



УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ

ТАВРИЧЕСКОГО
НАЦИОНАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА
им. В. И. Вернадского

**Том 16 (55). № 1
БИОЛОГИЯ, ХИМИЯ**

Симферополь
2003

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

Научный журнал
(Журнал основан в 1918 г.)

Том 16 (55) № 1:
Серия «Биология, химия»

Симферополь,
Таврический национальный университет
им. В.И. Вернадского
2003

ISBN 5-7763-9818.

Журнал зарегистрирован 23 ноября 1999 год

Серия КМ № 53

Редакционная коллегия:

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

Редакционный совет серии «Биология, химия»

Биологические науки

Темурьянц Н.А. доктор биологических наук, профессор – (*редактор серии*)
Коренюк И. И., доктор биологических наук, профессор
Бугара А.М., доктор биологических наук, профессор
Сидякин В. Г., доктор биологических наук, профессор
Юрахно М. В., доктор биологических наук, профессор
Коношенко С. В., доктор биологических наук, профессор

Химические науки

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

Статьи опубликованы в авторской редакции

© Таврійський національний університет, 2003 р.

Подписано в печать 04.01.03 Формат 60x84 1/8 Усл. изд. л. 14.96. Тираж 500. Заказ № 101/а.

Отпечатано в информационно-издательском отделе ТНУ.

ул. Ялтинская, 4, г. Симферополь, 95007

„Учені запісі Таврійського національного університета ім. В. І. Вернадського”

Науковий журнал. Серія «Біологія, хімія». Том 16 (55). №1.

Сімферополь, Таврійський національний університет ім. В.І.Вернадського, 2003

Журнал заснований у 1918 р.

Адреса редакції: вул. Ялтинська, 4, м. Сімферополь, 95007

Надруковано у інформаційно-видавницькому відділі Таврійського національного університету ім. В.І.Вернадського. Вул. Ялтинська, 4, м. Сімферополь, 95007

Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского
Серия «Биология, химия». Том 16 (55). 2003 г. №1. С. 3-11.

УДК 591.11.1:577.35.537

Н. А. Темурьяниц, Е. Н. Чуян, О. Б. Московчук, Е. Ю. Шишко, В. А. Минко

ВЛИЯНИЕ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ КРАЙНЕ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ НА ИНФРАДИАННУЮ РИТМИКУ ДЕГИДРОГЕНАЗНОЙ АКТИВНОСТИ ЛЕЙКОЦИТОВ КРОВИ КРЫС

Одним из важнейших факторов самоорганизации различных физиологических систем является синхронизация, которая способствует сохранению устойчивости системы, оптимизирует физиологические процессы [1, 2]. Степень синхронизации неодинакова при разных состояниях и поэтому может быть использована для оценки устойчивости физиологических систем к различным воздействиям [3].

Неблагоприятное действие на организм различных факторов приводит к развитию стресс-реакции. Согласно С.И.Степановой (1986), Т.К.Бреус (2002) при действии любого стрессора расстраивается согласованная работа всех систем, нарушается их взаимная синхронизация, что приводит к уменьшению резистентности организма к повреждающим факторам [4, 5]. Одним из ранних признаков снижения резистентности, адекватно отражающим происходящие в организме перестройки, является нарушение временной организации различных физиологических систем, т.е. развитие десинхроноза.

Поэтому одной из важнейших задач современной физиологии является изучение эффективных методов оптимизации биоритмологического состояния организма и повышение его адаптоспособности к изменяющимся условиям среды.

Доказано, что одним из факторов, стабилизирующих временную организацию, является электромагнитное излучение (ЭМИ) низкой интенсивности. Так, ЭМИ частотой 8 Гц, индукцией 5 мкТл повышает неспецифическую резистентность, нормализуя временную организацию у эпифизэктомированных [6] и гипокинезированных [7] животных. В настоящее время твёрдо установлено, что электромагнитное излучение (ЭМИ) крайне высоких частот (КВЧ) обладает высокой физиологической активностью [8, 9]. Показано, что под влиянием этого фактора изменяется функциональное состояние многих физиологических систем. Однако способность этого фактора изменять временную организацию физиологических систем, остаётся не изученной.

К физиологическим системам, обладающим высокой чувствительностью к изменениям внешней и внутренней среды, в первую очередь, относится система крови, и, в частности, лейкоциты. Поэтому изучение временной организации этой системы позволяет адекватно оценить реакцию целостного организма на действие факторов различного происхождения.

В связи с этим, задачей настоящего исследования явилось изучение способности ЭМИ КВЧ корректировать инфраианную ритмику функциональной активности нейтрофилов и лимфоцитов крови интактных крыс, а также животных с экспериментально вызванной стресс-реакцией.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования выполнены на 120 беспородных белых крысах-самцах массой 250-300г. Для экспериментов отбирали животных одинакового возраста, со средним уровнем двигательной активности и низкой эмоциональностью, определенных в teste «открытого поля» [10, 11], что позволило сформировать однородные группы животных с одинаковыми конституциональными особенностями, у которых развивается наиболее типичная реакция на действие различных факторов, в том числе и на воздействие ЭМИ [9, 12].

В повторных опытах всех животных распределяли на 4 равноценные группы. К первой группе относились животные, содержащиеся в обычных условиях вивария (биологический контроль, К). Вторую группу составляли животные, содержащиеся в условиях гипокинезии (ГК). Животные третьей группы подвергались действию ЭМИ КВЧ. Четвертую группу составили крысы, находившиеся в условиях ГК и одновременно подвергавшиеся воздействию ЭМИ КВЧ (ГК+КВЧ).

Воздействие КВЧ-излучения осуществлялось ежедневно по 30 минут на затылочную область в течение 45 суток эксперимента с помощью генератора «Луч. КВЧ-0,1» с длиной волны 7,1 мм, плотностью потока мощности 0,1 мВт/см², изготовленным Центром радиофизических методов диагностики и терапии «Рамед» Института технической механики НАНУ (г. Днепропетровск).

Гипокинезия моделировалась помещением крыс в специальные пеналы из оргстекла, которые обеспечивали существенное ограничение подвижности по всем направлениям. В описанных пеналах крысы находились 22 часа в сутки в течение 44 дней.

Кровь для исследования брали ежедневно, в одно и то же время из хвостовой вены. В мазках крови цитохимическими методами определяли среднее содержание сукцинат- (СДГ) и α -глицерофосфатдегидрогеназы (α -ГФДГ) в лимфоцитах и нейтрофилах по методу Р.П. Нарциссова [13]. Количественным методом определяли коэффициент эксцесса, характеризующий избыток или недостаток субпопуляции клеток с типичной активностью фермента [14]. Для определения взаимоотношений окислительно-восстановительных ферментов между собой и степени превалирования анаэробного процесса, подсчитано отношение средней активности α -ГФДГ к средней активности СДГ в лимфоцитах и нейтрофилах периферической крови крыс в течение 44 суток эксперимента.

Статистическую обработку полученных результатов проводили с помощью корреляционного, косинор- анализов [15].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что инфраианная ритмика функциональной активности лейкоцитов крови, а также

**ВЛИЯНИЕ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ
КРАЙНЕ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ НА ИНФРАДИАННУЮ РИТМИКУ
ДЕГИДРОГЕНАЗНОЙ АКТИВНОСТИ ЛЕЙКОЦИТОВ КРОВИ КРЫС**

степень синхронизации изученных параметров существенно меняется при различных воздействиях.

Спектральным и косинор – анализами во всех экспериментальных группах выявлены следующие ритмы активности СДГ и α -ГФДГ в лимфоцитах и нейтрофилах: $\approx 3^d,5$, $\approx 7^d,0$, $\approx 14^d,0$ и $\approx 22^d,0$. В спектре СДГ в нейтрофилах кроме перечисленных периодов присутствует период $\approx 9^d,5$.

Инфрадианным ритмам изученных показателей свойственны определенные амплитудно-фазовые характеристики. При анализе спектров мощности средней активности дегидрогеназ в лимфоцитах у интактных животных выявлены более высокие значения амплитуд большинства выделенных периодов СДГ в лимфоцитах по сравнению с соответствующими амплитудами ритмов α -ГФДГ. В то же время в нейтрофилах наблюдалась обратная картина, т.е. амплитуды ритмов α -ГФДГ во всех выделенных периодах превышали соответствующие им значения амплитуд СДГ. Необходимо отметить, что с увеличением периода амплитуды ритмов СДГ и α -ГФДГ возрастили как в лимфоцитах, так и в нейтрофилах (рис. 1).

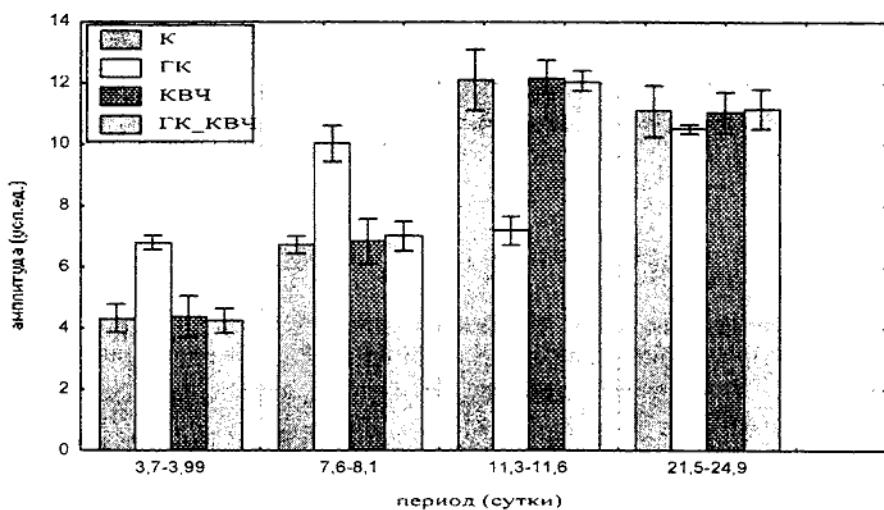


Рис. 1. Спектры мощности средней активности СДГ в лимфоцитах крови крыс в контрольной группе животных (К), при гипокинезии (ГК), воздействии ЭМИ КВЧ (КВЧ) и комбинированном воздействии гипокинезии и ЭМИ КВЧ (ГК_КВЧ).

Метод косинор-анализа позволил выявить во всех выделенных периодах, определенные фазовые соотношения между показателями средней активности СДГ и α -ГФДГ в лимфоцитах и нейтрофилах интактных животных (рис. 2).

Эти данные согласуются с результатами исследования других авторов [15, 16, 17] выделивших сходные периоды и сдвиг фаз между средней активностью указанных дегидрогеназ в лимфоцитах крови крыс с различными особенностями двигательной активности.

Корреляционный анализ взаимоотношений средней активности СДГ и α -ГФДГ

первые 20 суток эксперимента и положительный ($r=+0,43$, $p<0,05$) во вторую половину эксперимента (21-44 сутки). Подобные изменения временной динамики средней активности СДГ и α -ГФДГ выявлены и в нейтрофилах интактных крыс.

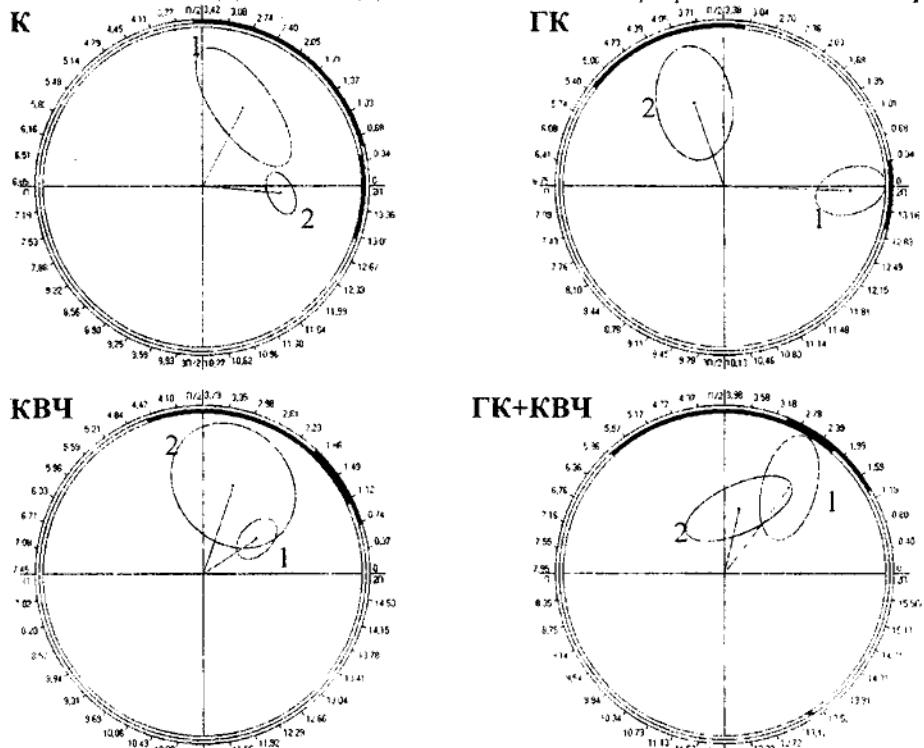


Рис. 2. Соотношение фаз биоритмов средней активности СДГ и α -ГФДГ в нейтрофилах крови крыс при различных воздействиях (К – контроль; ГК – гипокинезия; KVCh – ЭМИ KVCh; ГК+KVCh – комбинированное действие гипокинезии и ЭМИ KVCh) в периоде $\approx 14,0$ суток: 1 – СДГ, 2 – α -ГФДГ.

Сложный и нелинейный характер взаимоотношений окислительно-восстановительных ферментов подтверждается и проведенным исследованием отношения средней активности α -ГФДГ к средней активности СДГ в разные сроки эксперимента. Выявленный нами фазный характер изменений средней активности дегидрогеназ, а также преобладание СДГ в лимфоцитах и α -ГФДГ в нейтрофилах, свидетельствует о разной степени выраженности сопряженных этапов клеточного дыхания: анаэробного в нейтрофилах и аэробного в лимфоцитах и периодических изменениях этих соотношений.

Таким образом, обнаруженные нами определенные внутрифункциональные соотношения между средней активностью СДГ и α -ГФДГ в лимфоцитах и нейтрофилах свидетельствуют о том, что различные этапы окислительно-восстановительных процессов в клетке должны строго соответствовать друг другу не только в пространстве, но и во времени.

**ВЛИЯНИЕ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ
КРАЙНЕ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ НА ИНФРАДИАННУЮ РИТМИКУ
ДЕГИДРОГЕНАЗНОЙ АКТИВНОСТИ ЛЕЙКОЦИТОВ КРОВИ КРЫС**

Если рассматривать лимфоциты и нейтрофилы как отдельные функциональные единицы, выполняющие важные физиологические функции, то можно утверждать, что между ними существуют и определённые межфункциональные взаимоотношения.

Результаты проведенного исследования показали, что длительное ограничение подвижности крыс приводит к выраженным изменениям инфрадианной ритмики дегидрогеназной активности в лимфоцитах, и нейтрофилах крови. Методом косинор-анализа для ритмов средней активности СДГ и α -ГФДГ в лимфоцитах и нейтрофилах выявлены периоды той же длительности, что и у интактных животных. Однако их спектры мощности отличались от таковых у интактных животных выраженным изменением амплитуд ритмов СДГ и α -ГФДГ как в нейтрофилах, так и в лимфоцитах (рис. 1).

Кроме того, обнаружено значительное смещение фаз во всех выделенных ритмах относительно контрольных значений (рис. 3). Обращает на себя внимание и нарушение фазовых соотношений между показателями средней активности СДГ и α -ГФДГ в лимфоцитах и нейтрофилах гипокинезированных животных по сравнению с таковыми в контроле (рис. 2). Таким образом, гипокинезия оказывает существенное влияние на временную организацию изученных показателей, как в лимфоцитах, так и в нейтрофилах, выражающееся в значительном изменении амплитуд изученных ритмов и достоверных сдвигах фаз во всех выделенных периодах относительно значений контрольной группы, что следует расценить как резкое нарушение инфрадианной ритмики.

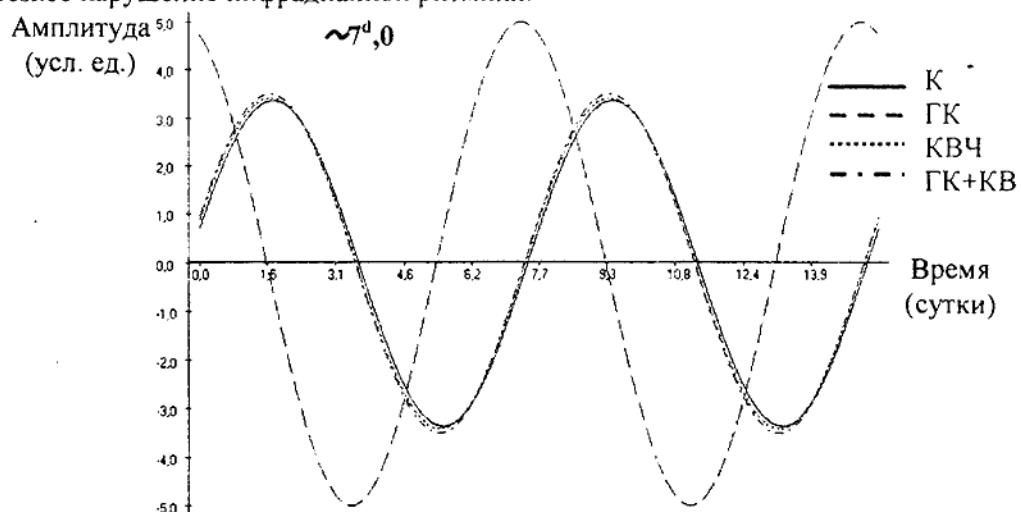


Рис. 3. Фазовые соотношения средней активности СДГ в лимфоцитах периферической крови крыс в периоде $\approx 7^d,0$ при различных воздействиях: К – контроль; ГК – гипокинезия; КВЧ – ЭМИ КВЧ; ГК+КВЧ – комбинированное воздействие ГК и ЭМИ КВЧ.

Корреляционный анализ подтверждает сделанный вывод. При сравнении с дегидрогеназами, что привело к инверсии коэффициента корреляции. Так, между

СДГ и α -ГФДГ в лимфоцитах коэффициент корреляции в 1-5 сутки эксперимента достигает значения $r = +0,86$ ($p < 0,05$), а в нейтрофилах в 1-9 сутки эксперимента значения $r = +0,72$ ($p < 0,05$). Усиление внутрифункциональной синхронизации (гиперсинхронизации), проявляющееся в возрастании коэффициентов корреляции в первые сутки эксперимента, свидетельствует о повышении адаптационной нагрузки в 1-ую стадию гипокинетического стресса – стадию тревоги и согласуется с данными, полученными на большом фактическом материале другими авторами [4, 19]. В последующие сроки наблюдения, отмечается отсутствие достоверной корреляции между СДГ и α -ГФДГ как в лимфоцитах ($r = -0,3$, $p > 0,05$), так и в нейтрофилах ($r = -0,29$, $p > 0,05$). Таким образом, гипокинезия меняет внутрифункциональные отношения между исследуемыми дегидрогеназами как в лимфоцитах, так и в нейтрофилах, что свидетельствует об ослаблении координации в действии ферментов в ответ на действие стресс-фактора и истощении энергетических ресурсов клеток [20]. Дополнением к вышеизложенным фактам является также изменение инфрадианной ритмики отношения α -ГФДГ/СДГ у гипокинезированных крыс, которое выражается в достоверном росте амплитуд и сдвигах фаз выделенных ритмов относительно контрольной группы животных как в лимфоцитах так, и в нейтрофилах.

Таким образом, гипокинезия приводит к значительной перестройке инфрадианной ритмики исследуемых дегидрогеназ в лимфоцитах и нейтрофилах, что свидетельствует о развитии десинхроноза, развивающегося вследствие стресс-реакции на ограничение подвижности.

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что ЭМИ КВЧ способно изменять временную организацию физиологических систем. Однако характер и направленность этих изменений зависят от функционального состояния организма.

При воздействии ЭМИ КВЧ на интактных животных показатели амплитуд и фаз выделенных ритмов практически не отличались от таковых в контрольной группе, а их изменения проявлялись лишь на уровне тенденции. В то же время амплитудно-фазовые характеристики всех выделенных периодов имели принципиальное отличие от таковых у крыс с ограниченной подвижностью (рис. 1, 3). Кроме того, во всех периодах сохранялись исходные фазовые соотношения ритмов средних активностей СДГ и α -ГФДГ (рис. 2). Фазное изменение коэффициентов корреляции, выявленное между исследуемыми дегидрогеназами в лимфоцитах и нейтрофилах крови животных, сходно с таковым в контрольной группе и свидетельствует о достаточно высокой степени синхронизации изученных показателей. Однако изучение инфрадианной ритмики отношения α -ГФДГ/СДГ в лимфоцитах и нейтрофилах и ритмики коэффициента эксцесса СДГ в лимфоцитах позволило выявить достоверные изменения амплитудно-фазовых характеристик в отдельных периодах. Таким образом, воздействие ЭМИ КВЧ на интактных животных приводит к изменению инфрадианной ритмики, которое выявляется только при анализе сопряженных процессов, а не отдельных показателей. Полученные результаты позволяют утверждать, что ЭМИ КВЧ способно модулировать ритмику физиологических процессов.

**ВЛИЯНИЕ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ
КРАЙНЕ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ НА ИНФРАДИАННУЮ РИТМИКУ
ДЕГИДРОГЕНАЗНОЙ АКТИВНОСТИ ЛЕЙКОЦИТОВ КРОВИ КРЫС**

Анализ результатов исследования действия ЭМИ КВЧ на крыс, находящихся в условиях ограничения подвижности позволил выявить существенные особенности инфрадианной ритмики дегидрогеназной активности лейкоцитов крови по сравнению с таковой у гипокинезированных крыс. Так, при дополнительном действии ЭМИ КВЧ на гипокинезированных животных отмечено восстановление амплитуд ритмов средней активности дегидрогеназ, хотя значения амплитуд не всегда достигали контрольного уровня (рис. 1). Вместе с тем, воздействие ЭМИ КВЧ на гипокинезированных животных заметно сдвигало фазы выделенных ритмов, при этом наблюдалось восстановление исходных фазовых соотношений дегидрогеназ как в лимфоцитах, так и в нейтрофилах в большинстве выделенных периодов (рис. 2, 3).

Изучение внутрифункциональных взаимоотношений исследуемых дегидрогеназ при комбинированном с ГК воздействии ЭМИ КВЧ свидетельствует о способности ЭМИ КВЧ изменять внутрифункциональную синхронизацию дегидрогеназ. Это проявилось в восстановлении положительной корреляционной связи между СДГ и α -ГФДГ как в лимфоцитах ($r = + 0,43$, $p < 0,05$), так и в нейтрофилах ($r = + 0,63$, $p < 0,05$) во вторую половину эксперимента, что не наблюдалось у гипокинезированных и соответствует контрольным животным. Считается установленным, что возрастание уровня корреляции (синхронизации) между параметрами различных систем является признаком благоприятной адаптации к действию факторов различной природы [4, 5]. Это понятно, поскольку синхронизация считается энергетически оптимальным режимом функционирования динамической системы и обеспечивает ей свойства целостности и устойчивости [2].

Таким образом, при воздействии ЭМИ КВЧ на гипокинезированных животных выявлены более выраженные изменения инфрадианной ритмики изученных показателей, чем при изолированном действии ЭМИ КВЧ. Это является ещё одним подтверждением зависимости эффективности действия ЭМИ КВЧ от исходного состояния организма и согласуется с законом начальных значений.

Согласно современным представлениям, в здоровом организме поддерживается строгая, но не жесткая согласованность различных процессов – составляющих гомеостаза, в то время как при различных патологических процессах наблюдается та или иная степень десинхроноза [5, 21]. Для синхронизации эндогенных ритмов достаточно очень слабого сигнала, каким и является информационное ЭМИ КВЧ, при этом происходит «затягивание» или «захват» близкой частоты [3, 22], что согласуется с концепцией «биологического действия микродоз» различных физических и химических агентов [23]. Данные факты свидетельствуют о возможности использования ЭМИ КВЧ данных параметров в качестве внешнего синхронизатора, «датчика времени» при десинхронозах различного типа.

Нарушение временной структуры организма, возникающее при рассогласовании упорядоченности его внутренних ритмов, т.е. при развитии десинхроноза, сопровождает течение общего адаптационного синдрома, или стресс-реакцию [24]. В предыдущих исследованиях нами показано, что КВЧ-воздействие способствует нормализации функционального состояния лимфоцитов и нейтрофилов крови, а также поведенческих характеристик животных при развитии

гипокинетического стресса [9]. Настоящее исследование дополняет эти данные и свидетельствует о способности ЭМИ КВЧ нормализовать инфрадианную ритмику активности лейкоцитарных ферментов при нарушениях, вызванных гипокинезией.

Таким образом, при десинхронозе, вызванном стресс-реакцией, ежедневное воздействие ЭМИ КВЧ оказывает корригирующее действие, что приводит к нормализации инфрадианной ритмики изученных показателей. В этом проявляется один из механизмов антистрессорного действия миллиметровых волн, связанный со способностью ЭМИ КВЧ к синхронизации физиологических процессов.

Список литературы

1. Блехман И.И. Синхронизация динамических систем.- М.,1971.- 894с.
2. Путилов А.А. Системообразующая функция синхронизации в живой природе.- Новосибирск: Наука, 1987.- 144с.
3. Владимирский Б.М., Сидякин В.Г., Темурьянц Н.А., Макеев В.Б., Самохвалов В.П. Космос и биологические ритмы.- Симферополь, 1995. - 230 с.
4. Степанова С.И. Биоритмологические аспекты адаптации.- М.:Наука, 1986.- 241с.
5. Бреус Т.К., Чибисов С.М., Баевский Р.М., Шебзухов К.В. Хроноструктура ритмов сердца и факторы внешней среды.- М., 2002. - 232 с.
6. Темурьянц Н.А., Шехоткин А.В. Изменение инфрадианной ритмики дегидрогеназ лимфоцитов крови крыс при эпифизэктомии и действии слабых переменных магнитных полей // Авиакосмическая и экологическая медицина. 1995.- Т.29. - №3.- С.39-43..
7. Темурьянц Н.А. Нервные и гуморальные механизмы адаптации к действию неионизирующих излучений: Автореф. дис. ... докт.биол.наук. - М., 1989. - 44 с.
8. Лебедева Н.Н., Котровская Т.И. Экспериментально-клинические исследования в области биологических эффектов миллиметровых волн // Миллиметровые волны в биологии и медицине. 1999.-№3.-С.3-14.
9. Чуюн Е.Н. Влияние миллиметровых волн пшестлевой интенсивности на развитие гипокинетического стресса у крыс с различными индивидуальными особенностями: Автореф. дис. ... канд.биол. наук. 1992.- 25с.
10. Сантья Вега Леонель. Роль индивидуальных особенностей двигательной активности в развитии гипокинетического стресса у крыс: Автореф. дис. ... канд.биол.наук. - Симферополь. - 1991. - 21 с.
11. Кулагин Д.А., Болондинский Б.К. Нейрохимические аспекты эмоциональной реактивности и двигательной активности крыс в новой обстановке // Успехи физиол. наук. - 1986. - №1. - С. 92-110.
12. Грабовская Е.Ю. Реакция крыс с различными индивидуальными особенностями двигательной активности на действие слабого ПеМП СНЧ: Автореф. дис...канд. биол. наук.- Симферополь,1992.-23 с.
13. Нарциссов Р.П. Прогностические возможности клинической цитохимии // Советская педиатрия. - 1982. - Вып.2. - С.267
14. Нарциссов Р.П и др. Митохондриальные болезни (Взгляд цитохимика). - М., 1999. - 51 с.
15. Емельянов И.П. Структура биологических ритмов человека в процессе адаптации. Статистический анализ и моделирование.-Новосибирск: Наука, 1986. -184с.
16. Strigun L., Chirkova E., Grigor'eva G. et al. Chronobiological analysis of peripheral lymphocyte dehydrogenases activities in rats with Walker 256 carcinsarcoma // Anti-Cancer Drugs. - 1991. - V. 2.- P.305-310.
17. Шехоткин А.В. Влияние переменного магнитного поля сверхнизкой частоты на инфрадианную ритмику количественных и функциональных характеристик лейкоцитов крови у интактных и эпифизэктомированных крыс: Автореф. дисс. ... канд.биол.наук. - Симферополь. - 1995. - 25 с.
18. Темурьянц Н.А., Чуюн Е.Н., Шехоткин А.В. Инфрадианская ритмика функционального состояния нейтрофилов и лимфоцитов крови крыс с различными конституционными особенностями // Биофизика, 1995.-Т.40. - № 5.- С.1121-1125.
19. Моисеева Н.И., Сысуев В.М. Временная среда и биологические ритмы. - Л.: Наука, 1981.- 127с.

**ВЛИЯНИЕ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ
КРАЙНЕ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ НА ИНФРАДИАННУЮ РИТМИКУ
ДЕГИДРОГЕНАЗНОЙ АКТИВНОСТИ ЛЕЙКОЦИТОВ КРОВИ КРЫС**

20. Гаркави Л.Х., Квакина Е.Б., Кузьменко Т.С. Антистрессорные реакции и активационная терапия. Реакция активации как путь к здоровью через процессы самоорганизации. – М.: «Имелис», 1998. – 656 с.
21. Ашофф Ю. Свободнотекущие и захваченные циркациональные ритмы// Биологические ритмы.- М.: Мир, 1984.- Т.1.-С.53-54.
22. Агулова Л.П., Удальцова Н.В., Шноль С.Э.Корреляция макроскопических флуктуаций в биологических и физико-химических процессах с космофизическими факторами // Электромагнитные поля в биосфере. – М.: Наука, 1984.- Т. 1.- С.220-224.
23. Бурлакова Е.Б., Конрадов А.А., Худяков И.В. Воздействие химических агентов в сверхмалых дозах на биологические объекты // Изв. АН СССР. - 1990.- № 2.- С.184-193.
24. Алякринский Б.С. Адаптация в аспекте биоритмологии//Проблемы временной организации живых систем (под ред. А.М.Генина). – М., 1979. – С.8-36.

Поступила в редакцию 9.10.2002 г.

Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского
Серия «Биология, химия». Том 16 (55). 2003 г. №1. С. 12-19.

УДК 591.11.1:577.35.537

Е. Н. Чуян, Н. А. Темурьяնц, Н. В. Чирский, В. Г. Вишневский, М. М. Махонина

ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ КАТЕХОЛАМИНОВ В ЭРИТРОЦИТАХ ПОД ВЛИЯНИЕМ ЭМИ КВЧ

Постоянно изменяющиеся условия среды вызывают у человека и животных развитие адаптационных реакций, нередко переходящих в стадию истощения и дистресса.

Цена дистресса для организма достаточно велика и выражается в снижении механизмов резистентности и развитии ряда патологических состояний. Одним из путей предупреждения этих состояний является применение воздействий, лимитирующих развитие патологических форм стресса. Таким средством, в частности, является электромагнитное излучение (ЭМИ) крайне высоких частот (КВЧ).

В настоящее время установлено, что ЭМИ КВЧ обладает высокой биологической активностью, под влиянием этого фактора изменяется функциональное состояние многих физиологических систем [1-4], повышается неспецифическая резистентность [5], нормализуется иммунный статус организма [2, 6-8], лимитируется развитие стресс-реакции [5].

Однако механизм физиологического действия ЭМИ этого диапазона изучен недостаточно. В частности, совершенно не исследована роль симпато-адреналовой системы (САС) в реакции организма на действие ЭМИ КВЧ.

Между тем, общепризнанно, что в формировании ответа организма на действие раздражителей различной природы и интенсивности, ведущая роль принадлежит САС, которая с ее центральным гипotalамическим и периферическими адреномедуллярными звеньями активно участвует в формировании адаптационных реакций [9, 10].

Наиболее доступным тестом, адекватно характеризующим функциональную активность САС, является цитохимический анализ катехоламинов (КА) в эритроцитах (Э) периферической крови [11]. Известно, что содержание КА в Э коррелирует с уровнем адреналина (А) и норадреналина (НА) в плазме крови [12]. Кроме того, цитохимический способ выявления КА в Э позволяет параллельно определять и морфологическое состояние этих клеток [13].

В связи с этим, задачей настоящей работы явилось исследование способности ЭМИ КВЧ изменять содержание катехоламинов в эритроцитах крови интактных животных, а также животных с экспериментально вызванной стресс-реакцией.

ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ КАТЕХОЛАМИНОВ В ЭРИТРОЦИТАХ ПОД ВЛИЯНИЕМ ЭМИ КВЧ

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования выполнены на 80 беспородных белых крысах самцах массой 250-300г. Для эксперимента отбирали животных одинакового возраста и пола, характеризующихся средней двигательной активностью (СДА) в тесте открытого поля (ОП). Подобный отбор позволил сформировать однородные группы животных, одинотипно реагирующих на действие различных факторов. Предварительно отобранные животные были разделены на 4 группы. К первой группе относились животные, содержащиеся в обычных условиях вивария (биологический контроль, К). Вторую группу составляли крысы, находящиеся в условиях экспериментальной стресс-реакции, которая моделировалась ограничением подвижности (гипокинезией, ГК). Животные третьей группы подвергались действию ЭМИ КВЧ. В четвертую группу вошли животные, на которых оказывалось комбинированное действие ГК и ЭМИ КВЧ (ГК+КВЧ).

Воздействие ЭМИ КВЧ осуществлялось ежедневно по 30 минут на затылочную область в течение 10 суток эксперимента с помощью генераторов «Луч. КВЧ - 071». Гипокинезия создавалась помещением крыс в специальные кассеты из оргстекла, в которых они находились в течение 10 дней эксперимента по 23 часа в сутки.

Кровь для исследования брали из хвостовой вены до экспериментальных воздействий (фон) и на 3, 6, 8, 10 сутки эксперимента.

Содержание КА в Э исследовали цитохимическим методом [11]. Цитохимический показатель содержания (ЦПС) КА в Э определяли в соответствии с принципом L.Kaplow [14]: все Э по степени насыщенности катехоламинсодержащими гранулами разделялись на 5 типов: 1-клетки, содержащие 1-3 мелкие гранулы или 1 крупную; 2-клетки, содержащие 4-6 мелких гранул или 2 крупные; 3-клетки, содержащие 7-10 мелких гранул или 3 крупные; 4-клетки, содержащие более 10 мелких гранул или 4-5 крупных; 5-клетки, цитоплазма которых полностью заполнена включениями КА.

Изучение морфологической структуры Э проводили при помощи системы морфометрического анализа изображений и проблемно-ориентированного программного обеспечения – морфометра «Imagix». Помимо регистрации и анализа изображений, описанная система позволяет производить расчет коэффициента изрезанности границ (КИГ) и коэффициента деформации клеток (КДК).

Статистическую обработку полученных результатов осуществляли с помощью стандартных статистических программ на ПК. В качестве критерия оценки достоверности наблюдаемых изменений использовали t-критерий Стьюдента.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При определении КА цитохимическим способом, последние выявлялись в Э в виде гранул, размеры и количество которых зависели от экспериментальных воздействий. Так, у животных контрольной группы в 90-95% Э катехоламины имели вид мелких и средних гранул в количестве 3 - 10 штук. По степени насыщенности катехоламинсодержащими гранулами в крови интактных животных чаще встречались клетки 2 и 3 типов. ЦПС КА на протяжении всего эксперимента изменялся незначительно и находился в пределах от $237,20 \pm 3,06$ до $246,66 \pm 2,48$ усл. ед. (рис. 1-А).

При ограничении двигательной активности крыс в эритроцитах крови увеличилось количество продукта цитохимической реакции, 60-70% Э относились к

4 и 5 типам клеток. Обнаружено прогрессирующее возрастание ЦПС КА относительно показателей контрольной группы, особенно выраженное на 6-8 сутки гипокинезии (рис.2).

Под влиянием гипокинезии включения КА в Э увеличивались в размерах и размещались ближе к периферии клетки. Гранулы сливалась между собой и имели вид скоплений больших темных глыбок, сосредоточенных в основном под мембраной, а цитоплазма клеток приобретала темный оттенок.

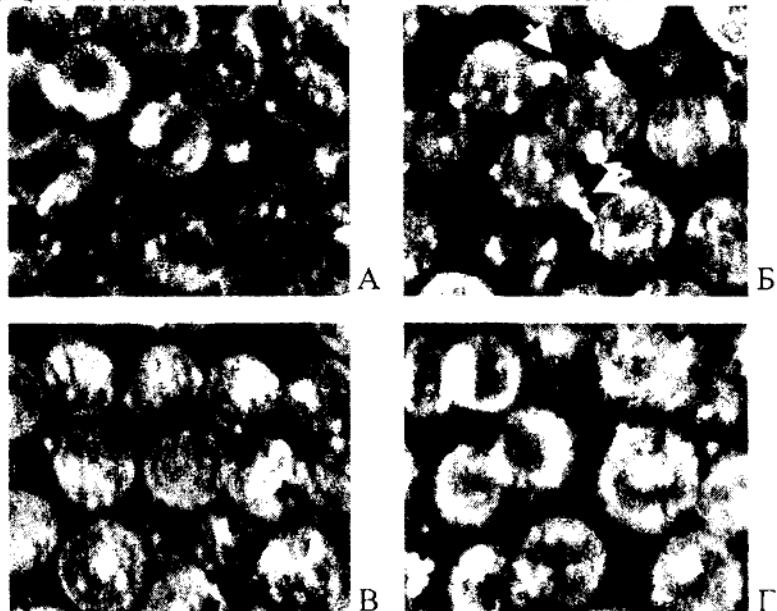


Рис.1. Включения катехоламинов в эритроцитах крови интактных крыс (А), при воздействии гипокинезии (Б), ЭМИ КВЧ (В) и их комбинации (Г). Стрелками показаны увеличения включений катехоламинов и появление деструктивных изменений в эритроцитах. Микрофото, метод отрицательного фазового контраста, увеличение (об.40, ок.12).

Э приобретали неправильную, изрезанную, часто звездчатую форму, образовывали отростки между собой, в которых также определялись включения КА (рис.1-Б). Появление деструктивных изменений в клетках гипокинезированных животных привело к увеличению КДК на 14,9% и КИГ на 24,4% по сравнению с соответствующими значениями в контрольной группе животных (рис.3).

При воздействии ЭМИ КВЧ на интактных животных наблюдалось снижение ЦПС КА относительно данных контрольной группы, наиболее выраженное на 3 и 6 сутки эксперимента, когда значения показателя составили 92% и 88% относительно контроля (рис.2). Э при этом имели правильную форму, по степени насыщенности КА чаще встречались клетки 1 и 2 типов. Включения имели вид мелких гранул, равномерно распределенных в цитоплазме (рис.1-В).

Деформации эритроцитов у животных этой группы не наблюдалось, о чем свидетельствуют значения коэффициентов изрезанности границ и деформации клеток, близкие к таковым у интактных животных (рис.3).

ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ КАТЕХОЛАМИНОВ В ЭРИТРОЦИТАХ ПОД ВЛИЯНИЕМ ЭМИ КВЧ

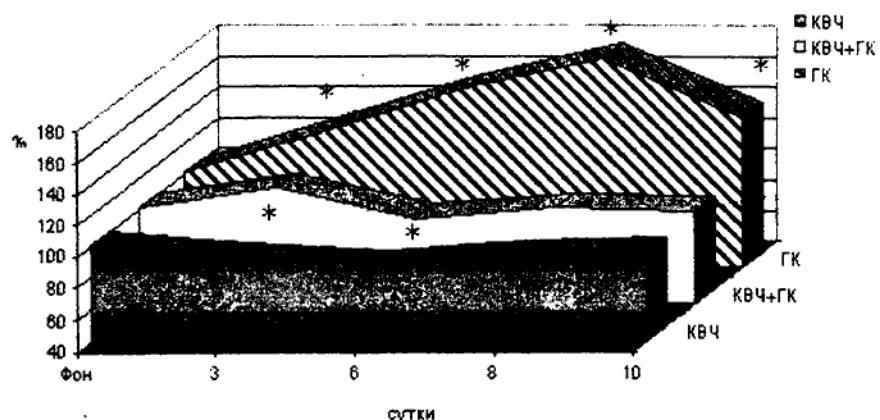


Рис.2. Изменение ЦПС КА в эритроцитах крови интактных крыс (К), при воздействиях гипокинезии (ГК), ЭМИ КВЧ (КВЧ) и их комбинации (КВЧ+ГК) (в % относительно значений контрольной группы).

*-различия достоверны относительно значений контрольной группы.

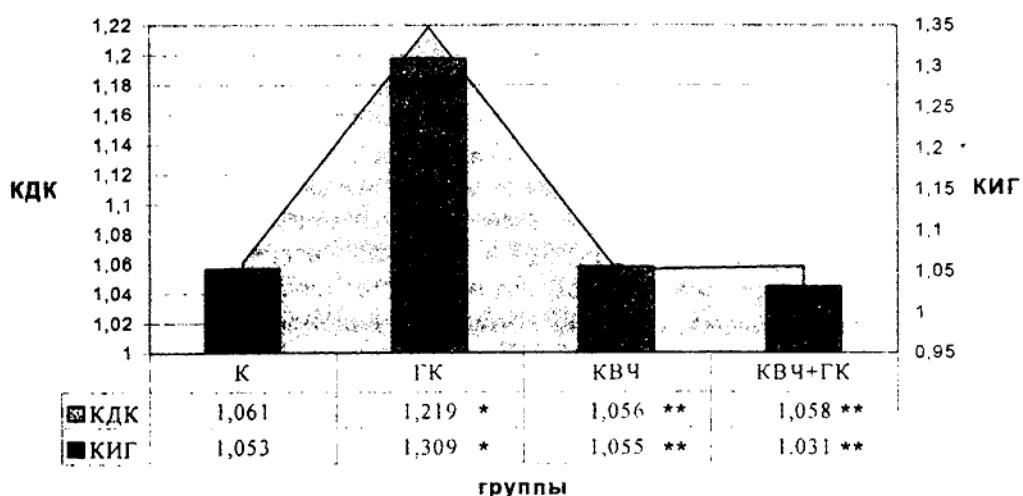


Рис. 3. Изменение коэффициента деформации клеток (КДК) и коэффициента изрезанности границ (КИГ) в эритроцитах крови интактных крыс (К), при воздействиях гипокинезии (ГК), ЭМИ КВЧ (КВЧ) и их комбинации (КВЧ+ГК)

* - достоверность различий относительно значений контрольной группы;

** - достоверность различий относительно значений гипокинезированных животных.

При комбинированном воздействии гипокинезии и ЭМИ КВЧ в крови крыс 4-ой группы на 3-и сутки эксперимента обнаружено повышение ЦПС КА относительно К на 14% и последующее снижение показателя к 6-м суткам. В более поздние сроки наблюдения ЦПС КА в Э практически не отличался от значений

этого показателя у контрольных животных (рис.2). Форма Э, размеры и количество гранул КА в крови этой группы животных существенно не отличались от таковых в контроле (рис.1-В). Деформации эритроцитов не наблюдалось, а значения исследуемых коэффициентов приближались к таковым у интактных животных и с высокой степенью достоверности ($p<0,001$) отличались от показателей в группе животных, которые также находились в условиях ограничения подвижности, но дополнительно не подвергались воздействию ЭМИ КВЧ (рис. 3). Таким образом, КВЧ-воздействие на животных с ограниченной подвижностью приводит к значительному снижению ЦПС КА в Э крови по сравнению с гипокинезированными животными.

