \frac{m}{\rho} = \frac{100(z) \cdot \omega(\%)}{1,22z/л \cdot 100\%} \quad (2)$$

Массовая доля Ti^{3+} в этих растворах рассчитали по формуле:

$$\omega(Ti^{3+}) = \frac{V_{p-ра№1}(мл) \cdot 0,004 z/мл}{100z} \cdot 100\% = V_{p-ра№1} \cdot 0,004 \quad (3),$$

где 0,004 – содержание Ti^{3+} в технологическом растворе № 1, выраженное в граммах на миллилитр.

Таблица 1
Расчет объемов для приготовления растворов сульфата титана(III)

№ колбы	w p-ра №1 %	w p-ра H_2SO_4 %	w Ti^{3+} %	V p-ра № 1, мл	V p-ра H_2SO_4 с w=30%, мл
1	100	0	0,2528	63,2	0
2	90	10	0,2275	56,9	8,2
3	80	20	0,2023	50,6	16,4
4	70	30	0,1770	44,3	24,6
5	60	40	0,1517	37,9	32,8
6	50	50	0,1262	31,6	41,0

Объемы измеряли с помощью бюретки на 100 мл, заполненной CO_2 . Хранение растворов осуществляли в склянках с притертыми пробками. Приготовленные растворы анализировали с помощью оптического прибора-анализатора, сконструированного в лаборатории технической электрохимии. На Рисунке 1 представлена схема прибора-анализатора.

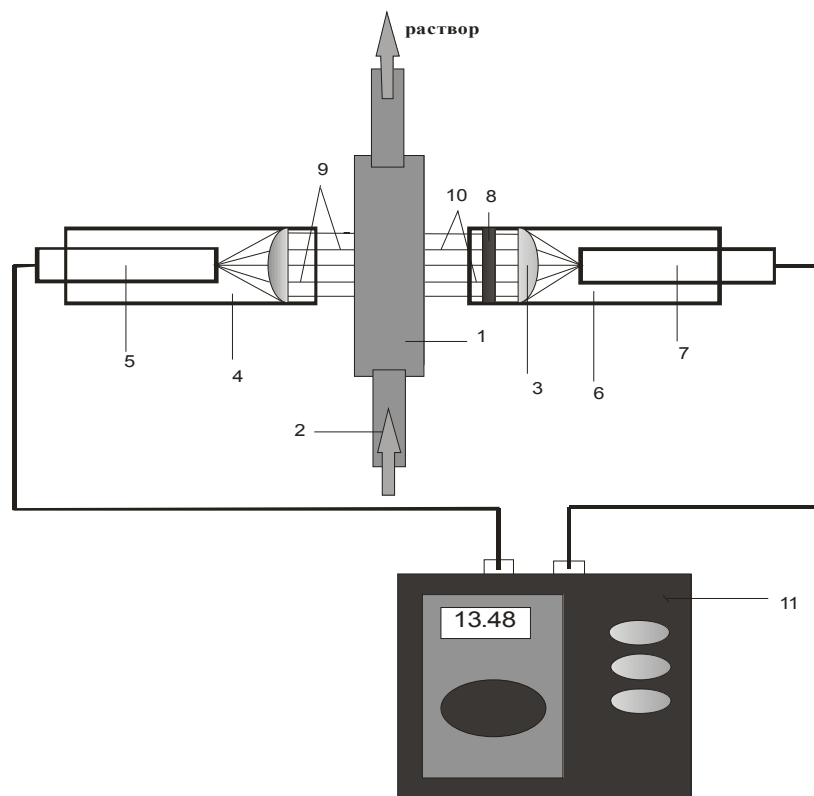


Рис. 1. Схема оптического прибора-анализатора для анаэробного метода анализа растворов:

1 – проточная кювета, 2 – подвод раствора, 3 – линза-конденсор, 4 – корпус для светодиода, 5 – светодиод, 6 – корпус для фотодиода, 7 – фотодиод, 8 – интерференционный светофильтр, 9 – падающий поток света, 10 – прошедший поток света, 11 – регистрирующее устройство (цифровой вольтметр).

Работа оптического анализатора основана на использовании электромагнитного излучения с узким диапазоном длин волн (420-490 нм), приходящимся на максимум поглощения сульфатных комплексов титана(III). Исследования проводились в интервале концентраций ионов $Ti(III)$ 2–4 г/дм³ в атмосфере диоксида углерода.

В Табл. 2 представлены результаты показаний напряжения (В) на регистрирующем вольтметре в зависимости от концентрации Ti^{3+} в растворе.

Таблица 2
Зависимость показаний анализатора от концентрации титана(III) в растворе

№ колбы	Концентрация Ti^{3+} , г/дм ³	Напряжение на вольтметре, В
1	4,0	0,18
2	3,6	0,41
3	3,2	0,98
4	2,8	2,45
5	2,4	6,29
6	2,0	11,84

Концентрацию ионов Ti^{3+} в г/дм³ вычисляли по формуле:

$$m = \frac{\omega_{\text{раствора}}(\%) \cdot 4(\text{г/дм}^3)}{100\%} \quad (4)$$

На основании данных таблицы 2 с помощью программы OriginPro 7.5 получен калибровочный график зависимости напряжения (В) от концентрации ионов Ti^{3+} (рис. 2).

Из графика видно, что увеличение концентрации титана(III) сопровождается уменьшением показаний прибора-анализатора от 11,84 до 0,18 В.

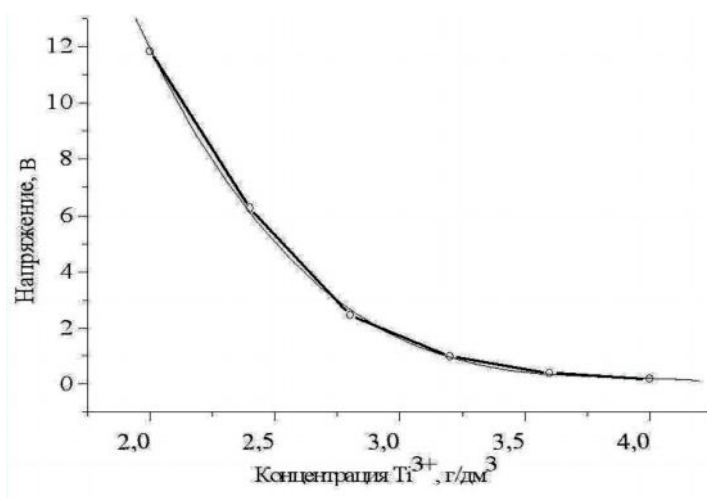


Рис. 2. Калибровочный график зависимости величины напряжения от концентрации сульфата титана(III) в сернокислых растворах.

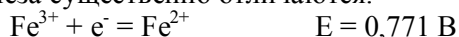
Функциональная зависимость напряжения от концентрации ионов Ti^{3+} описывается следующим полиномом:

$$F = 98,86 - 75,58x + 19,37x^2 - 1,66x^3,$$

где: F – напряжение анализатора (В)
x – концентрация ионов Ti^{3+} , г/дм³.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

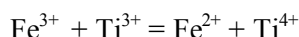
Известно, что окислительно-восстановительные потенциалы ионов титана и железа существенно отличаются.



В этом случае разность окислительно-восстановительных потенциалов системы составляет:

$$E_{Ox} - E_{Red} = 0,771 - (-0,04) = 0,811 \text{ В}$$

Это дает право говорить о принципиальной возможности протекания следующего процесса:



Экспериментально установлено, что области поглощения ионов Fe^{3+} , Fe^{2+} , Ti^{4+} , Ti^{3+} в растворах серной кислоты в области электронных спектров не перекрываются и имеют явно выраженные максимумы [3]. Для сульфата железа(III) при концентрации $1,2 \cdot 10^{-4}$ моль/дм³ максимум поглощения находится в области 310 нм. В 1,0 М растворе серной кислоты оптическая плотность достигает значения 0,3. При повышении концентрации серной кислоты максимум поглощения заметно смещается в длинноволновую область. Сульфатные комплексы железа(II) в технологических растворах поглощают в области 930 нм. Сами же сульфатные комплексы титана(IV) имеют интенсивную полосу поглощения в дальней ультрафиолетовой области с $\lambda = 224$ нм. Максимум поглощения для сульфатных комплексов титана(III) находится в области 460–520 нм.

Таким образом, использование электромагнитного излучения с узким диапазоном длин волн, приходящимся на максимум поглощения сульфатных комплексов титана(III), позволяет качественно и количественно определять присутствие ионов Ti^{3+} в производственном процессе в течение 10–20 секунд без контакта с воздухом.

ВЫВОДЫ

1. На основании экспериментальных исследований выявлена возможность применения оптического метода для контроля концентрации ионов Ti^{3+} в ходе промышленного производства диоксида титана сульфатным способом.

2. Разработан и изготовлен оптический прибор-анализатор, с помощью которого возможно осуществлять определение концентрации Ti^{3+} в сернокислых растворах.
3. В результате испытаний прибора-анализатора установлено, что лежащая в основе методика, позволяет быстро и селективно определять содержание Ti^{3+} в сернокислых растворах.
4. Найдена функциональная зависимость показаний оптического прибора-анализатора от концентрации титана(III), которая описывается полиномом

$$F = 98,86 - 75,58x + 19,37x^2 - 1,66x^3$$

Список литературы

1. Производство двуокиси титана пигментной сульфатным способом / [Скомороха В.Н., Зареченный В.Г., Воробьева В.П., Вакал С.В.]. – Сумы АТЗТ «Арсенал-Пресс». 2002. – 204 с.
2. Зологов Ю.А. Основы аналитической химии / Зологов Ю.А. – М.: Высшая школа, 2000. – 351 с.
3. Спектрофотометрическое определение титана(III) и (IV), железа(III) и (II) в сернокислотных растворах // А.М. Федоренко, Э.А. Курмачев, Ю.И. Цибрий [и др.] // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2006. – Т. 19, № 2. – С. 134–138.

Федоренко О.М. Визначення спектрофотометрії титану(III) в технологічних сірчаноокислих розчинах / О.М. Федоренко, В. В Кримова, А.О Федоренко, Е.І Говоров, З.Д. Асанова // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2011. – Т. 24 (63), № 1. – С. 214-219.

Розроблено експрес-методику селективного контролю концентрації іонів Ti^{3+} спектрофотометричним методом. Виготовлений і випробуваний оптичний прилад-аналізатор, за допомогою якого можна здійснювати визначення концентрації Ti^{3+} у сірчаноокислих розчинах безконтактним способом. Знайдено функціональна залежність показань оптичного аналізатора від концентрації Ti^{3+} .

Ключові слова: визначення титану(III), оптичний прилад-аналізатор.

Fedorenko A.M. Determination of spectrophotometry of titan(III) is in technological sulphuric acid solutions / A.M. Fedorenko, V.V. Krimova A.A. Fedorenko., E.I. Govorov, Z.D. Asanova // Scientific Notes of Taurida V.Vernadsky National University. – Series: Biology, chemistry. – 2011. – Vol. 24 (63), No. 1. – P. 214-219.

Express-methodology of selective control of concentration of ions Ti^{3+} is worked out by a spectrophotometry method. An optical device-analyzer by means of which it is possible to carry out determination of concentration of Ti^{3+} in sulphuric acid solutions by a noncontact method is made and tested. Found functional dependence of testimonies of optical analyzer from the concentration of Ti^{3+} .

Keywords: titan(III) determination, optical device-analyzer.

Поступила в редакцію 21.02.2011 г.

УДК 546.650+547.77+548.3+535.372

**МОЛЕКУЛЯРНОЕ СТРОЕНИЕ БИЯДЕРНОГО КОМПЛЕКСА ЛАНТАНА
С СУКЦИНИЛДИГИДРАЗОНОМ 1-ФЕНИЛ-3-МЕТИЛ-4-
ФОРМИЛПИРАЗОЛОНА-5**

Шульгин В.Ф.¹, Бекирова З.З.¹, Конник О.В.², Александров Г.Г.³, Еременко И.Л.³

¹*Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, Симферополь, Украина*

²*Севастопольский научно-производственный центр стандартизации, метрологии и сертификации, Севастополь, Украина*

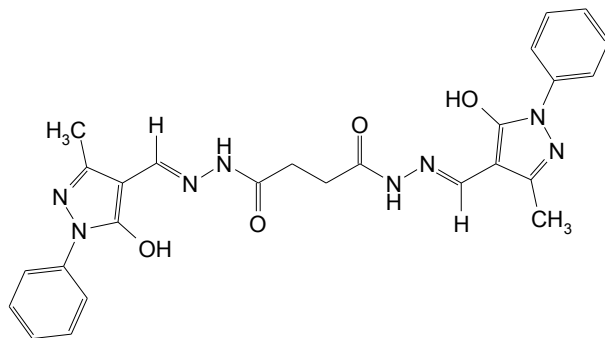
³*Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН, Москва, Россия
E-mail: chemsevntu@rambler.ru*

Описаны синтез и кристаллическая структура комплекса лантана на основе сукцинилдигидразона 1-фенил-3-метил-4-формилпиразолона-5 (H₄L) состава [La₂(H₂L)₃]·Me₂SO·CH₃OH·6H₂O.

Ключевые слова. лантан, фенилпиразолон, рентгеноструктурный анализ, кристаллическая структура.

ВВЕДЕНИЕ

Люминесцирующие координационные соединения лантанидов с органическими лигандами привлекают повышенное внимание исследователей в связи с возможностями их использования для получения светодиодов, новых источников света, реактивов для диагностики онкологических заболеваний [1, 2]. При их исследовании важной задачей является подбор "фотоантенн" – лигандов, обеспечивающих оптимальные условия для поглощения энергии возбуждения и ее передачи на центральный атом. В качестве фотоантенн исследовано большое число органических лигандов, из которых одними из наиболее эффективными оказались производные пиразола [2]. Несмотря на большое число публикаций, посвященных люминесценции комплексов лантанидов, лишь для немногих из них строение объективно подтверждено методом рентгеноструктурного анализа. Целью настоящей работы является изучение особенностей молекулярного строения и кристаллической структуры комплекса лантана на основе сукцинилдигидразона 1-фенил-3-метил-4-формилпиразолона-5 (H₄L):



МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Синтез бинуклеирующего лиганда проводили по следующей методике. К раствору 2,02 г (0,01 моль) 1-фенил-3-метил-4-формилпиразолон-5, полученного по методике [3], в 20 мл этилового спирта добавили 0,73 г (0,005 моль) дигидразида янтарной кислоты. Образовавшуюся смесь перемешивали на магнитной мешалке при незначительном нагревании 1 час и оставили на ночь. Образовавшийся осадок отфильтровали, промыли этиловым спиртом и высушили на воздухе. Получено 2,20 г мелкокристаллического вещества светло-желтого цвета. Выход – 86 %.

Синтез координационного соединения проводился по следующей методике. К суспензии 0,770 г (0,0015 моль) дигидраза в 20 мл пиридина добавили 0,738 г (0,002 моль) гептагидрата хлорида лантана и перемешивали на магнитной мешалке при слабом нагревании 2 часа. Полученный раствор охладили до комнатной температуры и добавили 50 мл 50 % этанола. Выделившийся осадок отфильтровали, промыли на фильтре водой и высушили на воздухе. Получено 0,770 г вещества белого цвета. Выход продукта – 85 % от теоретически возможного.

Монокристаллы состава $[La_2(H_2L)_3] \cdot Me_2SO \cdot CH_3OH \cdot 6H_2O$ выращены перекристаллизацией из смеси диметилсульфоксид – метанол (примерно 1 к 1 по объему). Рентгеноструктурное исследование проведено на автоматическом четырехкружном дифрактометре Bruker Smart Apex II (MoK_α -излучение, графитовый монохроматор, $\lambda = 0,71073 \text{ \AA}$). Кристаллы тетрагональные с линейными размерами $0,33 \times 0,23 \times 0,12 \text{ мм}$. Пространственная группа $P4_32_12$, $a = 14,0258 (15)$, $c = 55,541 (6) \text{ \AA}$, $V = 10926(2) \text{ \AA}^3$. Для $C_{82}H_{90}La_2N_{24}O_{21}S$ $M_r = 2057,66$; $Z = 4$; $\mu = 0,86 \text{ mm}^{-1}$. Варьирование θ от $2,2$ до $24,6^\circ$, сегмент сферы $-18 \leq h \leq 18$, $-18 \leq k \leq 17$, $-72 \leq l \leq 71$. Всего было собрано 108508 отражений, из которых 12518 являются симметрически независимыми (R-фактор усреднения 0,055). В уточнении использовано 11846 отражений с $I > 2\sigma(I)$ (596 уточняемых параметра). Окончательные значения факторов расходимости $R = 0,078$ и $R_w = 0,250$; $GOOF = 1,00$. Остаточная электронная плотность из разностного ряда Фурье составляет $1,06$ и $-3,09 \text{ e/\AA}^3$. Учет поглощения в кристаллах выполнен по методу азимутального сканирования. Структура расшифрована прямым методом и уточнена методом наименьших квадратов в полноматричном анизотропном приближении с использованием комплекса программ SHELXS-97 и SHELXL-97 [4]. Полный набор

рентгеноструктурных данных будет депонирован в Кембриджском банке структурных данных.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

По данным рентгеноструктурного анализа исследуемое координационное соединение имеет биядерное строение. Катионы лантана расположены на расстоянии 6,895 Å друг от друга и связаны осью симметрии второго порядка (рис. 1). Молекулы растворителей (диметилсульфоксид, метанол, вода) занимают внешнесферное положение и связаны сложной сетью водородных связей друг с другом и атомами азота пиразольного цикла. При этом молекула диметилсульфоксида сильно разупорядочена.

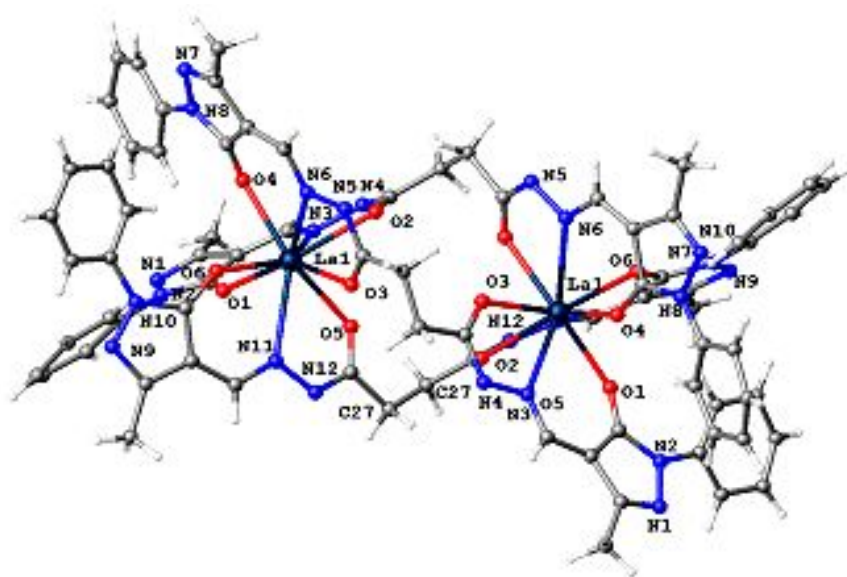


Рис. 1. Общий вид и нумерация атомов комплекса $[La_2(H_2L)_3]$.

Координационные полиэдры образованы тремя эквивалентными группами атомов азота и атомов кислорода депротонированной гидразонной группировки и связаны тремя этиленовыми мостиками. Подобная структура была описана ранее для комплексов лантанидов со спейсерированными 4-ацилпиразолонами-5 [5]. По-видимому, данная молекулярная архитектура является типичной для комплексов лантанидов с протяженными бинуклеирующими лигандами.

Геометрия координационного полиэдра катиона лантана может быть описана как слегка искаженная горизонтальная трехшапочная тригональная призма (рис. 2). Хелатные циклы неплоские, атомы лантана отклоняются от плоскости пятичленного хелатного цикла на 0,026–0,236 Å. Отклонения от плоскости хелатирующей группировки шестичленного металлоцикла достигают 0,341–0,567 Å.

Длины связей катиона лантана с енольными атомами кислорода лежат в узком диапазоне значений (2,424–2,448 Å) и находятся практически внутри интервала значений, характерных для феноксидов лантана (2,23–2,46 Å) [6]. Длины связей лантана с амидными атомами кислорода имеют большее значение (2,529–2,568 Å). Атомы азота находятся на еще большем удалении от катиона лантана, и соответствующие длины связей лежат в узком диапазоне значений 2,726–2,756 Å.

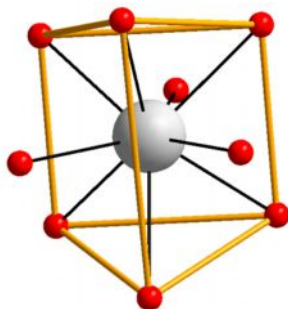


Рис. 2. Координационный полиэдр катиона лантана.

Связи углерод–амидный кислород (1,170–1,243 Å) несколько укорочены по сравнению с енольными связями С–О (1,227–1,265 Å), которые сильно отличаются от стандартных одинарных связей углерод–кислород за счет делокализации связей в гидразонной группировке. Длины связей и валентные углы в пределах остальной части органических лигандов близки к обычным величинам [8].