Полученные данные убедительно свидетельствуют об определенных изменениях содержания КА в Э, степень выраженности которых зависит от характера экспериментального воздействия.

Наличие β -адренорецепторов в мембранах Э [15], высокая связывающая емкость и адсорбционные свойства (*in vitro* Э адсорбируют и поглощают в среднем 64% адреналина и норадреналина плазмы [11]), позволяют заключить, что эти клетки способны депонировать и транспортировать КА и играют важную роль в гуморальных механизмах обеспечения КА всех органов и систем. Выявленные высокие положительные корреляции ($r = 0,95$; $p<0,05$) между содержанием КА в плазме крови и их уровнем в эритроцитах [12], уровнем адреналина в мезентериальных лимфозлах, в тимусе и в плазме крови, динамикой адреналина и норадреналина в селезенке и крови крыс ($r = 0,67$; $p<0,05$) [16] позволяют считать, что изменение КА в Э, свидетельствует и об изменении состояния САС в целом.

Десятидневное ограничение подвижности животных приводит к развитию первой стадии стресса – реакции тревоги [17]. Стресс-реакция вызывает повышение ЦПС КА в Э и влияет на структуру клеток, что связано с активацией САС.

Увеличение активности САС при стрессе выявлено во многих исследованиях: при ограничении подвижности [12, 18, 19], высокой внешней температуре [19], социальной изоляции на ранних этапах жизни [20], эмоционально-болевом стрессе, экспериментальной массивной легочной эмболии у животных [21], депрессии [22], после кардиохирургических операций [23].

Увеличение концентрации КА в Э в свою очередь приводит к нарушению формы клеток. Полученные результаты совпадают с данными электронно-микроскопического исследования строения А- и НА-содержащих секреторных гранул в клетках мозгового вещества надпочечников быка, полученных методом замораживания - скальвания [15]. Подобные структурные изменения наблюдались в эритроцитах и эпинефроцитах при гипо- и гиперкатехоламинемии при обработке материала, использованной нами методикой [13].

Таким образом, под влиянием стресс-реакции на ограничение подвижности происходит увеличение депонирующей функции Э, нарушение их морфологического состояния, свидетельствующее об активации САС в целом.

Известно, что в основе изменений функционирования организма при стрессе лежит активация стресс-реализующих систем, и соответственно действия их медиаторов, среди которых центральное место занимают кортикотропин-релизинг-

ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ КАТЕХОЛАМИНОВ В ЭРИТРОЦИТАХ ПОД ВЛИЯНИЕМ ЭМИ КВЧ

реакций организма. В стадию тревоги – наиболее тяжелом периоде гипокинетического стресса [17] – прежде всего увеличивается продукция КА [24], что совпадает с нашими данными.

Воздействие ЭМИ КВЧ на затылочную область крыс приводит к уменьшению содержания КА в Э по сравнению с показателями контрольной группы, что, по-видимому, объясняется незначительным увеличением концентрации КА в плазме, то есть умеренной активацией САС. При таком состоянии повышается неспецифическая резистентность. Вопреки сложившемуся мнению о том, что ЭМИ КВЧ оказывает влияние только на организм с измененным функциональным состоянием, и после восстановления нарушенной функции воздействие становится неэффективным [1], наши результаты служат доказательством того, что многократное облучение здоровых животных низкоинтенсивным ЭМИ КВЧ может влиять на функциональную активность систем организма и приводит к развитию другого типа адаптационных реакций [25], отличного от стресса, а именно, реакции активации.

Как показали проведенные исследования, ежедневное получасовое воздействие ЭМИ КВЧ на крыс, находящихся в условиях ГК, ограничивает активацию САС. Это проявляется в кратковременном, незначительном повышении и последующем снижении ЦПС КА в Э. Уже к 8-м суткам наблюдается отчетливая нормализация функционального состояния САС. Обращает на себя внимание тот факт, что нормализация уровня КА под воздействием ЭМИ КВЧ проявляется не сразу, после первого сеанса, а спустя некоторое время, что объясняется кумулятивным характером биологического действия этого излучения: для появления эффекта необходимо достаточно длительное или многократное воздействие.

Изменение функциональной активности САС под воздействием ЭМИ миллиметрового диапазона в клинических и лабораторных исследованиях отмечено и другими авторами. Применение ЭМИ КВЧ у больных гипертонической болезнью оказывает корригирующее влияние на обмен КА, отмечается достоверное снижение в крови концентрации адреналина, норадреналина и дофамина на фоне значительного увеличения их экскреции с мочой [26]. При лечении посттравматического остеомиелита после 15 сеансов микрорезонансной терапии зарегистрировано резкое понижение А, повышение и приближение к норме коэффициента А/НА [2]. Показано, что уровень КА в структурах брыжеечных лимфатических узлов нормализуется, если болевой стресс действует на крыс после их предварительного облучения ЭМИ КВЧ [27].

Некоторые авторы полагают, что первичной молекулярной мишенью ЭМИ КВЧ являются рецепторные белки, локализованные на мемbrane [1, 28]. Одним из объективных критериев состояния мембраны является ее проницаемость. В многочисленных экспериментах *in vitro* показана способность ЭМИ КВЧ изменять состояние, в частности, проницаемость клеточных мембран эритроцитов [28, 29]. Поэтому, возможно, что одним из механизмов, способствующим нормализации состояния САС при воздействии ЭМИ КВЧ, является выведение КА из Э, циркуляции и усиление их экскреции из организма. Именно этим объясняется снижение содержания КА в Э периферической крови под воздействием ЭМИ КВЧ. Вместе с тем, под влиянием ЭМИ КВЧ у животных, находящихся в условиях нормального и ограниченного двигательного режима не наблюдалось изменения

морфологической структуры Э, выявленное в крови гипокинезированных крыс. Этот факт, по видимому, объясняется тем, что, наряду с повышением проницаемости мембран, под воздействием ЭМИ КВЧ, эритроциты приобретают повышенную прочность. Увеличение функциональной прочности клеточных мембран приводит, например, к закрытию гидрофильных пор, образованных при «пробое» электрическим и электромагнитным полем высокой напряженности [29].

Данные об изменении функциональной активности САС под действием ЭМИ КВЧ во многом подтверждают и дополняют полученные нами ранее результаты об антистрессорном действии ЭМИ КВЧ, которое достигается благодаря изменению функционального состояния центральной нервной системы, способности к синхронизации процессов, протекающих в организме, повышению неспецифической резистентности организма. ЭМИ КВЧ лимитирует развитие стресс-реакции на гипокинезию за счет ограничения чрезмерной активации стресс-реализующей системы, что служит доказательством стресспротективной функции ЭМИ этого диапазона.

Таким образом, в основе антистрессорного эффекта низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ лежит умеренная активация симпатоадреналовой системы и действие физиологических концентраций КА на кровь и иммунную систему, что способствует повышению резистентности организма к повреждающим факторам.

Список литературы

1. Девятков Н.Д., Голант М.Б., Бецкий О.В. Миллиметровые волны и их роль в процессах жизнедеятельности.- М.: Радио и связь, 1991.-168с.
2. Ситько С.П., Скрипник Ю.А., Яненко А.Ф. Аппаратурное обеспечение современных технологий квантовой медицины. – Киев, 1999.
3. Ситько С.П. Фундаментальные проблемы биологии с позиций квантовой физики живого // Физика живого. – 2001. - №2. – С. 5 – 17.
4. Лебедева Н.Н., Котровская Т.И. Экспериментально-клинические исследования в области биологических эффектов миллиметровых волн// Миллиметровые волны в биологии и медицине. 1999. - №3. – С.3 – 14.
5. Чуюн Е.Н. Влияние миллиметровых волн нетепловой интенсивности на развитие гипокинетического стресса у крыс с различными индивидуальными особенностями: Автореф. дис. ... канд.биол. наук.- Симферополь, 1992.- 25с.
6. Аласкевич В.П. Клиническая эффективность, иммунорегулирующее и нейрогуморальное действие миллиметровой и микроволновой терапии при атопическом дерматите // Миллиметровые волны в биологии и медицине. – 1995. - №6. – С. 30 – 37.
7. Бугерук В.В. Використання КВЧ-терапії в комплексному лікуванні хронічної імунної недостатності у хворих із хламідійною і герпесвірусними інфекціями // Одеський медичний журнал. – 2000. - №3. – С. 69 – 72.
8. Лобода В.Ф., Зоря Л.В., Боярчук О.Р. Імунорегулююча дія НВЧ-терапії при хронічні гастроуденальній патології у дітей // Матеріали I національного конгресу фізіотерапевтів та курортологів України «Фізичні чинники в медичній реабілітації». - Хмільник, 1998. - С. 112 – 113.
9. Арушанян Э.Б., Эльбекьян К.С. Влияние эпифизэктомии и введения мелатонина на содержание катехоламинов в ткани гипоталамуса и надпочечников крыс // ЖВНД. - 1996. - Т.46, №1. – С. 173 – 175.
10. Гриневич В.В. Поскребышева Е.А., Савелов Н.А. и др. Иерархические взаимоотношения между органами гипоталамо-гипофизарно-адреналовой системы (ГГАС) при воспалении // Успехи физиол. наук. – 1999.- Т.30, № 4. – С. 50 – 66.

ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ КАТЕХОЛАМИНОВ В ЭРИТРОЦИТАХ ПОД ВЛИЯНИЕМ ЭМИ КВЧ

12. Малыгина В.И. Симпатоадреналовая система крыс при адаптации к гипокинезии: Автореф. дис. ... канд.биол. наук . - Симферополь, 1989.- 23с.
13. Мардар Г.І. Депонування катехоламінів і структурні зміни в еритроцитах за умов порушення функції симпатико-адреналової системи // Фізіол. журн. - 2001. - Т.47,-№ 1. - С. 53 – 60.
14. Kaplow L.S. A histochemical procedure for localizing and evaluation leukocyte alkaline phosphatase activiti in smears of blood and marrow // Blood. - 1955.- №10.- Р. 1023-1029.
15. Ornberg R.L., Duond L.T., Pollard H.B. Intragranular vesicles: new organelles in the secretory granules of adrenal chromaffin cells // Cell and Tissue Res. - 1986.- №3. -- Р. 547 - 553.
16. Шурлыгина А.В.. Труфакин В.А. Гущин Г.В., Корнева Е.А. Суточные вариации содержания адреналина, норадреналина и β-адренорецепторов в крови и лимфоидных органах здоровых крыс // Бюллетень экспер. биологии и медицины. - 1999. - Т.128 . №9. - С. 344 – 346.
17. Михайлов А.В. Функциональная морфология нейтрофилов крови крыс в процессе адаптации к гипокинезии: Автореф. дис. ... канд.биол. наук . - Симферополь, 1985. – 25 с.
18. Кветнянски Р., Тигранян Р.А., Торда Т. и др. Содержание катехоламинов в крови у крыс после полета на биоспутнике «Космос 936» // Космическая биология и авиакосмическая медицина. – 1982. - № 1. – С. 80 – 83.
19. Палладий Е.С., Ревенко П.Ф., Мырзак Н.В. Функциональное состояние симпато-адреналовой системы при введении альфа-МСГ на фоне воздействия неблагоприятных факторов (гипокинезия и высокая внешняя температура). В кн. Нейроэндокринные корреляты стресса и адаптации. – Кишинев: Штиинца, 1985. - С.60 – 73.
20. Ватаева Л.А., Михайленко В.А., Кассиль В.Г. Влияние сроков отлучения от самки на поведение в открытом поле и состояние симпато-адреналовой системы у крыс, выращенных в условиях социальной изоляции // Журнал эволюционной биологии и физиологии. – 2002.- Т.38, №1. – С. 66 – 70.
21. Тверская М.С., Карпова В.В., Макарова Л.Д. и др. Состояние симпатико-адреналовой системы при экспериментальной массивной легочной эмболии // Бюллетень эксп. биол. и медицины. - 1993. - №4. – С. 347 – 372.
22. Божко Г.Х., Царицинский В.И., Смелая Е.И. и др. Действие света повышенной интенсивности на экскрецию катехоламинов у больных депрессией // Журнал неврологии и психиатрии. – 1996. - №1. – С. 58 – 60.
23. Цветковская Г.Н., Науменко С.Е., Князькова Л.Г. и др. Реакция симпатоадреналовой системы при коррекции приобретенных митральных пороков в условиях бесперfusionной гипотермии // Анестезиология и реаниматология. – 1996. - №3.- С. 135 – 138.
24. Панин Л.Е. Биохимические механизмы стресса. – Новосибирск: Наука, 1983. 233 с.
25. Гаркави Л.Х., Квакина Е.Б., Кузьменко Т.С. Антистрессорные реакции и активационная терапия. – М.: «ИМЕДИС», 1998. – 656 с.
26. Люсов В.А., Волов Н.А., Царев А.А., Лебедева А.Ю. Влияние электромагнитного излучения миллиметрового диапазона на обмен катехоламинов у больных гипертонической болезнью // Миллиметровые волны в биологии и медицине. – 1998. - №2. – С. 29 – 35.
27. Смородченко А.Т. Реакция биоаминной системы лимфатических узлов на воздействие электромагнитного излучения крайне высокой частоты миллиметрового диапазона // Бюллетень эксп.биол. и медицины. - 1998. - №12. – С. 634 – 636.
28. Логинов В.В., Русаев В.Ф., Туманянц Е.Н. Влияние электромагнитного излучения КВЧ на эритроциты человека (*in vitro*) // Миллиметровые волны в биологии и медицине. – 1999. - №1. – С. 17 – 21.
29. Ильина С.А. Действие электромагнитного излучения миллиметрового диапазона на проницаемость эритроцитов человека // Сб. трудов Межд. Симпозиума "Миллиметровые волны нетепловой интенсивности в медицине". – М., 1991. – С.415-419.

Поступила в редакцию 10.09.2002 г.

Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернацкого
Серия «Биология, химия». Том 16 (55). 2003 г. №1. С. 20-27.

УДК 612.014.46:615.214:547.78

Т. В. Гамма, И. И. Коренюк, М. Ю. Баевский, А. А. Замотайлов, Л. А. Кобылянская

ЭФФЕКТЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ БЕНЗИМИДАЗОЛА И НЕКОТОРЫХ ЕГО ПРОИЗВОДНЫХ НА ПАРАМЕТРЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОТЕНЦИАЛОВ НЕЙРОНОВ МОЛЛЮСКА

Литературные данные свидетельствуют о том, что дигазол и 5,6-диметилбензимидазол устраниют некоторые неврологические нарушения при экспериментальной травме головного мозга и могут быть использованы для профилактики болевого шока [1-3]. Кроме того, известно, что дигазол, бензимидазол и тиазоло[3,2-*a*]бензимидазол обладают и противосудорожным действием [7-9]. Причем, вышеперечисленные эффекты, вызываемые данными соединениями, зависят от силы и типа их действия на центральную нервную систему (ЦНС) [10-12]. Следует отметить, что выводы о влиянии указанных веществ на ЦНС сделаны по эффектам, полученным после системного введения препаратов, что же касается механизмов их влияния, то они остаются малоизученными. Поскольку основным структурным элементом ЦНС является нейрон, мембрана которого может быть мишенью воздействия вышеуказанных веществ, то, очевидно, механизмы наблюдаемых эффектов могут быть раскрыты при изучении изменений характеристик электрических потенциалов нейронов. В связи с этим, в настоящей работе мы изучали влияние бензимидазола и некоторых его производных на параметры электрической активности идентифицированных нейронов моллюска.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Эксперименты были проведены на идентифицированных нейронах ППа1, ППа2, ППа7 и неидентифицированных нейронах правого париетального и висцерального ганглиев улиток крымской популяции (*Helix albescens* Rossm) [7, 8]. Было изучено влияние 2-бензилбензимидазол гидрохлорида – фармпрепарата дигазола (1), бензимидазол гидрохлорида (2), 2-аминометилбензимидазол дигидрохлорида (3) и 2-циклогексанбензимидазола (4) на частотные и амплитудно-временные характеристики потенциалов нейронов. Эти вещества разводили в растворе Рингера того же состава, что омывал препарат. Диапазон концентраций апплицируемых соединений находился в пределах 10^{-6} - 10^{-2} М. В ванночку объемом 0,5 мл, в которой находился препарат ганглия, вводили 1 мл раствора вещества. Таким образом происходила полная замена раствора Рингера на тестируемый раствор определенной концентрации.

ЭФФЕКТЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ БЕНЗИМИДАЗОЛА И НЕКОТОРЫХ ЕГО ПРОИЗВОДНЫХ НА ПАРАМЕТРЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОТЕНЦИАЛОВ НЕЙРОНОВ МОЛЛЮСКА

Внутриклеточно отводимые биопотенциалы усиливали с помощью универсальной физиологической установки УФУ-БКН (полоса пропускания 0-10 кГц) и через лабораторный интерфейс подавали на компьютер IBM PC. Регистрация временных и амплитудных параметров потенциалов нейронов (критического уровня деполяризации – КУД, восходящей и нисходящей фаз потенциала действия (ПД) и следовой гиперполяризации) и их обработка обеспечивалась компьютерной программой.

Наблюдение за импульсной активностью нейронов производилось на протяжении всего периода воздействия веществ. Наличие эффектов влияния соединений определялось по сопоставлению вышеуказанных параметров электрических потенциалов в фоне с таковыми, регистрируемыми через 0,5, 1 и 5 мин от момента аппликации вещества и от начала отмывания.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Была зарегистрирована активность 30 нейронов ППа1, 25 - ППа2, 20 - ППа7 и 30 неидентифицированных нейронов.

Для всех типов исследованных нейронов пороговые концентрации соединений 1-3 составили 10^{-5} М, а для соединения 4 – 10^{-4} М. При этом эффекты воздействия исследуемых производных бензимидазола были слабо выражены.

Для выяснения динамики и зависимости эффектов соединений от дозы тестируемые вещества апплицировали в сверхпороговых концентрациях, при которых наблюдалось достаточно выраженное изменение анализируемых параметров потенциалов у всех типов исследованных нейронов.

Влияние 2-бензилбензимидазол гидрохлорида (1). Эффект этого вещества в концентрации 10^{-4} М на нейрон ППа1 с фоновой пачечной активностью (рис. 1, А) наступал обычно через 100-120 с и выражался в модулировании пачечного ритма генерации ПД (рис. 1, Б). Наряду с изменением паттерна импульсации наблюдалось изменение и амплитудно-временных параметров потенциалов. В частности, уменьшались КУД на 4-6 мВ (30-35 %) и амплитуда ПД на 16-20 мВ (10-13 %) и увеличивалась его продолжительность: фаза деполяризации с 3,2-4,8 мс в фоне до 6,4-8 мс после воздействия и фаза реполяризации - с 7,4-9 мс до 30-35 мс соответственно. Кроме того, наблюдалось уменьшение амплитуды следовой гиперполяризации на 5-8 мВ и увеличивалась в 2-3 раза ее продолжительность. После отмывания раствором Рингера в течение 15-20 мин у 18-ти исследуемых нейронов ППа1 восстанавливались исходный пачечный ритм генерации и амплитудно-временные параметры потенциалов. У остальных 12-ти нервных клеток – наблюдалась только тенденция к группированию импульсов в пачки (рис. 1, В), а амплитудно-временные параметры за все это время не возвращались к исходному уровню. По-видимому, такое разнонаправленное (двойное) действие соединения может быть обусловлено тем, что хеморецепторы мембранны, взаимодействующие с данным веществом, имеют не один центр его связывания. Возможно, такую двойственность можно объяснить наличием разных классов рецепторов. У нейронов ППа2 и ППа7 1 в этой же концентрации вызывало несущественные изменения амплитудно-временных и частотных параметров потенциалов.

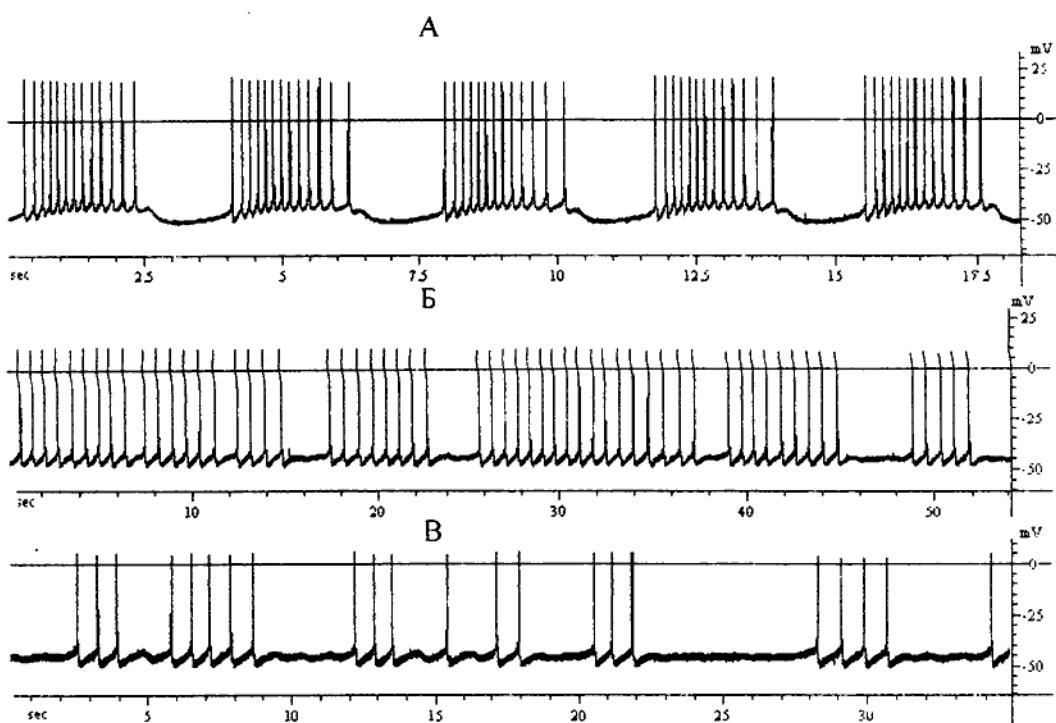


Рис. 1. Эффекты аппликации 2-бензилбензимидазол гидрохлорида в концентрации 10^{-4} М на электрическую активность нейрона ППа1: А – фоновая активность, Б – на 5 мин от момента аппликации вещества, В – на 5-ой мин от начала отмывания.

С увеличением концентрации 1 до 10^{-3} М у нейронов ППа1 и ППа2 эффект начинал развиваться уже на 20-40 с, то есть в 3-5 раз быстрее, и проявлялся в снижении: КУД на 20-35 % (по сравнению с фоном), амплитуды ПД – на 20-25 %, продолжительности фаз деполяризации и реполяризации – в среднем на 20 %, а также амплитуды следовой гиперполяризации – на 25 %. Несмотря на ингибирующую направленность действия вещества прекращения генерации импульсов на протяжении его экспозиции не происходило, а наоборот, у нейрона ППа1 увеличивалась частота импульсов в пачках при неизменной продолжительности межпачечного интервала. Данный факт позволяет предположить, что действие 1 на активность нейрона ППа1 не связано непосредственно с изменением МП, а обусловлено активацией специфических ионных каналов, ответственных за генерацию ритмоводящей пачечной активности. Данные каналы отличаются от обычных натриевого и калиевых, обеспечивающих генерацию ПД, и функционируют лишь в нейронах, генерирующих ритмоводящую активность [15]. После 15-20 мин отмывания фоновые параметры потенциалов не восстанавливались. Поскольку под действием соединения 1 в концентрации 10^{-3} М изменяются все компоненты потенциалов, то очевидным является его влияние на разные механизмы, обеспечивающие генерацию ПД и следовые процессы в клетке. В отношении нейронов ППа7 следует отметить, что воздействие 1 в концентрации 10^{-3} М также начинало проявляться спустя 20-30 с после аппликации и в течение 10-

**ЭФФЕКТЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ БЕНЗИМИДАЗОЛА И НЕКОТОРЫХ ЕГО ПРОИЗВОДНЫХ
НА ПАРАМЕТРЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОТЕНЦИАЛОВ НЕЙРОНОВ МОЛЛЮСКА**

12 с вызывало прекращение ими генерации ПД, которая не восстанавливалась при отмывании. Подобное отличие эффектов воздействия вещества в данной концентрации на разные нейроны может указывать на специфичность мембранных систем этих типов нервных клеток, которые, как известно [10, 11], обладают индивидуальными различиями ионных механизмов электрической активности и функциональной специфичностью.

При увеличении концентрации 1 до 10^{-2} М у всех исследуемых нейронов эффект наступал уже на 5-10 с воздействия и в течение 5-7 с нейроны теряли способность к импульсации. После 20-40 мин отмывания у нейронов ППа1 и ППа2 наблюдалось восстановление генерации, параметры которых существенно отличались от фоновых. У нейрона ППа7 импульсная активность после отмывания не восстанавливалась.

Эффект воздействия бензимидазол гидрохлорида (2). Выраженные эффекты воздействия 2 проявлялись в концентрации 10^{-3} М. Так, у нейрона ППа7 по сравнению с фоном снижались КУД на 7-10 мВ (в среднем на 48 %) и амплитуда ПД – на 30-37 мВ. После 5 мин экспозиции 2 значения КУД и амплитуды ПД приближались к фоновым показателям, что, очевидно, может быть обусловлено десенситизацией рецепторов мембраны нейронов. Такая же направленность эффекта наблюдалась и у нейрона ППа1, КУД которого также снижался на 7-11 мВ, а у нейрона ППа2 – КУД увеличивался на 27-36 %. Следует отметить, что, несмотря на разнонаправленные влияния вещества на механизмы деполяризации разных типов нейронов, амплитуда ПД как идентифицированных, так и неидентифицированных клеток уменьшалась. Продолжительность восходящей и нисходящей фаз ПД у нейрона ППа7 существенно не изменялись, в то время как у нейрона ППа2 продолжительность фазы деполяризации ПД уменьшалась на 40-60 % от таковой в фоне, а у нейрона ППа1 – увеличивалась на 75-80 %. Продолжительность нисходящей фазы ПД у нейрона ППа2 увеличивалась в 1,5-3 раза, а у нейрона ППа1 уменьшалась в 1,1-1,2 раза.

В концентрации 10^{-2} М соединение 2 вызывало полное и необратимое угнетение импульсной активности у идентифицированных нейронов, которые на поляризацию их мембран деполяризующим током не отвечали. Обращает на себя внимание тот факт, что некоторые неидентифицированные нейроны, после введения в них микроэлектрода, проявляли импульсную активность. Это свидетельствует о специфичности нейронов, а именно о различных электрофизиологических свойствах клеток и их назначении [11].

Влияние 2-аминометилбензимидазол дигидрохлорида (3). Эффект воздействия 3 в концентрации 10^{-4} М у всех исследованных нейронов начал проявляться через 15 – 20 с и выражался в том, что на фоне незначительной деполяризации мембранны увеличивалась в 2-2,5 раза частота генерации импульсов, амплитуда которых превышала фоновые значения на 20-25 мВ. В концентрации 10^{-3} М 3 у всех типов нейронов повышало на 10-15 мВ амплитуду ПД на фоне деполяризационного сдвига МП, на 2-4 мВ – КУД, на 3-6 мс – продолжительность восходящей и нисходящей фаз. При этом, амплитуда и продолжительность следовой гиперполяризации изменились несущественно. После отмывания соединения в концентрациях 10^{-4} М и 10^{-3} М исходные параметры электрических потенциалов нейронов приближались к фоновым показателям.

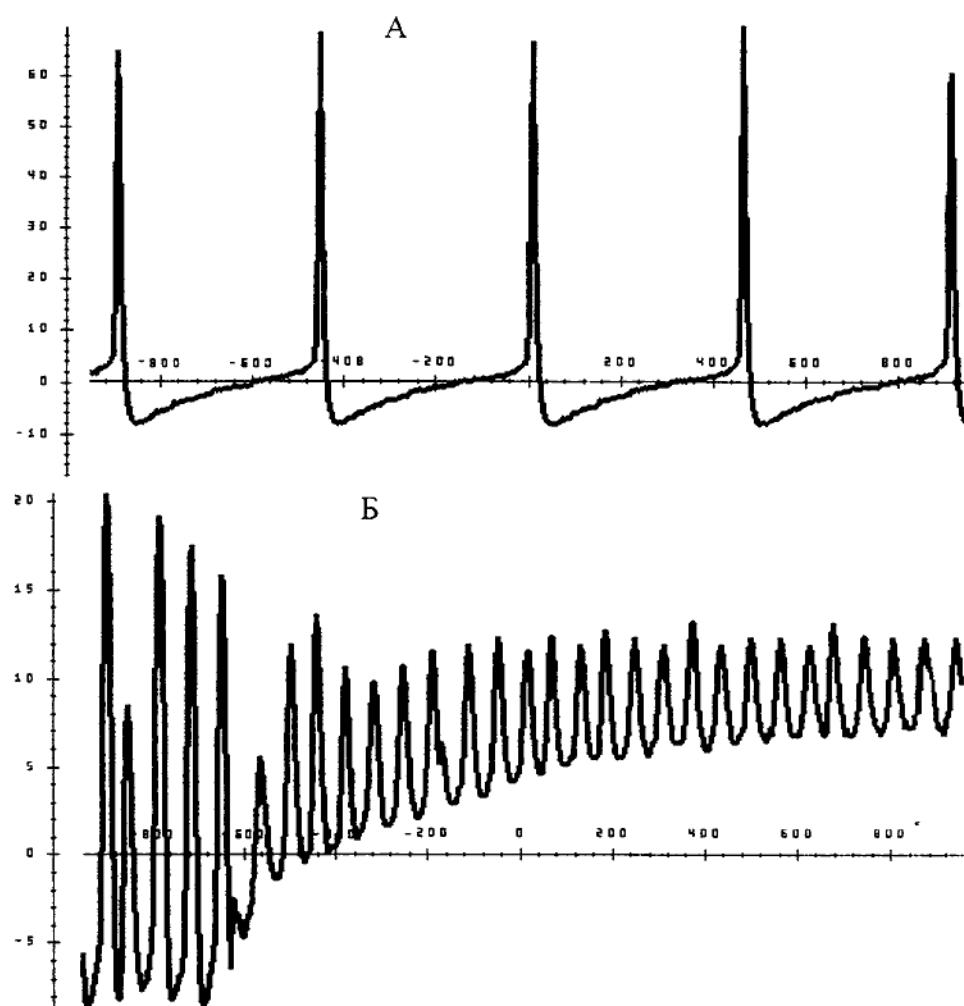


Рис.2. Влияние 2-циклогексанбензимидазола в концентрации 10^{-2} М на электрическую активность неидентифицированного нейрона висцерального ганглия: А – фоновая активность нейрона; Б – на 0,5 мин после аппликации вещества.

В концентрации 10^{-2} М 3 в течение 3-10 с приводило к полному угнетению импульсной активности нейронов, которая после отмывания постепенно восстанавливалась.

Влияние 2-циклогексанбензимидазола (4). Соединение 4 в концентрации 10^{-3} М (пороговая концентрация 10^{-4} М) у всех исследуемых типов нейронов увеличивало на 10-15 мВ амплитуду ПД, не изменяя его продолжительности. Следует отметить, что наиболее выраженные изменения были характерны для следовой можно полагать, что данное вещество может изменять проницаемость мембранны

**ЭФФЕКТЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ БЕНЗИМИДАЗОЛА И НЕКОТОРЫХ ЕГО ПРОИЗВОДНЫХ
НА ПАРАМЕТРЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОТЕНЦИАЛОВ НЕЙРОНОВ МОЛЛЮСКА**

для ионов Na^+ , что приводит к увеличению амплитуды ПД и замедление развития следовой гиперполяризации, которая обусловлена работой калиевых и (или) хлорных каналов и активностью электрогенного насоса [18; 19].

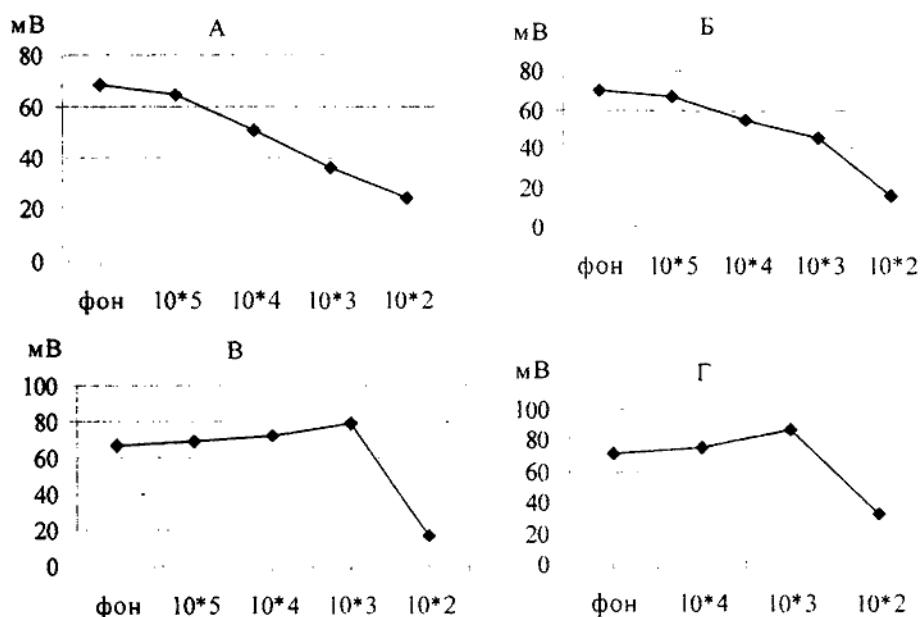


Рис. 3. Зависимость амплитуды ПД нейронов от концентрации тестируемого вещества: А – 2-бензилбензимидазол гидрохлорид; Б – бензилбензимидазол гидрохлорид; В – 2-аминометилбензимидазол дигидрохлорид; Д – 2-циклогексанбензимидазол.
По оси абсцисс обозначена концентрация исследуемого вещества.

При увеличении концентрации соединения 4 до 10^{-2} М в течение первых 5-10 с приводило на фоне деполяризации мембранны к резкому снижению амплитуды ПД с последующим полным прекращением импульсной активности нейронов (рис.2), которая после 20-40 мин отмыивания не восстанавливается. Следовательно, соединение 4 в концентрации 10^{-2} М оказывает необратимое влияние на ионные механизмы мембранны нейронов, лежащие в основе ее электрических явлений.

При детальном анализе амплитудно-временных параметров у нейронов различных типов мы попытались определить зависимость изменения их значений от концентрации соединений. Наиболее четкая концентрационная зависимость была выявлена только в отношении амплитуды ПД, которая носила линейный характер (рис. 3). Как видно из рисунка (А, Б) у всех исследованных нейронов с увеличением концентрации 1 и 2 происходит постепенное снижение амплитуды ПД. Эффекты влияния 3 и 4 проявлялись, наоборот, в увеличении амплитуды ПД (рис. В, Г). Однако, концентрация веществ 10^{-2} М является токсической для всех нейронов о чем свидетельствует тот факт, что уже на 1 минуту экспозиции веществ происходит резкое снижение амплитуды ПД с последующим полным прекращением их генерации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Как следует из результатов проведенных экспериментов, соединение 1 модулирует пачечную активность нейрона ППа1, уменьшая интервал между пачками ПД. Это может быть обусловлено влиянием соединения 1 на работу кальций-активируемых калиевых каналов мембранны исследуемой клетки, регулирующих межпачечный интервал, или на активность электрогенного натриевого насоса [13]. С другой стороны, исходя из того, что пачечная активность нейрона ППа1 имеет экзогенное происхождение и связана с кальцийзависимым высвобождением нейропептида из пресинаптических терминалей пептидэргического интернейрона [14], то нельзя исключить и опосредованное действие соединения 1 на интернейрон. Кроме того, модуляция пачечной активности нейрона под действием вещества может быть обусловлена и метаболическим изменением внутринейрональной концентрации циклических нуклеотидов [10]. Не исключено, что все эти механизмы могут быть задействованы одновременно.

Поскольку в низких концентрациях все исследованные соединения изменяют только параметры амплитуды ПД нейронов, можно считать, что наиболее чувствительным к их действию является входящий Na^+ -ток. Тот факт, что при увеличении дозы соединений наблюдались выраженные изменения и других параметров электрических потенциалов, может указывать на то, что данные вещества затрагивают и другие механизмы электрической активности нейронов. Необходимо отметить, что для нейронов моллюска оптимальными концентрациями тестируемых веществ являются 10^{-4} и 10^{-3} М.

Результаты наших экспериментов показали, что соединения 1, 2 и 4 в концентрации 10^{-2} М оказывают токсическое и необратимое действие на нейроны ППа1, ППа2 и ППа7. Это может быть обусловлено тем, что данные вещества образуют комплексы с поверхностными субстратами мембранны [15]. Тот факт, что при данной концентрации соединений определенная часть неидентифицированных нейронов сохраняет функциональную активность, указывает на неодинаковую хемочувствительность разных нейронов нервной системы улитки.

Таким образом, все исследованные нами производные бензимидазола вызывают изменения электробиогенеза нейронов ЦНС улитки. Касаясь механизмов взаимовоздействия исследованных веществ с мембранны идентифицированных и неидентифицированных нейронов, то они могут быть результатом изменения проницаемости мембранны конкретных нейронов и (или) влиянием соединений на синтез определенных компонентов транспортной системы мембранны. Поскольку электрическая активность многих клеток зависит и от их энергетического статуса, то нельзя исключить, что данные вещества могут конкурентно взаимодействовать с метаботропными рецепторами, через которые ряд нейромедиаторов регулируют активность ионных каналов. Следует помнить, что в реализации нейротропного эффекта этих веществ определенную роль могут иметь их физико-химические характеристики. Учитывая тот факт, что соединения 3 и 4 дозозависимо увеличивали амплитуду ПД, а соединения 1 и 2 – ее снижали, можно предположить, что данные вещества могут проявлять антидепрессантные и седативные свойства соответственно. Необходимо все-таки отметить, что для доказательства того или иного механизма действия производных бензимидазола необходимы дополнительные исследования.

**ЭФФЕКТЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ БЕНЗИМИДАЗОЛА И НЕКОТОРЫХ ЕГО ПРОИЗВОДНЫХ
НА ПАРАМЕТРЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОТЕНЦИАЛОВ НЕЙРОНОВ МОЛЛЮСКА**

люска указывают на то, что мембранны нейронов обладают выраженной специфичностью, которая может быть обусловлена характерной для каждого типа нейронов комбинацией ионных каналов. Это позволяет каждому нейрону отвечать специфическим манером на действие соединений. Сложная динамика влияния бензимидазола и его производных в различных концентрациях на функциональную активность нейронов позволяет сделать заключение о наличии нейротропного эффекта у всех исследованных соединений, которые можно будет использовать для регуляции возбудимости нейронов.

Список литературы

1. Шаймарданова Г.С., Камбург Р.А., Евстигнеева Р.И., Сергеева Н.В. Имидазол и его производные как биологически активные вещества // Хим-фарм. журнал. 1992, №3. с. 31-37.
2. Розин М.А. Фармакология патологических процессов. – Л.: Наука, 1951. с. 269-290
3. Розин М.А. Синтез белка и резистентность клеток. – Л.: Наука, 1971, с. 3-6.
4. Аносов Н.И., Розин М.А., Прозерин, эзерин, дибазол и их применение в невропатологии Л.: Наука, 1956, с. 106.
5. Морозов И.С., Анисимова В.А., Авдюнина Н.И., Лукова О.А. и др. Синтез и нейропсихотропная активность аламантазамещенных имидазо[1,2- α]бензимидазолов // Хим-фарм. журнал, 1988, №7. с. 815.
6. Липсон В.В., Десенко С.М., Орлов В.Д., Рындина Е.Н. и др. 1,4-дигидропирамидо[1,2- α]бензимидазолы и их биологическая активность // Хим-фарм. журнал, 1994, №2, с. 14-13.
7. Сахаров Д.А. Генеалогия нейронов. – М.: Наука, 1974. – с.37-70.
8. Коваль Л.М., Кононенко Н.И. Новые идентифицируемые нервные клетки виноградной улитки *Helix pomatia*, связанные с генерацией ритмоводящей активности // Журнал высшей нервной деятельности имени И. В. Павлова.- 1992.- Т.42.- №6.- С. 1124-1131.
9. Кононенко Н.И. Влияние теофилилина на электрическую активность нейрона IPa2 виноградной улитки // Нейрофизиология, Т.13, № 6. 1981, с. 655-657
10. Магура И.С. Проблемы электрической возбудимости нейрональной мембранны. Киев, «Наукова Думка», 1981, 208 с.
11. Иерусалимский В.Н., Захаров И.С., Палихова Т.С., Балабан П.М. Нервная система и картирование нейронов брюхоногого моллюска *Helix lucorum L.* // Журнал высшей нервной деятельности имени И. В. Павлова, 1992, Т. 42, №6. с. 1075-1089.
12. Магура И.С., Вихрева Л.А. Электроуправляемые калиевые каналы соматической мембранны нейронов моллюска // Нейрофизиология – 1984.- Т. 16. - №3. - С. 296-307.
13. Ходоров Б.И. Общая физиология возбудимых мембран. -М.: Наука, 1975. - 340 с
14. Кононенко Н.И., Костюченко О.В. Механизмы генерации ритмоводящей активности в идентифицированных нейронах виноградной улитки // Нейрофизиология. - 2001. - Т.33, №1. -С. 46-54.
15. Пирузян Л.А., Ковалев В.И., Лаврецкая Э.Ф., Ландау М.А. и др. Действие физиологически активных соединений на биологические мембранны. М.: Наука , 1974. 389 с.

Поступила в редакцию 10.09.2002 г.

Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского
Серия «Биология, химия». Том 16 (55). 2003 г. №1. С. 28-34.

УДК 577.1

В. С. Мартынюк, Р. Ш. Х. Абу Хадда

РЕАКЦИЯ ТУЧНЫХ КЛЕТОК НА ДЕЙСТВИЕ МОРФИНА И ПЕРЕМЕННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ В УСЛОВИЯХ IN VITRO

В ранних исследованиях было показано, что тучные клетки в условиях *in vitro* в ответ на действие переменного магнитного поля (ПеМП) реагируют повышением дегрануляции [1]. Установлено, что порог чувствительности тучных клеток к ПеМП лежит в диапазоне фоновых уровней – 20-50 нТл. Одновременно с этим, показано, что фармакологический препарат хромогликат натрия, используемый в качестве ингибитора дегрануляции, не проявляет своих биологических свойств при обработке суспензии тучных ПеМП частотой 8 Гц [2]. Это указывает на то, что первичные механизмы биологического действия ПеМП и хромогликата натрия имеют разную природу, однако они реализуются на уровне структурно-функциональной организации биологических мембран.

Морфин является активатором ануляции тучных клеток, а молекулярно-клеточные механизмы биологического действия данного вещества принципиально отличаются от хромогликата. В связи с этим целью данной работы явилось исследование активирующего влияния кальция и морфина на тучные клетки при одновременном воздействии ПеМП.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследовали суспензию перитонеальных тучных клеток 6-ти месячных белых беспородных крыс. Животных декапитировали, после чего быстро проводили смывание тучных клеток из перитонеальной полости 10 мл теплой (37°C) физиологической средой, состоящей из физиологического раствора и хлорида кальция в концентрации 1 мМ/л. Контрольные и опытные образцы суспензии тучных клеток инкубировали в течение часа при 37°C , после чего проводили определение уровня дегрануляции тучных клеток.

Количественная оценка степени дегрануляции тучных клеток производилась по методу С.И.Шпак и В.А.Проценко (1987) [6] через час после инкубации тучных клеток с активаторами и начала магнитно-полевого воздействия.

Переменное магнитное поле создавали с помощью колец Гельмгольца. Источником тока служил генератор переменного тока Г6-28. Контроль индукции создаваемого поля осуществляли с помощью микротесlamетра Г-79. Опытные образцы, помещенные в пластиковые пробирки объемом 2 мл, подвергали воздействию КНЧ ПеМП частотой 8 Гц 25 мкТл в течение 1 часа. В качестве контроля использовали образцы суспензии тучных клеток, которые находились в

**РЕАКЦИЯ ТУЧНЫХ КЛЕТОК НА ДЕЙСТВИЕ МОРФИНА
И ПЕРЕМЕННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ В УСЛОВИЯХ IN VITRO**

той же лаборатории при фоновых уровнях ПеМП, характерных для данной лаборатории 20-40 нТл.

Статистическую обработку экспериментальных данных проводили в соответствии с общепринятыми методами вариационной статистики.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В настоящее время известно, что процессу дегрануляции тучных клеток предшествует активация фосфолипазы С с образованием 1,2-диацилглицеролов (1,2-ДАГ) и IP₃, которые активируют протеинкиназу С и мобилизуют внутриклеточные ионы кальция, соответственно. Увеличение содержания свободного цитозольного Ca²⁺ осуществляется из двух источников - за счет его выделения внутрицитоплазматическими структурами и путем усиленного переноса из внеклеточной среды через внешнюю клеточную мембрану. Поэтому можно следить ожидать, что в экспериментах *in vitro* наличие ионов кальция в инкубационной среде будет повышать чувствительность и реактивность тучных клеток на действие разнообразных факторов, в том числе и на действие ПеМП. В связи с этим для более детального изучения влияния ионов кальция на реакцию тучных клеток на действие ПеМП частотой 8 Гц индукцией 25 мкГл проведены исследования зависимости уровня дегрануляции от концентрации ионов Ca²⁺ в инкубационной среде в диапазоне 0,2 - 1000 мк/л. Параллельно с этим для сравнения проводили исследования реакции тучных клеток в инкубационных средах без присутствия ионов кальция.

Как видно из рисунка 1, действие ПеМП на уровень дегрануляции значительно более выражен у тучных клеток, в инкубационной среде которых присутствуют ионы кальция.

Таким образом, полученные данные указывают на то, что в результате воздействия низкочастотного магнитного поля повышается проницаемость ионов Ca²⁺ через плазматическую мембрану. Дополнительная Ca²⁺-зависимая активация фосфолипаз должна приводить к расщеплению мембранных фосфолипидов с образованием лизофосфолипидов, которые, подобно 1,2-ДАГ обладают фузогенными свойствами и облегчают слияние мембраны секреторных гранул с внешней клеточной мембраной, что в конечном итоге ускоряет процесс дегрануляции.

Как видно из рисунка 1 стимулирующее действие ПеМП на дегрануляцию тучных клеток, инкубируемых в физиологическом растворе, надежно воспроизводится. Присутствие ионов Ca²⁺ в с инкубационной среде оказывает стимулирующее действие, которое характеризуется ярко выраженной концентрационной зависимостью. Хорошо видно, что в исследуемом концентрационном диапазоне с повышением концентрации ионов Ca²⁺ уровень спонтанной дегрануляции повышается. Такое поведение тучных клеток хорошо соответствует современным представлениям о регуляторной роли ионов Ca²⁺ и является еще одним доказательством важной роли данных ионов в регуляции секреции гранул тучными клетками.

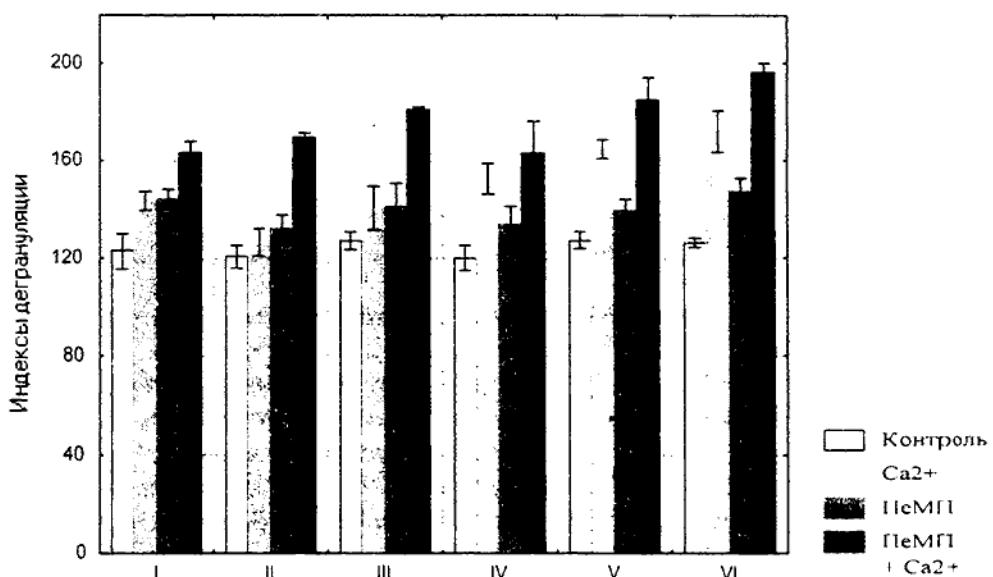


Рис. 1 Индексы дегрануляции тучных клеток после их 1-часовой инкубации *in vitro* в физрастворе, в присутствии ионов Ca^{2+} разной концентрации, а также при воздействии ПемП 8 Гц 25 мкТл.

Обозначения к рисунку:

Концентрация Ca^{2+} в инкубационной среде мкМ/л: I-0.2; II-0.5; III - 1.0; IV – 200; V - 500; VI - 1000.

Экспериментальные группы образцов: Контроль – контроль, физраствор; Ca^{2+} - контроль, присутствие ионов Ca^{2+} в среде; ПемП – воздействие магнитным полем, физиологический раствор; ПемП+ Ca^{2+} – воздействие магнитным полем, присутствие ионов Ca^{2+} в среде

Сравнение результатов стимулирующего действия ПемП и ионов кальция показывает, что влияние ПемП частотой 8 Гц 25 мкТл на дегрануляцию тучных клеток, инкубируемых в физиологическом растворе, эквивалентно добавлению ионов кальция в инкубационную среду в концентрации около 0.5-1 мкМ/л. Данный факт позволяет предположить, что в отсутствии ионов Ca^{2+} в инкубационной среде дегрануляция тучных клеток осуществляется за счет внутриклеточных резервов Ca^{2+} , локализованных в эндоплазматической сети и митохондриях. Воздействие ПемП стимулирует дополнительный выход ионов Ca^{2+} в цитоплазму из внутриклеточных депо, которое по своей величине является эквивалентом величине спонтанно проникающего Ca^{2+} из внеклеточной среды через цитоплазматическую мембрану, когда концентрация данного иона во внешней среде составляет около 0.5-1 мМ/л. Дальнейшие исследования данного вопроса, вероятно, позволят перейти от качественного и полукачественного описания биологических эффектов ПемП концентрации ионов Ca^{2+} в инкубационной среде в образцах, не подвергающихся

**РЕАКЦИЯ ТУЧНЫХ КЛЕТОК НА ДЕЙСТВИЕ МОРФИНА
И ПЕРЕМЕННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ В УСЛОВИЯХ IN VITRO**

воздействию магнитного поля, уровень спонтанной дегрануляции увеличивается, тогда как стимулирующий эффект ПеМП по отношению к данному контролю несколько понижается. Это хорошо видно на рисунке 2. Учитывая сложность биологических объектов, а также нелинейный характер ответных реакций, можно предположить, что диапазон концентрации ионов Ca^{2+} 0.5 – 1.0 мкМ/л является неким концентрационным «окном», в котором эффективность действия ПеМП для тучных клеток является максимальной.

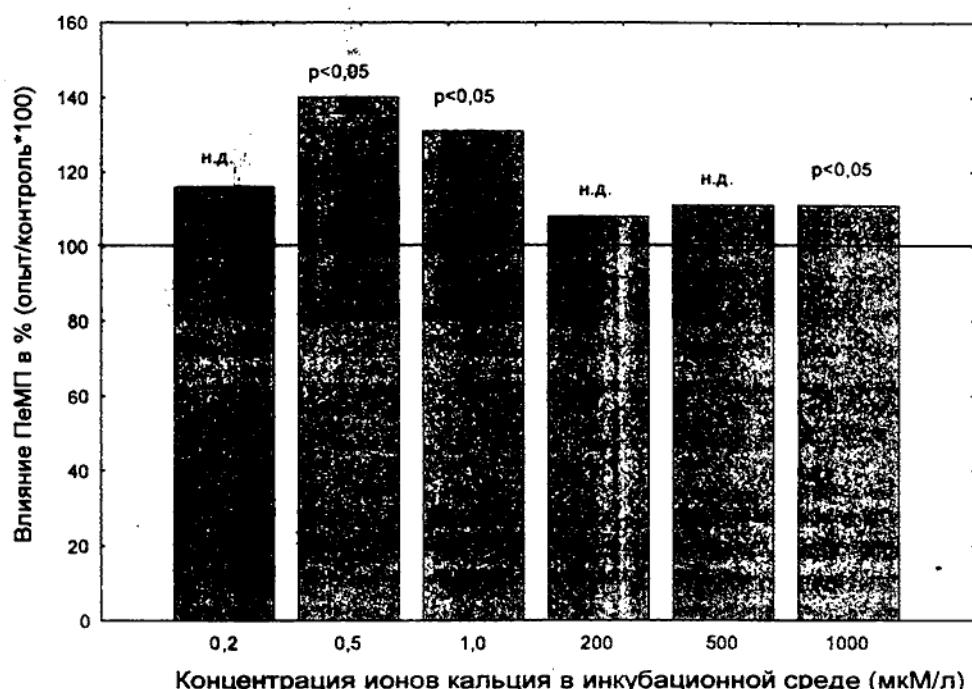


Рис. 2. Зависимость влияния ПеМП 8 Гц 25 мкТл на дегрануляцию тучных клеток от концентрации Ca^{2+} в инкубационной среде (в % по отношению к контрольным образцам, инкубируемых в тех же условиях в присутствии Ca^{2+}). Время инкубации и одновременной экспозиции в ПеМП – 1 час. 100% соответствует значениям дегрануляции в контрольных образцах.

Таким образом полученные результаты свидетельствуют о том, что эффективность действия ПеМП на тучные клетки в условиях *in vitro* зависит от концентрации ионов Ca^{2+} в межклеточном пространстве. Эта зависимость носит немонотонный характер с максимумом в области 0.5 – 1.0 мкМ/л.

Как известно, морфин, связываясь с рецепторами на поверхности клеток, приводит к повышению содержания цАМФ и снижению содержания в цитоплазме цАМФ. цАМФ в тучных клетках играет роль «сдерживающего фактора», ингибируя процесс дегрануляции. Таким образом морфин, снижая эффективность цАМФ-зависимого контроля дегрануляции, стимулирует активность цГМФ и Ca^{2+} .

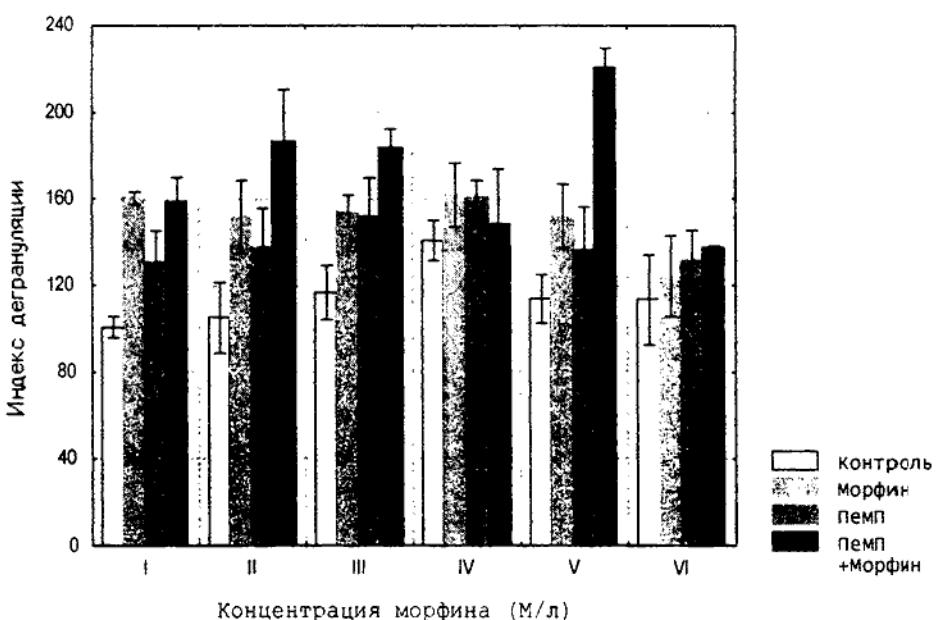


Рис. 3. Индексы дегрануляции тучных клеток после их 1-часовой инкубации *in vitro* в физрастворе в присутствии ионов Ca^{2+} в концентрации 10^{-3} М/л и активатора дегрануляции – морфина разной концентрации, а также при воздействии ПЕМП 8 Гц 25 мкТл.

Обозначения к рисунку:

Концентрация морфина в инкубационной среде М/л: I – 10^{-9} ; II - 10^{-8} ; III – 10^{-7} ; IV – 10^{-6} ; V – 10^{-5} ; VI - 10^{-4} .

Экспериментальные группы образцов:

Контроль – контроль, физраствор+ Ca^{2+} в концентрации 10^{-3} М/л;

Морфин – контроль, физраствор+ Ca^{2+} в концентрации 10^{-3} М/л; присутствие морфина в среде;

ПЕМП – воздействие магнитным полем, физраствор+ Ca^{2+} в концентрации 10^{-3} М/л,

ПЕМП+Морфин – воздействие магнитным полем, физраствор+ Ca^{2+} в концентрации 10^{-3} М/л; присутствие морфина в среде.

На рисунке 3 представлены результаты исследования активности тучных клеток в присутствии морфина разных концентраций в условиях магнитно-полевой обработки. Обращает внимание тот факт, что в исследуемом концентрационном диапазоне активирующее действие морфина реализуется уже при очень низких его концентрациях и мало изменяется при дальнейшем повышении концентрации.

Анализ результатов влияния ПЕМП на тучные клетки, инкубируемые в присутствии активатора дегрануляции – морфина, показывает, что повышение

**РЕАКЦИЯ ТУЧНЫХ КЛЕТОК НА ДЕЙСТВИЕ МОРФИНА
И ПЕРЕМЕННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ В УСЛОВИЯХ IN VITRO**

разных концентрациях ионов Ca^{2+} . Возможно это связано с тем, что данная серия экспериментов с морфином проводилась в физиологическом растворе, содержащем ионы Ca^{2+} в концентрации близкой к физиологической 10^{-3} М/л. Как видно из результатов (рис. 2) эффективность ПеМП по отношению к тучным клеткам в условиях, когда концентрация ионов Ca^{2+} в среде близка к физиологической, несколько ниже. Тем не менее, здесь также можно также говорить о «концентрационных окнах», в диапазоне которых имеет место более выраженная реакция на ПеМП, чем в других диапазонах концентраций активатора дегрануляции тучных клеток – морфина (рис. 4).

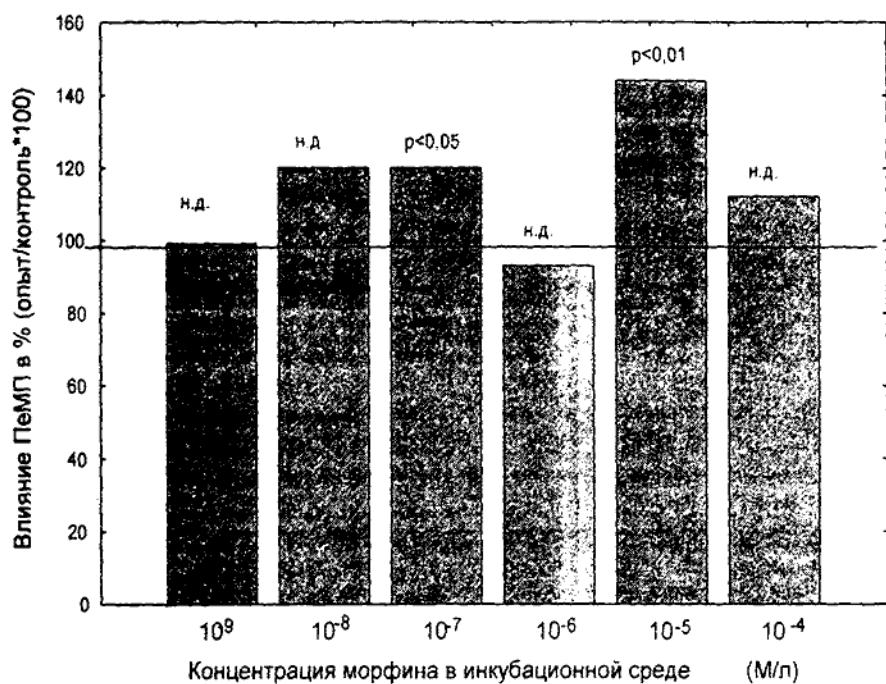


Рис. 4. Зависимость влияния ПеМП 8 Гц 25 мГц на дегрануляцию тучных клеток от концентрации активатора дегрануляции – морфина в инкубационной среде (в % по отношению к контрольным образцам, инкубируемых в тех же условиях). Время инкубации и одновременной экспозиции в ПеМП – 1 час. 100% соответствует значениям дегрануляции в контрольных образцах.

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о том, что эффективность действия ПеМП на тучные клетки зависит от концентрации активатора дегрануляции – морфина. Эта зависимость носит немонотонный характер с максимумами в области 10^{-7} и 10^{-5} М/л.

ВЫВОДЫ

1. Реакция тучных клеток на ПеМП в условиях *in vitro* зависит от концентрации ионов кальция в межклеточной среде. Концентрационная зависимость реактивности

тучных клеток на действие ПeМП в диапазоне концентраций ионов кальция $0 - 10^{-3}$ М/л имеет немонотонный характер с максимумом $0.5 * 10^{-6} - 1.0 * 10^{-6}$ М/л.

2. В исследуемом концентрационном диапазоне ($10^{-9} - 10^{-4}$ М/л) активирующее действие морфина реализуется уже при очень низких его концентрациях и мало изменяется при дальнейшем повышении концентрации. В условиях *in vitro* эффективность действия ПeМП на тучные клетки зависит от концентрации активатора дегрануляции - морфина. Эта зависимость носит немонотонный характер с максимумом в области 10^{-7} и 10^{-5} М/л.

Список литературы

1. Абу Хадда Р.Ш.Х., Мартынюк В.С. Реакция тучных клеток на действие переменных магнитных полей в условиях *in vitro* // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. – 2001. – Т. 14. - № 2. – С. 3-7.
2. Абу Хадда Р.Ш.Х., Мартынюк В.С., Ибрагимова Н.Д. Реакция тучных клеток на действие хромогликата натрия и переменного магнитного поля в условиях *in vitro* // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. – 2001. – Т. 14. - № 3. – С. 117-120.

Поступила в редакцию 08.09.2002 г.

Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского
Серия «Биология, химия». Том 16 (55). 2003 г. №1. С. 35-40.

УДК 577.46

П. Е. Григорьев

ПСИХИЧЕСКИЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ И ВАРИАЦИИ ЗНАКА МЕЖПЛАНЕТНОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ В ЭМБРИОГЕНЕЗЕ ЧЕЛОВЕКА

Установлено достаточное количество фактов о влиянии явлений солнечной активности на биосферу [1]. В геомагнитных индексах и индексах солнечной активности видна структура межпланетного магнитного поля (ММП), с ним связаны процессы в токовых системах в магнитосфере и ионосфере. Спектр и амплитуда микропульсаций геомагнитного поля и атмосфериков меняется с переменой знака сектора ММП, опрокидываются их суточные вариации. Поэтому в гелиобиологических исследованиях целесообразно учитывать направление ММП как экологически значимый параметр, поскольку оно во многом определяют характеристики природных электромагнитных полей в широком частотном диапазоне. Ведь согласно действующей теоретической модели, солнечная активность оказывает влияние на биосферу через электромагнитные поля [2].

Индекс «знак ММП» используется в гелиобиологических исследованиях недостаточно широко, однако есть примеры плодотворного его использования. В частности, в статистике острых нарушений сердечного ритма присутствуют эффекты секторных границ ММП – их число существенно выше в периоды смены полярности с отрицательной на положительную [3]; в дни рождений больных шизофренией наблюдается большое число периодов смены знака ММП с (+) на (-) [4]; выраженность синдрома у нервно-психических больных больше в секторе положительной полярности ММП [5].

Воздействия экологических факторов на организм в критические периоды для закладки и формирования органов и их систем могут повлиять на их дальнейшее развитие (в структурном, функциональном, метаболическом отношениях). Существуют исследования, свидетельствующие, что риск возникновения психических заболеваний коррелирует с гелиогеофизической обстановкой в период внутриутробного развития организма [6]. Так, было показано, что на 2-ом и 5-ом месяцах эмбриогенеза для людей, больных олигофрениями, в отличие от психически здоровых людей, наблюдались достоверные максимумы среднемесячных значений чисел Вольфа (W) [4]. Выявлено также, что для детей с наследственной предрасположенностью к психическим заболеваниям риск развития шизофрении прямо коррелирует с уровнем солнечной активности в год их зачатия [7]. В нашем исследовании [8] было показано, что риск развития психических заболеваний связан с пониженной геомагнитной активностью на 4-5 неделях эмбрионального развития, когда происходит закладка важнейших структур

оловного мозга. Однако в литературе не встречается упоминаний об исследованиях связи индекса «знак ММП» в течение эмбриогенеза со свойствами организмов. Данное же исследование является продолжением работы [8] с той разницей, что в качестве космофизического индекса используются среднемесячные величины индекса «знак ММП».

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Значения индекса «знак ММП» были получены из каталога [9]. Значения знака ММП определяются по данным записей магнитного поля на полярных станциях, а также путем прямых измерений на ИСЗ. Поскольку индекс является глобальным, это значение полагали одинаковым для любого места рождения. Данные по знаку ММП определены начиная с 1926 года.

Исходным массивом послужили две выборки общей численностью 1731 человек (час, дата, место рождения в период с 1926 по 1945 год). Данные были любезно предоставлены профессором S. Ertel (Геттингенский университет).

Первая группа насчитывала 1020 человек, и включала лиц, страдающих различными психическими заболеваниями (шизофрении, маниакально-депрессивный психоз, олигофрении, неврозы) и состоявшими на учете в медицинских учреждениях (тестовая группа). Вторая группа включала 711 человек, для которых были известны даты рождения и не было зарегистрировано психических отклонений. Мы использовали эту группу как контрольную.

Даты рождения в группах имели примерно одинаковые распределения по годам рождения, что важно при анализе различий космофизической ситуации.

Анализ проводился при помощи метода наложенных эпох [10].

Для каждого из 9 месяцев, предшествующих рождению, для месяца рождения и следующего за ним месяца брали данные среднемесячной величины знака ММП. Среднесуточный индекс «знак ММП» может иметь значения «-1», «+1», или 0 (что соответствует направлению ММП к Солнцу, от Солнца или смешанной полярности). Затем находится среднеарифметическое значение за каждый месяц. В качестве реперной точки брали месяц рождения каждого индивида из выборки. Для каждого испытуемого строили ряд среднемесячных значений знака ММП.

Затем для тестовой и контрольной групп были построены распределения встречаемости значений знака ММП (а также аа-индекса геомагнитной активности и индекса солнечной активности W – чисел Вольфа), наблюдаемые для каждого месяца от начала эмбриогенеза, и проведено попарное (для двух групп) сравнение таких ежемесячных распределений. Для оценки достоверности различий средних значений был использован непараметрический ранговый критерий Вилкоксона, не зависящий от вида распределения измеряемой величины.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При сравнении ежемесячных средних значений знака ММП, наблюдавшейся для двух групп, было выявлено, что значения индекса для группы с психическими заболеваниями оказываются выше, чем для контрольной. На рис. 1 показаны средние величины знака ММП для групп сравнения и контрольной. Также, между

**ПСИХИЧЕСКИЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ И ВАРИАЦИИ ЗНАКА
МЕЖПЛАНЕТНОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ В ЭМБРИОГЕНЕЗЕ ЧЕЛОВЕКА**

средними значениями ММП для тестовой и контрольной групп хорошо видна отрицательная корреляция ($r = -0.81$, $p < 0.002$).

На рис. 2 показана достоверность различий показателей знака ММП в зависимости от месяца эмбрионального развития. На 2, 3 и 4 месяцах эмбриогенеза различия статистически значимы. Для проверки устойчивости результата вычитали линейную составляющую из каждого ряда (таким образом избавлялись от возможного влияния долгопериодической ритмики в вариациях индекса). После вычитания линейной составляющей из рядов данных получили одну общую точку с достоверными различиями в обоих случаях – на 3 месяце эмбриогенеза. Следовательно, можно говорить об устойчивом статистически достоверном эффекте: на 3 месяце эмбриогенеза больных психическими заболеваниями преобладало ММП с положительной полярностью, нежели для психически здоровых лиц.

Вариации индекса "Знак ММП" для психически больных и здоровых лиц
во время эмбриогенеза и раннего постнатального развития

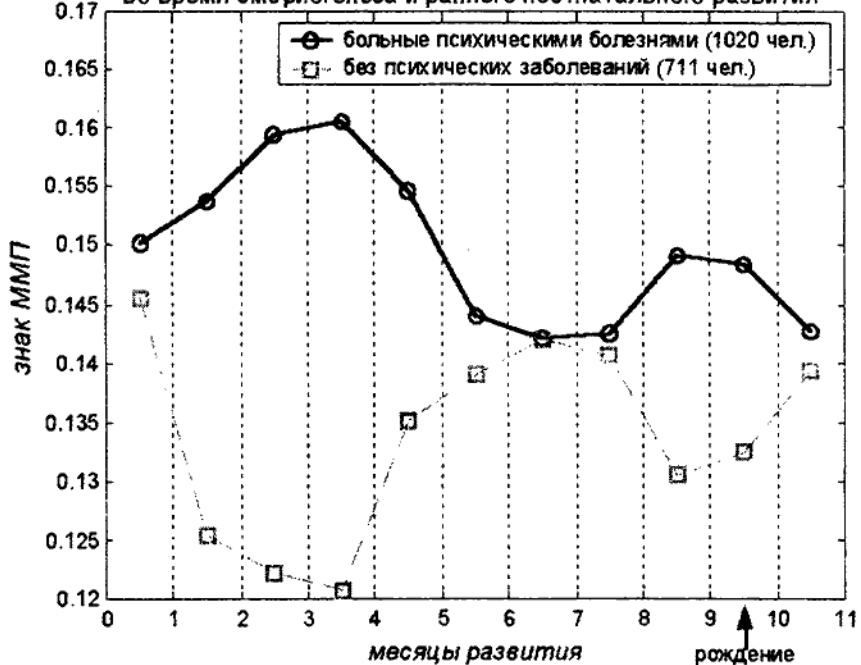


Рис. 1 Вариации индекса «Знак ММП» для психически больных и здоровых лиц во время эмбриогенеза и раннего постнатального развития. По оси абсцисс отложены номера месяцев, а по оси ординат – среднемесячные значения индекса.

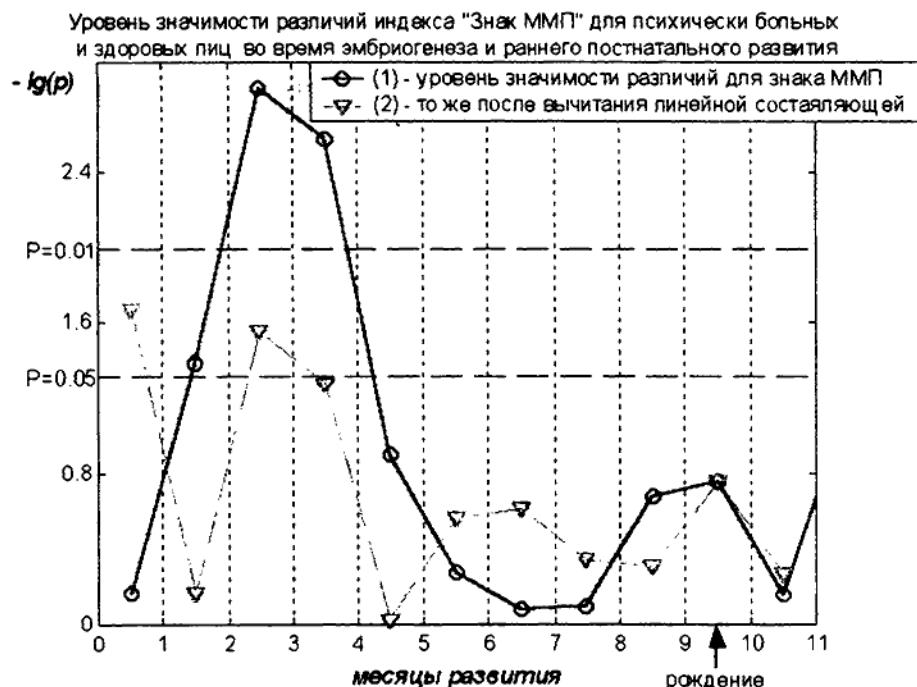


Рис. 2 Достоверность различий индекса «Знак ММП» на разных этапах эмбриогенеза и раннего постнатального периода для тестовой (лица с психическими заболеваниями) и контрольной групп. По оси абсцисс отложены номера месяцев, а по оси ординат – десятичный логарифм уровня значимости по критерию Вилкоксона с обратным знаком. Пунктирными линиями отмечены уровни значимости $P<0.05$ и $P<0.01$.

Данный эффект также устойчив как тенденция независимо от принадлежности к различным 11-летним циклам солнечной активности (данная выборка дат рождения достаточно полно покрывает 2 солнечных цикла – №16 и №17 по принятой нумерации). Однако эффект не проявлен в фазы, когда направление общего магнитного поля Солнца параллельно земному, а лучше проявляется в эпохи смены знака ОМП и особенно хорошо проявлен, когда направление общего магнитного поля Солнца антипараллельно земному.

Также характерно, что для наших данных знак ММП лучше коррелирует с геомагнитной активностью (аа-индексом) для эпох смены знака общего магнитного поля Солнца и его направлением антипараллельно земному. Дополнительный анализ показал, что геомагнитная активность на 3-4 месяце эмбрионального развития достоверно ниже для лиц с психическими заболеваниями, что соответствует более «положительному» ММП. Однако именно для знака межпланетного поля эффект наиболее устойчив относительно различных проверочных статистических процедур. А по индексу солнечной активности «числа Вольфа» эффект систематически не выражен.

Эффект отрицательной корреляции значений индекса «знак ММП» для тестовой и контрольной групп сохраняется при вычитании линейной составляющей

**ПСИХИЧЕСКИЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ И ВАРИАЦИИ ЗНАКА
МЕЖПЛАНЕТНОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ В ЭМБРИОГЕНЕЗЕ ЧЕЛОВЕКА**

из рядов данных. Но он выражен недостоверно при дополнительном разбиении данных по принадлежности к различным циклам солнечной активности или фаз с одинаковым знаком общего магнитного поля Солнца. Эффект отрицательной корреляции для тестовой и контрольной групп сохранялся для индекса геомагнитной активности аа ($r = -0.63$, $p < 0.04$), и не был достоверно выражен для индекса солнечной активности чисел Вольфа.

Возможно, фактором, действующим на структуры эмбриона, является определенный спектр электромагнитных природных полей, который характерен для положительной полярности ММП и низкой геомагнитной активности. В частности, спектр микропульсаций геомагнитного поля существенно различен в зависимости от знака ММП [11].

Были проанализированы вариации знака ММП для людей с различными психическими заболеваниями из общей выборки. Отмечаются похожие картины вариаций знака ММП (в том числе преобладание положительной полярности на 3 месяце эмбриогенеза) для больных шизофрениями, маниакально-депрессивными психозами, неврозами. Значительно отличается картина вариаций ММП для больных олигофрениями.

Для больных шизофрениями, МДП, неврозами характерны нарушения гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой, симпатико-адреналовой и других нейрохимических систем; для больных шизофрениями, олигофрениями характерны неврологические симптомы, часты патологические рефлексы, у 50-80% больных шизофрениями возникают пароксизимальные прерывистые движения глаз [12, 13].

На 3 месяце эмбриогенеза происходит формирование нервной регуляции плода, начало секреторной деятельности, становление большей части рефлексов, закладка гипоталамо-гипофизарной системы, формирование черепно-мозговых нервов.

Ранее было установлено, что для больных психическими заболеваниями геомагнитная активность была понижена на 4-5 неделе эмбриогенеза, когда происходит закладка головного мозга [8]. Возможно, к данному фактору риска добавляется также преобладание ММП положительной полярности при пониженной геомагнитной активности на 3 месяц эмбриогенеза. И на 4-5 неделях, и в течение 3 месяца эмбриогенеза экологические факторы могут оказывать влияние на формирование структур мозга и нервной системы наряду с действием и других неблагоприятных факторов: наследственная предрасположенность, алкоголизм родителей, стрессы, тяжелые токсикозы, вирусные заболевания и т.д.

Вариации индекса «знак ММП» находятся в противофазных отношениях для тестовой и контрольной выборок (рис.!). Такое же соотношение, но не столь выраженное, наблюдается для среднемесячных индексов геомагнитной активности. Возможно, такое систематическое различие в ритмике космофизических индексов также играет свою роль в появлении и развитии психических заболеваний, и более широко, различных патологий, поскольку свойства организма зависят от особенностей ритмической структуры среды обитания, особенно на ранних этапах развития (2).

Список литературы

1. Владимирский Б.М., Темурьянц Н.А. Влияние солнечной активности на биосферу- ноосферу. – М.: 2000. – 374с.
2. Темурьянц Н.А., Владимирский Б.М., Тишкун О.Г. Сверхнизкочастотные магнитные сигналы в биологическом мире. – К.: Наукова думка. – 1992. – 188с.
3. Рождественская Е.Д., Пыльская О.П., Лямова Г.В. Гелиобиологические исследования в кардиологии. // Проблемы космической экологии. – 1989. – Т.65. – С. 15-23.
4. Самохвалов В.П. Эффект космофизических флуктуаций при психических заболеваниях // Проблемы космической биологии. – 1989. – Т.65. – С. 65-80.
5. Николаев Ю.С., Рудаков Я.Я., Мансуров С.М., Мансурова Л.Г. Секторная структура ММП и нарушения деятельности центральной нервной системы. // Проблемы космической биологии. – 1989. – Т.65. – С. 51-59.
6. Трофимов А.В., Теркулов Р.А., Золотова Т.И. Анализ нарушений нейроисхологических функций человека в зависимости от геоаэрофизической обстановки препатального развития // Вестник МИКА. – 1998. – В 5. – С. 58-67.
7. Исхаков В.П. К вопросу о возможной связи между шизофренией и солнечной активностью Солнце, электричество, жизнь. – М.: Изд-во МОИП. – 1976. – С. 13-16.
8. Григорьев П.Е., Хорсева Н.И. Геомагнитная активность и эмбриональное развитие человека.// Биофизика. – 2001. – Т.46. – В.5. – С. 919-921.
9. В.Ф. Логинов, Б.Г. Шерстюков, А.И. Оль, Н.И. Акатова. Индексы солнечной и геомагнитной активности. – Обнинск: Всесоюзный научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации – Мировой Центр данных, 1991. – 152 с.
10. Гневышев М.Н., Оль А.И. О методике некоторых гелиобиологических исследований. //Проблемы космической биологии. – 1989. – Т.43. – С.216-219
11. Владимирский Б.М. Секторная структура межпланетного магнитного поля и химические тесты Пиккарди / Проблемы космической экологии. – Л.: «Наука». – 1989. – С. 210-222.
12. Клиническая психиатрия. – М.: ГЭОТАР МЕДИЦИНА, 1998. – 505 с.
13. Коркина М.В., Лакосина Н.Д., Личко А.Е. Психиатрия. – М.: Медицина, 1995. – 608 с

Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского
Серия «Биология, химия». Том 16 (55). 2003 г. №1. С. 41-45.

УДК 612.014.46:615.214:547.8

И. И. Коренюк, А. Е. Кизилов, Д. Р. Хусаинов

ИЗМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ИДЕНТИФИЦИРОВАННЫХ НЕЙРОНОВ ПРИ ДЕЙСТВИИ МЕБИКАРА И НАЛОКСОНА

К настоящему времени накоплен значительный материал, позволяющий говорить о нейротропном действии мебикара [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7] и налоксона [8, 9]. Мебикар – 2, 4, 6, 8 – тетраметил – 2, 4, 6, 8 – тетразабицикло (3, 3, 0) актандион – 3,7 нетипичный – небензодиазепиновый транквилизатор, обладает отчётливым анксиолитическим действием без признаков общей седации и миорелаксации. Установлено, что мебикар сочетает свойства транквилизатора и нейролептика: он усиливает эффекты снотворных и наркотических веществ, снижает температуру тела, проявляет антиагрессивный эффект, не оказывает противосудорожного действия, негативного влияния на функцию внимания и не снижает показателей умственной и физической работоспособности [1, 2]. Следует отметить, что исследования влияния мебикара проведены в основном, на целостном организме [1, 2, 4, 5, 7].

Налоксон-((-)-17-аллил-4,5-эпокси 3,14-дигидроксиморфинан-6-он) гидрохлорид дигидрат применяется главным образом при острой интоксикации наркотическими анальгетиками. Он эффективен также при алкогольной коме и различных видах шока, что, как предполагается, связано с его способностью конкурентно вытеснять эндогенные опиоиды, концентрация которых повышается при шоке и некоторых формах стресса [8].

Целью нашей работы явилось изучение влияния мебикара и налоксона на функциональное состояние нейронов нервной системы улитки.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследовалась параметры электрической активности идентифицированных нейронах IIIa1, IIIa2, IIIa7 правого париетального ганглия моллюска *Helix albescens*, под действием мебикара и налоксона. Внутриклеточное микроЭлектродное отведение биопотенциалов проводилось при комнатной температуре с использованием стандартных методических приёмов по программе: фон - аппликация - отмывание. Исследуемые вещества разводились до нужных концентраций стандартным раствором Рингера для холоднокровных. На каждую концентрацию вещества приходилось не менее 10 нейронов. Чтобы исключить эффект накопления воздействия веществ в каждом опыте изучалось функциональное состояние только одного нейрона. Более подробно методика была описана ранее [9, 10, 11].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Исследование влияния мебикара на электрическую активность нейронов проводилось в концентрациях 10^{-5} ; 10^{-4} ; 10^{-3} ; 10^{-2} М.

Эффекты воздействия этого соединения на все исследованные популяции нейронов были односторонними и выраженностю их у разных идентифицированных нейронов при конкретной концентрации была примерно одинаковой. В пороговой концентрации (10^{-4} М) мебикар увеличивал только амплитуду потенциалов действия (ПД) на 3 ± 1 мВ ($p < 0,05$), а с увеличением концентрации до 10^{-3} М, на фоне незначительного сдвига мембранныго потенциала (МП) в сторону деполяризации, происходило увеличение амплитуды ПД на 26 ± 1 мВ ($p < 0,01$) (рис.1). При этом, наблюдалось уменьшение длительности ПД (на 5 ± 1 мс ($p < 0,01$)), амплитуды и продолжительности следовой гиперполяризации (на 11 ± 1 мВ ($p < 0,01$) и 49 ± 2 мс ($p < 0,01$) соответственно). Как известно ПД возникает по закону «все», вследствие этого становится маловероятным такое значительное увеличение амплитуды ПД только за счет усиления натриевого тока. Поэтому мы полагаем, что наряду с усилением натриевого тока мебикар может усиливать входящий кальциевый ток. Факт уменьшения длительности ПД и следовой гиперполяризации, возможно объясняется тем, что мебикар способен ускорять процессы активации/инактивации ионных каналов обеспечивающих развитие соответствующих процессов в клетке. Подтверждением подобного предположения может служить и уменьшение амплитуды следовой гиперполяризации, которая также наблюдается при более быстрой инактивации выходящего калиевого тока.

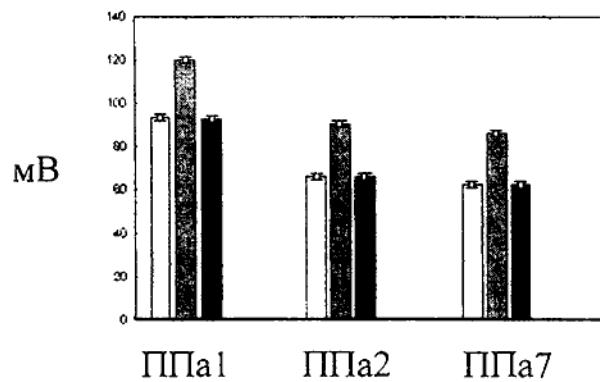


Рис. 1. Гистограмма усредненных значений амплитуды ПД, для трех типов

идентифицированных нейронов.