Таблица 1

Основные длины связей и валентные углы при атомах La для комплекса $[La_2(H_2L)_3]$

Связь	$d/\text{Å}$	Угол	$\omega/\text{град}$
La1—O1 ⁱ	2,424 (6)	O1 ⁱ —La1—O6	80,6 (3)
La1—O6	2,447 (6)	O1 ⁱ —La1—O4	80,3 (3)
La1—O4	2,448 (6)	O6—La1—O4	80,7 (3)
La1—O2 ⁱ	2,529 (6)	O1 ⁱ —La1—O2 ⁱ	129,9 (2)
La1—O5	2,548 (6)	O6—La1—O2 ⁱ	144,6 (2)
La1—O3	2,567 (6)	O4—La1—O2 ⁱ	87,0 (2)
La1—N11	2,726 (7)	O1 ⁱ —La1—O5	85,7 (3)
La1—N6	2,746 (8)	O6—La1—O5	130,4 (2)
La1—N3 ⁱ	2,756 (8)	O4—La1—O5	143,2 (2)
		O2 ⁱ —La1—O5	76,3 (2)
		O1 ⁱ —La1—O3	145,3 (2)
		O6—La1—O3	86,4 (3)

ВЫВОД

В результате проведенного исследования однозначно установлена молекулярная структура биядерного комплекса лантана на основе сукцинилдигидразона 1-фенил-3-метил-4-формилпиразолона-5 состава $[\text{La}_2(\text{H}_2\text{L})_3] \cdot \text{Me}_2\text{SO} \cdot \text{CH}_3\text{OH} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.

Список литературы

1. Каткова М.А. Координационные соединения редкоземельных металлов с органическими лигандами для электролюминесцентных диодов / М.А. Каткова, А.Г. Витухновский, М.Н. Бочкарев // Успехи химии. – 2005. – Т. 74. – № 12. – С. 1194–1214.
2. Кузьмина Н.П. Фото- и электролюминесценция координационных соединений РЗЭ(III) / Н.П. Кузьмина, С.В. Елисеева // Журн. неорганической химии. – 2006. – Т. 51. – № 1. – С. 80–96.
3. Квитко И.Я. О строении продукта гидролиза 1-фенил-3-метил-4-диметиламинометил-5-пиразолона / И.Я. Квитко, Б.А. Порай-Кошиц // ЖОХ. – 1964. – Т. 34, № 9. – С. 3005–3012.
4. Sheldrick G. M. SHELX97. Program for the Solution of Crystal Structures / G.M. Sheldrick. – Göttingen University, Göttingen (Germany), 1997.
5. Marchetti F. Acylpirazolone ligands: Synthesis, structures, metal coordination chemistry and applications / F. Marchetti, C. Pettinari, R. Pettinari // Coord. Chem. Rev. – 2005. – Vol. 249. – P. 2909–2945.
6. Boyle T. Advances in Structurally Characterized Lanthanide Alkoxide, Aryloxy, and Silyloxy Compounds / T. Boyle, A.M. Ottley // Chem. Rev. – 2008. – Vol. 108. – № 6. – P. 1896–1917.
7. Tables of lengths determined by X-ray and neutron diffraction. Part 1. Bond lengths in organic compounds / F.H. Allen, O. Kennard, D.G. Watson [et al.] // J. Chem. Soc. Perkin Trans. 2 – 1987. – Pt. 2. – № 12. – P. 1–19.

Шульгин В.Ф. Молекулярна будова биядерного комплексу лантану з сукцинілдигідразоном 1-феніл-3-метил-4-формілпіразолону-5 / В.Ф. Шульгин, З.З. Бекірова, О.В. Коннік, Г.Г. Александров, І.Л. Єрьоменко // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2011. – Т. 24 (63), № 1. – С. 220–224.

Описано синтез і кристалічну будову комплексу лантану на основі сукцинілдигідразону 1-феніл-3-метил-4-формілпіразолону-5 (H_4L) складу $[\text{La}_2(\text{H}_2\text{L})_3] \cdot \text{Me}_2\text{SO} \cdot \text{CH}_3\text{OH} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.

Ключові слова. лантан, фенілпіразолон, рентгеноструктурний аналіз, кристалічна структура.

Shul'gin V.F. Molecular structure of the lanthanum complex with 3-methyl-1-phenyl-4-formylpirazolone-5 succinylbishydrazone / V.F. Shul'gin, Z.Z. Bekirova, O.V. Konnic, G.G. Aleksandrov, I.L. Eremenko // Scientific Notes of Taurida V.Vernadsky National University. – Series: Biology, chemistry. – 2011. – Vol. 24 (63), No. 1. – P. 220–224.

The synthesis and the molecular structure of the lanthanum complex with 1-phenyl-3-methyl-4-formylpirazolone-5 succinylbishydrazone were described.

Keywords. lanthanum, phenylirazolone, X-Ray analysis, crystal structure.

Поступила в редакцию 20.03.2011 г.

УДК 544.175+546.562+546.732

СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ СТРОЕНИЯ КООРДИНАЦИОННЫХ СОЕДИНЕНИЙ КОБАЛЬТА(II) И МЕДИ(II) С 3-МЕТИЛ-1-ФЕНИЛ-4- ФОРМИЛПИРАЗОЛОНОМ-5

Шульгин В.Ф.¹, Певзнер Н.С.¹, Коншина О.И.¹, Конник О.В.², Александров Г.Г.³,
Еременко И.Л.³

¹Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, Симферополь, Украина

²Севастопольский научно-производственный центр стандартизации, метрологии и
сертификации, Севастополь, Украина

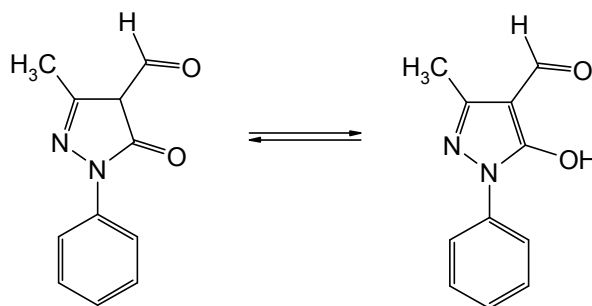
³Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН, Москва, Россия
E-mail: chemsevtu@rambler.ru

Описан синтез и результаты исследования молекулярного строения координационных соединений кобальта(II) и меди(II) с 3-метил-1-фенил-4-формилпиразолоном-5 методом рентгеноструктурного анализа.

Ключевые слова. кобальт(II), медь(II), 3-метил-1-фенил-4-формилпиразолон-5, кристаллическая структура.

ВВЕДЕНИЕ

4-Ацилпиразолоны-5 являются структурными аналогами β -дикетонатов и поэтому образуют прочные координационные соединения с катионами металлов [1]. В литературе описаны результаты исследования кристаллической структуры ряда координационных соединений 3d-металлов с ацилпиразолонами [2–7]. Тем не менее, некоторые представители этого перспективного класса лигандов до сих пор мало изучены. В настоящем сообщении описан синтез и результаты исследования молекулярного строения координационных соединений кобальта(II) и меди(II) с 3-метил-1-фенил-4-формилпиразолоном-5 (HL):



МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследуемые координационные соединения синтезировали по следующей методике. К раствору 0,606 г (0,003 моль) 3-метил-1-фенил-4-формилпиразолона-5 в 20 мл 96%-ного этанола добавили 0,120 г (0,003 моль) гидроксида натрия и перемешивали 30 мин. К полученному раствору добавили раствор 0,0015 моль хлорида соответствующего металла. Реакционную смесь перемешивали в течение часа при комнатной температуре. Образовавшийся осадок отделили фильтрованием, промыли этанолом и высушили на воздухе. В результате получили 0,726 г и 0,768 г мелкокристаллического порошка светло-зеленого цвета для меди(II) и бежевого цвета для комплекса кобальта(II). Монокристаллы выращены перекристаллизацией из смеси метанол–пиридин. Рентгеноструктурное исследование проведено при 296 К на автоматическом четырехкружном дифрактометре Bruker APEX-II CCD (MoK α -излучение, графитовый монохроматор). Учет поглощения в кристаллах выполнен по методу азимутального сканирования. Структуры расшифрованы прямым методом и уточнены методом наименьших квадратов в полно матричном анизотропном приближении с использованием комплекса программ SHELXS-97 и SHELXL-97 [8]. Атомы водорода подсажены геометрически и уточнялись в модели "наездника". Кристаллографические данные, детали расшифровки и уточнения структур приведены в Табл. 1. Полный набор рентгеноструктурных данных будет депонирован в Кембриджском банке структурных данных.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В результате проведенных исследований установлено, что комплекс кобальта(II) с 3-метил-1-фенил-4-формилпиразолона-5 (соединение 1) имеет состав [CoL₂·2Py]·CH₃OH. Молекула метанола занимает внешнесферное положение и разупорядочена по двум позициям. Общий вид координационного соединения представлен на Рис. 1, наиболее важные длины связей и валентные углы сведены в Табл. 2.

Координационный полиэдр катиона кобальта(II) может быть описан как слегка искаженный октаэдр, образованный четырьмя донорными атомами кислорода 3-метил-1-фенил-4-формилпиразолона-5 и атомами азота двух молекул пиридина. Молекулы 3-метил-1-фенил-4-формилпиразолона-5 координированы в депротонированной енольной форме с образованием шестичленных хелатных циклов, которые формируют с ионом кобальта(II) экваториальную плоскость. Аксиальное положение в координационном полиэдре занимают атомы азота. При этом длины связей Co–N3' и Co–N3 (2,197 Å) несколько превышают длины связей атомов кобальта с донорными атомами кислорода Co–O1 и Co–O2 (2,046–2,101 Å).

Длины связей углерод–углерод в хелатном узле лиганда (1,388–1,417 Å) практически соответствуют длинам связи в ароматических структурах и в графите (1,394–1,421 Å) [9]. В то же время длина связей углерод–кислород (1,252–1,268 Å) несколько превышает стандартную длину связи C=O в кетонах и альдегидах (1,215 Å), но существенно короче одинарной связи углерод–кислород (1,426 Å). Это свидетельствует о делокализации двойных связей с образованием сопряженной π -

системы. Длины связей в пределах лиганда и координированных молекул пиридина имеют обычные значения [10]. Плоскости хелатного металлоцикла и пиразольного кольца компланарны. Бензольное кольцо развернуто относительно плоскости гетероцикла на $4,8^\circ$.

Таблица 1
Кристаллографические данные и детали расшифровки и уточнения структуры комплексов 1 и 2

Параметры	1	2
Брутто-формула	$C_{33}H_{32}CoN_6O_5$	$C_{32}H_{28}CuN_6O_4$
M_r	663,59	624,14
Сингония	Моноклинная	Моноклинная
Пространственная группа	$C2/c$	$P2_1/c$
a (Å)	18,947 (7)	10,225 (3)
b (Å)	8,606 (3)	7,149 (2)
c (Å)	19,093 (7)	20,521 (6)
α (град.)	90	90
β (град.)	93,313 (7)	90,526 (5)
γ (град.)	90	90
Z	4	2
V (Å ³)	3108 (2)	1499,9 (8)
μ (мм ⁻¹)	0,61	0,78
d (выч.) (г/см ³)	1,418	1,382
λ (Å)	0,71073	0,71073
Варьирование θ (град)	2,1–29,2	2,8–27,4
Измерено рефлексов	12148	12089
Число независимых отражений	4183	4735
R	0,050	0,037
R_w	0,169	0,127
GOOF	1,001	0,999
$\Delta\rho$, max., min. (e·Å ⁻³)	0,47; –0,58	0,34; –0,41

Общий вид молекулы координационного соединения $[CuL_2 \cdot 2Py]$ (2) представлен на Рис. 2, наиболее важные длины связей и валентные углы сведены в Табл. 3. Координационный полиэдр меди образован атомами кислорода хелатофорной группировки 3-метил-1-фенил-4-формилпиразолона-5 и атомами азота молекул пиридина и может быть описан как аксиально вытянутая тетрагональная бипирамида.

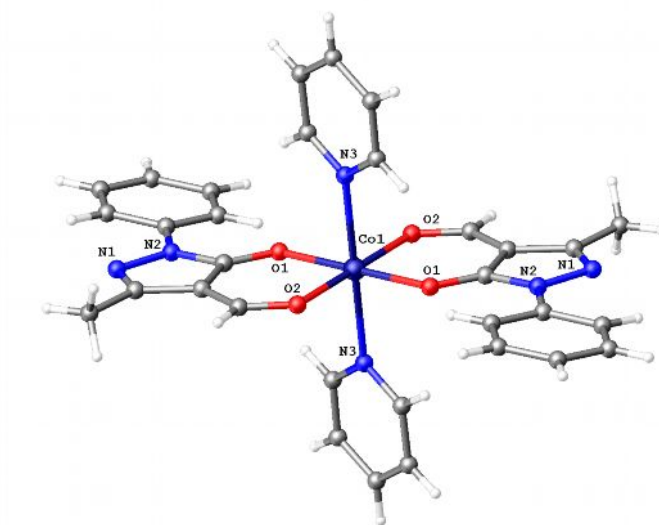


Рис. 1. Общий вид и нумерация атомов комплекса 1.

Таблица 2

Основные длины связей (*d*) и валентные углы (ω) в молекуле комплекса 1

Связь	<i>d</i> , Å	Угол	ω , град.
Co1—O1 ⁱ	2,0458 (16)	O1 ⁱ —Co1—O1	179,998 (1)
Co1—O1	2,0458 (16)	O1 ⁱ —Co1—O2	88,05 (7)
Co1—O2	2,1005 (18)	O1—Co1—O2	91,95 (7)
Co1—O2 ⁱ	2,1005 (18)	O1 ⁱ —Co1—O2 ⁱ	91,95 (7)
Co1—N3	2,197 (2)	O1—Co1—O2 ⁱ	88,05 (7)
Co1—N3 ⁱ	2,197 (2)	O2—Co1—O2 ⁱ	180,0
O1—C3	1,268 (3)	O1 ⁱ —Co1—N3	89,80 (8)
O2—C4	1,252 (3)	O1—Co1—N3	90,20 (8)
N1—C1	1,295 (4)	O2—Co1—N3	91,10 (8)
N1—N2	1,402 (3)	O2 ⁱ —Co1—N3	88,90 (8)
N2—C3	1,367 (3)	O1 ⁱ —Co1—N3 ⁱ	90,20 (8)
C1—C2	1,428 (3)	O1—Co1—N3 ⁱ	89,80 (8)
C2—C3	1,417 (4)	O2—Co1—N3 ⁱ	88,90 (8)
C2—C4	1,388 (4)	O2 ⁱ —Co1—N3 ⁱ	91,11 (8)
C5—C1	1,489 (4)	N3—Co1—N3 ⁱ	179,999 (1)

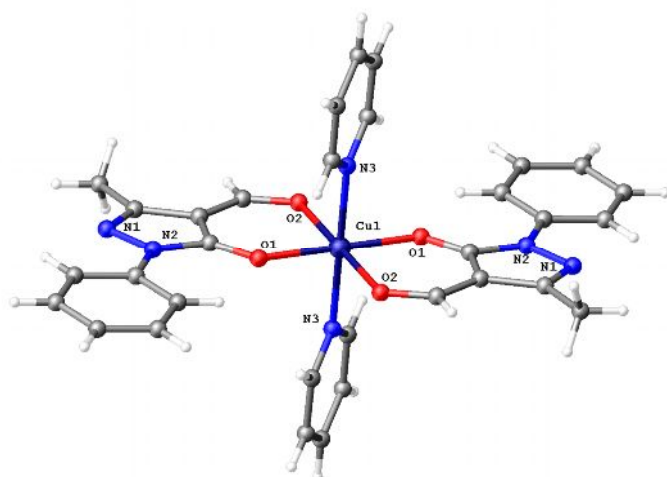


Рис. 3. Общий вид и нумерация атомов комплекса 2.

Таблица 3

Основные длины связей (d) и валентные углы (ω) в молекуле комплекса 2

Связь	d , Å	Угол	ω , град.
Cu1—O1 ⁱ	1,9742 (11)	O1 ⁱ —Cu1—O1	180,0
Cu1—O1	1,9743 (11)	O1 ⁱ —Cu1—N3 ⁱ	90,61 (6)
Cu1—N3 ⁱ	2,0308 (16)	O1—Cu1—N3 ⁱ	89,39 (6)
Cu1—N3	2,0308 (16)	O1 ⁱ —Cu1—N3	89,39 (6)
Cu1—O2 ⁱ	2,3039 (14)	O1—Cu1—N3	90,61 (6)
Cu1—O2	2,3040 (14)	N3 ⁱ —Cu1—N3	180,0
O1—C1	1,2706 (19)	O1 ⁱ —Cu1—O2 ⁱ	92,52 (5)
O2—C5	1,235 (2)	O1—Cu1—O2 ⁱ	87,48 (5)
C1—C2	1,415 (2)	N3 ⁱ —Cu1—O2 ⁱ	88,88 (6)
C2—C5	1,403 (2)	N3—Cu1—O2 ⁱ	91,12 (6)
C2—C3	1,426 (2)	O1 ⁱ —Cu1—O2	87,48 (5)
C3—C4	1,482 (3)	O1—Cu1—O2	92,52 (5)
N1—C3	1,304 (3)	N3 ⁱ —Cu1—O2	91,12 (6)
N1—N2	1,401 (2)	N3—Cu1—O2	88,88 (6)
N2—C1	1,3747 (19)	O2 ⁱ —Cu1—O2	180,00 (7)

Атомы кислорода экзоциклической карбонильной группы 3-метил-1-фенил-4-формилпиразолона-5 находятся на более удаленном расстоянии от атома меди (2,304 Å), чем другие донорные центры (1,974 Å и 2,031 Å), и занимают аксиальные положения в координационном полиэдре. Атомы кислорода эндоциклических карбонильных групп и атомы азота молекул пиридина формируют экваториальную плоскость тетрагональной бипирамиды.

Связи в хелатных циклах комплекса **2** делокализованы и образуют сопряженную π -систему. Так длины связей углерод-углерод в хелатном узле лиганда (1,403–1,415 Å) соответствуют длинам связи в ароматических структурах (1,394–1,421 Å), длины связей углерод-кислород (1,235–1,271 Å) несколько больше стандартной длины двойной связи (1,215 Å) [9].

ВЫВОД

Изучены особенности молекулярного строения комплексов кобальта(II) и меди(II) с 3-метил-1-фенил-4-формилпиразолоном-5 состава $[ML_2 \cdot 2Py]$. Установлено, что пиразолон координирован в депротонированной енольной форме и образует с металлом шестичленный хелатный цикл с делокализованными связями, типичный для β -дикетонатов

Список литературы

1. Marchetti F. Acylpyrazolone ligands: Synthesis, structures, metal coordination chemistry and applications / F. Marchetti, C. Pettinari, R. Pettinari // *Coord. Chem. Rev.* – 2005. – № 249 – P. 2909–2945.
2. Steric effects of polymethylene chain length on the liquid-liquid extraction of copper(II) with bis(4-acylpyrazol-5-one) derivatives / S. Miyazaki, H. Mukai, S. Umetani [et al.] // *Inorg. Chem.* – 1989. – Pt. 2. – № 28. – P. 3014–3017.
3. Copper and calcium complexes with the anionic O²-donor 4-tert-butylacetyl-3-methyl-1-phenylpyrazol-5-onato (Q⁻). Influence of hydrogen-bond interactions on lattice architecture in the crystal structures of $[CuQ_2(H_2O)]$ and $[CaQ_2(EtOH)_2]$ / F. Marchetti, C. Pettinari, A. Cingolani [et al.] // *J. Chem. Soc. Dalton Trans.* – 1998. – P. 3325–3334.
4. Yang L. Synthesis, crystal structure and magnetic properties of novel dinuclear complexes of manganese, cobalt and nickel with 4-acetylbispyrazolone / L. Yang, W. Jin, J. Lin // *Polyhedron* – 2000. – № 19 – P. 93–98.
5. Uzoukwu B.A. Metal(II) Complexes of 4-Acylbis(Pyrazolone-5): Synthesis and Spectroscopic Studies / B.A. Uzoukwu, K. Gloe, H. Duddeck // *Synth. React. Inorg. Met. Org. Chem.* – 1998. – № 28 – P. 207–221.
6. Synthesis and Characterization of Copper(II) and Zinc(II) Complexes Containing 1-Phenyl-3-methyl-4-benzoyl-5-pyrazolone / S.K. Deya, B. Baga, D.K. Dey [et al.] // *Naturforsch* – 2003. – Vol. 58 – P. 1009–1014.
7. Pettinari C. Structure and volatility of copper complexes containing pyrazolyl-based ligands / C. Pettinari, F. Marchetti, C. Santini [et al.] // *Inorg. Chim. Acta* – 2001. – № 315 – P. 88–95.
8. Sheldrick G. M. SHELX97. Program for the Solution of Crystal Structures / G. M. Sheldrick. – Göttingen University, Göttingen (Germany), 1997.
9. Гордон А. Спутник химика / А. Гордон, З. Форд // М: Мир, 1976. – 542 с.
10. Tables of lengths determined by X-ray and neutron diffraction. Part 1. Bond lengths in organic compounds / F.H. Allen, O. Kennard, D.G. Watson [et al.] // *J. Chem. Soc. Perkin Trans. 2* – 1987. – Pt. 2. – № 12. – P. 1–19.

Шульгін В.Ф. Синтез та дослідження будови комплексів кобальту(II) і купрум(II) з 3-метил-1-феніл-4-формілпіразолоном-5 / **В.Ф. Шульгін, Н.С. Певзнер, О.І. Коншина, О.В. Коннік, Г.Г. Олександров, І.Л. Єрьоменко** // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2011. – Т. 24 (63), № 1. – С. 225-231.