Фон (□), через 5 мин. аппликации мебикара (10^{-3} М) (■)

и через 20 мин. отмытия (■).

В концентрации 10^{-2} М мебикар первоначально приводил к возрастанию амплитуды ПД на 30 ± 2 мВ ($p < 0,05$), а затем происходило постепенное угнетение генерации импульсов, вплоть до полного их исчезновения на 2 минуте экспозиции вещества. Следовательно в больших концентрациях мебикар оказывает двойственный эффект: сначала облегчает активность нейронов, а затем полностью

ИЗМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ИДЕНТИФИЦИРОВАННЫХ НЕИРОНОВ ПРИ ДЕЙСТВИИ МЕБИКАРА И НАЛОКСОНА

подавляет ее. На наш взгляд, объяснением двойственного эффекта мебикара может служить предположение о том, что точкой приложения препарата являются структуры, локализованные во внутриклеточном пространстве нейрона, и требуется некоторое время для создания эффективной концентрации вещества в цитоплазме. Поэтому логично предположить возможность мебикара изменять метаболические процессы целостной клетки, от динамики которых зависит функциональная лабильность ионных каналов. Однако, нельзя отрицать того, что данный препарат в той или иной степени влияет на поверхностную мембрану клетки.

При отмывании стандартным раствором Рингера не зависимо от применяемых надпороговых концентраций мебикара происходило восстановление исходных биофизических показателей на 20-30 минуте у всех исследуемых нейронов, без выраженного последействия препарата. То есть, наши данные подтверждают сведения о малой токсичности мебикара и, кроме того, могут служить объяснением отсутствия негативного влияния на функции нервной системы.

В отдельной серии экспериментов нами изучалось влияние наркозона на биофизические показатели мембранных идентифицированных нейронов. Аппликация наркозона осуществлялась в следующих концентрациях 10^{-6} ; 10^{-5} ; 10^{-4} ; 10^{-3} М. В концентрации 10^{-6} М видимый эффект отсутствовал. При увеличении концентрации до 10^{-5} М наркозон вызывал у всех нейронов недостоверное уменьшение амплитуды ПД. Поэтому эту концентрацию вещества мы сочли пороговой. В концентрации наркозона 10^{-4} М амплитуда ПД у нейронов ППа1, ППа2, и ППа7 уменьшилась на 8 ± 1 мВ, $9,5\pm 1,5$ мВ, 5 ± 1 мВ ($p < 0,01$) соответственно (рис. 2, А). Как видно из рисунка у нейрона ППа7 амплитуда ПД под действием наркозона изменяется в меньшей степени, нежели у других нейронов. Другой особенностью этого нейрона было и то, что с уменьшением амплитуды ПД не изменялась его продолжительность, в то время как у нейронов ППа1 и ППа2 временные показатели ПД увеличивались на $3,1\pm 0,4$ мс, и $1,5\pm 0,1$ мс ($p < 0,05$) соответственно (рис. 2, Б). Подобная специфичность ответа ППа7, по-видимому, связана с низким уровнем содержания в этой клетке кальция и практически отсутствующим кальциевым током [10, 11], а как известно [8], наркозон в большей степени угнетает именно медленный кальциевый ток. Проявляющиеся у нейронов ППа1 и ППа2 эффекты можно объяснить тем, что помимо кальциевого тока, наркозон действует угнетающе на калиевый и быстрый входящий натриевый токи [8]. Исходя из этого, можно было предположить, что наркозон должен увеличивать длительность следовых процессов. Анализ продолжительности следовой гиперполяризации подтвердил наши предположения: так у нейрона ППа1 она увеличилась на 220 ± 20 мс ($p < 0,01$), ППа2 - на $77,5\pm 5,5$ мс ($p < 0,01$) и ППа7 - на 65 ± 3 мс ($p < 0,01$) (рис. 2, В).

Вопрос о том, что является причиной наблюдаемых изменений: то ли они происходят из-за вытеснения эндогенных морфинов; то ли наркозон непосредственно влияет на процессы протекающие в клетке остается открытым и требует дальнейшего изучения.

С увеличением концентрации наркозона до 10^{-3} М во второй половине первой минуты экспозиции вещества наблюдалось угнетение импульсной активности исследованных нейронов. Следует отметить, что в процессе отмывания все

электрофизиологические показатели нейронов восстанавливались до исходного уровня. Время восстановления находилось в зависимости от величины применяемой нами концентрации вещества. Так, при концентрации налоксона 10^{-4} М время восстановления составляло 20 минут, а при концентрации 10^{-3} М - 30 минут.

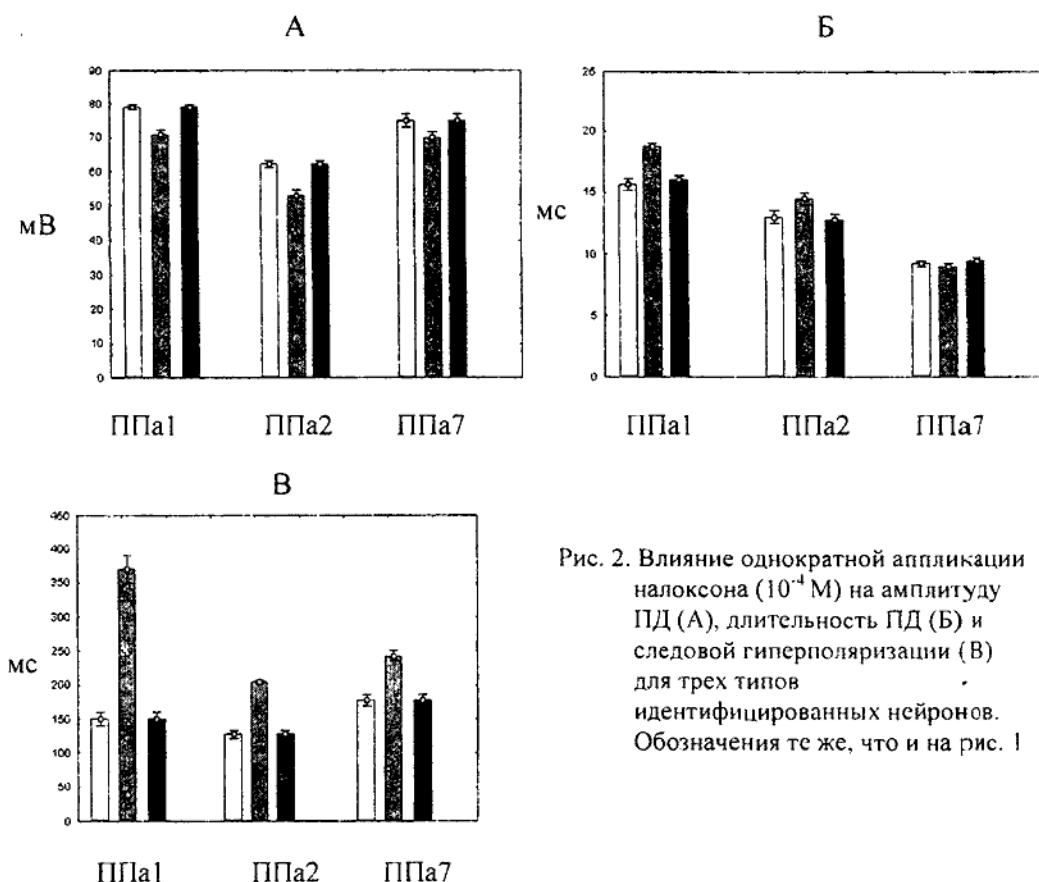


Рис. 2. Влияние однократной аппликации налоксона (10^{-4} М) на амплитуду ПД (А), длительность ПД (Б) и следовой гиперполяризации (В) для трех типов идентифицированных нейронов. Обозначения те же, что и на рис. 1

Таким образом, наши данные указывают на то, что мебикар и налоксон являются нейротропными соединениями с малой степенью токсичности. Для мебикара характерно ярко выраженное активирующее влияние, проявляющееся в ускорении основных биофизических процессов в клетке, а для налоксона обратное – ведущее к их замедлению.

Список литературы

- Карпов А.М., Зимакова И.Е., Камбург Р.А. Влияние мебикара на психофизиологические процессы и работоспособность в эксперименте и клинике // Фармакологическая регуляция физической и психической работоспособности: Тез. Докл. Всесоюз. Конф. – М., 1980. – С.31.
- Зимакова И.Е., Карпов А.М., Камбург Р.А. Влияние мебикара на физическую и психическую работоспособность // Казанский мед. журнал – 1982. - №4. - С. 59 – 61.

**ИЗМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ИДЕНТИФИЦИРОВАННЫХ НЕЙРОНОВ
ПРИ ДЕЙСТВИИ МЕБИКАРА И НАЛОКСОНА**

3. Карпов А.М. Обоснование применения нового транквилизатора мебикара для лечения некоторых форм психических заболеваний. Автореф. дис. канд. мед. наук. Л. – 1980. – 19 с.
4. Зимакова И.Е. Экспериментальное обоснование возможности применения в медицине нового биологически активного класса химических веществ – производных бициклических биомочевин.. Автореф. дис. доктора мед. наук. – 1979. – 20 с.
5. Зимакова И.Е., Карпов А.М., Камбург Р.А. Влияние транквилизатора мебикара на электролитный баланс // Казанский мед. журнал. – 1975. – №5. – С. 75
6. Глод Г.Д., Морозов И.С., Сытник С.И. Влияние транквилизаторов на мотивационные компоненты и тактику деятельности оператора // Космическая биология и авиакосмическая медицина – 1983. - №3. - С. 58 – 62.
7. Осадчий О. Е., Покровский В. М. Кардиоваскулярные эффекты блокатора опиоидных рецепторов налоксона. // Экспериментальная и клиническая фармакология. – 2001. – Т. 63. - №3. – С. 72 – 75.
8. Безрукова Л. В., Солнцева Е. И. Налоксон зависимое снижение ответов нейронов улитки на серотонин, вызванное морфином. // Нейрофизиология. – 1981. – Т13. – №6. – С. 589-594
9. Сахаров Д.А. Генеалогия нейронов. – М.: Наука, 1974. – 184 с.
10. Коваль Л.М., Кононенко Н.И. Новые идентифицируемые нервные клетки виноградной улитки *Helix pomatia*, связанные с генерацией ритмоводящей активности. // Журнал высш. нерв. деят. – 1992. – Т. 42. – В. 6. – С. 1124 – 1131.
11. Кононенко Н.И., Костюченко О.В. Механизмы генерации ритмоводящей активности в идентифицированных нейронах виноградной улитки //Нейрофизиология. – 2001. – Т.33. -- №1. – С. 46-54.
12. Кононенко Н.И. О возможности взаимодействия синаптических и ритмоводящих механизмов электрической активности в пачечном нейроне виноградной улитки //Нейрофизиология. –1981. – Т.13. – №1. – С.67-74.
13. Кононенко Н.И., Осиненко О.Н. Постсинаптические механизмы инициации пачечной активности в нейроне ППа1 виноградной улитки под влиянием интернейрона //Нейрофизиология. –1987. – Т.19. – №1. – С.28-36.
14. Кононенко Н. И. Влияние теофеллина на электрическую активность нейрона ППа2 виноградной улитки. //Нейрофизиология. –1981. –Т.13. – №6. – С. 655-658

Поступила в редакцию 10.10.2002 г.

Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского
Серия «Биология. химия». Том 16 (55). 2003 г. №1. С. 46-51.

УДК 576.8.095.3:547.912

С. И. Рубцова

КАЧЕСТВЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НЕФТЕОКИСЛЯЮЩИХ БАКТЕРИЙ ПРИБОЙНОЙ ЗОНЫ ЧЕРНОГО МОРЯ

Проблема охраны окружающей среды приобрела в настоящее время глобальное значение. Нефть и нефтепродукты являются одним из наиболее распространенных загрязняющих веществ. Загрязнение морской среды нефтью привело к развитию исследований по изучению гетеротрофных микроорганизмов, способных использовать углеводороды в качестве единственного источника углерода и энергии. Количественное содержание нефтеокисляющих микроорганизмов является свидетельством идущего процесса естественного самоочищения морской среды от нефти и нефтепродуктов. Именно в результате деятельности нефтеокисляющих бактерий происходит трансформация нефтяного загрязнения до простых соединений и тем самым включение нефтяного загрязнения в общий круговорот углерода в океане [3, 9, 10].

В связи с этим приобретает большую актуальность работы по изучению нефтеокисляющего бактериального населения и их участие в деструкции нефти в прибойной зоне моря.

Вопросами, связанными с микробным окислением нефтяных углеводородов в Черном море посвящена обширная литература, в том числе и работы отдела морской санитарной гидробиологии ИнБЮМ НАН Украины [2, 3, 4, 5, 8]. Однако процессы микробного окисления нефти и нефтепродуктов в прибойной зоне моря практически не освещены. Прибойная зона относится к контактной зоне "суша-море", где сталкиваются и концентрируются потоки загрязняющих веществ, идущих как с суши, так и со стороны моря. Целью настоящей работы явилось изучение бактериального населения в прибойной зоне моря и их способности окислять нефтяные углеводороды.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Сбор материала проводился на пяти полигонах в прибрежной акватории Севастополя с глубин 0,25-2 м. Полигоны были расположены так, чтобы охватить исследованиями различные по интенсивности загрязнения, составу донных осадков, удаленности от открытой части моря, участки Севастопольских бухт. Полигон 1 расположен в бухте Севастопольская (Приморский бульвар), 2 – в бухте Северная, 3 – в Учкуевке, 4 – в бухте Круглая (у выхода из бухты), 5 – в бухте Круглая (в районе вершины). Схема расположения полигонов представлена на рис. 1.

КАЧЕСТВЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НЕФТЕОКИСЛЯЮЩИХ БАКТЕРИЙ ПРИБОЙНОЙ ЗОНЫ ЧЕРНОГО МОРЯ

Пробы морской воды и донных осадков отбирались ежемесячно с декабря 1999 по апрель 2002 года на станциях в прибойной зоне Севастополя с глубины до 0,5 м. Всего было отобрано 282 пробы морской воды и 185 проб донных осадков. Отбор их осуществлялся дночерпателем Петерсена и ручным пробоотборником.



Рис. 1. Схема расположения станций отбора проб в прибойной зоне г. Севастополя

Выделение чистых культур гетеротрофных бактерий проводились посевом исследуемых проб воды и донных осадков на стандартный рыбопептонный агар, нефтеокисляющих – посевом чистой гетеротрофной культуры на жидкую среду Диановой-Ворошиловой с нефтью.

Определение микроорганизмов до рода проводились по [1, 6]. Микроскопию культур бактерий проводили на микроскопе «МБИ-3» и «Jenaval».

Морфолого-культуральные и физиолого-биохимические свойства микроорганизмов изучали согласно руководству А.Г. Родиной [7].

Количество нефтяных углеводородов в донных осадках определяли методом инфракрасной спектрофотометрии, хлороформэкстрагируемых веществ – весовым методом. Количественный учет нефтеокисляющих бактерий приводился методом предельных разведений на минеральной среде Диановой-Ворошиловой с добавлением нефти. Параллельно проводится посев морской воды и донных осадков на пептонной воде для определения общего количества гетеротрофных бактерий. Данные подвергались статистической обработке по методу Мак-Креди [7].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Из прибойной зоны Севастопольских бухт было выделено 281 культура водной микрофлоры, из них на долю нефтеокисляющих приходится около 100 культур.

На культуры рода *Pseudomonas* – приходится 54% выделенных культур, представители других родов встречались реже. На долю микроорганизмов, отнесенных к роду *Marinomonas*, приходится 7%, *Azotobacter* - 4%, *Erithrobacter* - 5 %, *Marinococcus* - 6 %, *Mezophilobacter* - 6 %, *Altheromonas* - 5 %, *Bacillus* - 5 %, *Microbacterium* - 4 %. Представители родов *Arthrobacter*, *Micrococcus* и *Vibrio*

встречались в единичных случаях, и на их долю приходится около 1 % от всех родов микроорганизмов (Рис. 2).

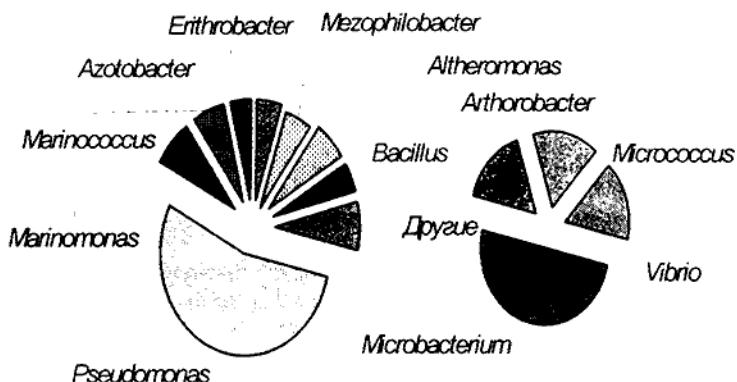


Рис. 2. Родовое разнообразие выделенных микроорганизмов

Качественная характеристика нефтеокисляющих микроорганизмов, выделенных из воды и донных осадков в прибойной зоне Севастопольских бухт, представлена в таблице 1.

Таблица 1.
Качественная характеристика нефтеокисляющих микроорганизмов, выделенных из воды (А) и донных осадков (Б) Севастопольских бухт

Род	Число культур	Ст. 1		Ст. 2		Ст. 3		Ст. 4		Ст. 5	
		А	Б	А	Б	А	Б	А	Б	А	Б
Pseudomonas	44	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Marinomonas	6	+	+	+	-	-	+	-	+	-	+
Marinococcus	5	-	-	+	+	+	-	-	-	+	+
Azotobacter	3	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-
Erythrobacter	4	+	+	-	-	+	-	-	-	+	-
Mezophilobacter	5	-	-	-	+	-	-	+	+	+	+
Altheromonas	5	-	+	+	-	-	+	-	-	+	+
Bacillus	4	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+
Microbacterium	3	-	+	-	-	-	-	-	-	+	+
Arthrobacter	1	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
Micrococcus	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
Vibrio	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+

Наибольшее разнообразие родов отмечено на станциях, расположенных в глубине бухт со значительными количествами нефтяных углеводородов (более 8 мг/100 г) и хлороформстрагируемыми веществами (более 0,08 г/100 г) (Рис.3). Это станции в бухтах Северная и Круглая (район вершины). Наибольшая численность

**КАЧЕСТВЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НЕФТЕОКИСЛЯЮЩИХ БАКТЕРИЙ
ПРИБОЙНОЙ ЗОНЫ ЧЕРНОГО МОРЯ**

гетеротрофных (10^6 - 10^7 кл./г) и нефтеокисляющих (10^3 - 10^4 кл./г) бактерий в прибойной зоне акватории Севастополя отмечены на станциях, подверженных сильной антропогенной нагрузке, и расположенных в глубине бухт. Высокая численность гетеротрофных бактерий свидетельствует о протекающих процессах эвтрофикации на этих полигонах.

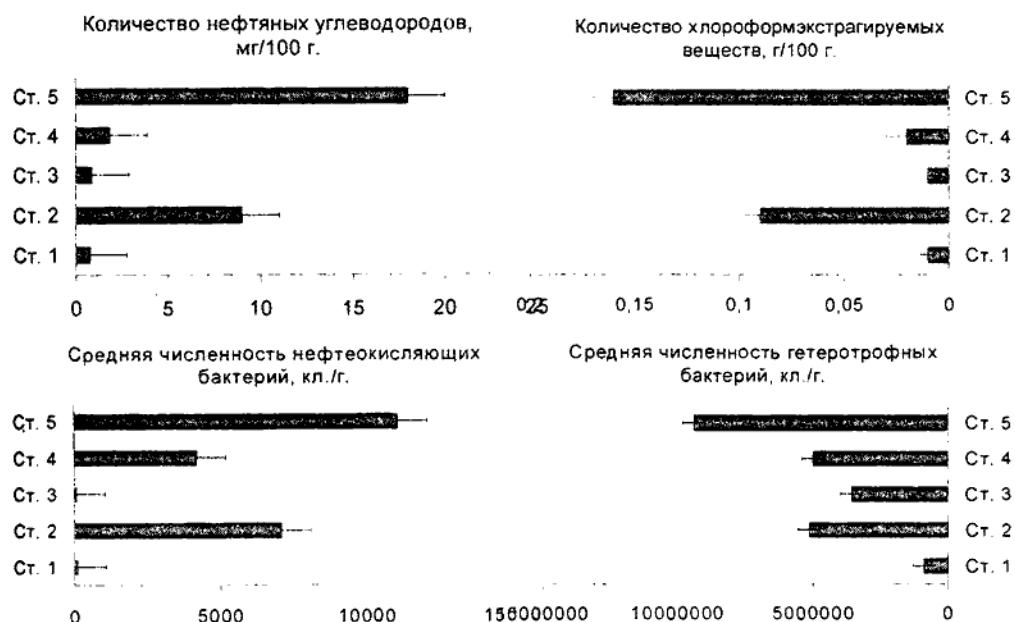


Рис. 3. Данные по исследуемым показателям в донных осадках на станциях отбора проб

Культуры рода *Pseudomonas* встречались во все сезоны года и выделялись на специальной среде с углеводородами в большом количестве. Культуры рода *Pseudomonas*, выделенные нами из прибойной зоны моря, отличались несколько меньшими размерами, по сравнению с палочковидными формами этого же рода, выделенного из открытых частей моря [2]. Полученные данные согласуются с исследованиями многих авторов [2, 5] в том, что 50-80 % микроорганизмов, населяющих прибрежную зону моря, относятся к роду *Pseudomonas*.

Культуры других родов встречались несколько реже, на их долю приходится около 40 % от общего числа выделенных культур. По-видимому, им необходим более длительный период адаптации к углеводородам; возможно также, что некоторые из микроорганизмов не выносят повышенных концентраций углеводородов.

На рыбно-пептонном агаре клетки образовывали круглые и неправильной формы колонии, выпуклые или плоские, просвечивающиеся и полупросвечивающиеся, бесцветные или слабоокрашенные, чаще всего однообразные по культуральным признакам.

Характерной особенностью большинства выделенных культур является образование сине-зеленого флюoresцирующего пигмента. Особенno хорошо флюoresценция наблюдалась в ультрафиолетовых лучах.

Все выделенные культуры были проверены на способность использовать различные источники углерода. Процентное содержание гетеротрофных бактерий, использующих в своей жизнедеятельности нефтяные углеводороды, было значительно – 10-27 % от всего гетеротрофного населения. Процентное соотношение культур, использующих в качестве единственного источника углерода соляр, составило около 58 % от общего числа нефтеокисляющих микроорганизмов, на долю микробов, утилизирующих мазут, приходится около 42 %. Наиболее активными культурами по разрушению нефти, соляра и мазута были представители рода *Pseudomonas*. Процентное содержание нефтеокисляющих бактерий, утилизирующих глюкозу, составило около 80 %, жир - 63 %, фенол - около 30 %, крахмал - 14 % всех выделенных культур.

Изучение физиолого-биохимических свойств нефтеокисляющих микроорганизмов, выделенных из прибрежной зоны моря, дают возможность судить об их разносторонней биохимической активности. По-видимому, поступление в прибрежную зону нефти и нефтепродуктов способствует эволюции гетеротрофных бактерий, а высокая численность нефтеокисляющих бактерий свидетельствует о загрязнении прибрежной зоны Севастопольских бухт нефтяными углеводородами и о высокой степени адаптации микроорганизмов к их разрушению.

ВЫВОДЫ

1. Наибольшая численность и разнообразие родов гетеротрофных (10^6 - 10^7 кл./г) и нефтеокисляющих (10^3 - 10^4 кл./г) бактерий в прибрежной зоне акватории Севастополя отмечено на станциях, подверженных сильной антропогенной нагрузке, и расположенных в глубине бухт. Высокая численность гетеротрофных бактерий свидетельствует о протекающих процессах эвтрофикации на этих полигонах.

2. Из прибрежной зоны Севастопольских бухт было выделено 281 культура водной микрофлоры, из них на долю нефтеокисляющих приходится около 100 культур. Определена родовая принадлежность нефтеокисляющих микроорганизмов. На культуры рода *Pseudomonas* – приходится 54% выделенных культур, *Marinomonas* - 7%, *Azotobacter* - 4%, *Erythrobacter* - 5 %, *Marinococcus* - 6 %, *Mezophilobacter* - 6 %, *Altheromonas* - 5 %, *Bacillus* - 5 %, *Microbacterium* - 4 %, *Arthrobacter*, *Micrococcus* и *Vibrio* – около 1 %.

3. Процентное содержание гетеротрофных бактерий, использующих в своей жизнедеятельности нефтяные углеводороды, составило 10-27 % от всего гетеротрофного населения. Процентное соотношение культур, использующих в качестве единственного источника углерода соляр, составляет около 58 % от общего числа нефтеокисляющих микроорганизмов, мазут - 42 %, глюкозу - 80 %, жир - 63 %, фенол - около 30 %, крахмал - 14 % всех выделенных культур.

**КАЧЕСТВЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НЕФТЕОКИСЛЯЮЩИХ БАКТЕРИЙ
ПРИБОЙНОЙ ЗОНЫ ЧЕРНОГО МОРЯ**

Список литературы

1. Красильников Н.А. Определитель бактерий и актиномицетов. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1949. – 825 с.
2. Миронов О.Г. Углеводородокисляющие бактерии некоторых районов Тихого и Индийского океанов. В кн.: Биологические исследования в тропической зоне океана. - Киев: Наукова думка, 1975. – С. 16-22.
3. Миронов О.Г., Миловидова Н.Ю., Щекатурина Т.Л. и др. Биологические аспекты нефтяного загрязнения морской среды // Институт биологии южных морей им. А.О.Ковалевского. -- Киев.: Наукова думка, 1988. – 248 с.
4. Миронов О.Г., Щекатурина Т.Л., Тархова Э.П. и др. Биоиндикаторы нефтяного загрязнения Черного моря / Динамика вод и продуктивность планктона Черного моря. – М., 1989. – С. 368-381.
5. Миронов О.Г. Нефтеокисляющие бактерии Севастопольских бухт (итоги 30-летних наблюдений) // Экология моря. -- 1999. - № 48. -- С. 87-92.
6. Определитель бактерий Берджи // Под ред. Дж.Хоулта, Н. Крига, П. Смита, Дж. Стейли и С. Уильяма. Девятое издание. В 2-х томах. – М.: Изд. «Мир», 1987. – 800с.
7. Родина А.Г. Методы водной микробиологии. – М.-Л.: Наука, 1965. – 347 с.
8. Рубцова С.И. Нефтеокисляющая микрофлора в прибрежной зоне г. Севастополя // Ученые записки Таврического Национального университета им. В. И. Вернадского. – 2001. – Том 14 (53) № 2 – С. 151-155.
9. Collwel R. R. Biodegradation of oil in the open ocean. Lash. – J., Raaymakers, - S. Townsville, Australia. – 1993. – P. 53-54.
10. Leahy, J. G. and Colwell, R. R. Microbial degradation of hydrocarbons in the environment. Microbiological Review. – V 54. – 1990. – P. 305-315.

Поступила в редакцию 15.09.2002 г.

Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского
Серия «Биология, химия». Том 16 (55). 2003 г. №1. С. 52-54.

УДК 577.121: 547.963

A. A. Гидулянов, С. В. Коношенко

ЗАВИСИМОСТЬ ОКИСЛИТЕЛЬНОЙ МОДИФИКАЦИИ ГЕМОГЛОБИНОВ ОТДЕЛЬНЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ КЛАССА МЛЕКОПИТАЮЩИХ ОТ ХАРАКТЕРА ИХ ВНУТРИМОЛЕКУЛЯРНОЙ СТРУКТУРЫ

Изучение взаимодействия активных форм кислорода на биологические системы привлекает внимание исследователей на протяжении многих лет и по-прежнему не теряет своей актуальности.

В настоящее время накоплены многочисленные данные, касающиеся изучения механизмов перекисного окисления липидов, его роли в нормальном функционировании клеток и в патогенезе различных заболеваний [1,2,3].

Однако активные формы кислорода могут вызывать окислительную деструкцию не только липидов, но и белковых молекул. Этот процесс рассматривается как одна из возможных причин инактивации ферментов, изменения конформации белков при состоянии окислительного стресса [4]. Представляется важным выяснить зависимость окислительной модификации белков от их структурной организации. Решение этих вопросов в филогенетическом аспекте позволит лучше понять влияние реакций пероксидации на структурно-функциональный статус отдельных молекулярных систем, в том числе системы гемоглобина.

В связи с этим, целью настоящей работы явилось сравнительное изучение окислительной модификации главных фракций гемоглобина отдельных представителей млекопитающих в зависимости от внутримолекулярной структуры белковых молекул.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалом для исследования служили главные фракции гемоглобинов трех представителей класса млекопитающих- человека (*Homo sapiens*), быка (*Bos taurus*) и свиньи (*Sus scrofa*). В каждой видовой группе было не менее 25 особей. Гемоглобин выделяли по методу Драбкина [5]. Выделение фракций гемоглобинов и проверку их гомогенности осуществляли методами препаративного и аналитического электрофореза в 7% полиакриламидном геле [6,7]. Внутримолекулярную структуру гемоглобинов изучали, определяя общий объем гидрофобных полостей и уровень гидрофобности центральных участков белковых молекул. Внутримолекулярную гидрофобность гемоглобинов оценивали по степени флуоресценции зонда N-фенилнафтиамина (ФНА) в растворе белка на спектрофлуориметре Shimadzu PR [8]. Соотношение зонда и белка составляло 1:68. Длина волны возбуждения-300нм, длина волны регистрации- 436 нм Общий объем

**ЗАВИСИМОСТЬ ОКИСЛИТЕЛЬНОЙ МОДИФИКАЦИИ ГЕМОГЛОБИНОВ
ОТДЕЛЬНЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ КЛАССА МЛЕКОПИТАЮЩИХ
ОТ ХАРАКТЕРА ИХ ВНУТРИМОЛЕКУЛЯРНОЙ СТРУКТУРЫ**

гидрофобных полостей в гемоглобинах определяли методом солюбилизации углеводорода (бензола), используя рефрактометр ИРФ-23 [9]. Изучение окислительной модификации фракций гемоглобинов проводили на основе метода, описанного в литературе [10].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Как показали результаты исследований (табл.1), интенсивность флуоресценции зонда ФНА в главных фракциях гемоглобина человека и быка является практически одинаковой и характеризуется величинами $28,6 \pm 0,72$ усл.ед. и $27,83 \pm 1,45$ усл.ед., соответственно.

Таблица 1.
Интенсивность флуоресценции (F) и солюбилизация бензола главными фракциями гемоглобинов отдельных представителей млекопитающих ($M \pm m$)

Объект исследования	F, усл.ед.	Степень связывания бензола белком (N; моль/моль)	Общий объем гидрофобных полостей (V; A^3)
Человек	$28,60 \pm 0,69$	433 ± 15	63400 ± 3630
Бык	$27,83 \pm 1,50$	522 ± 20	76389 ± 3840
Свинья	$36,54 \pm 0,10$	346 ± 11	50562 ± 3300

Максимальное значение интенсивности флуоресценции зонда, достоверно отличающееся от предыдущих, отмечено для главной фракции гемоглобина свиньи, что свидетельствует о более высоком уровне гидрофобности центральных участков белковых молекул.

Плотность упаковки молекул гемоглобина оценивали по объему гидрофобных полостей, используя метод солюбилизации бензола белком. Оказалось, что величина связывания бензола главными фракциями гемоглобинов млекопитающих различна и составляет от 346 до 433 молей углеводорода на одну молекулу белка (табл.1). Наиболее высокие значения общего объема гидрофобных полостей показаны для главных фракций гемоглобина человека и быка, а наименьшее значение - для гемоглобина свиньи.

Из этих данных следует, что главная фракция гемоглобина свиньи характеризуется большей плотностью упаковки белковых молекул по сравнению с аналогичными фракциями гемоглобинов человека и быка. Прослеживается обратная связь уровня гидрофобности зон сорбции ФНА и общего объема гидрофобных полостей: с повышением гидрофобности центральных участков белковых молекул возрастает плотность их упаковки.

При изучении окислительной модификации гемоглобинов в эритроцитах были получены данные, представленные в "Таблице 2".

Наиболее высокое содержание альдегидов и кетонов нейтральной природы (370 нм) отмечено для главных фракций гемоглобинов человека и быка. Фракция гемоглобина свиньи отличалась сравнительно высоким уровнем устойчивости к окислительной модификации. Проявляется выраженная взаимосвязь ($r=+0,9$) показателя окислительной модификации и общего объема гидрофобных полостей.

Таблица 2.
Содержание продуктов окислительной модификации нейтральной природы в главных
фракциях изучаемых гемоглобинов ($M \pm m$)

Объект исследования	Продукты окислительной модификации (ед.опт.плотности, 370нм)
Человек	$0,305 \pm 0,0032$
Бык	$0,358 \pm 0,0028$
Свинья	$0,200 \pm 0,0050$

Из этих данных следует, что процессы окислительной модификации гемоглобина в эритроцитах в определенной мере зависят от структурной организации гемопротеида. Очевидно, что более компактные белковые молекулы в меньшей степени атакуются активными формами кислорода. Можно предположить, что осуществляемая в организме окислительная деструкция белковых молекул является одним из механизмов обновления их старых популяций по аналогии с физиологически значимым способом модификации и обновления фосфолипидного бислоя клеточных мембран с участием реакций перекисного окисления липидов.

Список литературы

1. Бурлакова Е.В., Храпова Н.Г. Перекисное окисление липидов мембран //Успехи химии. - 1985. - Т.54, №9. - С.1540 – 1580.
2. Владимиров Ю.А., Оленев В.И.. Суслова Т.Б. и др. Механизм перекисного окисления липидов и его действие на мембранны. Итоги науки и техники //Биофизика. - 1975. - №5. - С.56 – 117.
3. Меньшикова Е.Б., Зенков Н.К. Окислительный стресс при воспалении //Успехи современной биологии. - 1997. - Т.117. - В.2. - С.155 – 169.
4. Пескин А.В. Взаимодействие активного кислорода с ДНК //Биохимия. -1997. -Т.62. - В.12. - С.1571 – 1578.
5. Drabkin D. A simplified technique for large scale crystallisation of myoglobin and hemoglobin in the crystalline //Arch.Biochem. - 1949. - V.21. - P. 224 –226.
6. Ажицкий Г.Ю., Багдасарьян С.Н. Возможность выделения мономерного иммунохимически чистого сывороточного альбумина //Лаб.дело. -1975. - №12. -С.712 –714.
7. Davis B. Disc electrophoresis II. Method and application to human serum proteins //Ann.N.Y.Acad.Sci. - 1964. - V.121. - №11. - P.404–407.
8. Остоловский Е.М., Боцянский А.Д., Задорожный Б.А. Исследование структуры сывороточного альбумина млекопитающих методом флуоресцентных зондов // Биофизика. - 1988. - Т.33. - №2. - С.350–358.
9. Измайлова В.Н., Ребиндер П.А. Структурообразование в белковых системах. - М.:Наука, 1974. - 392 с.
10. Дубинина Е.Е., Бурмистров С.О., Ходов Д.А., Поротов И.Г. Окислительная модификация белков сыворотки крови человека, метод ее определения //Вопросы медицинской химии. - 1995. - Т.41. - В. 1. - С. 24–26.

Поступила в редакцию 10.02.2002 г.

Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского
Серия «Биология, химия». Том 16 (55). 2003 г. №1. С. 55-58.

УДК 577.112:612:111

В. А. Никольская, С. В. Коношенко

ВЛИЯНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ НА СТРУКТУРНО- ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА СЫВОРОТОЧНОГО АЛЬБУМИНА СПОРТСМЕНОВ, ЗАНИМАЮЩИХСЯ СПОРТИВНЫМИ ИГРАМИ

Проблема расширения границ адаптации человека значима не только для спортивной биохимии, но и для биологии в целом, поскольку увеличение адаптационных возможностей организма являются важными аспектами охраны здоровья. Совершенствование методов тренировки, регламентации спортивной работы, в настоящее время немыслимы без глубоких биохимических исследований на молекулярном уровне.

Хорошо известно, что одним из слагающих биохимической адаптации к физическим нагрузкам является изменение метаболизма липидов [1,2], в котором активное участие принимает сывороточный альбумин [3]. Будучи одним из транспортных белков крови, сывороточный альбумин (СА) осуществляет связывание и перенос различных низкомолекулярных соединений [3], среди которых основное место занимают жирные кислоты, выступающие в роли предшественников ряда биологически активных веществ, участвующие в реакциях перекисного окисления липидов и активно используемые в качестве энергетических субстратов [4, 5].

Благодаря ранее проведенным исследованиям [6,7], показана важная роль СА в процессах метаболической перестройки организма спортсменов к воздействию физических нагрузок циклического типа различной мощности и специализации. Вместе с тем, нами не найдено в литературе сведений о специфике функционирования СА в условиях адаптации организма спортсменов к физическим нагрузкам ациклического типа.

Таким образом, целью настоящей работы явилась оценка структурно-функционального состояния СА спортсменов при адаптации к физическим нагрузкам ациклического типа.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалом исследования служил СА спортсменов ациклических видов спорта (волейбол и баскетбол). Кровь брали из локтевой вены до и после физической нагрузки. Контрольную по возрасту и полу группу составили 11 человек, не занимающихся спортом. Альбумин выделяли из сыворотки крови методом препаративного электрофореза в поликарбонатном геле [8]. Для определения чистоты выделенных препаратов альбумина использовали диск-электрофорез [9].

Содержание общих липидов в СА проводили по методу Блюра в модификации Брагдон [10]. Липидные экстракты из препаратов СА выделяли по методу Фолча [11]. Первичные продукты перекисного окисления липидов (ПОЛ), связываемых СА, оценивали по методу Плацер З. в модификации Гаврилова В. Б. и Мишкорудной М. Л. [12]. Содержание вторичных продуктов перекисного окисления (ТБК-активные продукты) в СА определяли по реакции с тиобарбитуровой кислотой [13]. Содержание спирализованных структур белка определяли методом кругового дихроизма [14].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты исследования свидетельствуют об увеличении содержания общих липидов в составе липид-альбуминового комплекса спортсменов, занимающихся спортивными играми, в исходном состоянии по сравнению с контрольной группой (табл.1).

Таблица 1.
Изменения в содержании липидов и продуктов ПОЛ в сывороточном альбумине спортсменов ациклических видов спорта ($M \pm m$)

Обследуемые группы Показатели	Контрольная группа	Спортсмены-волейболисты		Спортсмены-баскетболисты	
		в исходном состоянии	после физической нагрузки	в исходном состоянии	после физической нагрузки
Общие липиды, мг/100мг белка	2,93±0,14	6,61±0,05*	7,42±0,10**	4,47±0,12*, ***	5,16±0,09* **, ***
Диеновые коньюгаты и кетоны, усл.ед./100 мг белка	0,37±0,002	0,81±0,02*	0,70±0,03*	0,52±0,04*, ***	0,49±0,03**
ТБК-активные продукты, усл.ед./100 мг белка	0,10±0,003	0,38±0,002*	0,32±0,003*	0,35±0,01*	0,45±0,018*, **, ***

Примечание:

* – достоверность различий показателей спортсменов по сравнению с контрольной группой, при $p \leq 0,5$;

** – достоверность различий показателей спортсменов в исходном состоянии и после воздействия физической нагрузки, при $p \leq 0,5$;

*** – достоверность различий показателей спортсменов баскетболистов и волейболистов в исходном состоянии и после воздействия физической нагрузки (соответственно), при $p \leq 0,5$.

Под влиянием физической нагрузки изменения приобретают более выраженный характер.

Усиленное лигандирование СА веществами липидной природы, вероятно, обусловлено необходимостью более активного их использования в организме спортсменов в условиях повышенных энергозатрат. Следует отметить, что уровень

ВЛИЯНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ НА СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА СЫВОРОТОЧНОГО АЛЬБУМИНА СПОРТСМЕНОВ, ЗАНИМАЮЩИХСЯ СПОРТИВНЫМИ ИГРАМИ

общих липидов в липид-альбуминовом комплексе спортсменов-баскетболистов достоверно ниже по сравнению с показателями у волейболистов (в исходном состоянии и после воздействия физической нагрузки, соответственно).

При оценке содержания продуктов ПОЛ выявлено значительно повышение уровня первичных продуктов ПОЛ в СА у спортсменов в исходном состоянии по сравнению с контрольной группой, который практически не меняется под воздействием физической нагрузки. Возможно, повышенное содержание первичных продуктов ПОЛ связано с активным их использованием в синтезе биологически активных соединений – эйказаноидов.

Анализ содержания вторичных продуктов ПОЛ свидетельствует о достоверном их увеличении в исходном состоянии спортсменов, занимающихся спортивными играми. Вызывает интерес тот факт, что физическая нагрузка повышает уровень ТБК-активных продуктов только у баскетболистов, как по сравнению с исходным состоянием, так и с соответствующим показателем у волейболистов.

Вероятно, процессы ПОЛ у спортсменов, специализирующихся в баскетболе, протекают более интенсивно на этапе образования вторичных продуктов, о чем свидетельствует достоверно низкое содержание диеновых конъюгатов и кетонов в СА баскетболистов как по сравнению с исходным состоянием, так и под воздействием физической нагрузки (соответственно) по сравнению с волейболистами.

Повышение уровня продуктов ПОЛ в СА спортсменов может иметь компенсаторно-приспособительный характер, снижая тем самым их повреждающее действие на организм при воздействии физических нагрузок. В литературе имеются сведения о проявлении СА антиоксидантного действия [6].

Таким образом, результаты исследования свидетельствуют о проявлении отличий у спортсменов на уровне изученных показателей, что, вероятно, свидетельствует о специфике функционирования СА в условиях адаптации к воздействию физических нагрузок ациклического типа, но различной специализации.

Так как нами было выявлено увеличение лигандной нагрузки СА спортсменов под влиянием физических нагрузок ациклического типа, представляло интерес оценить структурные свойства СА.

Данные, полученные методом КД при изучении вторичной структуры СА, свидетельствуют о достоверном снижении на 20% доли α -спиральной конфигурации в общей структуре белка спортсменов-волейболистов в исходном состоянии по сравнению с контрольной группой. При воздействии физической нагрузки наблюдается тенденция к повышению данного показателя.