Описано синтез і результати дослідження молекулярної будови комплексів кобальту(II) і купрум(II) з 3-метил-1-феніл-4-формілпіразолоном-5 методом рентгеноструктурного аналізу.

Ключові слова. кобальт(II), купрум(II), 3-метил-1-феніл-4-формілпіразолон-5, кристалічна структура.

Shul'gin V.F. Synthesis and structure investigation of the cobalt(II) and copper(II) complexes with 3-methyl-1-phenyl-4-formylpirazon-5 / **V.F. Shul'gin, N.S. Pevzner, O.I. Konshina, O.V. Konnic, G.G. Aleksandrov, I.L. Eremenko** // Scientific Notes of Taurida V.Vernadsky National University. – Series: Biology, chemistry. – 2011. – Vol. 24 (63), No. 1. – P. 225-231.

The synthesis and the results of molecular investigation of the cobalt(II) and copper(II) complexes with 3-methyl-1-phenyl-4-formylpirazon-5 were discribed.

Keywords. cobalt(II), copper(II), 3-methyl-1-phenyl-4-formylpirazon-5, crystal structure.

Поступила в редакцію 20.03.2011 г.

УДК 547.918:547.466:543.422.3-76:661.167.7

МОЛЕКУЛЯРНОЕ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЕ ТРИТЕРПЕНОВЫХ ГЛИКОЗИДОВ С L-ТИРОЗИНОМ В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ

Яковишин Л.А.¹, Гришковец В.И.², Сергиенко Ю.И.¹, Довгий И.И.³

¹Севастопольский национальный технический университет, Севастополь, Украина

²Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, Симферополь, Украина

³Севастопольский национальный университет ядерной энергии и промышленности,
Севастополь, Украина

E-mail: chemsevntu@rambler.ru

Впервые методом УФ-спектроскопии исследовано молекулярное комплексообразование *L*-тирозина с 3-О- α -*L*-рамнопиранозил-(1 \rightarrow 2)-О- α -*L*-арабинопиранозидом хедерагенина (α -хедерином) и его 28-О- α -*L*-рамнопиранозил-(1 \rightarrow 4)-О- β -*D*-глюкопиранозил-(1 \rightarrow 6)-О- β -*D*-глюкопиранозидовым эфиром (хедерасапонином С) в водных растворах. Установлено, что *L*-тирозин образует с α -хедерином комплекс состава 1:1, а с хедерасапонином С – состава 2:3. Сделан вывод о влиянии строения гликозидов и *L*-тирозина на процесс комплексообразования. Изучена ихтиотоксичность комплексов и их компонентов против *Poecilia sphenops*.

Ключевые слова. тритерпеновые гликозиды, α -хедерин, хедерасапонин С, *L*-тирозин, молекулярный комплекс, УФ-спектроскопия, *Poecilia sphenops*, ихтиотоксичность.

ВВЕДЕНИЕ

Все большее значение приобретают супрамолекулярные продукты на основе растительных сапонинов и ароматических протеиногенных аминокислот. В частности, получены комплексы *L*-тирозина (Туг) (рис. 1), заменимой аминокислоты, образующей почти все белки. Она является предшественником дофамина, норадреналина, адреналина и тироксина [1]. Туг входит в состав лекарственных средств для парентерального питания («Вамин» и др.) [2].

Синтезированы комплексы *L*-триптофана (Трп), *L*-фенилаланина (Phe) и Туг с гликозидами К-строфантин- β и дигоксином, а также тройные комплексы, содержащие дополнительно катионы Ca^{2+} и Mg^{2+} [3]. Комплексы К-строфантин- β имеют практически одинаковые константы устойчивости. Комплекс Туг с дигоксином резко выделяется по своей устойчивости среди комплексов других ароматических аминокислот.

Методом времяпролетной плазменно-десорбционной масс-спектрометрии с ионизацией осколками деления ^{252}Cf исследовано комплексообразование Туг со стероидными агликонами неотигогенином и гитогенином, а также их гликозидами [4, 5]. При этом показано, что биозид и триозид неотигогенина образуют непрочные комплексы с Туг, а пегуниозид D умеренно взаимодействует с ним.

Запатентован ветеринарный препарат «Клатирам», представляющий комплекс глицирризиновой кислоты, являющейся основным тритерпеновым гликозидом солодок, с простагландином клопростенолом и Тут [6]. Его используют для регуляции репродуктивной функции животных.

Недавно мы сообщали об образовании супрамолекулярных структур 3-О- α -L-рамнопиранозил-(1 \rightarrow 2)-О- α -L-арабинопиранозид хедерагенина (α -хедерин, гликозид **1**, рис. 1) и его 28-О- α -L-рамнопиранозил-(1 \rightarrow 4)-О- β -D-глюкопиранозил-(1 \rightarrow 6)-О- β -D-глюкопиранозилового эфира (хедераспонин С, гликозид **2**, рис. 1) с Тгр [7] и Phe [8]. Комплексообразование исследовано методом УФ-спектроскопии. Масс-спектрометрически с ионизацией электрораспылением рассмотрено взаимодействие ароматических аминокислот с гликозидами **1** и **2** [9]. В настоящей статье описаны молекулярные комплексы гликозидов **1** и **2** с Тут. УФ-спектроскопическое исследование комплексообразования между ними в водном растворе ранее не проводилось.

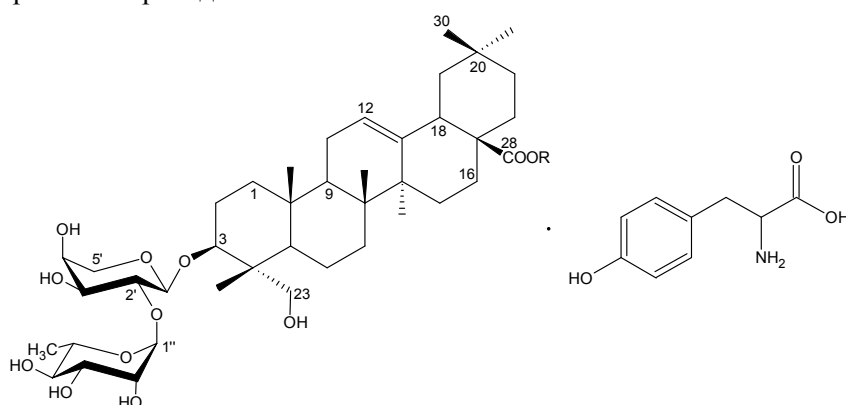


Рис. 1. Строение компонентов молекулярных комплексов гликозидов и Тут (гликозид **1**: R=H; гликозид **2**: R= \leftarrow β GlcP-(6 \leftarrow 1)- β GlcP-(4 \leftarrow 1)- α Rhap).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Гликозиды **1** и **2** выделяли из листьев плющей *Hedera taurica* Carst. и *Hedera canariensis* Willd. (Araliaceae Juss.) и подтверждали их строение по методикам, приведенным в работах [10, 11]. Комплексы получали путем смешивания водных растворов Тут и гликозидов **1** и **2**. Полученные смеси выдерживали при комнатной температуре (20-22 °C) в течение 40 мин при постоянном перемешивании.

УФ-спектры получены при комнатной температуре (20-22 °C) на спектрофотометре Unico UV-Vis 4802 (США) в кварцевых кюветах ($l = 1$ см). Для составления изомольярной серии использовали 10^{-4} М растворы гликозидов и Тут. УФ-спектры приведены на Рис. 2, изомольярные кривые – на Рис. 3 и 4.

Ихтиотоксичность проверяли на *Poecilia sphenops* (Poeciliidae). Использовали растворы гликозидов и Тут в дистиллированной воде. Для изучения действия каждой отдельной концентрации веществ было взято по 10 рыб. Рыб помещали в

растворы гликозидов, Туг и их комплексов и определяли время инкубации $t_{LD_{100}}$, в течение которого происходил 100% летальный исход (табл. 1). Доверительный интервал вычисляли со степенью надежности $\alpha=0.95$.

Таблица 1

Ихтиотоксичность Туг, гликозидов 1 и 2 и их комплексов против *Poecilia sphenops*

Соединение	c, M	Время экспозиции $t_{LD_{100}}$ до летального исхода, мин
Туг	$0.50 \cdot 10^{-3}$	На протяжении 120 мин не токсично
Гликозид 1	$0.50 \cdot 10^{-3}$	10.5 ± 1.1
Гликозид 2	$0.50 \cdot 10^{-3}$	На протяжении 120 мин не токсично
Комплекс гликозид 1–Туг	По $0.50 \cdot 10^{-3}$ Туг и гликозида 1	10.6 ± 2.1
Комплекс гликозид 2–Туг	$0.50 \cdot 10^{-3}$ Туг и $0.75 \cdot 10^{-3}$ гликозида 2	На протяжении 120 мин не токсично

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Межмолекулярные взаимодействия между Туг и гликозидами 1 и 2 исследованы методом УФ-спектроскопии. При увеличении концентрации гликозидов 1 и 2 и постоянной концентрации аминокислоты (10^{-4} М) наблюдается повышение оптической плотности растворов, т.е. гиперхромный эффект (см. рис. 2). При анализе спектральных данных установлено, что максимум поглощения Туг, составляющий 274 нм (10^{-4} М раствор), при увеличении концентрации гликозидов 1 и 2 возрастает до 281–282 нм, т.е. происходит слабый батохромный сдвиг.

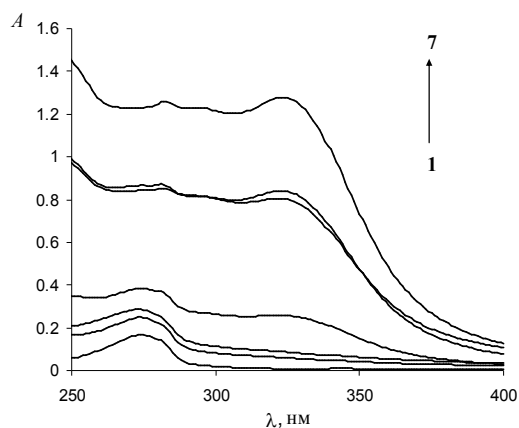


Рис. 2. УФ-спектры растворов Туг (10^{-4} М = const) при различных концентрациях гликозида 2: 0 М (1), $0.50 \cdot 10^{-4}$ М (2), 10^{-4} М (3), $0.25 \cdot 10^{-3}$ М (4), $0.50 \cdot 10^{-3}$ М (5), $0.75 \cdot 10^{-3}$ М (6) и 10^{-3} М (7).