Вместе с этим, по имеющимся в литературе данным в альбумине сыворотки крови спортсменов различной специализации и квалификации, испытывающих нагрузки циклического типа, процент α -спиральных структур не изменяется [7].

Таким образом, адаптация к физическим нагрузкам ациклического типа сопровождается компенсаторно-приспособительными реакциями, проявляющимися изменением транспортной активности СА в отношении липидов и продуктов ПОЛ в зависимости от специализации спортсменов. Повышение лигандной нагрузки СА

волейболистов вызывает изменения со стороны вторичной структуры белка, уменьшая содержание α -спиралей в исходном состоянии спортсменов.

Список литературы

1. Калинский М.И., Курский М.Д., Осипенко А.А. Биохимические механизмы адаптации при мышечной деятельности. – К.: Вища школа, 1986. – 183 с.
2. Meerzon Ф.З., Пшеникова М.Г. Адаптация к стрессорным ситуациям и физическим нагрузкам. – М.: Медицина, 1988. – 256 с.
3. Соркина Д.А., Залевская И.Н. Структурно-функциональные свойства белков. – К.: Вища школа, – 1990. – 216с.
4. Дятловицкая Э.В., Безуглов В.В. Липиды как биоэффекторы // Биохимия. – 1998. – Т.63. – В.1. – С.3-5.
5. Владимиров Ю.А., Арчаков А.И. Перекисное окисление липидов в биологических мембранах. – М.: Наука, 1972. – 252 с.
6. Толкачева Н.В. Альбумин-зависимый транспорт липидов при различных состояниях организма: Дис... д-ра Biol. наук: 03.00.04 – Симферополь, 1991. – 269с.
7. Сорокина А.Г. Оценка основных метаболитов энергообеспечения, связываемых сывороточным альбумином у спортсменов: Дис... канд. биол. наук: 03.00.04. – Симферополь, 1989. – 126с.
8. Ажицкий Г.Ю., Багдасарян С.Н. О возможности выделения мономерного иммунохимически чистого альбумина //Лаб. дело. – 1975. – №12. – С.712-714.
9. Davis B.J. Disco – electrophoresis. II.Method and application to human serum protein //Ann. N.Y.Acad.Sci. – 1964. – Vol.121. – № 2. – P.404-427.
10. Биохимические методы исследования в клинике: справочник /Под ред. А.А.Покровского. – М.: Медицина, 1969. – С.287-288.
11. Folch J., Lees M., Stanley G.H. A simple method for isolation and purification of total lipid from animal tissues //J. Biol. Chem. – 1957. – Vol.226. – №1. – P. 497-509.
12. Гаврилов В.Б., Мишкорудная М.И. Спектрофотометрическое определение содержания гидроперекисей липидов в плазме крови //Лаб. дело. – 1983. – № 3. – С.33-35.
13. Ohkava H., Ohishi V., Yagi K. Assay for lipid peroxides in animal tissues by thiobarbituric acid reaction //Analytical Biochem. – 1979. – Vol.95. – №2. – P.351-358.
14. Chen J.H., Yong J.T., Martinez N.M. Determination of the secondary structure of proteins by circular dichroism and optical rotatory dispersion //Biochemistry. – 1971. – Vol.11. – №22. – P.4120-4131.

Поступила в редакцию 8.12.2001 г.

Ученые записки Гаврического национального университета им. В. И. Вернадского
Серия «Биология, химия». Том 16 (55). 2003 г. №1. С. 59-62.

УДК 612.821: 612.822.3.08

В. Б. Павленко, И. Н. Конарева

СВЯЗАННЫЕ С СОБЫТИЕМ ЭЭГ-ПОТЕНЦИАЛЫ КАК ИНДИКАТОРЫ МОЗГОВЫХ ДЕТЕРМИНАНТ ВЫБОРА ПРОФЕССИИ

Каждый человек в своей жизни сталкивается с проблемой профессионального самоопределения. Большинство старшеклассников выбирают профессию более или менее стихийно, лишь 30% выпускников могут сами выбрать профессию, не прибегая к посторонней помощи, остальные же остро нуждаются в совете [1]. Оказанием помощи занимается профессиональное консультирование, основанное на использовании психологических тестов. Однако, как правило, не оцениваются такие природные задатки человека как его уникальная нейродинамика (общие свойства нервных процессов всего головного мозга). На наш взгляд в решении данной проблемы могут и должны быть использованы объективные методы и, прежде всего, оценка характеристик биоэлектрической активности головного мозга при выполнении напряженной целенаправленной деятельности.

В связи с этим целью настоящей работы являлось выявление возможных взаимосвязей между выбором профессии, темпераментом испытуемых и паттерном связанных с событием потенциалов (ССП) как индикатором нейродинамики человека.

Были поставлены следующие задачи:

1. Изучение психофизиологических факторов выбора профессии у взрослых испытуемых, проработавших несколько лет по выбранной специальности;
2. Изучение психофизиологических факторов выбора у юношей, проявляющих интерес к определенной группе профессий.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Обследовано 90 взрослых испытуемых (возраст 25-35 лет, обоего пола), проработавших несколько лет по выбранной специальности и 27 юношей (возраст 15-16 лет, учащиеся десятых классов). Исследование включало регистрацию ССП в парадигме определения времени реакции с предупреждением. Испытуемый должен был как можно быстрее нажимать на кнопку в ответ на второй в паре звуковой сигнал. В этой ситуации, в промежутке между предупредительным и императивным стимулами, развивается условная негативная волна (УНВ), после сигнала обратной связи, информирующего испытуемого о быстроте его реакции, выявляется потенциал Р300 (Рис.1, А). Анализировали следующие показатели ССП:

- 1) среднюю амплитуду терминальной части УНВ в интервале 1,8-2,0 с после предупредительного сигнала;

2) максимальную амплитуду потенциала Р300 в интервале 0,25-0,6 с после сигнала обратной связи (горизонтальная либо вертикальная черта, загорающаяся на светодиодном табло).

Для выявления показателей темперамента использовали опросник Айзенка РЕН.

Взрослых испытуемых разделили на группы в соответствии с классификацией профессий Е.А. Климова. Профессиональные интересы юношей выявляли с помощью беседы и опросника Климова. Все профессии, в соответствии с этим опросником, делят на следующие типы: "человек–природа", "человек–техника", "человек–человек", "человек–знак", "человек–образ".

Остальные подробности методики описаны ранее [2].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Распределение испытуемых по типам профессий и показатели тестирования свойств темперамента приведены в таблице 1. Отметим снижение уровня экстраверсии и нейротизма у взрослых-специалистов в ряду профессий от "человек–природа" до "человек–образ". У юношей, предлагающих первый тип профессий также высокие показатели экстраверсии и нейротизма, но наибольший уровень экстраверсии у тех из них, кто предпочитает творческие профессии. В целом, показатели темперамента, очевидно, являются лишь одним из факторов, определяющих выбор профессии.

Паттерны амплитуд ССП испытуемых, работающих по избранной специальности или склоняющихся к ее выбору, представлены на Рис. 1, Б и В. Обращает на себя внимание выраженность УНВ у взрослых с разными типами профессий, в том числе и "человек–знак" (тип 4). В то же время у школьников, выбирающих последний тип профессий, данные потенциалы выражены меньше, чем у других групп. Известно, что УНВ отражает процессы подготовки к действию, положительно коррелирует с силой и стабильностью нервных процессов [3]. Можно предположить, что юноши, выбирающие профессии "человек–знак", пока не обладают достаточным развитием этих качеств, которые так необходимы программистам, бухгалтерам и другим специалистам, оперирующим знаковыми системами. Этим школьникам нужно либо развивать силу и стабильность нервных процессов, либо изменить свой профессиональный выбор.

Приведенные на рисунке гистограммы также демонстрируют наибольшую выраженность потенциалов Р300 у взрослых с профессиями "человек–техника" (тип 2) и "человек–знак" (тип 4). Р300 отражает когнитивную емкость мозга, способность к оценке расхождения между целью и результатом [4, 5]. Эти качества особенно необходимы в точных науках и для технических специальностей. По крайней мере, у юношей, ориентирующихся на профессии типа 4, мы не наблюдаем адекватной выраженности Р300, что может свидетельствовать о недостаточном развитии соответствующих когнитивных функций. Профессии типа "человек–знак" особенно популярны в настоящее время среди молодежи. Люди, выбирающие их, имеют дело с различного рода условными знаками, компьютерными программами.

**СВЯЗАННЫЕ С СОБЫТИЕМ ЭЭГ-ПОТЕНЦИАЛЫ
КАК ИНДИКАТОРЫ МОЗГОВЫХ ДЕТЕРМИНАНТ ВЫБОРА ПРОФЕССИИ**

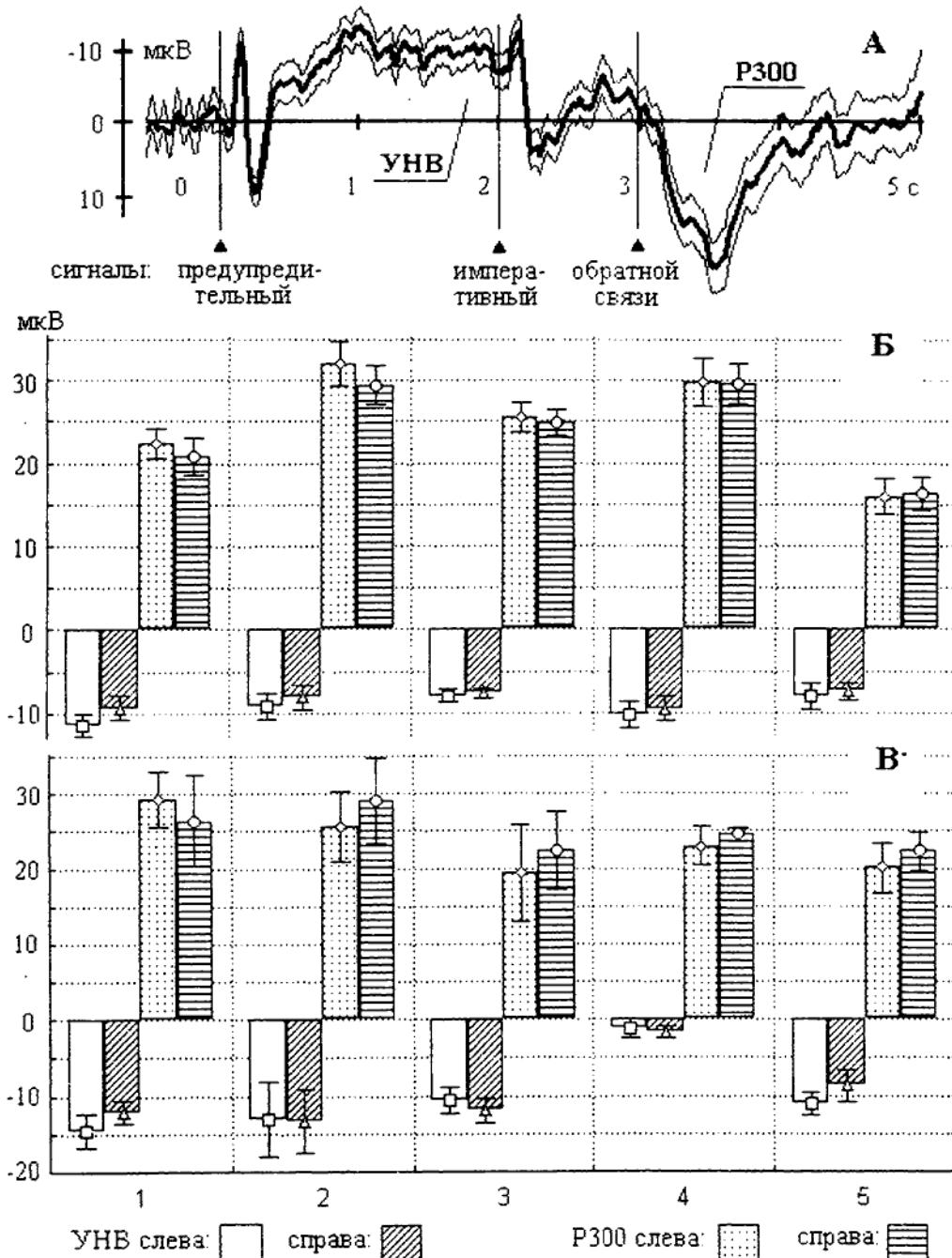


Рис. 1. Общий вид ССП одного из испытуемых (А), соотношение амплитуд УНВ и Р300 взрослых-специалистов (Б) и юношей-школьников (В). На фрагментах Б и В по горизонтали цифрами обозначены типы профессий.

Таблица 1.

Распределение по профессиям взрослых (n=90) и подростков (n=27), а также показатели экстраверсии (Э) и нейротизма (Н) для данных групп

Типы избранных или предпочитаемых профессий	Взрослые			Подростки		
	n	Э	Н	n	Э	Н
1 ("человек–природа")	11	16,0 ±1,8	15,0 ±1,3	2	16,5 ±2,5	16,0 ±4,0
2 ("человек–техника")	14	15,6 ±1,1	13,6 ±1,1	9	15,4 ±0,9	10,1 ±2,0
3 ("человек–человек")	42	14,7 ±0,7	13,9 ±0,8	4	16,5 ±1,8	9,3 ± 3,0
4 ("человек–знак")	17	14,2 ±0,4	13,0 ±1,5	4	13,5 ±2,5	14,5 ±0,5
5 ("человек–образ")	6	13,0 ±4,0	12,0 ±1,0	8	17,9 ±1,3	10,6 ±2,1

Можно допустить, что, в соответствии с объектом деятельности, вероятность ошибок, допускаемых людьми данной группы профессий выше, чем в других группах. Поэтому испытуемые, уже работающие в данной сфере, сознательно сосредоточены и на процессе выполнения действия и на его результатах, что находит свое отражение в одновременной выраженности УНВ и Р300 в их ССП. Регистрация указанных потенциалов в предлагаемой экспериментальной парадигме позволяет выявить задатки к овладению профессиями типа "человек–знак".

Таким образом, можно заключить, что существует взаимосвязь между амплитудными показателями ССП и выбором профессий определенной группы. Очевидно наличие оптимальной приспособленности мозговой организации человека к работе в той или иной группе профессий. Паттерн ССП выступает как индикатор предрасположенности свойств нервной системы к тому или иному виду деятельности. Можно предположить – обнаруженные взаимосвязи, между особенностями предпочтаемой деятельности и параметрами ССП могут быть обусловлены конституциональными нейрофизиологический и нейрохимический особенностями головного мозга индивида [3, 6].

Список литературы

1. Никифоров И.К. Психологическое обеспечение профессиональной деятельности. – С-Пб.: С-ПбГУ, 1991. – 267 с.
2. Конарева И.Н., Павленко В.Б. Индивидуальные особенности когнитивных вызванных потенциалов при выполнении задачи на время реакции //Таврический медико-биологический вестник.– 2000. – № 1-2 (4). – С. 61-67.
3. Павленко В.Б., Конарева И.Н. Индивидуальные личностные особенности связанных с событиями ЭЭГ-потенциалов, регистрируемых в экспериментальной ситуации с отсчетом временных интервалов //Нейрофизиология / Neurophysiology. – 2000. – № 1 (32). – С. 48-55.
4. Polich J. P300 in clinical applications: meaning, method and measurement //Amer. J. EEG technol.. – 1991. – №. 3 (31) – Р. 201-231.
5. Donchin E. The orienting reflex and P300 //Psychophysiology. – 1982. –№. 5 (19). – Р. 547-557.
6. Павленко В.Б. Нейробиологические факторы психической индивидуальности и их электрофизиологические корреляты //Системные реакции в биопотенциалах головного мозга человека и животных (под ред. В.Г.Сидякина). – Симферополь, 2001. – С. 276-336.

Поступила в редакцию 9.03.2002 г.

Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского
Серия «Биология, химия». Том 16 (55). 2003 г. №1. С. 63-66.

УДК 612.769: 796.015.572

С. В. Погодина

ОСОБЕННОСТИ ПРОЯВЛЕНИЯ АЭРОБНЫХ СПОСОБНОСТЕЙ ЮНЫХ ПЛОВЦОВ В ПРОЦЕССЕ АДАПТАЦИИ К ФИЗИЧЕСКИМ НАГРУЗКАМ НА ВЫНОСЛИВОСТЬ

Эффективность адаптации к воздействию различных внешних факторов, как известно, во многом определяется энергетическим потенциалом организма, его аэробной производительностью [1, 5, 8, 10, 11, 12]. Наиболее ярко эта закономерность проявляется в спорте. Так, многочисленными исследованиями установлена прямая корреляционная взаимосвязь между показателем аэробной производительности, в качестве количественной характеристики которой используется величина максимальной скорости потребления кислорода (МПК), и результатами в видах спорта, связанных с развитием выносливости. В этой связи показатель МПК может рассматриваться, с одной стороны, как параметр энергетического потенциала организма, его количественным выражением, а с другой стороны, как показатель специальной подготовленности спортсменов, специализирующихся в аэробных видах спорта. Исходя из этого, можно сделать заключение о том, что индивидуальный уровень МПК является критерием эффективности адаптации организма спортсменов к специфическим физическим нагрузкам. Среди большего числа факторов, определяющих аэробный потенциал, особое значение приобретают возрастные анатомо-физиологические особенности организма и возможности его энергообеспечения. В этой связи представляет практический интерес выявление закономерностей реализации аэробных способностей у детей в процессе адаптации к физическим нагрузкам.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для решения поставленной задачи нами были проведены исследования с участием пловцов в возрасте 8 – 17 лет. Всего было обследовано 1178 спортсменов мужского пола. Энергетические возможности организма определялись с помощью двухступенчатого велоэргометрического теста с последующим расчетом фактических и должных значений МПК [4, 14]. Нагрузочное тестирование проводили на велоэргометре ВЭ-02. Антропометрические исследования включали в себя измерение массы и длины тела, окружности грудной клетки, жизненной емкости легких, силы мышц сгибателей кисти рук [14]. Артериальное давление измеряли методом Короткова. Наряду с проведенными обследованиями изучали некоторые гематологические показатели. Концентрацию гемоглобина в капиллярной крови определяли гемиглобинцианидным методом [7]. Для оценки скорости оседания эритроцитов (СОЭ) капиллярную кровь смешивали с нитратом

калия и на один час помещали в штатив Панченкова, после чего определяли величину отстоявшейся плазмы [7]. Уровень глюкозы в крови определяли о-Толуиндиновым методом [7]. Полученные результаты обработаны методом статистического анализа [13].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Возрастные особенности аэробных возможностей организма детей достаточно основательно изучены. Наши исследования подтверждают хорошо известные факты, что в процессе онтогенеза рост энергетического потенциала организма тесно связан с динамикой физического развития детей [2, 6]. Поэтому повышение мощности аэробной системы энергообеспечения, в первую очередь, характеризует степень физической активности и развитие мышечной ткани, ее митохондриального аппарата. В этой связи наиболее информативным показателем, позволяющим оценить эти возрастные изменения, является величина МПК. Так, абсолютные показатели МПК, определяющие потенциальные резервы энергетических возможностей организма обследуемых, увеличивались с $1,52 \pm 0,23$ л. мин⁻¹ в возрасте 8 лет, до $4,16 \pm 0,56$ л. мин⁻¹ ($p < 0,01$) в возрасте 17 лет, достигая тем самым уровня максимальных аэробных возможностей, характерных для перспективных молодых пловцов [4]. Относительные показатели МПК, рассчитанные на 1 кг массы тела, связанные с интенсивностью окислительных процессов, возрастали в экспоненциальной зависимости от объема активно функционирующей мышечной массы и уровня обменных процессов в организме. Причем отмечена некая стабилизация показателей МПК/кг в течение достаточно длительного возрастного периода. Начиная с 10-летнего возраста и вплоть до 17 лет этот показатель достоверно не изменяется и составляет в среднем $45 - 54$ мл. мин⁻¹ кг⁻¹. Такая стабилизация относительных величин МПК связана с вступлением подростков в период полового созревания, когда дифференцировка мышечной ткани приводит к тому, что увеличение массы поперечно-полосатых мышц не сопровождается адекватным увеличением мощности ферментативной системы [2, 3, 5, 6]. Очевидно, что с периодом полового созревания связаны также и особенности функционирования основных энергообеспечивающих систем, формирующих кислородный гомеостаз организма. Еще исследованиями Колчинской А.З. (1973) показано, что по мере роста и развития организма в период полового созревания эффективность и экономичность кислородных режимов снижается и ухудшается качество их регуляции. Особенно это проявляется при физических нагрузках. Таким образом, можно заключить, что лимитирующими факторами, влияющими на адаптацию организма подростков к физическим упражнениям, связанными с развитием выносливости могут быть диспропорция между увеличивающимся объемом активно функционирующей мышечной ткани организма и возможностями окислительного фосфорилирования, а также недостаточные функциональные резервы кислородообеспечивающей системы. Косвенным подтверждением отмеченных возрастных перестроек в организме подростков может служить динамика соотношения фактических и должных величин МПК на различных этапах онтогенеза.

Как показали результаты исследования наиболее значительная разница между должностными и фактическими величинами МПК наблюдается в период от 9 до 12 лет. В среднем эти различия составляют 25 % ($p < 0,05$). Причиной столь значительного

ОСОБЕННОСТИ ПРОЯВЛЕНИЯ АЭРОБНЫХ СПОСОБНОСТЕЙ ЮНЫХ ПЛОВЦОВ В ПРОЦЕССЕ АДАПТАЦИИ К ФИЗИЧЕСКИМ НАГРУЗКАМ НА ВЫНОСЛИВОСТЬ

снижения фактических показателей аэробных возможностей юных пловцов к их должным величинам, на наш взгляд, является функциональная недостаточность одной из энергообеспечивающих систем – системы внешнего дыхания. Так, фактические величины жизненной ёмкости легких (ЖЕЛ) подростков не превышали 75,5 % ($p < 0,05$) должных значений ЖЕЛ. Если учесть, что при выполнении упражнений на выносливость увеличение дыхательного объема, обеспечивающего адекватную метаболическому запросу легочную вентиляцию, может достигать у квалифицированных пловцов 60 % ЖЕЛ, то снижение резерва системы дыхания повлечет за собой падение эффективности дыхательного аппарата. Вентиляторные реакции будут носить ярко выраженный неэкономичный характер, поскольку в качестве основного регулятора объема легочной вентиляции будет выступать частота дыхательных движений. Такая перестройка паттерна дыхания повысит долю респираторной мускулатуры в валовом объеме энергетических трат организма, что негативно скажется на кислородном обеспечении. На снижение компенсаторных возможностей легочного аппарата указывает и недостаточная подвижность грудной клетки, максимальная экскурсия которой не превышала 6 см. Представленные результаты позволяют сделать заключение, имеющее практическое значение. Тренировочные нагрузки пловцов этого возраста должны носить умеренный, развивающий характер с интенсивностью в пределах 50 – 70 % от фактического МПК и ни в коем случае не должны превышать порога, за пределами которого лежит перенапряжение функций, срыв адаптации.

Учитывая, что формирование энергообеспечения организма гетерогенно и проявление аэробных способностей определяется значительным количеством факторов, то очевидно, на определенных этапах развития значение этих факторов изменяется.

Наиболее выраженное влияние на аэробные способности подростков оказывают антропометрические показатели: масса тела ($r = 0,50$), сила мышц ($r = 0,58$), экскурсия грудной клетки ($r = 0,80$). Ведущая роль параметров физического развития в проявлении аэробной производительности определяется интенсивным ростом костно-мышечной системы, свойственной этому возрасту. Растущему организму требуется значительное количество энергии на обеспечение анаболических процессов. На это расходуется значительная часть энергетического потенциала организма, тогда как потребности мышечного аппарата в энергии полностью не удовлетворяются [3], что может служить лимитирующим звеном в проявлении двигательных способностей в этом возрасте. Значительное влияние на мощность аэробной системы энергообеспечения детей оказывает концентрация гемоглобина в крови ($r = 0,42$). Менее выраженное значение имеют уровень глюкозы в крови ($r = 0,20$) и скорость оседания эритроцитов ($r = 0,25$).

Выявление значимых взаимоотношений, определяющих уровень аэробных возможностей, может иметь большое значение, поскольку позволяет определить ведущие механизмы, обеспечивающие регуляцию эффективности адаптации юных спортсменов к физическим нагрузкам.

ВЫВОДЫ

1. Основным показателем, характеризующим эффективность адаптации юных пловцов к физическим нагрузкам, является величина МПК. Выявлена возрастная

динамика изменения соотношения должностных и фактических величин МПК, определяющая возможности аэробной системы энергообеспечения в приспособительных реакциях организма в процессе адаптации к тренировочным нагрузкам на выносливость.

2. Снижение эффективности аэробной производительности в возрасте 9 – 12 лет связано с анатомо-физиологическими особенностями детей. Выявлено уменьшение функциональных резервов аппарата дыхания, характеризующееся падением фактических значений ЖЕЛ по отношению к должностным более, чем на 25 % ($p < 0,05$), недостаточной подвижностью грудной клетки.

3. Определены значимые корреляционные взаимоотношения, определяющие уровень аэробных возможностей организма детей. Наиболее выраженное влияние на величину МПК оказывают антропометрические показатели: масса тела ($r = 0,50$), сила мышц ($r = 0,58$), экскурсия грудной клетки ($r = 0,80$).

Список литературы

1. Астранд П.О. Факторы, обуславливающие выносливость спортсмена // Наука в олимпийском спорте. – 1994. - №1. - С. 43-47.
2. Возрастная физиология и школьная гигиена. Пособие для студентов пед. институтов Под ред. А.Г. Хрипковой. – М.: Просвещение, 1990. – 319 с.
3. Вольтищев Ю.Е., Ермolaев М.В., Ананенко А.А., Князев Ю.А.. Обмен веществ у детей. – М.: Медицина, 1983. – 461 с.
4. Карпман В.Л., Хрушев С.В., Борисова Ю.А., Сердце и работоспособность спортсмена. – М.: Физкультура и спорт. 1978. – 120 с.
5. Колчинская А.З. Кислородные режимы организма ребенка и подростка. – К.: Наукова думка. 1973. – 320 с.
6. Корниенко И.А. Возрастные изменения энергетического обмена и терморегуляции. – М.: Наука, 1979. – 155 с.
7. Лабораторные методы исследования в клинике. Справочник: Под ред. В.В. Мишникова. – М.: Медицина, 1987. – 368 с.
8. Мищенко В., Павлик А., Сухановский А. Физиологические компоненты специальной выносливости высококвалифицированных спортсменов: новые подходы к контролю и совершенствованию. IV Международный конгресс Олимпийский спорт и спорт для всех. Киев, 5 июня. 2000 г.: Тез. докл. /НАН. – К., 2000. – С. 89.
9. Мищенко В.С. Физиологический мониторинг спортивной тренировки: современные подходы и направления совершенствования // Наука в олимпийском спорте. – 1997. - №1. – С. 27-32.
10. Мищенко В.С. Функциональные возможности спортсменов. – К.: Здоров'я, 1990. – 200 с.
11. Павлов С.Е., Кузнецова Т.Н., Афонякин И.В. Современная теория адаптации и опыт использования ее основных положений в подготовке пловцов // Теория и практика физической культуры. – 2001. - №2. – С. 32-36.
12. Павлов С.Е. Основы теории адаптации и спортивная тренировка // Теория и практика физической культуры. – 1999. - №1. – С. 12-17.
13. Спортивная метрология. Учебник для институтов физической культуры: Под ред. В.М. Зациорского. – М.: Физкультура и спорт, 1982. – 256 с.
14. Физиологическое тестирование спортсменов высокого класса: Под ред. Дж. Дункана МакДугалла. – К.: Олимпийская литература, 1998. – 432 с.

Поступила в редакцию 12.04.2002 г.

Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского
Серия «Биология, химия». Том 16 (55). 2003 г. №1. С. 67-70.

УДК 632.4:582.4

И. Б. Просянникова

ВЛИЯНИЕ МУЧНИСТОЙ РОСЫ ДУБА НА ВОДООБМЕН ПОДРОСТА *QUERCUS PETRAEA L. EX LIEBL. (FAGACEAE)*

Затрудненность семенного возобновления дуба скального (*Quercus petraea* L. ex Liebl.) в Крыму связана, прежде всего, с сухостью климата, а также со смытостью почв [5]. Причиной отмирания подроста дуба является сочетание биотических и абиотических факторов. Многие отклонения в развитии сеянцев вызывают не только неблагоприятные экологические условия; молодые насаждения часто поражаются грибной инфекцией, в том числе и мучнистой росой дуба (*Microsphaera alphitoides* Griff. et Maubl.) [1,2,6].

В соответствии с экологической классификацией инфекционных болезней растений, *M. alphitoides* относится к группе воздушно-капельных (листо-стебельных) инфекций [8]. Известно, что паразит ежегодно в значительной степени поражает подрост дуба, образуя постоянную пару: растение – гриб. Заражение *M. alphitoides* растений дуба наблюдается в восходящей фазе онтогенеза, развиваясь только на молодых растениях или молодых тканях [2].

Целью наших исследований явилось изучение интенсивности поражения мучнистой росой дуба подроста *Q. petraea*, а также влияние патогена на некоторые показатели водного обмена сеянцев.

УСЛОВИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводились на пробных (по 0,25 га) площадях (северный и южный склоны горы Кош-Кая, 697 м н.у.м.. окрестности с. Краснолесье, Крым). Природная растительность горы Кош-Кая представлена лесом формации *Querceto petraea* порослевого происхождения 60-70-летнего возраста. На северном склоне древесный ярус, помимо *Q. petraea*, представлен *Carpinus orientalis* Mill., *Fagus orientalis* Lipsky., *Fraxinus excelsior* L., *Acer campestre* L. Экспозиция северного склона составляет 60°. На южном склоне древесный ярус представлен исключительно *Q. petraea*, в подлеске, не создавая яруса, встречается *Carpinus orientalis* Mill. Экспозиция южного склона составляет 40°.

Объект изучения – однолетние сеянцы *Q. petraea* в фазе 5-8 листьев. Интенсивность поражения растений определяли по методике [3], общую оводненность листьев, интенсивность транспирации по Иванову, водный дефицит и степень открытости устьиц по методикам [7]. Полученные данные обрабатывались общепринятыми методами математической статистики [4].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Известно, что для возникновения эпифитотии положительной предпосылкой является теплая зима с обилием осадков и высокой относительной влажностью воздуха, которые обеспечивают хорошую сохранность инфекционного начала [11].

Исследования, проведенные нами в течение 1999-2001 годов, показали, что климатические особенности осенне-зимнего периода оказали существенное влияние на развитие инфекционного процесса летом.

Зима 1998/1999 годов оказалась необычно теплой. Минимальная температура в декабре составила 13,9°C, в январе -11,1°C, в феврале -7,6°C (табл.1). Среднемесячное количество осадков в зимние месяцы составило 54,5 мм. Массовое распространение мучнистой росы дуба летом 1999 года наблюдалось в среднемесячном температурном диапазоне 18,5-22,9°C и среднемесячном количеством осадков - 291,9 мм. К концу вегетационного периода (сентябрь) интенсивность поражения сеянцев дуба микросферой в 1999 году достигла $3,57 \pm 0,007$ балла.

Таблица 1.
Характеристика погодных условий зим 1998-2001 годов

Месяц, декада	Средняя температура воздуха, °C			Минимальная температура воздуха, °C			Сумма осадков, мм		
	1998/1999	1999/2000	2000/2001	1998/1999	1999/2000	2000/2001	1998/1999	1999/2000	2000/2001
Декабрь									
I	1,0	2,8	1,4	-2,5	-1,4	-3,2	35,1	9,0	0,0
II	-3,3	4,4	2,1	-10,4	0,0	-2,0	15,0	14,1	26,3
III	-4,9	2,6	-1,0	-13,9	-2,4	-16,1	13,4	72,8	8,2
Январь									
I	-2,1	-4,4	1,6	-11,1	-10,4	-2,5	5,6	1,7	13,0
II	-0,1	-2,8	-5,6	-7,9	-6,7	-13,3	4,1	42,4	13,0
III	-0,2	-6,1	-3,0	-7,3	-18,1	-13,1	6,6	36,9	8,0
Февраль									
I	-0,5	-0,8	0,4	-7,6	-7,9	-7,0	35,2	19,1	6,7
II	2,1	0,9	-0,9	-5,6	-3,4	-3,0	27,3	5,9	9,1
III	3,1	-1,7	-1,7	-1,0	-5,4	-13,0	21,3	21,0	39,7

Зима 1999/2000 годов не была суровой, лишь в январе 2000 года к третьей декаде отмечено кратковременное минимальное понижение температуры воздуха до $-18,1^{\circ}\text{C}$. (табл. 1). Среднемесячное количество осадков в зимние месяцы составило 74,3 мм. Заболевание подроста *O. petraea* мучнистой росой дуба летом 2000 года отмечено в среднемесячном температурном диапазоне $17,2-21,5^{\circ}\text{C}$ и среднемесячном, количеством осадков 42,6 мм. Интенсивность поражения микросферой сеянцев *O. petraea* к концу вегетационного периода в 2000 году составила $3,89 \pm 0,14$ балла.

Зима 2000/2001 годов по температурному режиму не оказалась суровой (табл.1). Минимальная температура воздуха в январе составила $-13,3^{\circ}\text{C}$, а в феврале $-13,0^{\circ}\text{C}$. Вместе с тем, среднемесячное количество осадков в зимний период

**ВЛИЯНИЕ МУЧНИСТОЙ РОСЫ ДУБА НА ВОДООБМЕН
ПОДРОСТА *QUERCUS PETRAEA* L. EX LIEBL. (FAGACEAE)**

равнялось 41,3 мм (табл. 1). Лето 2001 года оказалось неблагоприятным для развития болезни по сравнению с предыдущими годами исследований. Среднемесячный температурный диапазон в летние месяцы составил 20,7-24,0°C, а среднемесячное количество осадков всего лишь 17,1 мм. В этом году произошло резкое снижение заболеваемости растений *Q. petraea* мучнистой росой дуба, которое составило 0,16±0,006 балла.

Интенсивность транспирации один из существенных факторов, из которых слагается водный режим растительных тканей. В случае, когда пораженная часть листа достигает 50% и более, общая потеря воды значительно увеличивается по сравнению с непораженными. Установлено, что патоген вызывает увеличение интенсивности транспирации листьев, причем в большей степени эта закономерность проявилась в условиях южного склона горы Кош-Кая (табл. 2).

Таблица 2.
Влияние мучнистой росы дуба на водообмен сеянцев *Q. petraea*

Вариант опыта	Оводненность листьев, г воды/г сухого вещества	Интенсивность транспирации, г воды/м ² х ч	Площадь устьичной щели, мкм ²	Водный дефицит, %
Северный склон				
Контроль	1,38±0,03	15,7±0,7	1136,5±32,9	15,4
Опыт	1,13±0,02	20,7±0,8	1186,1±47,4	21,6
Южный склон				
Контроль	0,99±0,01	18,7±0,6	1174,3±28,3	25,3
Опыт	0,89±0,02	30,4±0,9	1198,5±39,8	31,5

Так, воздействие *M. alphitoides* вызывало увеличение этого показателя на 11,7 г воды/м²ч, что на 62,6% выше по сравнению с контролем. Как видно из данных таблицы 2, реакция подроста *Q. petraea* на внедрение паразита проявила ся в уменьшении общей оводненности листьев и некотором увеличении апертуры устьиц.

Отмечено также значительное увеличение водного дефицита у заболевших растений на 6,2% на северном и южном склонах по сравнению с непораженными растениями. Водный дефицит, достигающий 25% и более, приводит к глубоким патологическим изменениям в водном обмене растений.

ВЫВОДЫ

Таким образом, наблюдения за развитием мучнистой росы дуба на подросте *Q. petraea* в 1999/2001 годах показали, что заболевание носит неравномерный характер. На сохранение жизнеспособности мицелия патогена оказывают влияние климатические особенности зимнего периода. После теплых влажных зим наблюдаются вспышки заболевания, которые носят эпифитотийный характер.

Лето 2001 года оказалось неблагоприятным для развития мучнистой росы дуба, отмечено резкое снижение заболеваемости подроста по сравнению с предыдущими годами исследований. Повышенные температуры, малое количество осадков и

низкая относительная влажность воздуха отрицательно сказались на распространении возбудителя в летний период.

Известно, что возбудители болезней, характеризующиеся г-типом жизненной стратегии, в том числе и мучнисто-росяные грибы, в большей степени подвержены воздействию физических факторов среды (резкие перепады температур, изменение влажности воздуха и др.), чем биологических [8]. Вследствие потери жизнеспособности конидий в таких условиях плотность популяции паразита в среде может снижаться до низкого уровня. Анализ собственных наблюдений и данных литературы показывает, что и в годы депрессий для мучнистой росы дуба сохраняется минимальное количество инфекции, обеспечивающей при благоприятных условиях возможность вспышки болезни в следующем году [2].

Поражение фитопатогенным грибом *M. alphitoides* подроста *Q. petraea* сопровождается патологическими изменениями в водном режиме растений. Показано усиление интенсивности транспирации в пораженных листьях. Усиленный расход воды в процессе транспирации не полностью компенсируется поглощением воды корнями растений и приводит к увеличению водного дефицита в листьях больных растений и снижению их общей оводненности. Изменения водного обмена клеток *Q. petraea* возникающие под воздействием микросферы, приводя к угнетению роста и могут стать, в конечном итоге, причиной гибели подроста.

Список литературы

1. Басова С. В. Распространение грибных болезней на ПЛСУ и ПЛСН дуба черешчатого в Воронежской области//Лесхоз. инф.–1992. – № 5. – С. 37-38.
2. Горленко М.В. Мучнисто-росяные грибы Московской области. –М.: МГУ, 1983. – 72 с.
3. Дементьева М. И. Фитопатология. – М.: Колос, 1977. – 367 с.
4. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М: Высшая школа, 1980.- 293 с.
5. Мишнев В.Г., Кожевников И.Г., Животенко Л.Ф. Состав, структура и продуктивность, свежей грабовой и сухой грабинниковой дубравы // Охрана и рациональное использование природных ресурсов. –Симферополь: Изд-во СГУ, 1980. – С. 46-53.
6. Мучнистая роса дуба и способы борьбы с ней // Обз. Инф.. Всерос. н.-и. информ. центра по лесным ресурсам. – 1997. – № 4. – С. 1-30.
7. Практикум по физиологии растений / Под ред. Н.Н. Третьякова. – М.: ВО Агропромиздат, 1990. - С. 39-116.
8. Чулкина В.А. Биологические основы эпифитотиологии. – М.: Агропромиздат, 1991. – 286 с.

Поступила в редакцию 28.12.2001 г.

Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского
Серия «Биология, химия». Том 16 (55). 2003 г. №1. С. 71-73.

УДК 577.1

*В. С. Мартынюк, Н. А. Темурьянц, А. В. Яценко, И. В. Анисимов, Н. Г. Птицына,
Дж. Виллорези, Ю. А. Копытенко, Е. Копытенко, Ж. Рассон, Д. Флюгер, Н. Ючи*

**КОМПЬЮТЕРНАЯ СИСТЕМА ГЕНЕРАЦИИ И РЕГИСТРАЦИИ
НИЗКОЧАСТОТНЫХ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ
В МАГНИТОБИОЛОГИЧЕСКИХ ЭКСПЕРИМЕНТАХ**

В последние годы наблюдается быстрый рост количества разнообразных источников ЭМП, используемых в промышленных, бытовых и коммерческих целях. Современное общество немыслимо без современных автоматизированных систем, компьютерных технологий, средств мобильной радиосвязи, электротранспорта. Однако их применение вызывает озабоченность общественности в связи с тем, что ЭМП, генерируемые при работе этих устройств, могут оказывать неблагоприятное воздействие на здоровье человека, приводя к различным заболеваниям, снижению рождаемости и т.п. [1,2]. В настоящее время Всемирная Организация Здравоохранения осуществляет координацию деятельности исследователей разных направлений в рамках международной программы по изучению влияния ЭМП на здоровье человека и окружающую среду. Тем не менее, реальная степень опасности влияния ЭМП остается мало изученной [1]. Недавние исследования показали, что переменные магнитные поля, генерируемые бытовыми электроприборами, компьютерной техникой и электротранспортом, могут быть фактором, потенциально опасным для здоровья человека [2,3]. В связи с этим, необходимо проведение исследований биологической эффективности и системных механизмов действия переменных магнитных полей, которые по своим частотно-амплитудным характеристикам близким к реальному электромагнитному фону в жилых и производственных помещениях, а также в электротранспорте.

Следует отметить, что одним из недостатков многих магнитобиологических исследований является то, что для моделирования электромагнитных сигналов используются стандартные генераторы, позволяющие воздействовать только одной выбранной частотой. В связи с этим нами разработана специальная компьютерная система, позволяющая создавать магнитные сигналы в низкочастотном диапазоне произвольной частотно-амплитудной конфигурации и одновременно регистрировать параметры создаваемой электромагнитной обстановки.

Особенностью указанной системы (рис.1) является магнитный экран размером 2 x 3 x 2 м (см. рис.), сделанный из мю-металла. Коэффициент экранирования в зависимости от направления составил от 3.85 для Z-направления до 19.1 для Y-направления.

Внутри камеры три пары ортогонально расположенных квадратных колец в квазиконфигурации Гельмгольца размером 1 x 1 м служат для генерации магнитного поля в разных направлениях. Рабочая область, в пределах которой неоднородность магнитного поля не превышает 10%, расположена в центре колец и занимает объем около 0.5 x 0.5 x 0.5 м. Максимальная значение индукции магнитного поля, генерируемого парой колец, составляет ± 144 мкТл. Максимальное значение индукции магнитного поля, генерируемого вдоль диагонали куба тремя парами колец, составляет ± 249 мкТл.

На каждую пару колец, расположенных внутри магнитного экрана, отдельно подается постоянный или/и переменный ток со специального трехканального усилителя, сопряженного с цифро-аналоговым устройством и управляемым компьютером.

Экспериментальная система включает в себя также компьютерный магнитометрический модуль, который позволяет регистрировать параметры создаваемого магнитного поля в режиме реального времени. В качестве датчика магнитного поля используется магнитометр торсионного типа MVC-2, созданный специалистами Санкт-Петербургского филиала ИЗМИРАН (Россия). Чувствительность магнитометра – $2.5 \cdot 10^{-9}$ Тл. Результаты измерения отображаются в режиме реального времени на экране монитора и сохраняются в компьютерной базе данных для последующего анализа.