Соотношение компонентов в комплексах определено методом изомолярных серий [12]. На изомолярной кривой, составленной для смесей гликозида **1** с Tyr, максимум находится при молярном отношении 1.00 (рис. 3), что соответствует комплексу состава 1:1. Образование комплекса аналогичного состава было недавно подтверждено масс-спектрометрически с ионизацией электрораспылением [9]. Для комплексов гликозида **1** с Trp и Phe, ранее полученных в водных растворах, молярное соотношение компонентов также составило 1:1 [7, 8].

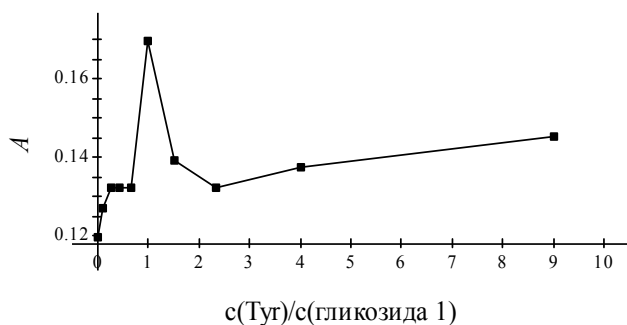


Рис. 3. Зависимость оптической плотности A от соотношения компонентов изомолярной серии при $\lambda=274$ нм: $c(\text{гликозида } \mathbf{1})=10^{-4}$ М, $c(\text{Tyr})=10^{-4}$ М.

Для комплекса гликозида **2** и Tyr получено молярное отношение 0.67 (рис. 4). Таким образом, комплекс образован двумя молекулами аминокислоты и тремя молекулами гликозида **2**. В масс-спектре смеси гликозида **2** и Tyr был найден пик протонированной молекулы $[3M^2+2M^{\text{Tyr}}+H]^+$ [9], в которой наблюдается аналогичное молярное соотношение компонентов. Состав полученных нами комплексов гликозида **2** с Trp и Phe был определен как 1:1 [7, 8].

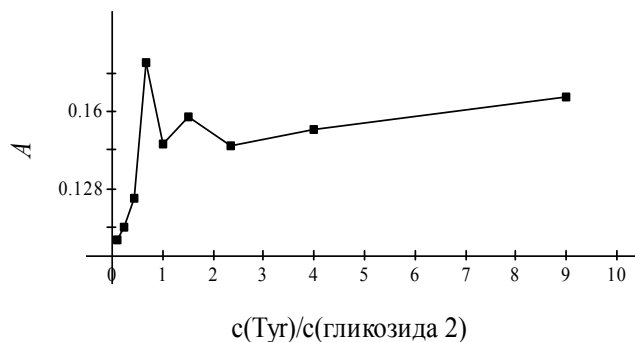


Рис. 4. Зависимость оптической плотности A от соотношения компонентов изомолярной серии при $\lambda=274$ нм: $c(\text{гликозида } \mathbf{2})=10^{-4}$ М, $c(\text{Tyr})=10^{-4}$ М.

С учетом литературных данных [7, 8, 13–15], а также строения гликозида **1** и Туг можно предположить, что комплексообразование между ними происходит за счет водородной связи при участии группы NH_3^+ цвиттер-ионной формы аминокислоты и карбоксильной группы гликозида: $\text{NH}_3^+ \cdots \text{O}=\text{C}$. В комплексе гликозида **2** внутренняя полость образуется из трех его молекул, очевидно ассоциированных за счет водородных связей с участием углеводных гидроксильных групп. В полости располагается димер Туг. Самоассоциация Туг возможна посредством гидрофобных взаимодействий ароматических колец. Гидроксильные группы моносахаридных остатков гликозида **2** могут связываться с NH_3^+ аминокислоты водородными связями и за счет ион-дипольных взаимодействий $\text{N}^+ \cdots \text{OH}$. В молекуле Туг имеется фенольный гидроксил, который может участвовать в образовании дополнительных водородных связей и тем самым способствовать стабилизации комплексов. Не исключены гидрофобные взаимодействия ароматического кольца аминокислоты с неполярным агликоном гликозидов.

Известно, что бисдесмозидные тритерпеновые гликозиды обычно проявляют низкую токсичность, что объясняется отсутствием свободной карбоксильной группы в их агликонах. Наоборот, гликозиды со свободной (негликозилированной) карбоксильной группой высокоактивны [16, 17]. Для предварительной оценки биологической активности комплексов **1** и **2** с Туг нами рассмотрено их действие на рыб моллинезия черная *Poecilia sphenops* (табл. 1).

Бисдесмозидный гликозид **2** и Туг не проявили токсичности против *Poecilia sphenops* (табл. 1). Монодесмозид **1** оказался ихтиотоксичным. Полученные нами результаты соответствуют общепринятым выводам о соотношении активности моно- и бисдесмозидных сапонинов [16, 17]. Активность комплексов **1**–Туг и **2**–Туг практически не отличается от активности индивидуальных гликозидов.

ВЫВОДЫ

1. Впервые получены молекулярные комплексы моно- и бисдесмозидных тритерпеновых гликозидов с Туг в водных растворах.
2. Методом изомолярных серий установлено, что Туг образует с гликозидом **1** комплекс состава 1:1, а с гликозидом **2** – состава 2:3.
3. Показано, что межмолекулярное взаимодействие сопровождается гиперхромным эффектом и батохромным сдвигом.
4. Активность комплексов Туг с гликозидами **1** и **2** практически не отличается от активности индивидуальных гликозидов.

Список литературы

1. Химическая энциклопедия: в 5 т. / [гл. ред. Зефирова Н.С.]. – М.: Большая Рос. энцикл., 1988. – Т. 4. – 1995. – 639 с.
2. Машковский М.Д. Лекарственные средства: в 2 т. / Машковский М.Д. – [13-е изд.]. – Харьков: Торсинг, 1997. – Т. 2. – 1997. – 592 с.

3. Комплексообразование сердечных гликозидов с аминокислотами и щелочноземельными металлами / Н.А. Горчакова, Т.Г. Самарская, В.А. Самарский [и др.] // Фармакол. и токсикол. – 1992. – № 27. – С. 106–109.
4. Взаємодія стероїдних глікозидів з амінокислотами: дослідження методом плазменно-десорбційної мас-спектрометрії / В.В. Пилипенко, С.О. Аксьонов, О.М. Калінкевич [та ін.] // Biopolym. cell. – 2000. – Т. 16, № 3. – С. 212–219.
5. ²⁵²Cf Plasma desorption mass spectrometric study of interactions of steroid glycosides with amino acids / V.V. Pilipenko, L.F. Sukhodub, S.A. Aksyonov [et al.] // Rapid Commun. Mass Spectrom. – 2000. – Vol. 14. – P. 819–823.
6. Солодка: Биоразнообразие, химия, применение в медицине / [Г.А. Толстикова, Л.А. Балтина, В.П. Гранкина и др.]. – Новосибирск: Гео, 2007. – 311 с.
7. Молекулярное комплексообразование тритерпеновых гликозидов с триптофаном в водных растворах / Л.А. Яковишин, В.И. Гришконец, Н.В. Епишина [и др.] // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2010. – Т. 23 (62), № 2. – С. 270–275.
8. Молекулярное комплексообразование тритерпеновых гликозидов с L-фенилаланином в водных растворах / Л.А. Яковишин, В.И. Гришконец, Ю.И. Сергиенко [и др.] // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2010. – Т. 23 (62), № 3. – С. 255–261.
9. Матеріали Х Міжнарод. семінара по магнітному резонансу (спектроскопія, томографія і екологія), 2–7 мар. 2010 г., Ростов-на-Дону. – Ростов-на-Дону: Рос. фонд фонд. дослід. – 2010. – С. 30.
10. Тритерпеновые гликозиды *Hedera taurica* L. Строение таурозида E из листьев *Hedera taurica* / А.С. Шашков, В.И. Гришконец, А.А. Лолойко [и др.] // Химия природ. соедин. – 1987. – № 3. – С. 363–366.
11. Тритерпеновые гликозиды *Hedera canariensis* L. Строение гликозидов L-A, L-B₁, L-B₂, L-C, L-D, L-E₁, L-G₁, L-G₂, L-G₃, L-G₄, L-H₁, L-H₂ и L-I₁ из листьев *Hedera canariensis* / В.И. Гришконец, Д.Ю. Сидоров, Л.А. Яковишин [и др.] // Химия природ. соедин. – 1996. – № 3. – С. 377–383.
12. Булатов М.И. Практическое руководство по фотометрическим методам анализа / М.И. Булатов, И.П. Калинин. – [5-е изд.]. – Л.: Химия, 1986. – 432 с.
13. Куликов О.В. Термодинамика образования молекулярных комплексов в водных растворах аминокислот, пептидов, нуклеиновых оснований и макроциклических соединений: автореф. дис. на соиск. уч. степени докт. хим. наук: спец. 02.00.04 «Физическая химия» / О.В. Куликов. – Иваново, 2005. – 36 с.
14. Комплексообразование тритерпенового гликозида α-хедерина с гидрофильными протеиногенными аминокислотами / Л.А. Яковишин, В.И. Гришконец, М.А. Рубинсон [и др.] // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2009. – Т. 22 (61), № 1. – С. 208–213.
15. Яковішин Л.О. Молекулярні комплекси тритерпенового глікозиду α-хедерину з аліфатичними протеїногенними амінокислотами / Л.О. Яковішин, М.А. Рубінсон // Ukr. Bioorg. Acta. – 2009. – Т. 7, № 1. – С. 32–35.
16. Анисимов М.М. О биологической роли тритерпеновых гликозидов / М.М. Анисимов, В.Я. Чирва // Успехи современной биологии. – 1980. – Т. 6, № 3. – С. 351–364.
17. Podolak I. Saponins as cytotoxic agents: a review / I. Podolak, A. Galanty, D. Sobolewska // Phytochem. Rev. – 2010. – Vol. 9. – P. 425–474.

Яковішин Л.О. Молекулярне комплексоутворення тритерпенових глікозидів з L-тирозином у водних розчинах / Л.О. Яковішин, В.І. Гришковець, Ю.І. Сергієнко, І.І. Довгий // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2011. – Т. 24 (63), № 1. – С. 232-238.

Уперше методом УФ-спектроскопії досліджено молекулярне комплексоутворення *L*-тирозиону з 3-*O*- α -*L*-рамнопіранозил-(1 \rightarrow 2)-*O*- α -*L*-арабінопіранозидом хедерагеніну (α -хедерином) та його 28-*O*- α -*L*-рамнопіранозил-(1 \rightarrow 4)-*O*- β -*D*-глюкопіранозил-(1 \rightarrow 6)-*O*- β -*D*-глюкопіранозильовим естером (хедерасaponіном С) у водних розчинах. Встановлено, що *L*-тирозин утворює з α -хедерином комплекс складу 1:1, а хедерасaponін С – складу 2:3. Зроблено висновок про вплив будови глікозидів та *L*-тирозиону на процес комплексоутворення. Вивчено іхтіотоксичність комплексів та їх компонентів проти *Poecilia sphenops*.