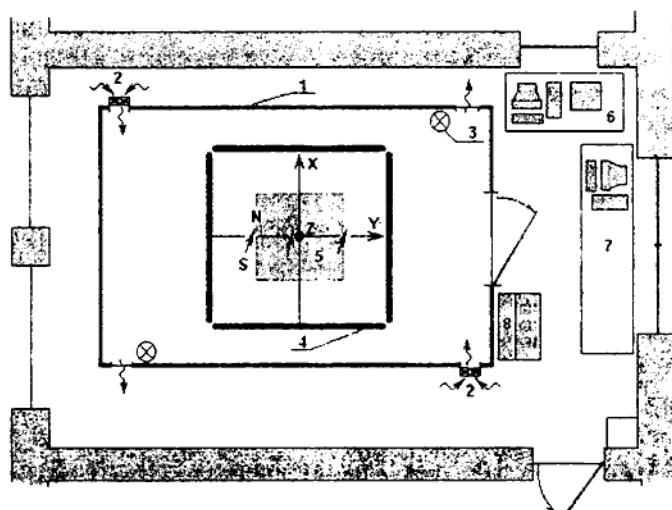


Рис. Схема экранирующей камеры, системы моделирования и регистрации магнитных полей, используемые в биологических экспериментах.

- 1 – экранирующая камера, 2 – вентиляционные отверстия, 3 - лампы накаливания на постоянном токе (100 Вт), 4 – 3 пары ортогонально расположенных колец Гельмгольца, 5 – рабочее пространство, 6 – компьютерная система измерения магнитного поля, 7 – компьютер, моделирующий магнитное поле со сложным спектром, 8 – кодово-аналоговый преобразователь и 3-х канальный усилитель.

**КОМПЬЮТЕРНАЯ СИСТЕМА ГЕНЕРАЦИИ И РЕГИСТРАЦИИ НИЗКОЧАСТОТНЫХ
МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ В МАГНИТОБИОЛОГИЧЕСКИХ ЭКСПЕРИМЕНТАХ**

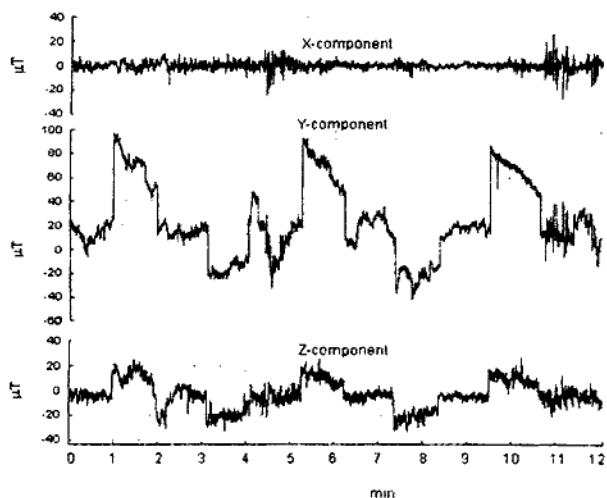


Рис. 2. Магнитно-полевой паттерн со сложным спектром в диапазоне крайне низких частот, моделирующий электромагнитную обстановку в электропоездах и электричках.

Компьютерная система генерации низкочастотных магнитных полей была успешно апробирована при моделировании электромагнитной обстановки в исследованиях, целью которых была оценка биологической эффективности магнитных полей со сложным спектром, генерируемых электротранспортом. Электромагнитный сигнал, используемый в экспериментах (рис.2), был разработан специалистами Санкт-Петербургского филиала ИЗМИРАН (Россия). Данная работа была поддержана Европейской комиссией (ERBIC15-CT96-0303).

Список литературы

1. Гигиенические критерии состояния окружающей среды. Магнитные поля / Материалы международного симпозиума ВОЗ. - Женева, 1992. - 124 с.
2. Птицына Н.Г., Виллорези Дж., Дорман Л.И., Ючки Н., Тясто М.И. Естественные и техногенные низкочастотные магнитные поля как факторы, потенциально опасные для здоровья // У.Ф.Н. -- 1998. -- Т. 168. - № 7. - С. 767-791.
3. Pfluger D., Kopylenko Y.A., Villoresi G., Ptitsina N.G. Mortality From Myocardial Attacks in Swiss Federal Railways Employers / Proceeding of the Second International Conference "Electromagnetic fields and human health" / September 20-24, 1999, Moscow. - 1999. - P.312.

Поступила в редакцию 21.07.2002 г.

Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского
Серия «Биология, химия». Том 16 (55). 2003 г. №1. С. 74-78.

УДК 581.13:577.125:577.171.1:581.1.036

В. Г. Блохин

**ПЕРЕКИСНОЕ ОКИСЛЕНИЕ ЛИПИДОВ В ЛИСТЬЯХ КУКУРУЗЫ НА
РАННИХ ЭТАПАХ ОНТОГЕНЕЗА ПОД ВЛИЯНИЕМ 6-БАП ПРИ
ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ**

Свободнорадикальное окисление молекул, имеющих двойные связи, в нормальных температурных условиях осуществляется во всех компартментах клетки, но наиболее важным субстратом окисления являются мембранные липиды, богатые ненасыщенными жирными кислотами [8]. Низкий уровень переокисления липидов (ПОЛ) мембран, свойственный тканям при оптимальной температуре, свидетельствует о сбалансированности процессов их образования и распада. Он обусловлен как самой структурной организацией мембран, препятствующей доступу кислорода внутрь бислоя [5], так и вследствие наличия антиокислительных систем, тормозящих развитие ПОЛ [5, 7]. К природным антиокислителям относятся токоферол, производные госсипола и пирокатехина, глутатион, β-каротин [5, 7], аскорбиновая кислота и виолаксантиновый цикл [15], фенольные соединения [19], низкомалекулярные растворимые углеводы [1].

ПОЛ является неспецифической отвагной реакцией клеток на стресс и активируется при воздействии неблагоприятных условий [11, 14, 15]. В этих условиях расход антиокислителей возрастает, и когда их количество достигает минимального критического уровня, ПОЛ усиливается [7]. Образующиеся гидроперекиси (ГП) и лизопродукты повреждающие влияют на мембранные и клеточные ферменты, реагируя с их тиольными и аминогруппами, способствуют образованию в мембранах сквозных пор, повышающих экзосмос веществ из клеток, изменяют активность мембранных и клеточных ферментов, ускоряется механизм «флип-флоп» [11, 16].

Экзогенный цитокинин способствовал снижению содержания ГП и МДА в листьях и корнях кукурузы при нормальной температуре (25°C) [3] и при действии низких положительных повреждающих температур у томатов [13].

Целью данной работы было изучение влияния 6-БАП на динамику содержания разнокачественных ГП и МДА в листьях кукурузы на ранних этапах онтогенеза в процессе формирования мембранных структур в клетках, а также на количество некоторых антиоксидантных веществ при воздействии низких положительных (4°C) и высоких (40°C) стрессовых температур.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Опыты проводили на растениях кукурузы (*Zea mays L.*) сорт Краснодарская 303. Семена прорачивали в пластмассовых кюветах на фильтровальной бумаге во влажной среде при 26°C. Проростки с длиной корешка 1,5-2 см для обоих вариантов высаживали в стеклянные сосуды емкостью 1,2 л на перфорированные пластмассовые пластины с питательной смесью Прянишникова. Опытным растениям вносили 6-БАП 10 мкг/л. Контролем служили растения без 6-БАП.

Растения отбирали по 5 шт. в стаканчики с питательной средой по вариантам и подвергали действию холода (4°C) 3 часа в холодильнике или 3 часа - высокой температуры (40°C) в термостате. В листьях растений определяли содержание МДА [21], извлекали из них ГП и на СФ-16 измеряли их количество с момента добавки фитогормона в течение 5 суток после развертывания первого листа [9, 10, 22]. Определяли содержание аскорбиновой кислоты, глутатиона [21] и фенолов [12]. Цифровой материал обрабатывали статистически.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В процессе образования гидропероксикислот и последующем распаде их на различные продукты по нашим данным (рис. а, б, в, г, д) отмечается нарастающая количественная динамика. В листьях кукурузы содержание различных ГП неуклонно возрастает по мере роста листьев и увеличения в них липидов в процессе формирования мембранных структур растущих клеток и органелл в них в обоих вариантах опыта независимо от условий.

После действия холода ПОЛ активируется и уровень всех видов ГП увеличивается по сравнению с нормальными температурными условиями (25°C) контрольных растений (пунктирная линия 5 на всех рисунках), а после прогревания снижается. По-видимому, при высокой температуре у теплолюбивого растения кукурузы быстрее протекает распад ГП до промежуточных и конечных продуктов по сравнению с нормальной (25°C) и низкой температурой (4°C).

БАП независимо от температурного воздействия снижал в листьях образование гидропероксикислот, кетолов, кетодиенов и конъюгированных диенов по сравнению с контролем.

Количество МДА в листьях после действия стрессовых температур также быстро повышается по мере роста листьев, увеличения в них содержания липидов и их распада (рис. д). В условиях прогревания уровень МДА в начале был ниже, чем при действии холода, а затем поднялся и превысил значения холодового варианта и нормальных условий. Это подтверждает предположение о более быстром распаде ГП при высокой температуре. Особенно это ярко выражено в контрольном варианте без обработки цитокинином. БАП также задерживает образование МДА вследствие снижения фитогормоном образования различных ГП в стрессовых условиях. При воздействии на растения стрессовых температур количество антиоксидантных веществ в листьях также повышается в обоих вариантах по сравнению с оптимальной температурой 25°C (табл.). На трети сутки после развертывания первого листа семисуточных растений контрольного варианта содержание аскорбиновой кислоты в листьях повысилось на 13-23%, глутатиона – в 3-5 раз при

действии холода (4°C), при прогревании его количества возросло в 5-8 раз, фенольных соединений накопилось на 31-40% больше по сравнению с оптимальной температурой (25°C).

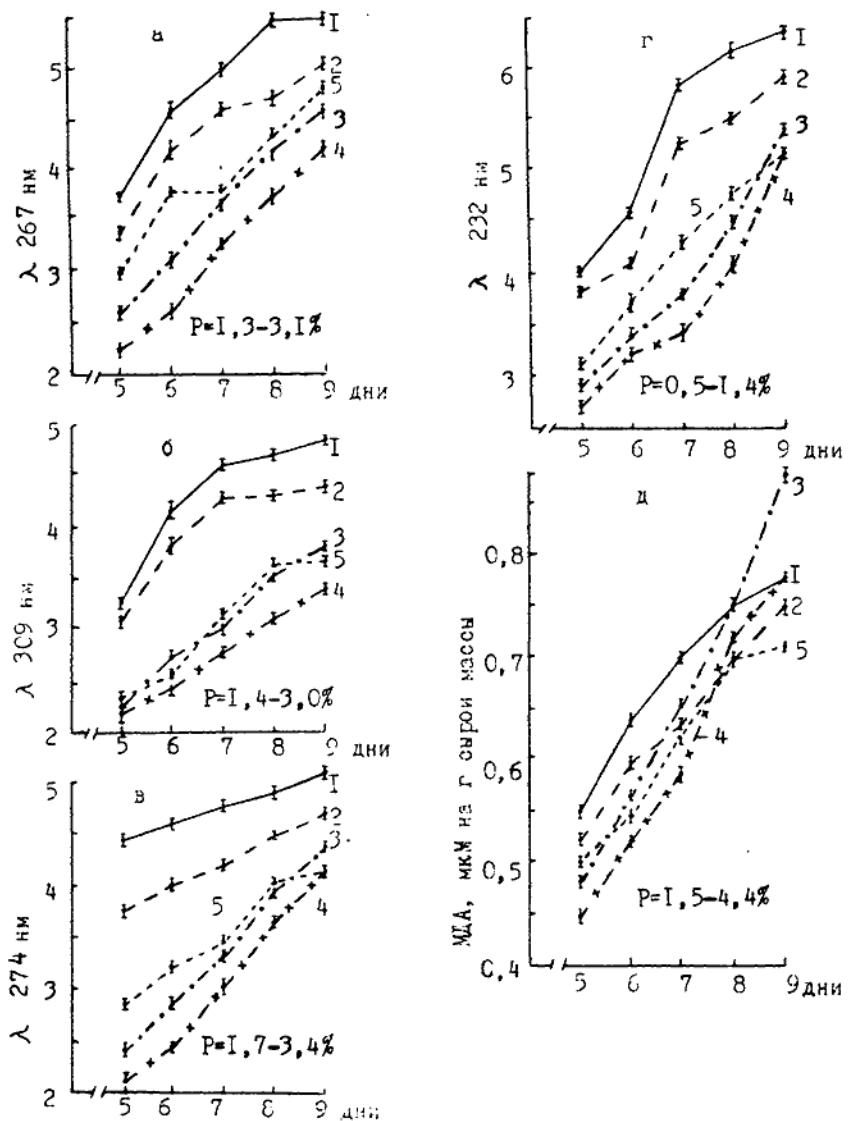


Рис. Содержание различных гидроперекисей липидов мембран (отн. ед на г сырой массы) под влиянием экзогенного БАП в листьях кукурузы Краснодарская 303:
 а – гидропероксикилот (267 нм); б – кетолов (309нм); в – кетодиенов(274 нм);
 г – коньюгированных диенов (232 нм); д – МДА (мкМ на г сырой массы) после
 действия холода (7°C) (1,2) и высокой температуры (40°C) (3,4). 1,3 – контроль;
 2,4 – БАП, 10 мкг/л. Пунктирная линия (5) показывает содержание продукта при
 нормальной температуре у контрольного растения.

**ПЕРЕКИСНОЕ ОКИСЛЕНИЕ ЛИПИДОВ В ЛИСТЬЯХ КУКУРУЗЫ НА РАННИХ ЭТАПАХ
ОНТОГЕНЕЗА ПОД ВЛИЯНИЕМ 6-БАП ПРИ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ**

Таблица 1.
Влияние 6-БАП на содержание антиоксидантных веществ
в листьях семисуточных растений кукурузы, мкг/г сырой массы.

Вариант опыта	Аскорбиновая к-та	Увеличение по сравнению с контролем, %	Глутатион	Увеличение по сравнению с контролем, %	Фенолы	Увеличение по сравнению с контролем, %
25°C						
Контроль	217, 2 ±2,6		17,2±1,2		1135,7±7,0	
БАП	276,9±4,3	23	40,0±1,6	132	1374,6±7,1	27
7°C						
Контроль	267,7±4,4		93,6±1,6		1492,4±15,0	
БАП	323,0±3,6	20	136,3±2,1	45	2002,0±14,2	34
40°C						
Контроль	246,2±2,8		139,0±1,5		1492,5±16,1	
БАП	304,1±6,2	23	212,2±3,1	53	2052,1±13,0	37

БАП заметно повысил биосинтез антиокислителей в листьях кукурузы независимо от температурного стресса. Аскорбиновой кислоты увеличилось на 20-23%, глутатиона – на 45-132%, фенольных соединений на 27-37% по сравнению с контролем.

Как было установлено ранее, БАП повышает общее количество липидов, а среди них -фосфолипидов при нормальной температуре 25° [4]. Среди фосфолипидов повышает количество фосфатидилхолина при действии низких положительных закаливающих температур (4°C) [20]. Важным свойством фосфатидилхолина является ингибирование активности ключевого фермента ПОЛ липоксигеназы [6], таким же свойством обладает и цитокинин [23]. В итоге экзогенный 6-БАП понижает содержание ГП и МДА в растениях путем ингибирования активности липооксигеназы, изменения качественного и количественного состава липидов мембран, устойчивых к окислению, и путем повышения различных антиоксидантов. Таким путем фитогормон стабилизирует дитоплазматические мембранны клеток листьев, уменьшает повреждающее действие ГП и МДА на них и на мембранные ферменты.

Таким образом, изучена динамика содержания разнокачественных ГП и МДА в процессе роста листьев кукурузы и формирования в них мембранных структур. Установлено изменение их содержания при температурном стрессе и снижение повреждающего действия ГП и МДА на мембранны при обработке растений экзогенным цитокинином 6-БАП.

Список литературы

1. Аверьянов А.А., Лаликова В.Н. Взаимодействие сахаров с гидроксильными радикалами в связи с фунгицидичностью выделений листьев // Биохимия.- 1989.- Т.54.- № 10.- С. 1646-1651.
2. Антонов В.Ф. Липиды и ионная проницаемость мембран.- М.: Наука, 1982.-150 с.

3. Блохин В.Г. Некоторые механизмы регуляции цитокинином устойчивости культурных растений к неблагоприятным экологическим факторам / Актуал. вопросы экологии Азово-Черноморского региона и Средиземноморья.- Симферополь, 1993.- С. 144-148
4. Блохин В.Г. Особенности действия экзогенного цитокинина на растения в условиях нормальных и низких закаливающих температур / Актуальные вопросы экологии и охраны природы.- Краснодар, 1995.- С. 127-130.
5. Бурлакова Е.Б., Храпова Н.Г. Перекисное окисление липидов мембран и природные антиоксиданты // Успехи химии.- 1985.- № 9.- С. 1540-1558.
6. Бутович И.А., Паршикова Т.В., Бабенко В.И. и др. Регуляторная роль фосфолипидов в реакции окисления линоленовой кислоты // Биологич. мембранны.- 1992.- Т 9.- № 6.- С. 611-616.
7. Веселовский В.А. О роли биоантиоксидантов в устойчивости растений к неблагоприятным условиям существования // Биоантиоксиданты и регуляция метаболизма в норме и патологии. Труды МОИП.- М., 1982.- С. 150-162.
8. Владимиров И.Н., Арчаков А.И. Перекисное окисление липидов биологических мембран.- М.: Наука, 1972.- 273 с.
9. Гаврилов В.Б., Минкорудная М.И. Спектрофотометрическое определение содержания гидроперекисей липидов в плазме крови//Лаб. дело.-1983.- №3.-С.33-35.
10. Гречкин А.Н., Курамшин Р.А., Ефремов Ю.Я. и др. Новые продукты окисления линоленовой кислоты липооксигеназой из клубней картофеля // Докл. АН СССР.- 1990.- Т.134.- № 5.- С. 1247-1249.
11. Жибоедов М.П., Жиро В.Г., Руденко С.М. Белковый состав и мембранные липиды интродуцированных растений в Заполярье.- Апатиты: Кольский филиал АН СССР, 1987.- 114 с.
12. Заирометов М.Н. Фенольные соединения // Биохимические методы в физиологии растений.- М.. 1971.- С. 171-173.
13. Колоша О.И. Рябокляч В.А., Великожон Л.Г. Устойчивость томатов к низким температурам.- К.: Наукова думка, 1993.- 135 с.
14. Лукаткин А.С., Голованова В.С. Интенсивность перекисного окисления липидов в охлажденных листьях теплолюбивых растений // Физиология растений.- 1988.- Т.35.- № 4.- С. 773-780.
15. Мерзляк М.Н. Активированный кислород и окислительные процессы в мембранах растительной клетки // Итоги науки и техники ВИНИТИ. Сер. Физиология растений.- 1989.- №6.- 168 с.
16. Насырова Г.Ф., Капрельянц А.С., Палладина Т.А. Влияние фосфолипазы Λ_2 на динамические свойства липидного бислоя плазматических мембран растительных клеток // Биохимия.- Т.56.- № 7.- С. 1264-1271.
17. Плохинский А.Н. Биометрия.- Новосибирск: Наука СО РАН, 1961.- С. 40-100.
18. Починок Х.Н. Методы биохимического анализа растений.- К.: Наукова думка, 1976.- 334 с.
19. Рогинский В.А. Фенольные антиоксиданты.- М.: Наука, 1988.- 247 с.
20. Родионов В.С., Нюпшиева К.А., Захаров Л.С. Изменение концентрации галакто- и фосфолипидов в листьях картофеля в результате воздействия пониженной температуры // Физиология растений.- 1973.- Т.20, № 3.- С. 525-531.
21. Стальная И.Л., Гаришвили Т.Г. Метод отделения МДА с помощью тиобарбитуровой кислоты // Современные методы в биохимии.- М., 1977.- С. 66-68.
22. Шведова А.А., Полянский Н.Б. Метод определения конъюгантов гидроперекисей липидов в экстрактах из тканей // Исследование синтетических и природных антиоксидантов *in vitro* и *in vivo*.- М., 1992.- С. 72-76.
23. WurzburgerJ., Frimer A.A., Leshem Y.Y. Inhibition of oxidative catabolism and oxy free radical production as a possible mode of cytokinin control of foliar senescence // Plant Growth Regul.- 1984.- V. 2, № 2.- P. 143-146.

Поступила в редакцию 15.06.2002 г.

Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского
Серия «Биология, химия». Том 16 (55). 2003 г. №1. С. 79-86.

УДК 582.594.2:581.143.6

Л. М. Теплицкая, Н. Ю. Лысякова, Э. Г. Бирюлева

ОСОБЕННОСТИ МИКОТРОФНОСТИ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ОРХИДЕЙ ФЛОРЫ КРЫМА

ВВЕДЕНИЕ

Все представители семейства *Orchidaceae Juss* природной флоры Крыма являются редкими и исчезающими растениями, занесенными в Красную книгу Украины. Декоративность орхидей умеренной зоны открывает перспективы их интродукции и использования в качестве исходного материала для селекции. Некоторые орхидеи обладают лекарственными свойствами, антиоксидантным и мембранопротекторным действием, также являются источниками биологически активных веществ.

В естественных биоценозах у орхидных наблюдается длительное воспроизведение (8-12 лет), что связано с особенностями биологии, зависимостями биологии, зависимостью от специфических опылителей, эндомикоризных грибов. Важную роль в сохранении этих растений играет поиск методов ускоренного размножения, введения в культуру, репатриация в природные фитоценозы, а также создание генетических банков и коллекций для сохранения генофонда.

Метод культуры тканей позволяет решить проблемы ускоренного и массового размножения орхидей. В настоящее время работы ведутся в двух направлениях: проращивание семян и микроклональное размножение [1-4]. И тот, и другой метод широко используются для размножения тропических и субтропических видов. Для растений семейства орхидных умеренной зоны биотехнологические приёмы ещё не разработаны. Препятствием является недостаточные знания их репродуктивной биологии, морфогенетических особенностей, а также симбиотических взаимоотношений с эндомикоризными несовершенными грибами.

Исследование особенностей микоризообразования у крымских видов орхидей вместе с разработкой биотехнологических приемов размножения позволяет получить уникальный материал для селекции, сохранить и восстановить природные популяции, расширить фонд ресурсов для получения лекарственных средств.

В связи с этим, целью наших исследований было изучение симбиотических отношений эндофитных грибов с некоторыми видами крымских орхидей.

МАТЕРИАЛ ИССЛЕДОВАНИЯ

Материалом исследования служили виды: *Platanthera chlorantha* (Cust.) – любка зеленоцветковая, *Orchis militaris* (L.) – ятрышник шлемоносный. *Orchis*

mascula (L.) – ятрышник мужской, *Anacamptis pyramidalis* (L.) Rich – анакамптис пирамидальный.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для исследования выборочно выделялись корни и корневые клубни 4 видов орхидей. Каждый вид анализировался по фазам вегетации (ювенильной, виргинильной и генеративной) в разных местах обитания [5]. Фиксация материала проводилась 70° спиртом [6] и 4% формалином. Анатомические препараты окрашивались анилиновым синим [6, 7]. Определялась частота встречаемости (F) и степень микотрофности (D) растений [1, 2, 8]. Математическая обработка проводилась по методике Лакина [9]. Экспланты культивировались в условиях СУВР (24–25°C) в термостате. Высадка корней и корнеклубней проводилась на среды Кнудсона, Чапека-Докса, Боаса [10].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Локализация эндофитных несовершенных грибов-микоризообразователей в клетках и тканях корневой системы орхидных обусловлена её морфолого-анатомическими особенностями.

Подземная часть клубневых видов (*P. chlorantha*, *O. mascula*) представлена двумя корневыми клубнями и плахиотропными придаточными корнями. Корни сближены, залегают на глубине до 5 см. Длина их варьирует от $3,7 \pm 0,3$ см до $7,2 \pm 0,2$ см. Корневые клубни удлиненно-яйцевидные, на конце стянуты в шнуровидное окончание. Один из корнеклубней увядающий, мягкий, сморщенный, темного цвета. Длина активного функционирующего корневого клубня составляет $2,5 \pm 0,2$ – $3,2 \pm 0,4$ см, а диаметр $1,8 \pm 0,3$ – $2,2 \pm 0,2$ см.

Придаточные корни покрыты ризодермой. Под ризодермой расположена первичная кора, которая в периферической части дифференцирована на двухслойную экзодерму, мезодерму и эндодерму типичного строения. Центральный цилиндр представлен радиальным пучком с полиархной ксилемой.

При изучении локализации гифов эндофитного гриба в тканях корней и корнеклубней исследуемых видов выявлены определенные закономерности. В клетках эпидермы гифы отсутствуют, но в самих корневых волосках их иногда можно увидеть. М.Г. Вахромеева, М.В. Ракова [5, 6, 11] называют их коммуникационными гифами. Эти гифы связывают с внешней средой плотные клубочки гиф (пеллотоны), расположенные в субэпидермальных слоях первичной коры. В центральной зоне мезодермы отмечено "переваривание" (расщепление) грибных гиф. Более активно этот процесс происходит около ядра клетки растения-хозяина. В клетке остаются лишь бесформенные комочки – экскреты. В эндодерме и центральном цилиндре гифы обнаружены не были. Степень микотрофности увеличивается от апекса к основанию корня в 2 раза.

Исследование срезов корневого клубня *P. chlorantha* показало сходство общего плана строения с корнем. Отличием является объемная по сравнению с другими зонами, в связи с запасающей функцией, мезодерма первичной коры, большое количество аминопластов и рафид оксалата Са в этих клетках.

В корнеклубнях гифы гриба обнаружены преимущественно в эпидерме. В клетках первичной коры, где много крахмальных зёрен, микоризообразующего гриба нет. Напротив, в клетках без крахмальных зёрен пеллотоны немногочисленны. Это согласуется с литературными сведениями [7, 12, 13], которые свидетельствуют, что гифы гриба вызывают гидролиз крахмала в корневой системе орхидных.

Динамика проявления толипофаговой эндомикоризы существенно отличается у разных видов орхидей по фазам онтогенеза.

Исследования частоты встречаемости микоризной инфекции на разных фазах онтогенеза видов *P. chlorantha*, *O. mascula* показало, что в ювенильной фазе величина показателя максимальна и составляет $87,5 \pm 1,0\%$ и $83,3 \pm 1,9\%$ соответственно (рис. 1). В генеративной фазе частота микоризной инфекции уменьшается и варьирует от $65,3 \pm 2,4\%$ до $44,0 \pm 2,0\%$. Возможно, это связано с тем, что ювенильные особи имеют небольшую фотосинтетическую поверхность и недостающую долю питательных веществ пополняют за счёт контакта с гифами гриба.

Частота встречаемости, %

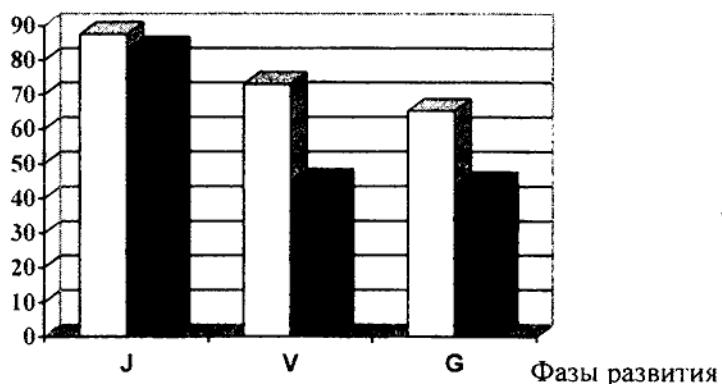


Рис. 1. Изменение частоты встречаемости микоризной инфекции в зависимости от фаз онтогенеза

—	<i>P. chlorantha</i>	J	– ювенильная
■	<i>O. mascula</i>	V	– виргинильная
		G	– генеративная

Снижение микотрофности у генеративных особей *P. chlorantha* и *O. mascula* в сравнении с ювенильными и виргинильными растениями указывает на независимость их метаболизма от эндофитного гриба на последних этапах онтогенеза.

Частота встречаемости микоризной инфекции (F) у четырёх изученных видов крымских орхидей варьирует в широких пределах от $29,3 \pm 1,5\%$ (*O. mascula*) до $65,3 \pm 2,4\%$ (*P. chlorantha*) (рис. 2).

Частота встречаемости, %

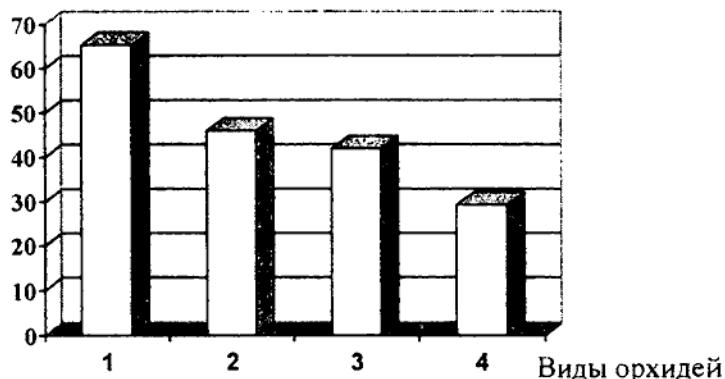


Рис. 2. Изменение частоты встречаемости микоризной инфекции у четырёх видов орхидных

- 1 – *P. chlorantha*
- 2 – *A. pyramidalis*
- 3 – *O. militaris*
- 4 – *O. mascula*

На наш взгляд изменение частоты встречаемости микотрофной инфекции предположительно связано с эколого-эдафическими (недостаточная освещенность, низкое содержание питательных веществ в почве, избыточное увлажнение, pH почвенного раствора) факторами и биологическими особенностями каждого вида [8, 14-17].

Следует отметить, что наименьшую зависимость от микоризного гриба проявляет *O. mascula*. Во всех вариантах опыта на всех этапах онтогенеза у этого вида отмечено минимальное количество гифов гриба в тканях корня и корнеклубня.

В связи с этим, интерес представляет выделение чистой культуры эндофитного гриба *O. mascula* и сопоставление морфометрических показателей мицелия гриба в монокультуре и тканях растения.

В результате проведенных исследований была получена чистая культура предполагаемого симбиотического гриба *O. mascula*. Наиболее эффективным при получении симбионта был метод множественных пассажей, суть которого заключается в получении смешанной культуры нескольких почвенных грибов, в том числе и эндофитного микоризного гриба полученных при посадке эксплантов корня и последующем их разделении. Участки корня высаживались в чашки Петри в условиях термостата в темноте, при температуре 22-23°C. Через 5-6 дней вокруг эксплантов корней образовывались колонии грибов белого цвета. Через каждые 5-6 дней колонии перепасшивались. Другие методы, в частности метод почвенных разделений и другие не дали положительных результатов.

При визуальном изучении колонии гриба следует отметить, что колония белого цвета с пушистой поверхностью. При культивировании на питательной среде обнаруживается у грибницы стремление к радиальному разрастанию, рост её осуществляется равномерно во всех направлениях.

При культивировании гриба на питательных средах разного состава была выявлена разная скорость роста колонии. Так при культивировании гриба на средах Чапека-Докча гифы развиваются более быстро, но спороношение наступает позднее. При культивировании гриба на питательной среде Боаса образуются колонии меньшего размера, гифы развиваются хуже и спороношение наступает раньше (рис. 3, 4).

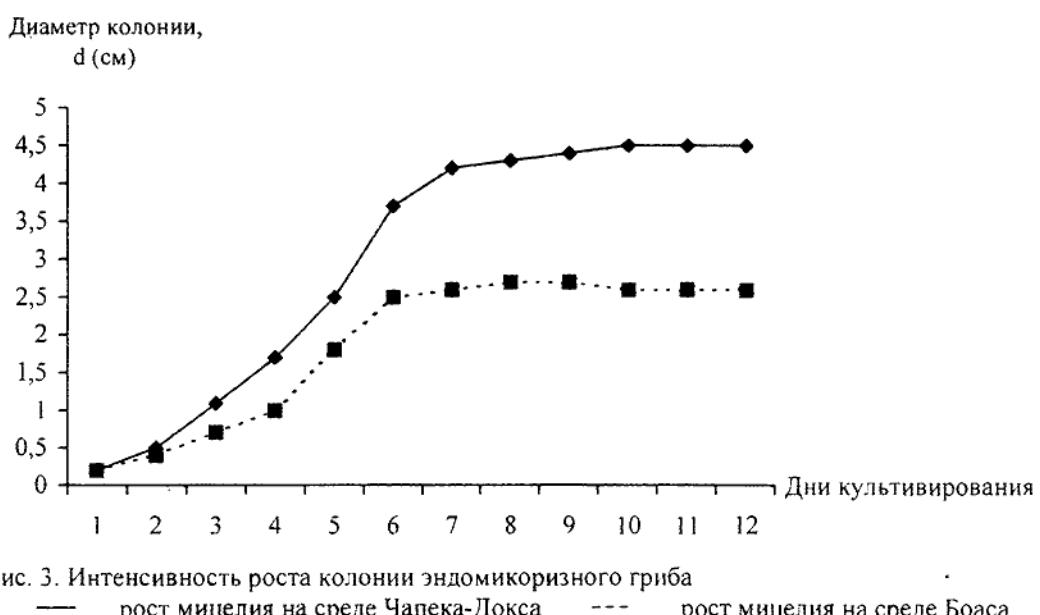


Рис. 3. Интенсивность роста колонии эндомикоризного гриба
— рост мицелия на среде Чапека-Докса - - - рост мицелия на среде Боаса

Физиологическое состояние колоний гриба в процессе роста изменяется. Первая стадия – это молодой активно растущий мицелий, имеющий максимальную скорость роста. Диаметр колоний составляет 4,5 см (на среде Чапека-Докса) и 2,5 см (на среде Боаса). На рисунке 3 видно, что активный рост мицелия идёт до 8-9 дня культивирования. Вторая стадия нами названа стадией "зрелого мицелия". Этот этап наступает после снижения скорости роста монокультуры. Кривые на графике выходят на плато. У гриба этот период характеризуется активным спороношением. И третья стадия – "стареющий мицелий". На этом этапе исчерпан запас питательных веществ среды, диаметр колонии не увеличивается. Наблюдается изменение цвета колонии, её деградация.

Морфологические исследования колонии гриба показали, что гифы гриба несептированы. Гифы не имеют перегородок и грибница представляет собой одну большую клетку, радиально разветвленную. На поверхности питательной среды гифы пересекаясь и переплетаясь образуют плотную пленку.



Рис. 4. Интенсивность роста колонии эндомикоризного гриба

При изучении гиф мицелия в монокультуре и гиф в клетках корня растения-хозяина в качестве сравнительного морфометрического показателя нами была взята ширина гиф. При измерении гиф гриба в монокультуре также изучалась частота встречаемости гиф различной ширины на колонию (в %), а в растении частота встречаемости гиф определённой ширины на группу клеток (табл. 1).

Таблица 1
Сравнительные морфометрические показатели мицелия гриба
в монокультуре и тканях корня растения *Orchis mascula*

Ширина гиф изолированного гриба, (мкм)	Частота встречаемости на колонию, (%)	Ширина гиф в тканях растений, (мкм)	Частота встречаемости на группу клеток в растении
7,2±0,1	4,0	8,1±0,2	2,0
8,0±0,2	17,0	11,3±0,2	15,0
9,2±0,3	50,0	12,2±0,5	59,0
11,6±0,2	20,0	13,4±0,6	18,0
12,1±0,3	9,0	14,0±0,1	6,0

Полученные данные могут служить косвенным критерием оценки определения этапа развития гриба, его возраста. Ширина гиф изолированного гриба варьирует от

ОСОБЕННОСТИ МИКОТРОФНОСТИ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ОРХИДЕЙ ФЛОРЫ КРЫМА

7,2±0,1 мкм до 12,1±0,3 мкм, наиболее часто встречаются гифы шириной 9,2±0,3 мкм – 50% частота встречаемости и 11,6±0,2 мкм – 20% частота встречаемости на колонию.

Ширина гиф в тканях корня растения варьирует от 8,1±0,2 мкм до 14,0±0,1 мкм. Наиболее часто встречаются гифы шириной 12,2±0,5 мкм – 59% частота встречаемости на группу клеток зоны всасывания корня и 13,4±0,6 мкм – 18%. Из данных видно, что в монокультуре изолированного гриба основную массу составляют гифы шириной 9,2±0,3 мкм, а в тканях корня 12,2±0,5 мкм.

На основании этих данных можно предположить, что в тканях растения по возрасту мицелий гриба продвинут в своём жизненном цикле в отличие от изолированной культуры, в которой, не такие благоприятные условия для его развития, как в тканях растения. Поэтому ширина гиф мицелия может являться косвенным показателем физиологического развития гриба, соответствующего среде обитания.

Таким образом, в результате исследований выявлены закономерности динамики симбиотических отношений, выделена чистая культура эндофитного микоризного гриба крымской орхидеи вида *Orchis mascula*, выбрана среда и условия его культивирования в изолированных условиях *in vitro*, даны основные биотехнологические характеристики колонии: скорость роста, физические и химические факторы культивирования, выявлены морфометрические показатели гриба *in vitro* и в растении, которые могут являться показателем физиологического состояния гриба и его стадии развития.

Список литературы

1. Бургей Х. Микориза растений. – М.: Сельхозиз., 1963. – 370 с.
2. Burgeff H. Mycorrhiza of orchids. – In.: The orchids, a Scientific Survey / Ed. C. Withner. – N.Y.: Ronald Press, 1959. – P. 361-396.
3. Morel G. Tissue culture – a new means of clonal propagation of Orchids // Am. Orchid. Soc. Bult. – 1964. – P. 473-478.
4. Knudson L. A new nutrient solution for germination of orchids seeds // Am. Orchid. Soc. Bult. – 1946. – No. 4. – P. 214-217.
5. Поддубная-Арнольди В.А. Орхидеи и их культура. – М.: Изд-во АН СССР, 1957. – 173 с.
6. Селиванов И.А. Микосимбиотрофизм как форма консортивных связей в растительном покрове Советского союза. – М.: Наука, 1981. – 217 с.
7. Сизова Т.П., Вахромеева М.Г. Особенности микоризы любки двулистной и ятрышника Фукса в зависимости от их возрастного состояния // Вестн. Моск. Ун-та. Сер. Биол. – № 2. – С. 27-31.
8. Селиванов И.А., Байрах Э.А., Мельникова С.Л., Соломатова Н.Г. К инвентаризации микотрофных растений лесостепного Зауралья. – 1964. – С. 63-78.
9. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высшая школа, 1980. – 206 с.
10. Бугенко Р.Г. Экспериментальный морфогенез и дифференциация в культуре клеток растений. – М.: Наука, 1975. – 50 с.
11. Вахромеева М.Г., Ракова М.В. Орхидные Дальнего Востока. – В кн.: Охрана и культивирование орхидей. – К.: Наукова думка, 1987. – С. 45-47.
12. Батыгина Т.Б., Васильева В.Е. Развитие зародыша и проростка некоторых орхидных. – В кн.: Охрана и культивирование орхидей. – К.: Наукова думка, 1987. – С. 73-75.

13. Вахрамеева М.Г., Денисова Л.В., Никитина С.В. Орхидеи нашей страны. – М.: Наука, 1981. – 220 с.
14. Работнов Т.А. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах // Тр. Бот. Ин-та АН СССР. – 1950. – № 6. – С. 204-206.
15. Крюгер Л.В., Шардакова О.М. Микосимбиотрофизм орхидных и некоторые вопросы их биологии // Микориза и другие формы консортивных связей в природе. – Пермь, 1980. – С. 20-28.
16. Semenova A.V., Makaveychuk A.Yu., Kislin E.N., Guseva M.V. Seed germination of boreal terrestrial orchids // Proc. XI Int. symp. "Embryology and seed reproduction". – Leningrad, July 307, 1990. – St. Petersburg: Nauka, 1992. – P. 489-490.
17. Weinert M. Keimungsfördernde Faktoren bei schwerkeimenden europäischen Orchideen // J. Bodenpilze und Agarbedeckung. Die Orchidee. – 1990. – Bd. 41. – N 4. – S. 127-133.

Поступила в редакцию 15.06.2002 г.

Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского
Серия «Биология, химия». Том 16 (55). 2003 г. №1. С. 87-90.

УДК 634.8:577.15.

С. И. Чмелева

ВЛИЯНИЕ ГИББЕРЕЛЛИНА НА УСТОЙЧИВОСТЬ ВИНОГРАДА К ПОРАЖЕНИЮ МИЛДЬЮ (PLASMOPARA VITICOLA)

В условиях Южного берега Крыма виноградная лоза относится к числу наиболее поражаемых болезнями и вредителями растений. Огромный ущерб ей причиняет заболевание милдью (возбудитель *Plasmopara viticola* Berl. et Toni).

В настоящее время во многих странах ведутся исследования по использованию в борьбе с болезнями растений природных и синтетических соединений, не обладающих прямым действием на патоген [1,2]. Такие соединения, и среди них гиббереллин, являясь физиологически активными веществами, способны повышать сопротивляемость растений к грибным заболеваниям [2-4]. Анализ литературных данных не позволяет сделать однозначного вывода о влиянии гиббереллина на устойчивость винограда к поражению милдью, настолько они противоречивы. Так, Sinha и Wood [5] установили, что гибберелловая кислота способствует распространению грибных заболеваний винограда, как в открытом грунте, так и в полевых условиях. Аналогичные результаты были получены К.Г. Битюковой и М. С. Матишевской [6].

Напротив, как указывает М.К. Манаков, обработка винограда гиббереллином вызывает резкое уменьшение поражаемости ягод милдью [7]. У сорта Чауш в результате опрыскивания этим препаратом (100 мг/л) было 3,1% ягод, пораженных милдью, против 17,7% в контроле. Аналогичные результаты сообщают в своих работах Marro [8], Branas [9] и др.

Целью нашей работы явилось изучение влияния гиббереллина на устойчивость некоторых сортов винограда к поражению милдью.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследований служили растения винограда районированных в Крыму сортов: Мускат гамбургский, Кардинал, Белградский бессыянный, Альбильо крымский, Антигона, Бастардо магарачский, Италия, Ркацители и Саперави. Опыты проводили на базе совхоза-завода “Алушта”. Обрабатывали опытные растения препаратом гиббереллина (ГК) в утренние часы с помощью тракторного опрыскивателя через 10 суток после цветения винограда препаратом ГК (20, 30, 40 и 50 мг/л). Применялся гиббереллин Курганского завода медицинских препаратов. Степень поражения растений милдью оценивали по общепринятой методике [10].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате проведенных нами исследований установлено, что экзогенный гиббереллин способствует повышению устойчивости виноградной лозы к милдью. Влияние данного регулятора роста на поражаемость разных сортов неоднозначно. У таких сортов как Антигона, Бастардо магарачский, Ркацители и Саперави степень поражения лозы при воздействии ГК изменяется незначительно (табл. 1).

Таблица 1.
Влияние гиббереллина на степень поражения винограда милдью

№ п/п	Сорта винограда	Варианты опыта	Концентра- ция ГК, мг/л	Средний процент поражения		
				Побеги	Листья	Ягоды
1	АЛЬБИЛЬО КРЫМСКИЙ	контроль опыт	- 30	17.01±0.5 8.70±0.1	24.90±0.8 20.21±0.6	15.23±0.5 10.59±0.7
2	АНТИГОНА	контроль опыт	- 30	8.9±0.4 7.13±0.3	6.11±0.2 6.02±0.1	5.01±0.2 4.97±0.1
3	БАСТАРДО МАГАРАЧСКИЙ	контроль опыт	- 30	15.9±0.5 15.6±0.4	11.7±0.2 11.3±0.4	8.9±0.4 8.9±0.5
4	ИТАЛИЯ	контроль опыт	- 30	27.3±0.5 24.5±0.3	25.6±0.9 24.8±0.8	36.5±1.1 30.4±1.0
5	РКАЦИТЕЛИ	контроль опыт	- 30	6.15±0.1 6.10±0.2	9.14±0.2 8.13±0.5	8.7±0.2 7.9±0.3
6	САПЕВАРИ	контроль опыт	- 40	13.1±0.4 12.5±0.3	6.0±0.2 4.8±0.1	7.8±0.4 8.5±0.3
7	МУСКАТ ГАМБУРГСКИЙ	контроль опыт	- 30	32.00±0.2 17.00±0.1	17.13±0.2 12.27±0.1	14.08±0.3 8.11±0.5
8	КАРДИНАЛ	контроль опыт	- 30	40.00±0.3 25.00±0.2	36.40±0.4 18.70±0.3	34.00±0.4 16.00±0.3
9	БЕЛГРАДСКИЙ БЕССЕМЯННЫЙ	контроль опыт	- 50	58.00±0.5 34.00±0.4	50.00±0.6 33.12±0.2	40.00±0.2 25.00±0.1

У сорта Альбильо крымский экзогенный фитогормон способствует задержке развития милдью на опытных кустах по сравнению с контрольными. Процент пораженных побегов, как свидетельствуют данные табл.1, снижается с 17,0 у необработанных до 8,7 у обработанных вариантов; ягод – с 15,2 до 10,6; листьев – соответственно с 24,9 до 20,2.

Наши исследования показали, что опрыскивание винограда препаратом ГК оказалось наибольшее воздействие на снижение зараженностью милдью у таких сортов как Кардинал, Мускат гамбургский и Белградский бессемянный. Так, процент больных необработанных гиббереллином побегов у сорта Белградский бессемянный составил 58. В опыте этот показатель равен 34, что в 1,7 раза меньше, чем в контроле. У сорта Кардинал количество больных побегов снижается с 40% до 25% под действием гиббереллина; у сорта Мускат гамбургский - с 32% до 17%. При обработке водным раствором препарата снижается и степень поражения листьев милдью у Белградского бессемянного в 1,6 раза (см. табл. 1), у Кардинала - в 2,1 раза, у Муската гамбургского - в 1,5 раза. Такая же тенденция прослеживается и по поражению гроздей. Так, если в контрольном варианте средний процент поражения

**ВЛИЯНИЕ ГИББЕРЕЛЛИНА НА УСТОЙЧИВОСТЬ ВИНОГРАДА
К ПОРАЖЕНИЮ МИЛДЬЮ (PLASMOPARA VITICOLA)**

ягод у сорта Белградский бессемянный равен 40, то в опытном этот показатель снижается до 25; у сорта Кардинал - 34 и 16, соответственно.

На основе результатов, полученных нами в динамике, можно сказать, что гиббереллин, воздействуя на растительный организм опосредованно и изменения процессы метаболизма, способствует повышению устойчивости винограда к милдью уже в первые дни после обработки растений препаратом ГК, увеличивая тем самым сопротивляемость винограда к фитопатогену на весь период вегетативного развития.

При испытании различных доз препарата ГК (20, 30, 40 и 50 мг/л) наблюдаемые нами изменения не позволяют утверждать, что какая-либо концентрация оказывала более значительное влияние на снижение процента больных растений по сравнению с другими. Установлено, что все используемые дозы препарата способствуют снижению степени поражения винограда сорта Кардинал милдью (табл. 2). Так, уже через 10 дней после обработки растений экзогенным фитогормоном процент больных побегов снизился при использовании ГК 30 мг/л и 40 мг/л - в 4,5 раза; при ГК 50 мг/л - в 2,6 раза. Процент пораженных листьев в опытных вариантах был ниже, чем в контрольных: при ГК 20 и 30 мг/л в 2,5 раза; при ГК 40 мг/л - в 2 раза; при ГК 50 мг/л - в 1,6 раза. Данная закономерность прослеживается и при анализе степени поражения гроздей милдью. Если в контрольном варианте процент больных гроздей равен 20,48%, то в опытном - при ГК 20 мг/л - 10,23%; при ГК 30 мг/л - 10,05%; при ГК 40 мг/л - 10,03%; при ГК 50 мг/л - 9 % (табл. 2).

Таблица 2.
Влияние различных концентраций
на степень поражения винограда милдью сорта КАРДИНАЛ

№ п/п	Даты определения	Варианты опыта	Концентрац ия ГК, мг/л	Средний процент поражения		
				Побеги	Листья	Ягоды
1	Через 10 дней после обработки ГК	Контроль ГК	-	9.61±0.28	6.35±0.24	20.48±0.46
			20	9.61±0.19	2.55±0.09	10.23±0.28
			30	2.15±0.05	2.40±0.08	10.05±0.21
			40	2.13±0.07	3.15±0.10	10.03±0.32
			50	3.75±0.15	4.05±0.15	9.00±0.30
2	Через 20 дней после обработки ГК	Контроль ГК	-	10.14±0.32	11.34±0.43	14.73±0.51
			20	9.75±0.34	4.07±0.14	10.34±0.26
			30	3.15±0.11	7.50±0.24	12.07±0.42
			40	2.76±0.03	8.12±0.28	11.05±0.30
			50	3.80±0.13	8.05±0.26	9.50±0.34
3	Через 30 дней после обработки ГК	Контроль ГК	-	14.83±0.41	20.94±0.65	20.64±0.63
			20	10.01±0.24	11.33±0.35	16.41±0.52
			30	3.75±0.11	9.20±0.31	15.37±0.44
			40	5.40±0.16	11.05±0.32	12.20±0.38
			50	6.37±0.21	10.13±0.26	12.48±0.40
4	Через 40 дней после обработки ГК	Контроль ГК	-	30.01±0.73	31.13±0.69	26.43±0.17
			20	17.00±0.59	20.54±0.63	20.27±0.25
			30	7.98±0.25	13.27±0.43	21.36±0.12
			40	14.00±0.41	16.02±0.56	19.05±0.18
			50	17.80±0.64	15.07±0.48	20.08±0.20

Таким образом, анализируя полученные нами данные, можно отметить, что под влиянием гиббереллина снижается степень поражения побегов, листьев и гроздей у винограда сорта Кардинал в опытных вариантах по сравнению с контрольными во все периоды опрыскивания. Так как значительных различий по степени поражения в опытных вариантах при различных концентрациях нами отмечено не было, следовательно, при опрыскивании растений винограда необходимо использовать ту дозу препарата ГК, которая наиболее эффективно стимулирует повышение урожайности у данного сорта.

Обобщая данные, полученные в результате многолетних исследований, можно отметить, что гиббереллин не только повышает урожайность, воздействуя на ростовые процессы у семенных сортов виноградных растений, но и снижает степень их поражения милдью, а тем самым также повышает урожайность.

Список литературы

1. Тютерев С.Л., Тарлаковский С.А. Динамика накопления свободных аминокислот в растениях пшеницы под действием индуктора болезнеустойчивости // С.-х. биология. - 1994. - №3 - С. 120-127.
2. Вінаградава Н.В. Використання гібереліну при ляченні звичайнага рака яблуні//Весці АН БССР. - Сер. сельскагаспад. н. - 1965. - №4. - С. 77-79.
3. Воловик А.С., Синицына Т.П. Борьба с болезнями картофеля с помощью биологически активных веществ// Технология пр-ва картофеля. - М. - 1991. - С. 25-28.
4. Губанова Т.Я., Бредихина А.И. Ростовые вещества снижают заболеваемость фузариозным вилтом //Хлопководство. -1964. -№3. -С. 45 -47.
5. Sinha A.K., Wood R.K.S. The effect of growth substances on *Verticillium wilf* of tomato plants// Ann. Appl. Biol. - 1967. - V. 60. - № 1. - P. 117 – 128.
6. Битюкова К.Г., Матищевская М.С. Влияние гиббереллина на устойчивость растений к заболеваниям//Микробиологический журнал. - 1963. - Т.25. - №3. - с. 64-70.
7. Мананков М.К. Влияние опылителей и стимуляторов роста на процесс плодообразования винограда. - Дис.канд. с.-х. наук. - Симферополь. - 1962. - 244 с.
8. Marro Marco. Sviluppo partenocarico nel trebbiano trattato con gibberellina // Fiutticoltura. -- 1960. - № 2. - P. 22.
9. Branas I., Vergnes A. Effect des gibberellins sur la vigne // Progr. Agric. et Vatic. - 1960. - № 19 --20. - P. 16 – 18.
10. Методические указания по государственным испытаниям фунгицидов, антибиотиков и проправителей семян сельскохозяйственных культур. - М. - 1985. - с. 126.

Поступила в редакцию 15.06.2002 г.

Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского
Серия «Биология, химия». Том 16 (55). 2003 г. №1. С. 91-99.

УДК 577.3

И. А. Степанюк

ДЕТЕКТИРОВАНИЕ АТМОСФЕРНЫХ ЭМ-ПОЛЕЙ В ПРИВОДНОМ СЛОЕ НАД МОРЕМ КАК ФАКТОР ЭКОЛОГИИ ГИДРОБИОНТОВ

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ

Генерация свободных зарядов морской поверхностью в условиях волнения приводит к тому, что в приводном слое формируется статистически устойчивое распределение этих зарядов по вертикали [1]. При этом поверхность моря имеет отрицательный потенциал по отношению к потенциалу воздуха. Если не учитывать статическое электрическое поле атмосферы, то устойчивое распределение получается при условии, если вертикальный профиль потенциала создаваемого в воздухе отрицательно заряженной поверхностью, соответствует аналогичному профилю положительного потенциала, формируемого в этом же слое распределенными свободными зарядами. Для такого условия минимальны кулоновские силы. При этом заряд поверхности должен быть уравновешен полным зарядом приводного слоя. Ввиду того, что источник генерации непрерывно функционирует, полный заряд системы в условиях волнения должен возрастать вплоть до значений, когда напряженность электрического поля в системе становится такой, что препятствует процессу дальнейшего разделения зарядов по вертикали, обеспечивая одинаковую интенсивность этого процесса разделения и сопутствующего ему процесса релаксации на поверхности.

Поскольку оба процесса пространственно разделены (источником генерации являются преимущественно верхушки волн), то закономерно возникают замкнутые системы электрического тока, привязанные к отдельным волнам и перемещающиеся с ними. В силу гидродинамических причин – формированием вихрей на подветренных склонах (например –“кошачий глаза” Тейлора [2]) – эти системы возбуждают вариации магнитного поля с преимущественно вдольребневым компонентом.

В среднем по акватории эти аномалии нивелируются и в целом поверхность моря в сочетании с приводным слоем в условиях волнения можно рассматривать как некоторую эквивалентную заряженную емкость – плоскопаралельный конденсатор, одна из обкладок которого (приводный слой) является диффузной. При этом уместны аналогии с двойным электрическим слоем, характерным для электрохимических контактов, например, металл-морская вода, где диффузная обкладка заряженной емкости распределена в воде в слое толщиной 100-200 мкм. Отличие здесь, естественно, состоит в масштабах явления.

В силу указанной аналогии, а также и из общих электрофизических соображений, можно ожидать, что прохождение переменного электромагнитного поля через подобную заряженную емкость сопровождается эффектом частичного выпрямления (точнее – детектирования) с выделением сверхнизкочастотного амплитудно-модулирующего сигнала. Такой процесс известен для электрохимических двойных слоев, например, типа металл-вода [3], где получил название редоксокинетического эффекта, однако там он связан преимущественно с различиями коэффициентов анодной и катодной реакций и результирующей нелинейностью условий поляризации. В нашем же случае этот эффект обуславливается нелинейностью взаимодействия поля с диффузной частью системы.

Представим, что в области приводного слоя действует внешнее поле с вертикальной ориентацией вектора $\mathbf{E}_{\text{эм}}$. Когда вектор $\mathbf{E}_{\text{эм}}$ (рис.1) направлен сверху вниз (1), кулоновские силы, действуя на свободные заряды в диффузной части, приводят к частичному “сжатию” этой части и к уменьшению заряда системы вследствие релаксации на границе раздела. При противоположном направлении вектора $\mathbf{E}_{\text{эм}}$ (2) происходит незначительное “растяжение” слоя (незначительное потому, что $\mathbf{E}_{\text{эм}} \ll \mathbf{E}_{\text{ст}}$ – статической напряженности электрического поля внутри системы), а заряд при этом остается неизменным.

Для переменного внешнего (из атмосферы) амплитудно-модулированного электромагнитного поля (АМ ЭМП), имеющего частоту $\omega_{\text{эм}}$, условия прохождения через приводный слой удобнее всего рассматривать с помощью адmittанса – комплексной проводимости. Для упрощения задачи активной частью проводимости пренебрегаем. В таком случае адmittанс слоя Y_c можно определить как

$$Y_c = j \omega_{\text{эм}} C_{\text{экв}}(1)$$

где $C_{\text{экв}}$ – эквивалентная емкость системы

В общем случае $C_{\text{экв}} = F(\mathbf{E}_n)$, где \mathbf{E}_n – полная напряженность действующего в системе электрического поля. Учитывая зависимость от направления вектора внешнего поля, качественно рассмотренную выше, можно записать:

$$C_{\text{экв}} = f(\mathbf{E}_n) \text{sign}(\mathbf{E}_{\text{эм}}) \quad (2)$$

где $\text{sign}(\mathbf{E}_{\text{эм}})$ – функция направления вектора $\mathbf{E}_{\text{эм}}$.

Пренебрегая “растяжением” слоя, в ситуации (2) можно считать $\text{sign}(\mathbf{E}_{\text{эм}}) = 1$. Для обратной ситуации (1) представим функцию $\text{sign}(\mathbf{E}_{\text{эм}})$ в виде

$$\text{sign}(\mathbf{E}_{\text{эм}}) = \exp[-\alpha_\omega \mathbf{E}_{\text{эм}}], \quad (3)$$

где $\alpha_\omega = \psi(1/\omega_{\text{эм}})$ – коэффициент, характеризующий кулоновские взаимодействия в слое и являющийся обратной функцией частоты.

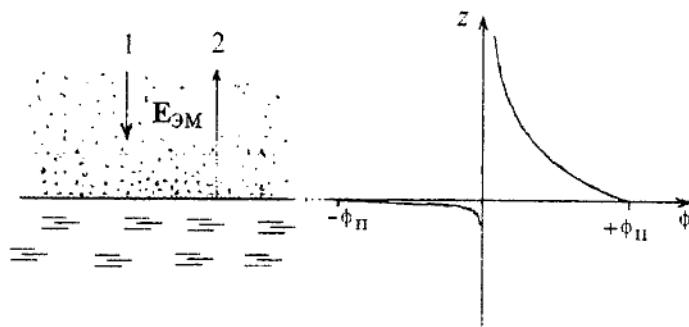


Рис. 1. Схема прохождения АМ ЭМП через приводной слой

Вид функции $\text{sign}(E_{\text{эм}})$ качественно показан на рис.2 , где положительные значения $E_{\text{эм}}$ соответствуют направлению вектора $E_{\text{эм}}$ сверху вниз (см. рис.1).

В области малых сигналов $E_{\text{эм}}$, т.е. когда амплитудное значение $E_{\text{эм}}^{\text{m}} \ll E_{\text{ср}}$, можно считать $f(E_n) = \text{const} = Q_{\text{сл}} / E_{\text{ср}}$. Тогда адmittанс слоя для проходящей волны:

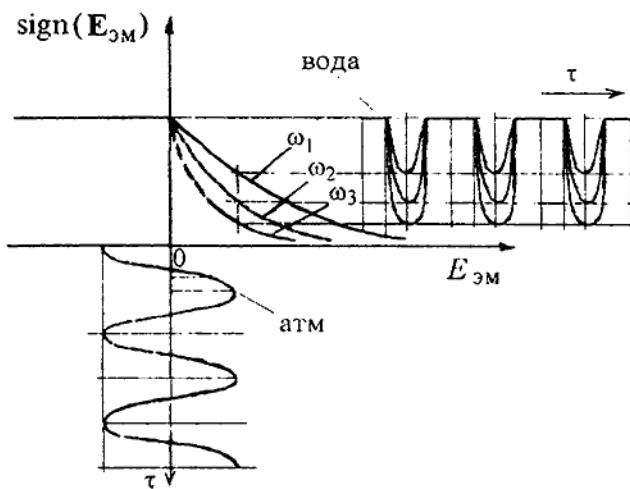
$$Y_c = (j w_{\text{эм}} Q_{\text{сл}} / E_{\text{ср}}) \text{sign}(E_{\text{эм}}) \quad (4)$$

где $Q_{\text{сл}}$ – полный заряд системы приводного слоя.

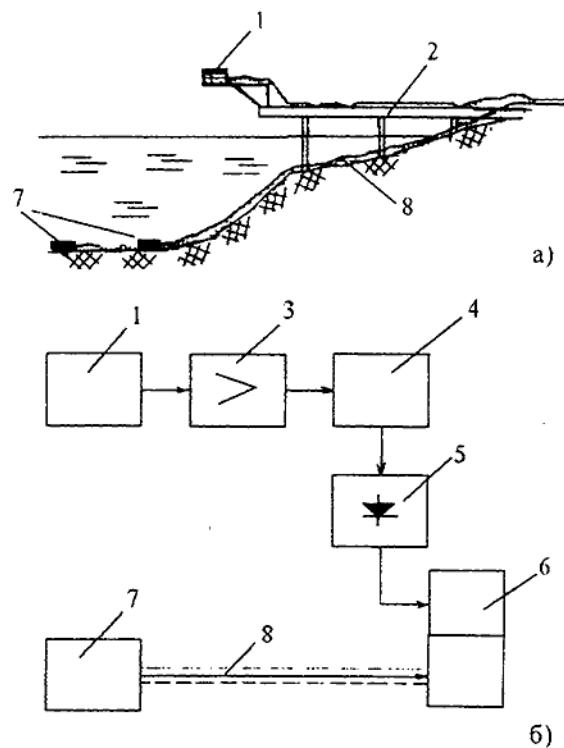
В результате того, что в выражение для адmittанса входит нелинейная функция, получается, что волна $E_{\text{эм}}$ частично выпрямляется, что качественно показано на рис. 2, а при наличии амплитудной сверхнизкочастотной модуляции – детектируется. При этом, в силу зависимости $\alpha_{\omega} = \psi(1/\omega_{\text{эм}})$ эффект проявляется преимущественно в области крайненизких частот (КНЧ) и мало существенен в области радиочастот ($\alpha_{\omega} \rightarrow 0$ a $\text{sign}(E_{\text{эм}}) \rightarrow 1$).

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТОВ

Рассмотренный эффект подтвержден экспериментально в натурных условиях при исследовании естественных электромагнитных полей, возбуждаемых облачностью. Регистрация поля проводилась в прибрежной зоне Баренцева моря (б. Дальние Зеленцы) по двум синхронным каналам (рис. 3). Измерительный преобразователь поля 1 контрольного канала располагался на высоте 5 м над поверхностью моря на оконечности эстакады 2. Преобразователь был выполнен в виде многовитковой катушки с ферромагнитным сердечником ($w=5*10^4$, сердечник 600 НН размерами 60 x 60 x 500 мм). Экранированный кабелем преобразователь соединялся с устройством измерения и регистрации (рис.3 б), содержащем усилитель 3, полосовой фильтр 4, настроенный на диапазон 3-30 Гц, схему линейного детектирования 5, выполненную на основе двух операционных усилителей, и самописец 6. Измерительным преобразователем второго (подводного) канала являлась линия (электрическая подводная антенна) с двумя неполяризующимися электродами 7. С помощью экранированного кабеля 8 линия подключалась ко второму каналу самописца 6.



ис. 2. Схема формирования эффекта детектирования при прохождении АМ ЭМП системы приводного слоя



ис. 3. Схема постановки эксперимента по выявлению эффекта детектирования и функциональная схема измерительного комплекса

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При прохождении над пунктом наблюдений фронтальной облачности, возбуждающей амплитудно-модулированное электромагнитное поле в диапазоне частот 3-30 Гц, синхронная регистрация по описанным принципиально различным каналам показала наличие устойчивой корреляции сигналов (рис. 4). Поскольку подводный сигнал E_x регистрировался без детектирования в измерительной цепи, то это однозначно подтверждает эффект детектирования в приводном слое. Эксперименты проводились при состоянии поверхности моря 4 балла.

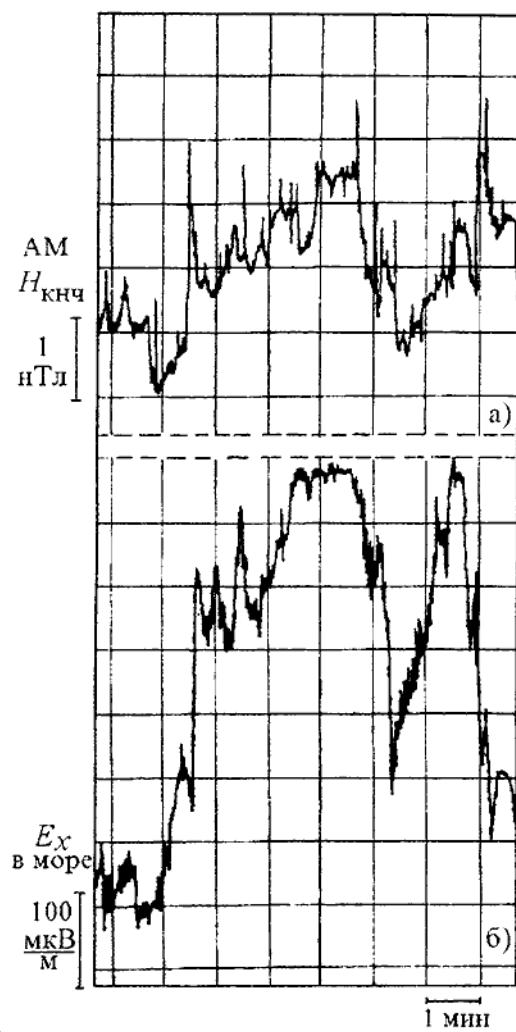


Рис. 4. Фрагмент синхронной записи по параллельным каналам измерительного комплекса

Соответствие подводного сигнала, зарегистрированного без искусственного детектирования, сигналу амплитудной модуляции АМ ЭМП, выделенному надводным каналом, оценивалось путем кросс-спектрального анализа (рис.5). По

AM-составляющей в диапазоне периодов примерно 1,5–3,0 мин, выделяемых в отдельных спектрах, наблюдается очень высокое соответствие в кросс-спектре при значениях функции когерентности до 0,65, соответственно, при коэффициенте корреляции примерно 0,8 (расчеты выполнены О.М.Гороховой).

Выявленный эффект детектирования имеет большое прикладное значение в рамках проблемы получения информации об источниках ЭМП, находящихся в атмосфере, в частности, о приближающихся циклонах и о конвективной облачности. Действительно, как следует из ряда ранее полученных результатов (например [4]), информация об облачности заключена преимущественно вгибающей возбуждаемых в облаках сигналов в КНЧ-диапазоне, т.е. в характере амплитудной модуляции. Естественно, диапазон частот модуляции существенно ниже КНЧ-диапазона несущих частот. При наличии частичного детектирования в приводном слое в условиях волнения в водную толщу проникает фактически совокупность двух полей: исходного амплитудно-модулированного поля на несущих частотах КНЧ-диапазона и выделенного приводным слоем поля в диапазоне частот амплитудной модуляции.

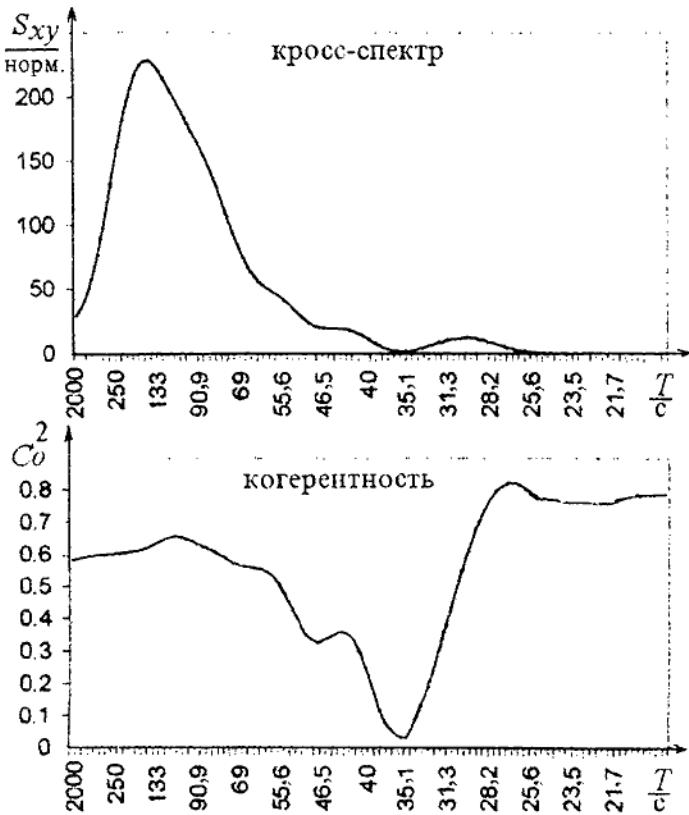


Рис. 5. Кросс-спектральные характеристики надводного и подводного сигналов

**ДЕТЕКТИРОВАНИЕ АТМОСФЕРНЫХ ЭМ-ПОЛЕЙ В ПРИВОДНОМ СЛОЕ
НАД МОРЕМ КАК ФАКТОР ЭКОЛОГИИ ГИДРОБИОНТОВ**

В силу известной зависимости коэффициента затухания от частоты электромагнитного поля, проникающего в водную толщу, выделенная приводным слоем часть поля проходит значительно глубже, чем исходная. Тем самым, регистрация информации об источниках поля в атмосфере может производиться на повышенных глубинах (до 10^3 м).

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ

Выявленный эффект, по-видимому, с успехом используется морскими животными для получения информации, особенно, животными, находящимися на повышенных глубинах. Для выявления возможности такого непосредственного восприятия информации о процессах на поверхности были проведены физиологические эксперименты с баренцевоморскими скатами *Raja radiata*. Эксперименты проводились совместно с сотрудниками Мурманского морского биологического института (Муравейко В.М.) и Института физиологии им. Павлова (Броун Г.Р.).

При проведении экспериментов наркотизированное животное жестко фиксировалось в экспериментальном аквариуме береговой лаборатории, а через его жабры пропускалась проточная морская вода с температурой $2\text{--}4^0$ С. Исследовалась импульсная активность одиночных нервных волокон, связанных с электрочувствительными органами – ампулами Лоренции. Методика отведения биопотенциалов от одиночных волокон соответствовала общепринятой [5] и состояла в том, что выделенное и перерезанное волокно отводилось от животного и помещалось в отдельную чашечку, заполненную раствором KCl. В эту же чашечку опускался приемный электрод. Потенциалы действия, воспринимаемые приемным электродом, через катодный повторитель подавались на усилитель биопотенциалов, контролировались на экране осциллографа и одновременно подавались на вход интегратора для формирования сигнала скользящей средней частоты импульсации нервного волокна. Этот сигнал регистрировался на одном из каналов скоростного самописца.

Электрическое поле, формирующееся под водой в бухте, воспринималось электрической линией с неполяризующимися электродами на концах (по схеме подводного канала) и по экранированному кабелю подавалось в аквариум через согласующие цепочки резисторов, подбираемые так, чтобы напряженность поля (мкВ/см) в аквариуме, действующая на животное, была равна реальной напряженности поля в бухте. Направление поля в аквариуме соответствовало оси тела животного. Одновременно вариации электрического поля регистрировались на синхронном канале самописца.

На третьем канале самописца регистрировался детектированный сигнал вариаций магнитного поля в диапазоне 3-30 Гц в соответствии со схемой контрольного канала на рис. 3.

Опыты проводились при прохождении фронтальной облачности циклона над пунктом наблюдений. Состояние поверхности моря оценивалось в 4 балла по общепринятой шкале.

На рис.6 показан пример синхронной регистрации сигналов, из которого следует, что скаты *Raja radiata* способны воспринимать ампулами Лоренции

продетектированную в приводном слое часть электромагнитного поля, возбуждаемого облачностью, и тем самым опосредовано получать информацию об изменениях гидрометеорологических условий во внешней среде.

Биологическая роль такого механизма получения информации, на наш взгляд, состоит в следующем. Морские животные литоральной и сублиторальной зон моря, особенно столь малоподвижные как скаты *Raja radiata*, воспринимая прогностическую информацию о приближении циклона (в диапазоне 6-8 Гц), покидают прибрежную зону и уходят на глубину, избегая зоны действия поля этих частот (см. например [6]). Но при этом они лишаются источника информации, если не предполагать что заменой прежнему источнику (6-8 Гц) становится продетектированная часть поля, проникающая на значительно большую глубину. Поскольку уровень напряженности этой части таков, что воспринимается животными (это доказано выполненными экспериментами), то ее наличие обуславливает подавление стимула возвращения животного в прибрежную зону, а прекращение действия говорит о возможности возвращения. Иной поведенческой логики, например, периодических перемещений на меньшие глубины (зондирование возможностей возвращения) трудно ожидать от столь малоподвижных животных как скаты.

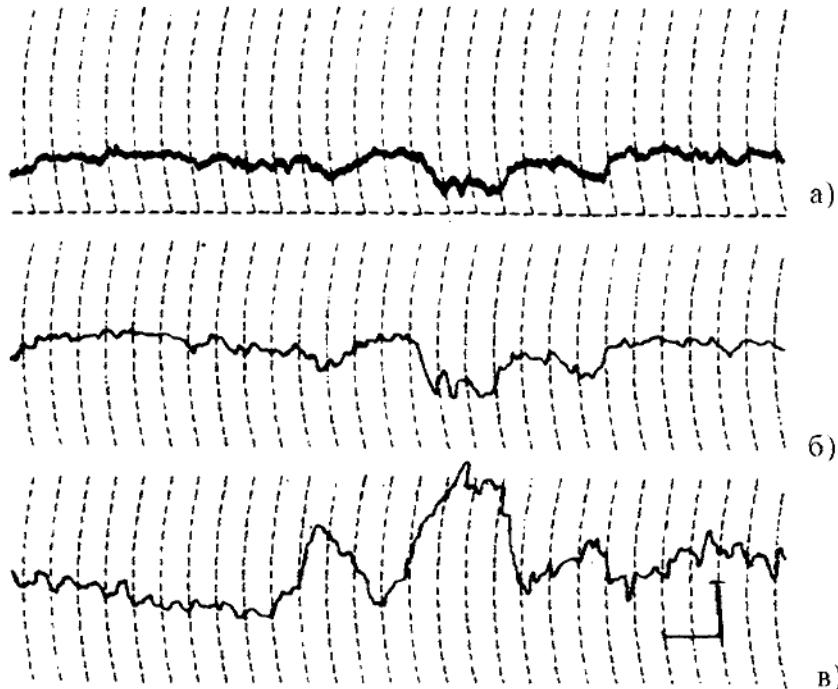


Рис. 6. Фрагмент синхронной регистрации интегральной импульсной активности ампул Лоренцини скатов (а), электрического поля в воде (б) и АМ-составляющей ЭМП (в)

**ДЕТЕКТИРОВАНИЕ АТМОСФЕРНЫХ ЭМ-ПОЛЕЙ В ПРИВОДНОМ СЛОЕ
НАД МОРЕМ КАК ФАКТОР ЭКОЛОГИИ ГИДРОБИОНТОВ**

Список литературы

1. Степанюк И.А. Формирование вариаций электрического поля в приводном слое атмосферы в условиях волнения //Моделирование и экспериментальные исследования гидрологии шельфовых морей: Сборник научн. работ.– Вып. 100.– Л.: Изд-во ЛГМИ, 1988.– С. 135–142
2. Госсард Э., Хук У. Волны в атмосфере.– М.: Мир, 1978.– 532 с.
3. Степанюк А.И. Источники и пути электромагнитного загрязнения прибрежных вод: Автореф. дисс. на соиск. уч. степ. канд. физ.-мат. наук.– СПб.: изд. РГГМУ, 2000.– 20 с.
4. Муравейко В. М., Степанюк И.А. К вопросу о возможном механизме предчувствия морскими животными биологически важных геофизических явлений // Морфофизиологические аспекты изучения рыб и беспозвоночных Баренцева моря: Сб. научн. трудов.– Апатиты: Изд. Кольского филиала АН СССР, 1982.– С. 85–92.
5. Муравейко В. М. Электросенсорные системы животных.– Апатиты: Изд. Кольского филиала АН СССР, 1988.– 108 с.
6. Муравейко В. М., Степанюк И.А. Электромагнитные поля циклона и их действие на рыб //Сигнализация и поведение рыб. Сб. научн. трудов.– Апатиты: Изд. Кольского филиала АН СССР, 1985.– С. 19–24.

Поступила в редакцию 15.06.2002 г.

Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского
Серия «Биология, химия». Том 16 (55). 2003 г. №1. С. 100-112.

УДК 546.562 + 546.881.4 + 547.288.3 + 544.175

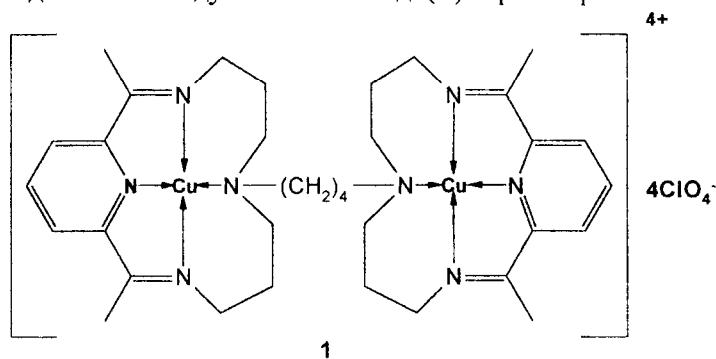
В. Ф. Шульгин, А. Н. Гусев, В. Я. Зуб, Г. М. Ларин

СЛАБЫЕ ОБМЕННЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МЕЖДУ ПАРАМАГНИТНЫМИ ИОНАМИ В МОНОМЕРНЫХ БИЯДЕРНЫХ КОМПЛЕКСАХ АЦИЛДИГИДРАЗОНОВ

Одним из интересных объектов современной координационной химии являются биядерные комплексы парамагнитных ионов, в первую очередь меди(II). Обычно в комплексах данного типа катионы металла расположены на расстоянии порядка 3 Å и связаны одноатомными мостиками или мостиковыми лигандами небольшого размера, такими как карбоксилат-анионы. Классическим примером так называемых обменных димеров являются карбоксилаты меди(II), имеющие геометрию "китайского фонарика" [1].

В последние годы повышенное внимание привлекают димеры с большим разделением парамагнитных центров, т.е. с расстоянием металл-металл больше 3 Å [2]. В ряду подобных соединений наиболее интересны биядерные комплексы меди(II), в которых координационные полизэдры разделены алифатическим мостиком, казалось бы не способным проводить обменные взаимодействия. Тем не менее, к концу прошлого столетия уже было исследовано два типа комплексов, в которых реализованы слабые обменные взаимодействия между парамагнитными ионами через длинную цепочку σ-связей.

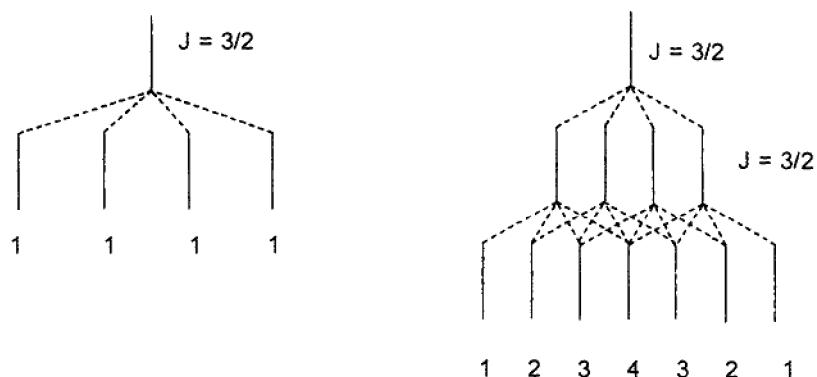
В 1988 году описано координационное соединение 1, в котором реализовано обменное взаимодействие между катионами меди(II) через тетраметиленовую цепочку.



При исследовании спектра ЭПР поликристаллического образца комплекса 1, додированного в диамагнитную матрицу никелевого аналога, в области параллельной ориентации была обнаружена сверхтонкая структура (СТС) из семи линий [3].

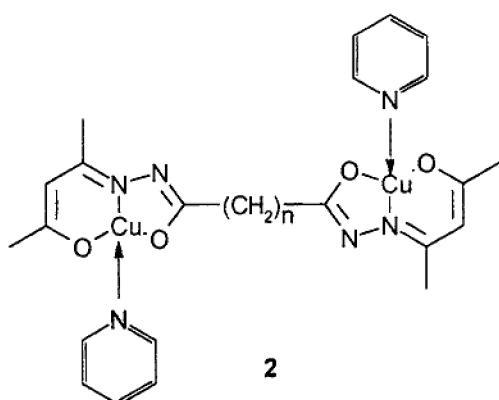
**СЛАБЫЕ ОБМЕННЫЕ ВЗАЙМОДЕЙСТВИЯ МЕЖДУ ПАРАМАГНИТНЫМИ ИОНАМИ
В МОНОМЕРНЫХ БИЯДЕРНЫХ КОМПЛЕКСАХ АЦИЛДИГИДРОЗОНОВ**

Ниже приведена схема расщепления сигнала в спектре ЭПР за счет взаимодействия неспаренного электрона с одним и двумя эквивалентными ядрами со спином 3/2. Отсюда видно, что семь линий СТС с наблюдаемым соотношением интенсивностей (1:2:3:4:3:2:1) являются результатом расщепления сигнала на двух эквивалентных ядрах меди. Решение спинового гамильтониана для данной системы показывает, что величина константы СТС должна составлять половину значения константы сверхтонкой структуры для мономерного комплекса [4].



Практически одновременно Г.М. Ларин с сотр. наблюдали СТС от двух эквивалентных ядер меди при изучении спектров ЭПР растворов мономерных биядерных комплексов с ацилдигидразонами ацетилацетона (соединения 2) [5].

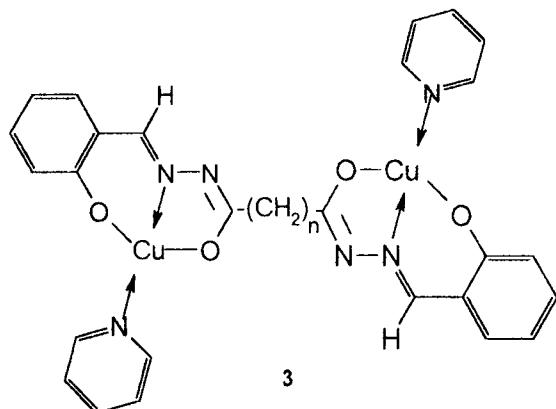
Позже было установлено, взаимодействия данного типа наблюдаются при полиметиленовом мостике, содержащем от 1 до 4 звеньев, и практически полностью подавляются при увеличении n до 5-8 [6,7]. При переходе к комплексам на основе ацилдигидразонов трифторацетилацетона обменные взаимодействия между катионами меди сохраняются вплоть до тетраметиленовой цепочки ($n = 4$), в то время как в комплексах на основе ацилдигидразонов гексафторацетилцетона обменные взаимодействия не проявляются [8].



Полученные данные были интерпретированы как результат слабого обменного взаимодействия между парамагнитными центрами через цепочку σ -связей. Несложный теоретический анализ показывает, что условием, достаточным для

наблюдения в спектре ЭПР биядерного комплекса СТС от двух эквивалентных ядер меди является $|-2J| >> 0,02 \text{ см}^{-1}$ [3]. Более строгое рассмотрение ситуации показывает, что $|-2J| \approx 1-3 \text{ см}^{-1}$ [9].

Очевидно, что данное явление в настоящее время представляет в основном чисто теоретический интерес. Тем не менее, уже сейчас намечаются области возможного применения результатов его изучения. В частности, высказывались предположения о том, что исследование систем подобного типа может способствовать выявлению механизма высокотемпературной сверхпроводимости медьсодержащих керамик [5] и механизма одноэлектронного переноса на большие расстояния в биохимических процессах [2]. Однако имеющихся данных было недостаточно для вынесения каких-либо определенных суждений о конкретном механизме переноса спиновой плотности через алифатический мостик. С целью расширения круга объектов, для которых можно было ожидать проявление обменных взаимодействий через полиметиленовую цепочку, были синтезированы и исследованы мономерные биядерные комплексы меди(II) с ацилдигидразонами салицилового альдегида (соединения 3) и некоторых его аналогов.



При этом исследовалась серия, начиная от производных малоновой кислоты ($n = 1$) и заканчивая производными себациновой кислоты ($n = 8$). Состав и строение комплексов установлены на основании данных элементного и термического анализа, а также инфракрасной спектроскопии [10]. Для объективного подтверждения строения исследуемой серии координационных соединений, структура комплекса на основе салицилиденгидразона глутаровой кислоты (соединение 3.3¹) расшифрована по данным рентгеноструктурного эксперимента (рис. 1).

Было установлено, что комплекс 3.3. имеет мономерную биядерную структуру, в которой два координационных полиэдра связаны триметиленовым мостиком. При этом расстояние медь...медь составляет 9,182 Å [11,12].

¹ Здесь и далее первая цифра номера соединения указывает его тип, вторая – длину полиметиленовой цепочки.