Ключові слова. тритерпенові глікозиди, α -хедерин, хедерасaponін С, *L*-тирозин, молекулярний комплекс, УФ-спектроскопія, *Poecilia sphenops*, іхтіотоксичність.

Yakovishin L.A. Molecular complexation of triterpene glycosides with L-tyrosine in aqueous solutions / L.A. Yakovishin, V.I. Grishkovets, U.I. Sergienko, I.I. Dovguy // Scientific Notes of Taurida V.Vernadsky National University. – Series: Biology, chemistry. – 2011. – Vol. 24 (63), No. 1. – P. 232-238.

Using a method UV-spectroscopy, the molecular complexation of *L*-tyrosine with hederagenin 3-*O*- α -*L*-rhamnopyranosyl-(1 \rightarrow 2)-*O*- α -*L*-arabinopyranoside (α -hederin) and its 28-*O*- α -*L*-rhamnopyranosyl-(1 \rightarrow 4)-*O*- β -*D*-glucopyranosyl-(1 \rightarrow 6)-*O*- β -*D*-glucopyranosyl ester (hederasaponin C) in aqueous solutions was for the first time investigated. It was found that *L*-tyrosine form complex with α -hederin in the 1:1 molar ratio, but with hederasaponin C – in the 2:3 molar ratio. The structures of glycosides and *L*-tyrosine are concluded to have an impact on the complexation process. The ichthyotoxicity of the complexes and its components against *Poecilia sphenops* was studied.

Keywords. triterpene glycosides, α -hederin, hederasaponin C, *L*-tyrosine, molecular complex, UV-spectroscopy, *Poecilia sphenops*, ichthyotoxicity.

Поступила в редакцію 20.02.2011 г.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

- Александров Григорий Григорьевич** Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова Российской академии наук, кандидат химических наук, ведущий научный сотрудник
- Алексашкин Игорь Владимирович** Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, ассистент кафедры геоэкологии, e-mail: aligor@rambler.ru
- Аристова Надежда Ивановна** НИВиВ «Магарач», научный сотрудник испытательно-аналитической лаборатории, кандидат технических наук, тел. (0654)261097.
- Асанова Зарема Диляверовна** Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, студентка 5 курса кафедры физической и аналитической химии
- Баличиева Диляра Валиевна** РВУЗ «Крымский инженерно-педагогический университет», доктор биологических наук, профессор, заведующая кафедрой биологии, экологии и безопасности жизнедеятельности, e-mail: kipubiology@gmail.com.
- Беднарская Елена Владимировна** Отдел «Охраны природы» НБС-ННЦ, аспирант, e-mail: speleomish@mail.ru
- Бекирова Зарема Зейтуллаевна** Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, аспирант кафедры общей химии, тел. (0652) 608316, e-mail: z.z.bekirova@gmail.com
- Белан Світлана Сергіївна** Сумський національний аграрний університет, аспірант кафедри ботаніки та фізіології сільськогосподарських рослин, e-mail: belan_svitlana@yahoo.com
- Богатина Нина Ильинична** Физико-технический институт низких температур НАН Украины, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник, e-mail: n_bogatina@rambler.ru.
- Борук Сергей Дмитриевич** Черновицкий национальный университет имени Юрия Федьковича, кандидат химических наук, доцент кафедры физической химии и экологии производств, тел. (0372) 584899
- Вяткина Оксана Валерьевна** Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, кандидат химических наук, доцент кафедры физической и аналитической химии, e-mail: oksana_vyatkina@list.ru
- Говоров Егор Иванович** Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, студент 5 курса кафедры физической и аналитической химии

Грабовская Елена Юрьевна	Таврический национальный университет им. В.И.Вернадского, кандидат биологических наук, заведующая кафедрой медико-биологических основ физической культуры, тел. (0652) 256151, e-mail: grabovskaya13@mail.ru
Гришковец Владимир Иванович	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой физической и аналитической химии.
Довгий Илларион Игоревич	Севастопольский национальный университет ядерной энергии и промышленности, кандидат химических наук, заведующий кафедрой химических технологий ядерно-топливного цикла, e-mail: dovgy@ukr.net
Еременко Игорь Леонидович	Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова Российской академии наук, академик РАН, доктор химических наук, профессор, заведующий лабораторией
Ермакова Мария Олеговна	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, студентка 4 курса химического факультета
Журавлева Екатерина Сергеевна	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, студент кафедры физической и аналитической химии, e-mail: katezhuravlyova@gmail.com
Запорожець Олена Петрівна	Херсонський державний університет, кандидат психологічних наук, доцент кафедри фізіології людини і тварин, тел. (0552) 326754, e-mail: elen-zaporozhec@yandex.ru
Зинюк Евгения Александровна	Керченский экономико-гуманитарный институт Таврического национального университета им. В.И.Вернадского, студентка 6 курса заочного отделения филиала кафедры физической реабилитации, тел.(0652) 256151
Злобін Юліан Андрійович	Сумський національний аграрний університет, доктор біологічних наук, професор кафедри ботаніки та фізіології сільськогосподарських рослин, e-mail: zlobin_yulian@yahoo.com
Ибрагимова Эвелина Энверовна	РВУЗ «Крымский инженерно-педагогический университет», кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры биологии, экологии и безопасности жизнедеятельности, e-mail: evelina_biol@mail.ru.
Иваненко Марина Олеговна	ГУ «Институт медицинской радиологии им. С.П. Григорьева АМН Украины», младший научный сотрудник, e-mail: radimir_07@meta.ua

Иванчихина Ольга Павловна	Севастопольский национальный технический университет, студентка 4 курса кафедры физики (цикл химии)
Клименко Ганна Олександрівна	Сумський національний аграрний університет, аспірант кафедри ботаніки та фізіології сільськогосподарських рослин, e-mail: hgrip@gambler.ru
Климова Елена Михайловна	НИИ биологии ХНУ имени В.Н. Каразина, доктор биологических наук, профессор
Коваль Светлана Яковлевна	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, кандидат медицинских наук, доцент кафедры физической реабилитации, тел (0652)255047
Конарева Ирина Николаевна	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, кандидат биологических наук, доцент кафедры общей психологии, e-mail: psyphysiol_lab@ukr.net
Конник Олег Владимирович	Севастопольский научно-производственный центр стандартизации, метрологии и сертификации, директор, кандидат химических наук, доцент, e-mail: stmet@sebastopol.ua
Коншина Ольга Игоревна	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, студентка 4 курса химического факультета, специализант кафедры общей химии
Корж Елена Николаевна	Севастопольский национальный технический университет, кандидат химических наук, доцент кафедры физики (цикл химии), тел.(0692) 435106, e-mail: chemsevntu@rambler.ru
Коровякова Тетяна Олександрівна	Сумський національний аграрний університет, аспірант кафедри ботаніки та фізіології с/г рослин, -mail: k_tatyana_a@bk.ru
Коханенко Евгений Валерьевич	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, аспирант, специалист кафедры физической и аналитической химии, e-mail: koxanenko.ev@mail.ru
Крохмаль Ирина Игоревна	Донецкий ботанический сад НАН Украины, заведующая лабораторией цветоводства, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник
Крыжко Анастасия Владимировна	Южная опытная станция Институт сельскохозяйственной микробиологии НААН, младший научный сотрудник лаборатории микробиологического метода защиты растений, e-mail: solanum@ukr.net
Крымова Валентина Витальевна	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, кандидат химических наук, доцент кафедры физической и аналитической химии, тел. (0652) 608497

Кузнецова Людмила Николаевна	Южная опытная станция Институт сельскохозяйственной микробиологии НААН, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории микробиологического метода защиты растений, e-mail: solanum@ukr.net
Кузьменко Елена Викторовна	ГУ “Институт медицинской радиологии им. С.П. Григорьева АМН Украины”, кандидат биологических наук, младший научный сотрудник
Курьянов Владимир Олегович	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, кандидат химических наук, декан химического факультета, тел. (0652) 602477, e-mail: vladimir@tnu.crimea.ua
Лаврентьева Ирина Владимировна	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, студентка 5 курса химического факультета
Лущик Александр Александрович	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, аспирант кафедры органической и биологической химии, тел. (0652) 602477, e-mail: luschtschik@mail.ru
Николенко Ольга Владимировна	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, кандидат биологических наук, доцент, заведующая кафедрой гимнастики и биомеханики; тел. (0652) 608792
Нікольська Вікторія Олександрівна	Таврійський національний університет ім. В.І. Вернадського, кандидат біологічних наук, доцент кафедри біохімії, тел. (0652) 608090
Орлова Людмила Данилівна	Одеський національний університет імені І.І. Мечникова, біологічний факультет, пошукач кафедри біохімії, тел. (0482) 687875, e-mail: sergey1951@sana.od.ua
Острогляд Алексей Николаевич	Таврический национальный университет им. В. И. Вернадского, аспирант кафедры экологии и рационального природопользования, e-mail: cr-585@mail.ru
Панова Элеонора Павловна	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, доцент кафедры физической и аналитической химии, кандидат химических наук, тел. (0652) 608497, e-mail: mendes@inbox.ru.
Пахомов Валерий Иннокентьевич	Севастопольский национальный технический университет, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры физики (цикл химии), тел.(0692) 435110
Певзнер Наталья Соломоновна	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, кандидат технических наук, доцент кафедры общей химии, тел. (0652) 608316, e-mail: pevzner.nata@gmail.com

Першина Екатерина Дмитриевна	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, кандидат химических наук, доцент кафедры физической и аналитической химии, e-mail: katherinepersh@gmail.com
Петров Сергій Анатольович	Одеський національний університет імені І.І. Мечникова, доктор біологічних наук, професор кафедри біохімії, тел. (0482) 687875, e-mail: sergey1951@sana.od.ua
Поляничев Дмитрий Валерьевич	Севастопольский национальный технический университет, студент 4 курса кафедры физики (цикл химии)
Сергиенко Юлия Ивановна	Севастопольский национальный технический университет, студентка 5 курса кафедры физики
Сухарев Юрий Станиславович	Харьковская государственная зооветеринарная академия, кандидат биологических наук, доцент кафедры микробиологии, вирусологии и иммунологии, e-mail: Yuriy_sukharev@mail.ru
Сышко Дмитрий Владимирович	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, доктор по физическому воспитанию и спорту, доцент, заведующий кафедрой теории и методики физического воспитания
Федоренко Александр Михайлович	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, доктор химических наук, профессор кафедры физической и аналитической химии, e-mail: fedoram37@gmail.com
Федоренко Андрей Александрович	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, аспирант кафедры физической и аналитической химии
Федорко Наталія Леонідовна	Одеський національний університет імені І.І. Мечникова, кандидат біологічних наук, доцент кафедри біохімії, e-mail: nataliafedorko.biochemistry@gmail.com
Хомякова Ольга Вячеславна	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, кандидат биологических наук, доцент кафедры физической реабилитации, тел (0652)255047
Черная Вера Николаевна	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, кандидат биологических наук, доцент кафедры физической реабилитации, тел (0652)255047
Чирва Василий Яковлевич	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой органической и биологической химии
Шейкина Надежда Валерьевна	Национальный Фармацевтический университет, кандидат биологических наук, ассистент, e-mail: sheykina@ukr.net

Шехоткин Александр Владимирович	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник кафедры физиологии человека и животных и биофизики
Шульгин Виктор Федорович	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой общей химии, тел. (0652)-60-81-60, e-mail: vshul@crimea.edu
Эмирова Диляра Энверовна	РВУЗ «Крымский инженерно-педагогический университет», преподаватель кафедры биологии, экологии и безопасности жизнедеятельности, e-mail: emirovadilyara@mail.ru
Яковишин Леонид Александрович	Севастопольский национальный технический университет, кандидат химических наук, доцент кафедры физики (цикл химии), e-mail: chemsevntu@rambler.ru.
Ярмолюк Наталья Сергеевна	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, аспирант кафедры физиологии человека и животных и биофизики, e-mail: nat_yarm@mail.ru
Oberemok Volodymyr Vlodymyrovich	Taurida National V.I. Vernadsky University, biochemistry department, assistant, e-mail: genepcr@mail.ru
Simchuk Andriy Pavlovich	Taurida National V.I. Vernadsky University, Sc.D., professor, department of ecology and rational use of nature
Zaytsev Oleksiy Sergiyovich	Taurida National V.I. Vernadsky University, III course student, department of ecology and rational use of nature

СОДЕРЖАНИЕ

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Беднарская Е.В.

ЛОКАЛИЗАЦИЯ ПО МИКРОСТАЦИЯМ ХИЩНЫХ ПРОСТИГМАТИЧЕСКИХ
КЛЕЩЕЙ В КАРСТОВЫХ ПОЛОСТЯХ ГОРНОГО КРЫМА И ОСНОВНЫЕ
БИОТИЧЕСКИЕ ОТНОШЕНИЯ..... 3

Богатина Н.И., Шейкина Н.В.

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ НА РАСТЕНИЯ..... 10

Грабовская Е.Ю., Зинюк Е.А.

ЭФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ АРТ-ТЕРАПИИ В КОМПЛЕКСНОЙ
РЕАБИЛИТАЦИИ БОЛЬНЫХ, ПЕРЕНЕСШИХ ИШЕМИЧЕСКИЙ ИНСУЛЬТ 18

Запорожець О.П.

ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ АДАПТАЦІЇ ГІМНАСТІВ МОЛОДШОГО
ШКОЛЬНОГО ВІКУ ДО НАВЧАЛЬНИХ НАВАНТАЖЕНЬ..... 26

Ибрагимова Э.Э.

ЛИХЕНОИНДИКАЦИЯ СТЕПЕНИ АЭРОТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ В
УРБОЭКОСИСТЕМАХ НА ПРИМЕРЕ *XANTHORIA PARIETINA* (L.) BELT. 34

Иваненко М.О., Климова Е.М., Кузьменко Е.В.

И.И. МЕЧНИКОВ. ФОРМИРОВАНИЕ НАУЧНОГО МИРОВОЗЗРЕНИЯ В
ДЕТСКИЕ И ЮНОШЕСКИЕ ГОДЫ..... 40

Клименко Г.О., Белан С.С., Злобін Ю.А.

ШЛЯХИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ОХОРОНИ РІДКІСНИХ ВИДІВ РОСЛИН
В УКРАЇНІ 52

Коваль С.Я., Хомякова О.В., Черная В.Н.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ЭЛЕКТРОМИОГРАФИИ В ОЦЕНКЕ
ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЫБОРА ФИЗИЧЕСКИХ УПРАЖНЕНИЙ В
ВОССТАНОВЛЕНИИ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ У БОЛЬНЫХ СО
СПИННОМОЗГОВОЙ ТРАВМОЙ..... 60

Конарева И.Н.

ПОКАЗАТЕЛИ КАРДИОИНТЕРВАЛОГРАФИИ У ЛИЦ С РАЗНЫМ УРОВНЕМ
АГРЕССИВНОСТИ..... 67

Коровякова Т.О.

ОСОБЛИВОСТІ ПРОДУКЦІЙНОГО ПРОЦЕСУ ТА РОСТУ ЛУЧНОГО
РІЗНОТРАВ'Я НА СІНОКОСАХ ТА ПАСОВИЩАХ ЗАПЛАВИ ПСЛА..... 79

Крижко А.В., Кузнєцова Л.М.

ВПЛИВ *BACILLUS THURINGIENSIS* (BERLINER) НА ЧИСЕЛЬНІСТЬ ЕПІФІТНОЇ
МІКРОФЛОРИ ФІЛОПЛАНІ ТА ЇЇ ФУНГІСТАТИЧНА ДІЯ ПРОТИ ЗБУДНИКІВ
ХВОРОБ В АГРОБІОЦЕНОЗІ КАРТОПЛІ 89

Крохмаль И.И. АНАТОМО-МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛИСТА НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РОДА <i>SAMPANULA L.</i> ПРИ ИНТРОДУКЦИИ В УСЛОВИЯХ ЮГО- ВОСТОКА УКРАИНЫ	97
Кузьменко Е.В. СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ГРУППОВОЙ И ИНДИВИДУАЛЬНОЙ РАДИОЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ОРГАНИЗМА	109
Николенко О.В., Сышко Д.В. ПРИМЕНЕНИЕ ЛЕЧЕБНОГО МАССАЖА И ЛЕЧЕБНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ В РЕАБИЛИТАЦИИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ПОЗВОНОЧНИКА У БОЛЬНЫХ ОСТЕОХОНДРОЗОМ	123
Нікольська В.О. ЗМІНИ БІОХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ СИРОВАТКИ КРОВІ ЛАБОРАТОРНИХ ЩУРІВ ПРИ ДІЇ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ ГІПЕРІНСУЛІНЕМІЇ	130
Oberetok V.V., Zaytsev A.S., Simchuk A.P. DNA INSECTICIDES VERSUS DNA STIMULATORS: EVERY DRUG IS A POISON, EVERY POISON IS A DRUG	136
Орлова Л.Д., Федорко Н.Л., Петров С.А. АКТИВНІСТЬ ТРИПСИНОПОДІБНИХ ПРОТЕЇНАЗ У ЗМІЙ	144
Острогляд А.Н. МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ МЕДОНОСНОЙ ПЧЕЛЫ ПОСЛЕ ДВУКРАТНОЙ ЗАМЕНЫ МАТОК В УСЛОВИЯХ НЕКОНТРОЛИРУЕМОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА.....	149
Сухарев Ю.С. СПОСОБ ДВУХСТУПЕНЧАТОЙ ГЛУТАРАЛЬДЕГИДНОЙ КОНЪЮГАЦИИ ЭНТЕРОТОКСИНОВ <i>ESCHERICHIA COLI</i>	153
Эмирова Д.Э., Баличиева Д.В. БИОТЕСТИРОВАНИЕ ОСТРОЙ ТОКСИЧНОСТИ ПРЕПАРАТА ДНОК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДОЖДЕВЫХ ЧЕРВЕЙ.....	159
Ярмолюк Н.С., Шехоткин А.В. ВЛИЯНИЕ СЛАБОГО ПЕРЕМЕННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ СВЕРХНИЗКОЙ ЧАСТОТЫ НА ДИНАМИКУ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ ИНТАКТНЫХ И РЕГЕНЕРИРУЮЩИХ ПЛАНАРИЙ <i>DUGESIA TIGRINA</i>	164
ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ	
Алексашкін І.В., Першина К.Д. ЗАСТОСУВАННЯ МАГНЕТИТУ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ НАФТОВМІСНИХ СТОЧНИХ ВОД.....	175

Аристова Н.И., Панова Э.П., Чирва В.Я. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЯНТАРНОЙ КИСЛОТЫ В ВИНАХ ХРОМАТОГРАФИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ.....	180
Борук С.Д. ПОЛУЧЕНИЕ ВОДОУГОЛЬНОГО ТОПЛИВА НА ОСНОВЕ БУРОГО УГЛЯ.....	185
Вяткина О.В., Лаврентьева И.В., Ермакова М.О. КАТАЛИТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ПЕРОКСИДАЗЫ РЕДЬКИ ЧЕРНОЙ ОТНОСИТЕЛЬНО НЕОРГАНИЧЕСКОГО СУБСТРАТА $S_2O_3^{2-}$	190
Журавлева Е.С., Коханенко Е.В., Першина Е.Д. ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ СИСТЕМЫ ГЛИНА-ВОДА	196
Корж Е.Н., Поляничев Д.В., Иванчихина О.П., Яковшин Л.А., Пахомов В.И. СВОЙСТВА МЫЛЬНОГО ПУЗЫРЯ И ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ЕГО ОБРАЗОВАНИЯ ПРИ ИЗУЧЕНИИ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ.....	202
Лущик А.А., Курьянов В.О. ИЗУЧЕНИЕ МЕЖФАЗНОЙ РЕАКЦИИ ГЛИКОЗИЛИРОВАНИЯ ФЕНОЛА α -D-ГЛЮКОЗАМИНИЛХЛОРИДОМ ПРИ КАТАЛИЗЕ ПОЛИЭТИЛЕНГЛИКОЛЕМ.....	207
Федоренко А.М., Крымова В.В., Федоренко А.А., Говоров Е.И., Асанова З.Д. СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТИТАНА(III) В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СЕРНОКИСЛЫХ РАСТВОРАХ	214
Шульгин В.Ф., Бекирова З.З., Конник О.В., Александров Г.Г., Еременко И.Л. МОЛЕКУЛЯРНОЕ СТРОЕНИЕ БИЯДЕРНОГО КОМПЛЕКСА ЛАНТАНА С СУКЦИНИЛДИГИДРАЗОНОМ 1-ФЕНИЛ-3-МЕТИЛ-4- ФОРМИЛПИРАЗОЛОНА-5	220
Шульгин В.Ф., Певзнер Н.С., Коншина О.И., Конник О.В., Александров Г.Г., Еременко И.Л. СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ СТРОЕНИЯ КООРДИНАЦИОННЫХ СОЕДИНЕНИЙ КОБАЛЬТА(II) И МЕДИ(II) С 3-МЕТИЛ-1-ФЕНИЛ-4- ФОРМИЛПИРАЗОЛОНОМ-5.....	225
Яковшин Л.А., Гришковец В.И., Сергиенко Ю.И., Довгий И.И. МОЛЕКУЛЯРНОЕ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЕ ТРИТЕРПЕНОВЫХ ГЛИКОЗИДОВ С L-ТИРОЗИНОМ В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ.....	232
СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ	238
СОДЕРЖАНИЕ	244