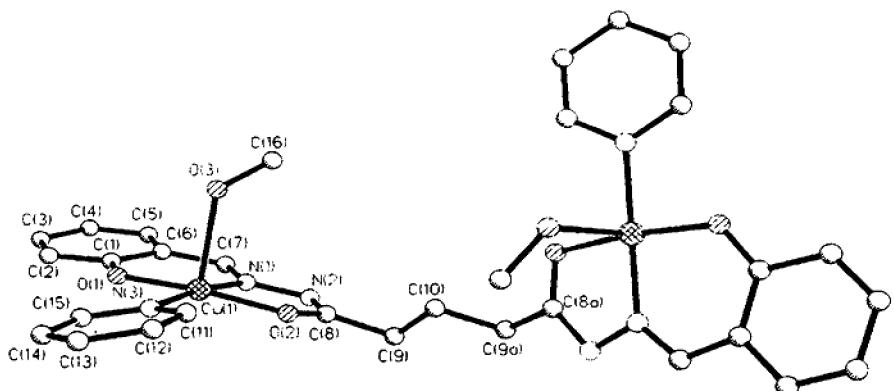


Рис. 1. Молекулярное строение комплекса $[\text{Cu}_2\text{L}\cdot 2\text{Py}\cdot 2\text{CH}_3\text{OH}]$ (3.3.)

Интересные результаты были получены при исследовании спектров ЭПР растворов комплексов 3.п. При этом для комплексов с $n = 1 - 4$ (рис. 2 и 3) в спектрах наблюдается хорошо разрешенная СТС из 7 линий с константой порядка 40 Э, что свидетельствует о взаимодействии неспаренного электрона с двумя эквивалентными ядрами атомов меди. Для адекватной интерпретации спектров и точного определения параметров спинового гамильтониана было выполнено теоретическое моделирование с использованием комплекса программ, описанного в монографии [1]. Как видно из рис. 2 и 3, спектры для комплексов с $n = 1, 2$ и $n = 3, 4$ имеют близкие значения g -фактора и константы сверхтонкой структуры, но несколько отличаются параметрами ширины линий.

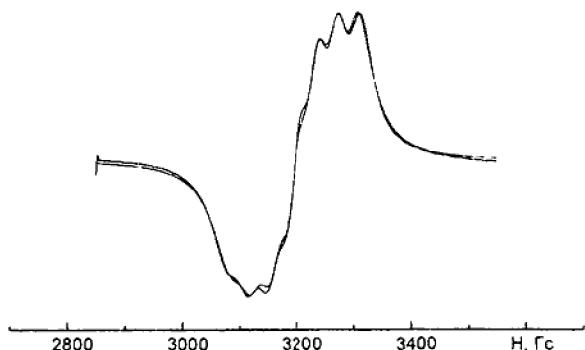


Рис. 2. Спектры ЭПР² растворов соединений 3.1 и 3.2 в смеси хлороформ – пиридин (10 – 1) ($g = 2.111$, $a_{\text{cu}} = 33,1$ и $36,0 \cdot 10^4 \text{ см}^{-1}$).

² На этом и некоторых последующих рисунках наряду с экспериментальным приведен теоретический спектр ЭПР

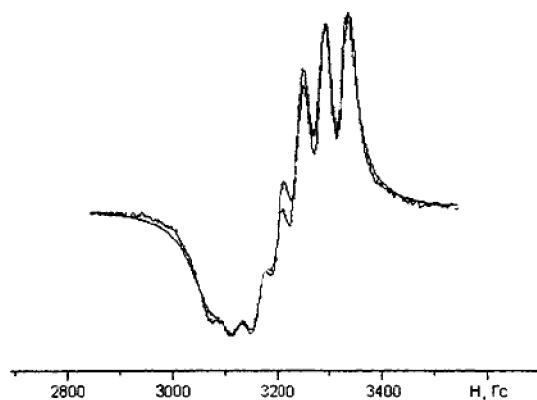


Рис. 3. Спектры ЭПР растворов соединений 3.3 и 3.4 в смеси хлороформ – пиридин (10 – 1) ($g = 2.106$, $a_{\text{cu}} = 39,9$ и $39,3 \cdot 10^{-4} \text{ см}^{-1}$).

Увеличение длины полиметиленовой цепочки до 5 звеньев приводит к радикальному изменению характера поглощения. В данном случае в спектре ЭПР наблюдается обычный для мономерных комплексов меди(II) сигнал из 4 линий СТС с константой порядка 80 Э (рис. 4), что свидетельствует о подавлении обменных взаимодействий между парамагнитными центрами.

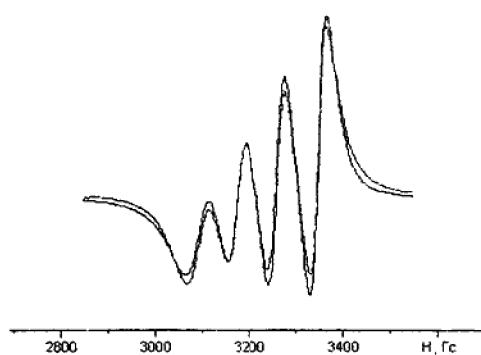
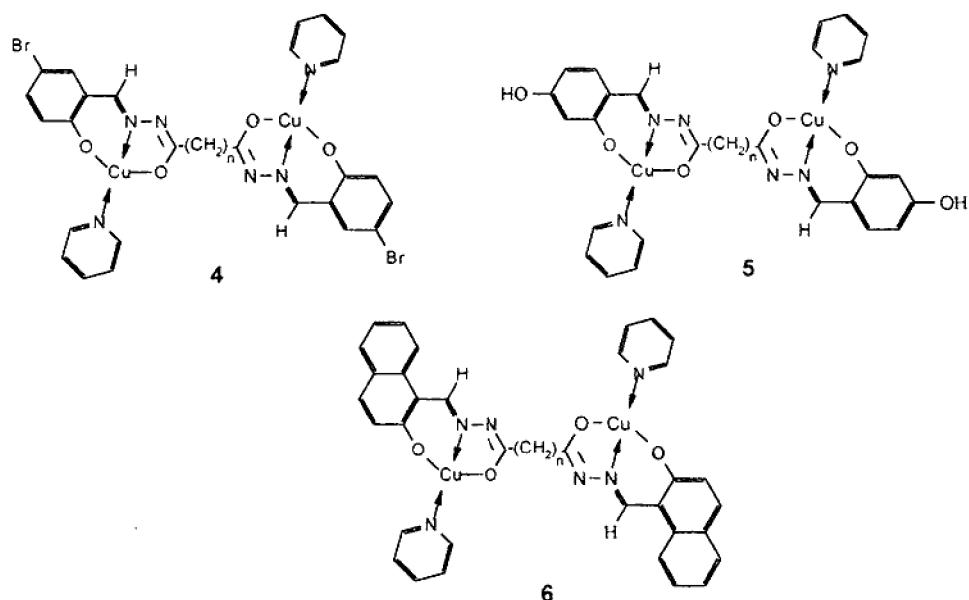


Рис. 4. Спектр ЭПР раствора соединения 3.5 в смеси хлороформ – пиридин (10 – 1) ($g = 2.104$; $a_{\text{cu}} = 71,5 \cdot 10^{-4} \text{ см}^{-1}$).

Представлялось интересным проследить влияние природы заместителей в карбонильном фрагменте ацилдигидразона на характер обменного взаимодействия между парамагнитными центрами. С этой целью нами были изучены мономерные биядерные комплексы меди(II) с ацилдигидразонами 5-бром- и 2,4-дигидроксибензальдегида, а также 2-гидроксинафталин-1-карбальдегида (соединения 4-6).

**СЛАБЫЕ ОБМЕННЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МЕЖДУ ПАРАМАГНИТНЫМИ ИОНАМИ
В МОНОМЕРНЫХ БИЯДЕРНЫХ КОМПЛЕКСАХ АЦИЛГИДРАЗОНОВ**



При этом были получены данные, несколько отличающиеся от результатов исследования комплексов бис(салацилиден)гидразонов. Так, изотропные спектры ЭПР жидких растворов комплексов бис(5-бромсалацилиден)гидразона малоновой, янтарной и глутаровой кислоты ($n = 1-3$) содержат сигнал, состоящий из семи линий СТС [13,14].

При увеличении числа σ -связей, разделяющих парамагнитные центры, за счет введения еще одной метиленовой группы, происходит изменение характера поглощения и в спектре раствора комплекса бис(5-бромсалацилиден)гидразона адипиновой кислоты (соединение 4.4) наблюдается сигнал из четырех линий СТС, что свидетельствует о подавлении обменных взаимодействий между парамагнитными центрами.

Спектры ЭПР жидких растворов комплексов 4-гидрокисалацилиден- и 2-гидрокси-1-нафтилидегидразонов аналогичны спектрам 5-бромсалацилиден-гидразонов. Сигнал в спектрах ЭПР жидких растворов комплексов с ацилгидразонами малоновой, янтарной и глутаровой кислоты состоит из семи линий СТС, тогда как в спектрах растворов комплексов с полиметиленовой цепочкой большей длины наблюдаются четыре линии СТС от одного ядра атома меди.

Интересные изменения наблюдаются в спектрах ЭПР растворов исследуемых комплексов, замороженных при 77 К. Спектры имеют вид, типичный для систем с аксиальной симметрией, но характер сверхтонкого взаимодействия, которое проявляется в области параллельной ориентации, меняется при увеличении длины полиметиленовой цепочки. Так, в спектрах соединений, полученных на основе ацилгидразонов малоновой и янтарной кислоты ($n = 1$ и 2), в параллельной ориентации проявляется плохо разрешенная сверхтонкая структура из семи линий с половиной константой (рис. 5).

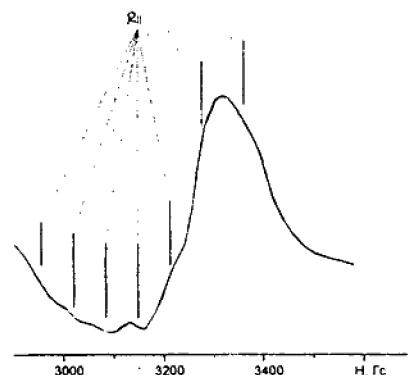


Рис. 5. Спектр ЭПР замороженного при 77 К раствора соединения 4.2

При увеличении до $n = 3$ и 4 сигнал параллельной ориентации проявляется уже в виде плохо разрешенной СТС из четырех линий с обычным для мономерных комплексов значением константы сверхтонкого взаимодействия (рис. 6).

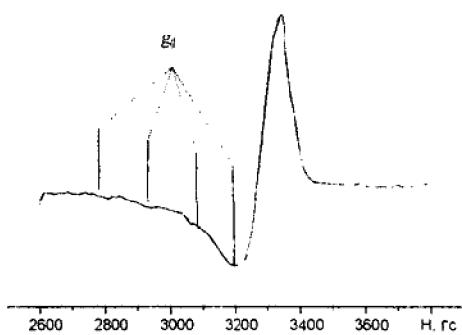


Рис. 6. Спектр ЭПР замороженного при 77 К раствора соединения 4.3.

Дальнейшее увеличение длины полиметиленового мостика не приводит к изменению характера поглощения, а СТС в параллельной ориентации проявляется более четко (рис. 7).

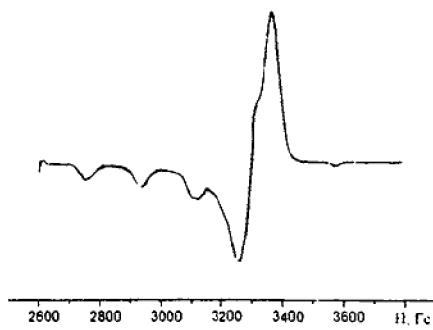
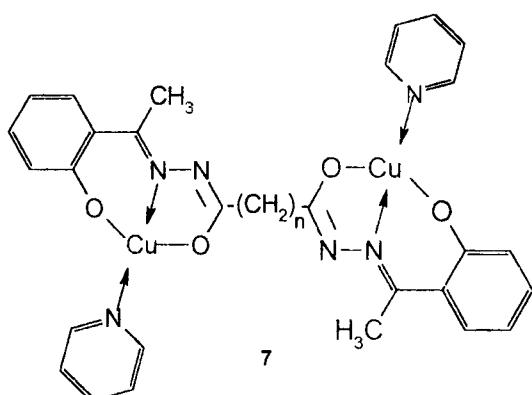


Рис. 7. Спектр ЭПР замороженного при 77 К раствора соединения 4.5.

**СЛАБЫЕ ОБМЕННЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МЕЖДУ ПАРАМАГНИТНЫМИ ИОНАМИ
В МОНОМЕРНЫХ БИЯДЕРНЫХ КОМПЛЕКСАХ АЦИЛДИГИДРОНОВ**

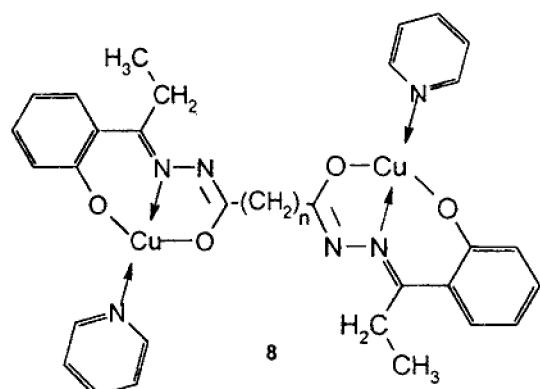
Полученные данные указывают на то, что слабые обменные взаимодействия между катионами меди через полиметиленовую цепочку наблюдаются и в замороженных растворах, но расстояние, на которое они распространяются, значительно меньше.

Таким образом, было показано, что введение в бензольное кольцо биссалицилиденгидразонов заместителей разной природы снижает проводимость спин-спиновых обменных взаимодействий через полиметиленовый мостик. В то же время, замена атома водорода на метильную группу при переходе от ацилдигидразонов ароматических альдегидов к гидразонам 2-гидроксиацетофенона (соединения 7.п) не сопровождается заметными изменениями в интенсивности спин-спиновых взаимодействий между катионами меди через полиметиленовую цепочку.



Так, в спектрах ЭПР растворов комплексов ацилдигидразонов 2-гидроксиацетофенона с $n = 1-4$ наблюдается изотропный сигнал с хорошо разрешенной сверхтонкой структурой из семи линий с константой порядка 40 Гс. Увеличение длины полиметиленовой цепочки, разделяющей координационные полиэдры, до 5 звеньев приводит к резкому снижению величины $-2J$, и в спектре ЭПР регистрируется обычный для мономерных комплексов меди(II) изотропный сигнал из четырех линий СТС от одного ядра с "нормальным" значением константы [15].

Интересно, что в отличие от комплексов биссалицилиденгидразонов для комплексов 7.п введение в бензольное кольцо заместителей (5-метил- или 5-хлор-) не изменяет границу проводимости спиновых взаимодействий через полиметиленовый мостик [16]. Можно предположить, что это обусловлено положительным индукционным эффектом метильной группы, накачивающей электронную плотность в хелатофорный узел. В связи с этим представлялось интересным изучить возможность увеличения проводимости полиметиленового мостика за счёт увеличения электронодонорных свойств алифатического радикала жирно-ароматического кетона. С этой целью были синтезированы и исследованы координационные соединения меди(II) с ацилдигидразонами 2-гидроксипропиофенона (соединения 8.п).



Строение комплекса на основе производного адипиновой кислоты $[\text{Cu}_2\text{L}\cdot 4\text{Py}]\cdot \text{Py}$ (8.4) было подтверждено прямым рентгеноструктурным анализом.

Установлено, что комплекс имеет мономерное биядерное строение и содержит два катиона меди, расположенные на расстоянии 8,212 Å (рис. 8) [17].

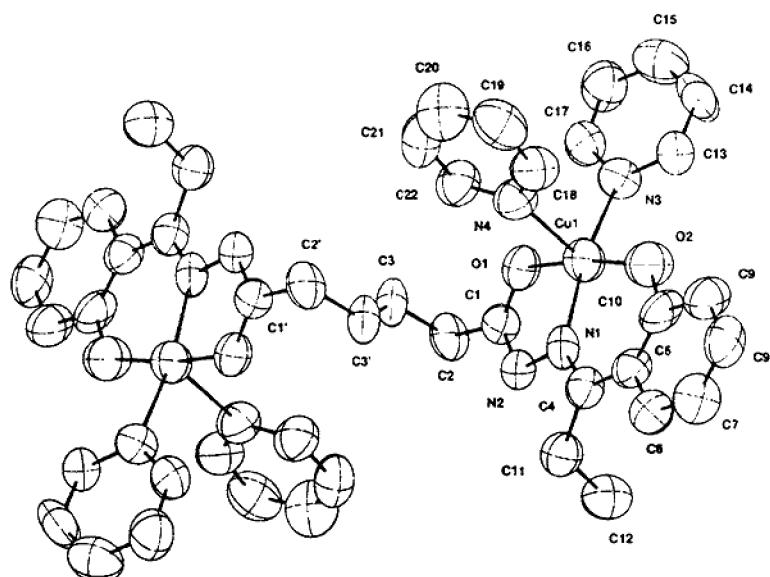


Рис. 8. Молекулярная структура комплекса 8.4.

Исследование спектров ЭПР комплексов 8.2 – 8.5 показывает, что увеличение положительного индукционного эффекта углеводородного радикала жирно-ароматического кетона не позволяет отодвинуть границу проведения слабых обменных взаимодействий через полиметиленовую цепочку. Так, в спектрах комплексов 8.2 – 8.4 проявляется СТС из семи линий с половинной константой ($g = 2,112$; $a_{\text{cu}} = 30,0 - 39,4 \cdot 10^4 \text{ см}^{-1}$). Увеличение длины полиметиленовой цепочки до 5 звеньев подавляет слабые обменные взаимодействия и в спектре ЭПР комплекса 8.5

**СЛАБЫЕ ОБМЕННЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МЕЖДУ ПАРАМАГНИТНЫМИ ИОНАМИ
В МОНОМЕРНЫХ БИЯДЕРНЫХ КОМПЛЕКСАХ АЦИЛДИГИДРАЗОНОВ**

наблюдается СТС из четырех линий со следующими параметрами спинового гамильтониана: $g = 2,109$; $a_{\text{cu}} = 73,5 \cdot 10^{-4} \text{ см}^{-1}$.

Представлялось интересным проследить влияние электронной структуры центрального атома на интенсивность слабых обменных взаимодействий через полиметиленовую цепочку. С этой целью были изучены комплексы ванадила салицилиденгидразонами алифатических дикарбоновых кислот (соединения 9). Установлено, что в спектрах ЭПР растворов исследуемых комплексов регистрируется хорошо разрешенный изотропный сигнал из восьми линий сверхтонкой структуры от одного ядра ванадия ($I = 7/2$) с типичными для мономерных комплексов катиона оксовандия(IV) параметрами спинового гамильтониана ($g = 1,972$, $a_V = 93 \cdot 10^{-4} \text{ см}^{-1}$) и соотношением параметров ширины линий (рис. 9) [18].

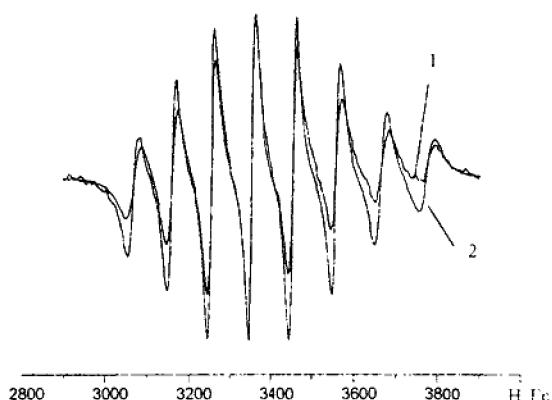
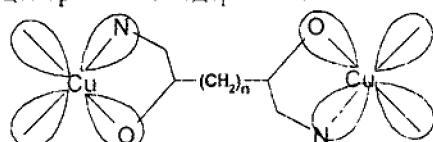


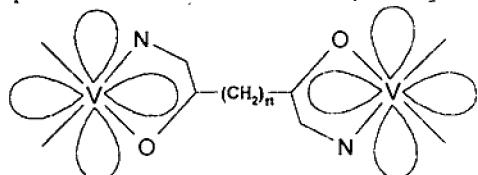
Рис. 9. Спектр ЭПР раствора комплекса 9.1 в пиридине
(1 – экспериментальная, 2 – теоретическая кривая).

Это свидетельствует о том, что в мономерных биядерных комплексах ванадила с ацилдигидразонами салицилолового альдегида, в отличие от аналогичных комплексов меди(II), отсутствуют спин-спиновые обменные взаимодействия между парамагнитными центрами через полиметиленовую цепочку даже при $n = 1$. Данный результат можно объяснить в рамках концепции ориентации "магнитных орбиталей", то есть орбиталей, содержащих неспаренный электрон. В комплексах меди(II) магнитная орбиталь ориентирована по линии связей металла с донорными атомами лиганда, что способствует реализации непрямого (косвенного) обмена между парамагнитными центрами в биядерных комплексах.



В комплексах катиона оксования(2+) "магнитными" являются орбитали d_{xy} , d_{xz} , d_{yz} , ориентированные между линиями связей металл-лиганд, что препятствует косвенному обмену. Однако при небольших расстояниях способствует

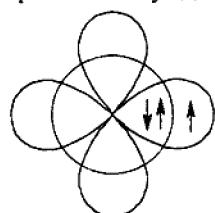
перекрыванию орбиталей и реализации прямого обмена. Поэтому в спектрах ЭПР некоторых димерных комплексах ванадия(IV) удается зарегистрировать СГС от двух эквивалентных ядер ванадия в виде 15 линий [19,20].



Результаты проведенных исследований позволяют сделать следующие выводы:

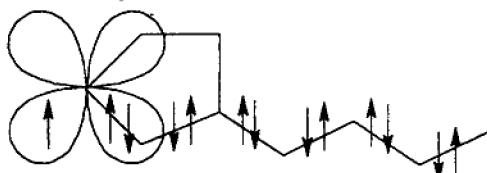
1. В спектрах ЭПР мономерных биядерных комплексов меди(II) с ацилдигидразонами низших алифатических карбоновых кислот наблюдается сверхтонкая структура из семи линий, которая интерпретирована как результат обменного взаимодействия неспаренного электрона с двумя эквивалентными ядрами меди. Условием, достаточным для наблюдения данного спектра является величина обменного параметра $-2J$ порядка $1\text{-}3 \text{ см}^{-1}$.
2. Слабое обменное взаимодействие между катионами меди очень чувствительно к длине полиметиленовой цепочки, и на данный момент установлено, что максимально длинная полиметиленовая цепочка, проводящая обменные взаимодействия, содержит 4 звена.
3. Исследуемое взаимодействие весьма чувствительно к температуре, что может быть связано с важной ролью в механизмах обмена динамических эффектов в полиметиленовой цепи.
4. Определяющая роль в возможности проявления взаимодействий данного типа для парамагнитных катионов других металлов играет ориентация "магнитных орбиталей" по линиям связей центрального атома с донорными атомами лиганда.

Конкретный механизм переноса спиновой плотности через систему σ -связей полиметиленовой цепочки, по-видимому, связан с эффектами спиновой поляризации [21]. При этом неспаренный электрон катиона меди, с одной стороны, спин-поляризует пару электронов, расположенную на 3s-орбитали. Дело в том, что только s-орбитали имеют ненулевое значение волновой функции на ядре, что позволяет взаимодействовать магнитным моментам ядра и локализованной в его окрестности электронной спиновой плотности. Возникновение последней происходит из-за стремления неспаренного электрона, расположенного на магнитной d-орбитали притянуть к себе электрон s-пары с одинаковой ориентацией проекции спина в соответствии с правилом Хунда.



**СЛАБЫЕ ОБМЕННЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МЕЖДУ ПАРАМАГНИТНЫМИ ИОНАМИ
В МОНОМЕРНЫХ БИЯДЕРНЫХ КОМПЛЕКСАХ АЦИЛДИГИДРАЗОНОВ**

С другой стороны, неспаренный электрон по аналогичному механизму спин-поляризует цепочку σ -связей полиметиленового мостика, проводя к возникновению на атомах углерода некомпенсированной спиновой плотности.



Взаимодействие двух встречных потоков альтернирующей спиновой плотности, по-видимому, лежит в основе механизма реализации слабых обменных взаимодействий между парамагнитными центрами через алифатический мостик. Сильно выраженная температурная зависимость исследуемых явлений свидетельствует о том, что в значительной мере эффективной спин-поляризации полиметиленовой цепочки может способствовать нарушение ортогональности ее МО при тепловых колебаниях связей углерод-углерод. Поскольку обменные взаимодействия через полиметиленовую цепочку проявляются и в замороженных растворах, нарушением ортогональности МО за счет быстрого вращения вокруг связей углерод-углерод [21] можно пренебречь.

Альтернативным механизмом, объясняющим слабые обменные взаимодействия на большие расстояния, может служить делокализация неспаренных электронов по полиметиленовой цепочке за счет включения АО атомов углерода в магнитные МО комплекса. По крайней мере, квантово-механические расчеты димеров, в которых спин-спиновые обменные взаимодействия между катионами меди(II) реализуются через короткие цепочки σ -связей свидетельствуют в пользу данного предположения [22].

Список литературы

1. Ю.В. Ракитин, Г.М. Ларин, В.В. Минин. Интерпретация спектров ЭПР координационных соединений. М.: Наука, 1993. – 399 с.
2. Kahn O. Zwiikernkomplexe mit vorhersagbaren magnetischen Eigenschaften. //Angew. Chem. – 1985. – Bd. 97. – S. 837-853.
3. Foster K.A., Brown D.R., Timken M.D., Van Derveer D.G., Belford R.L., Barefield E.K. EPR Evidence for magnetic exchange through a four-carbon aliphatic bridge in a binuclear copper(II) complex. //J. Coord. Chem. – 1988. – V.19. – P. 123-137.
4. Smith T.D., Pilbrow Y.R. //Coord. Chem. Rev. - 1974. - V.13. - № 2/3. - P. 173.
5. Ларин Г.М., Умаров Б.Б., Минин В.В., Ракитин Ю.В., Юсупов В.Г., Парпиев Н.А., Буслаев Ю.В. Антиферромагнитный обмен по цепочке σ -связей в биядерных комплексах меди(II). //Докл. АН СССР. - 1988. - Т. 303. - С. 139-144.
6. Шульгин В.Ф., Сарнит Е.А., Зуб В.Я., Ларин Г.М. Изучение обменного взаимодействия между катионами меди в комплексах с дигидразонами ацетилацетона и дикарбоновых кислот. //Ученые записки Симферопольского государственного университета. - 1998. - № 7(46). – С. 190-195.
7. Ларин Г.М., Шульгин В.Ф., Сарнит Е.А., Ракитин Ю.В. Слабые обменные взаимодействия в комплексах меди с дигидразонами ацетилацетона и дикарбоновых кислот. //Координатная химия. – 1999. – Т.25. - № 5. – С. 356-358.
8. Ларин Г.М., Шульгин В.Ф., Мельникова Е.Д., В.Я. Зуб, Ракитин Ю.В. Исследование методом ЭПР слабых обменных взаимодействий в биядерных комплексах меди(II) с ацилдигидразонами фторированных β -дикетонов. //Известия РАН. Серия химическая. – 2002. - № 4. – С. 585-589.

9. Ларин Г.М., Минин В.В., Ракитин Ю.В. Идентификация методом ЭПР очень слабых обменных взаимодействий в биядерных комплексах меди. //Неорган. материалы. - 1994. - Т. 30. - № 11. - С. 1424-1428.
10. Шульгин В.Ф., Сарнит Е.А., Ларин Г.М. Координационные соединения меди(II) с бис(салицилиден)гидразонами дикарбоновых кислот. //Коорд. химия. - 1998. - Т.24. - № 3. - С. 222-227.
11. Larin G.M., Shul'gin V.F., Sarnit E.A. Weak long-range spin-spin exchange interaction in a copper(II) complex. //Mendeleev Commun. - 1999. - № 4. - P. 129-130.
12. Ларин Г.М., Шульгин В.Ф., Сарнит Е.А. Структура и спектр ЭПР биядерного комплекса меди(II) с бис(салицилиден)гидразоном глутаровой кислоты. //Журн. неорган. химии. - 2000. - Т. 45. - № 6. - С. 1007-1012.
13. Шульгин В.Ф., Сарнит Е.А., Ларин Г.М., Зуб В.Я. Синтез и исследование методами спектроскопии ЭПР внутрикомплексных соединений меди(II) с арилзамещенными салицилиденгидразонами дикарбоновых кислот. //Укр. хим. журн. - 2000. - Т. 66. - № 11. - С. 10-13.
14. Ларин Г.М., Шульгин В.Ф., Сарнит Е.А., Ракитин Ю.В. Исследование методом ЭПР слабых обменных взаимодействий в биядерных комплексах меди(II) с салицилиденгидразонами. //Известия РАН. Серия химическая. - 2001. - № 5. - С. 777-783.
15. В.Ф. Шульгин, А.Н. Гусев, Г.М. Ларин, В.Я.Зуб. Исследование слабых обменных взаимодействия в биядерных мономерных комплексах меди(II) с ацилдигидразонами 2-оксиацетофенона методами спектроскопии ЭПР. //Известия РАН. Серия химическая. - 2002. - № 12 (В печати).
16. В.Ф. Шульгин, А.Н. Гусев, Г.М. Ларин, В.Я.Зуб. Синтез и исследование спектров ЭПР комплексов меди(II) с ацилдигидразонами 5-метил-2-гидроксиацетофенона и 5-хлор-2-гидроксиацетофенона. //Известия РАН. Серия химическая. - 2003. (В печати).
17. В.Ф. Шульгин, А.Н. Гусев, Г.М. Ларин, В.Я.Зуб. Кристаллическое строение и спектры комплексов меди(II) с ацилдигидразонами 2-гидроксипропиофенона. //Известия РАН. Серия химическая. - 2003. (В печати).
18. В.Ф. Шульгин, С.М. Златогорский, Г.М. Ларин, В.Я. Зуб. Синтез и исследование биядерных мономерных комплексов ванадила с ацилдигидразонами салицилового альдегида. //Известия РАН. Серия химическая. - 2002. - № 12 (В печати).
19. R.L. Belford, N.D. Chasteen, H. So, R.E. Tapscott. Triplet State of Vanadyl Tarttate Binuclear Complexes and Electron Paramagnetic Resonance Spectra of the Vanadyl α -Hydroxycarboxylates. //J. Amer. Chem. Soc. - 1969. - V. 91. - No 17. - P. 4675 - 4680.
20. S. Mondal, P. Ghosh, A. Chakravorty. A Family of α -Amino Acid Salicylaldimimates Incorporating the Binuclear $V_2O_3^{3+}$ Core: Electrosynthesis, Structure, and Metal Valence. //Inorg. Chem. - 1997. - V. 36. - No 1. - P. 59 - 63.
21. Г.М. Ларин. Делокализация электронов в координационных соединениях. // Координац. химия. - 1992 - Т. 18. - № 7. - С. 699 - 728.
22. J.C. Colin, T. Mallah, Y. Journaux, F. Lloret, M. Julve, C. Bois. Through-Bond Exchange Coupling and Triplet Excitons in Dinuclear Copper(II) Macrocyclic Complex. //Inorg. Chem. - 1996. - V. 35. - No 14. - P. 4170-4176.

Поступила в редакцию 20.10.2002 г.

Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернальского
Серия «Биология, химия». Том 16 (55). 2003 г. №1. С. 113-118.

УДК 628.16

И. Н. Юркова, В. Р. Эстрела-Льопис

КОНДУКТОМЕТРИЧЕСКИЙ АЛЬГОТЕСТ КАЧЕСТВА ВОДНОЙ СРЕДЫ

В связи с возрастающим загрязнением водных сред токсичными веществами (тяжелые металлы, пестициды, ПАВ и др.) в последние годы все большее внимание уделяется методам биоиндикации и биотестирования качества природных и сточных вод.

Хотя все известные биологические методы тестирования водных сред уступают химическим и физико-химическим методам в селективности и чувствительности, они менее сложны и трудоемки, а, главное, учитывают биологический эффект загрязнения (физиологически активные формы токсичных веществ). Поэтому объективная оценка качества воды лишь на основании результатов химических и физико-химических методов анализа часто бывает затруднена. Это приводит к неправильной оценке экологической опасности содержания токсичных веществ в воде [1]. Разработка и применение биологических методов анализа качества воды, основанных на определении физиологических форм токсичных веществ, является необходимым дополнением для получения более полной и объективной санитарно-гигиенической оценки качества воды, а в ряде стран (США, Англия, Япония и др.) биотестирование служит составной частью обязательных методов мониторинга водной среды, причем его признают основным показателем токсичности [2].

Применяемые для оценки физиологических процессов кондуктометрические измерения суспензий живых клеток связаны с определенными трудностями, с одной стороны, осмотической реакцией клеток и, с другой, влиянием прижизненных клеточных выделений. Это приводит к изменению электропроводности дисперсионной среды и суспензии клеток во времени [3].

Ранее [4] нами была исследована возможность оценки интегрального показателя интенсивности обменных процессов клетки на основании определения электропроводности дисперсионной среды после удаления из нее клеток. Изменения электропроводности зависели от физиолого-биохимической активности и возраста культуры. Наибольшее изменение соответствовало концу экспоненциальной фазы роста, когда наблюдалось максимальное выделение внеклеточных ионогенных метаболитов.

Цель настоящих исследований заключалась в разработке биотеста токсичности водных сред, основанного на кондуктометрических измерениях дисперсионной среды после контакта с клеточной биомассой.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве тест-объекта для определения токсичности водной среды использовали зеленую микроводоросль *Chlorella vulgaris* ЛАРГ-3. Альгологически чистую культуру выращивали в люминостатае при круглосуточном освещении

лампами ЛД-20 в накопительном режиме при 36-38⁰ С на питательной среде Тамий [5] в течение 6 суток (конец экспоненциальной фазы роста).

Выбор объекта был связан с тем, что для мониторинга водоемов в большой степени важен контроль физиологического состояния микроводорослей, являющихся первичным звеном трофических цепей, создающих материальную основу для дальнейшего превращения веществ и энергии в водных экосистемах. Кроме того, указанный штамм является промышленным и имеет высокую скорость роста, легко культивируется и не зависит от сезонных колебаний.

В качестве токсикантов использовали растворы солей тяжелых металлов: CuSO₄·5H₂O, CdSO₄·8/3H₂O, K₂Cr₂O₇, AgNO₃ в концентрации от 0,05 мг/л до 5 мг/л (по металлу).

Для проведения кондуктометрического теста суспензию (от 0,4 до 2,0 г а.с.в./дм³) отделяли от культуральной среды, а затем ресуспендировали в дисперсионной среде заданного состава, электропроводность K₀ которой предварительно фиксировали. Из общего объема суспензии отбирали пробы через определенные промежутки времени и определяли в фильтрате электропроводность K₁. Относительное ΔK/K₀, где ΔK=K₁-K₀, изменение электропроводности среды после ее контакта с клетками определяет величину кондуктометрического теста. Электропроводность растворов определяли с помощью моста переменного тока Р-577 и ячейки со строго фиксированными расстояниями между электродами и фиксированным положением электродов в ячейке [6].

Эксперимент проводился по 2-м этапам:

1. Исследование влияния различных концентраций токсикантов на изменение электропроводности дисперсионной среды (растворов токсикантов в дистиллированной воде) после контакта с биомассой.

2. Для исследования реальных водных сред (природные и сточные воды), удельная электропроводность которых составляет 10⁻⁴-10⁻² Ом⁻¹/см⁻¹, растворы токсикантов получали на фоне 10⁻³ М KCl. Биомассу микроводорослей предварительно экспонировали в модельных растворах токсикантов, а затем ресуспендировали в дисперсионной среде заданного состава электролита, после чего ее отделяли и в дисперсионной среде определяли электропроводность K₁.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Для определения оптимальных условий биотестирования было исследовано влияние концентрации биомассы и времени экспозиции на изменение электропроводности дистиллированной воды в качестве дисперсионной среды. Перепад концентрации электролита при введении клеток хлореллы из концентрированной питательной среды в дистиллированную воду приводит к осмотическому шоку, резко усиливающему выделение клеткой в среду метаболитов. Как видно из данных, представленных на рис.1, изменение удельной электропроводности пропорционально концентрации биомассы (углы наклона начальных участков кривых). Первый, более крутой участок кривых связан с осмотическими явлениями. Второй, пологий, соответствует стационарному состоянию. С ростом концентрации клеток наклон этого участка кривых

уменьшается, что свидетельствует о взаимном влиянии (угнетении) клеток. Пороговая концентрация клеток, выше которой заметно проявляется их взаимное угнетение, составляет 1 г.а.с.в./дм³ (рис. 1, кривая 2).

При экспозиции биомассы клеток хлореллы в растворах, содержащих токсичные ионы тяжелых металлов, увеличение удельной электропроводности дисперсионной среды (исходные растворы металлов) по сравнению с контролем (дистиллированная вода) наблюдалось уже после 5 минут контакта, а к 30 минутам достигало 40-150 % (рис. 2). При этом максимальный прирост электропроводности наблюдался в растворах серебра (кривая 4) и далее следовал в ряду: медь > хром > кадмий.

Наибольший эффект соответствовал концентрации меди, хрома и кадмия 0,05-1,0 мг/дм³, когда электропроводность исходных растворов металлов мала по сравнению с дистиллированной водой. Для серебра этот интервал увеличивается вплоть до максимальной концентрации 5 мг/дм³, что в значительной мере связано с более низкой электропроводностью растворов однозарядного иона серебра по сравнению с остальными двузарядными ионами, а также высоким олигодинамическим действием серебра.

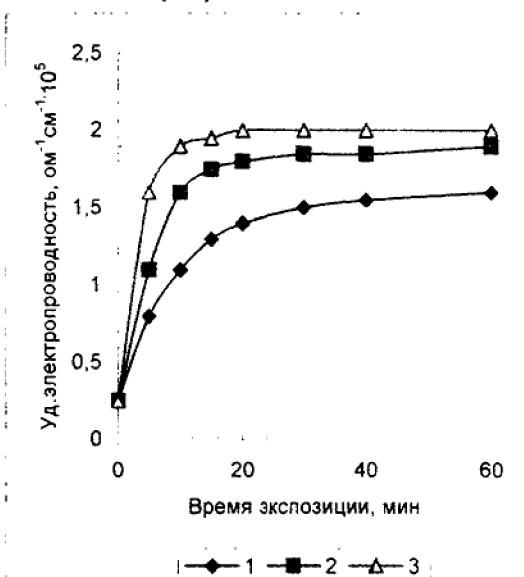


Рис. 1. Влияние времени экспозиции биомассы *Chlorella vulgaris* ЛАРГ-3 на удельную электропроводность дисперсионной среды (дистиллированная вода):
1 - концентрация биомассы 0,4 г.а.с.в./дм³; 2 - 1,0 г.а.с.в./дм³; 3 - 2,0 г.а.с.в./дм³.
Исходная удельная электропроводность $0,25 \cdot 10^{-5} \text{ ом}^{-1} \text{ см}^{-1}$.

Однако эти же экспериментальные данные, представленные в виде относительного изменения электропроводности $\Delta K/K_0$ (рис. 3), показывают, что вначале наблюдается увеличение эффекта в интервале концентраций меди, хрома и кадмия 0,05-0,2 мг/дм³, а серебра – до 1,0 мг/дм³, а затем – понижение, что связано с возрастанием электропроводности исходных растворов металлов от их

концентрации, т.е. уменьшением градиента концентрации между внутренним содержимым клетки и внешней средой. Поэтому исследование токсичного воздействия на клетку веществ, вносящих значительный вклад в электропроводность, более корректно проводить на дисперсионных средах с одинаковой исходной электропроводностью.

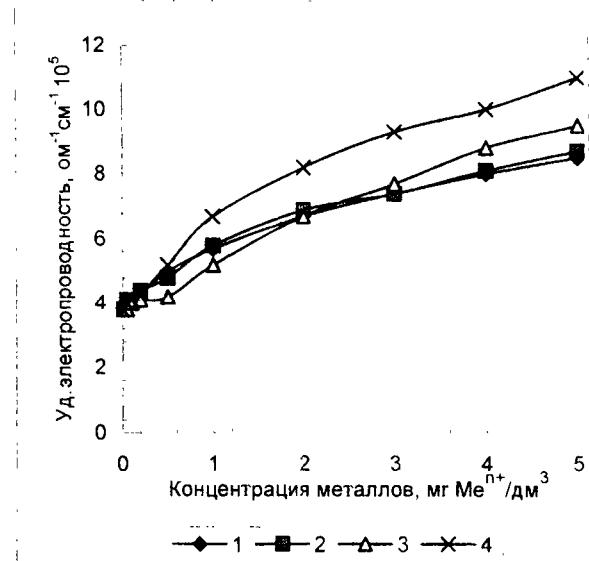


Рис. 2. Влияние концентрации ионов тяжелых металлов на удельную электропроводность дисперсионной среды (исходные растворы металлов) после контакта с биомассой *Chlorella vulgaris* ЛАРГ-3: 1 – кадмий; 2 – хром; 3 – медь; 4 – серебро. Время экспозиции 30 минут.

Этот вывод подтверждается результатами, полученными на средах, моделирующих реальные природные и сточные воды (этап 2), фоновым электролитом в которых служил раствор 10^{-3} М KCl. Как видно из данных, представленных на рис. 4, после 30-минутного контакта дисперсионной среды (дистиллированная вода) с биомассой, предварительно экспонированной в течение 30 минут в растворах солей исследуемых металлов, $\Delta K/K_0$ увеличивается до 117%.

Известно [7], что ионы тяжелых металлов вызывают нарушения барьерных функций цитоплазматической мембраны, что приводит к нарушениям концентрационных градиентов и выходу электролитов из клетки. Изменения проницаемости мембранны связывают с конформационными изменениями фосфолипидных глобул мембран, механизм которых пока не установлен [8]. Полученные нами результаты изменения электропроводности дисперсионной среды после контакта клеток с ионами тяжелых металлов, с одной стороны, подтверждают нарушение проницаемости цитоплазматической мембраны, а, с другой, могут свидетельствовать о защитных механизмах микроорганизмов к токсичным веществам, связанных с усилением выделения экзогенных полисахаридов, образующих с ионами тяжелых металлов комплексы, менее токсичные, чем свободные ионы [9].



Рис. 3. Влияние концентрации ионов тяжелых металлов на относительное изменение электропроводности дисперсионной среды $\Delta K/K_0$ (исходные растворы металлов) после контакта с биомассой *Chlorella vulgaris* ЛАРГ-3:
1 – кадмий; 2 – хром; 3 – медь; 4 – серебро. Время экспозиции 30 минут.

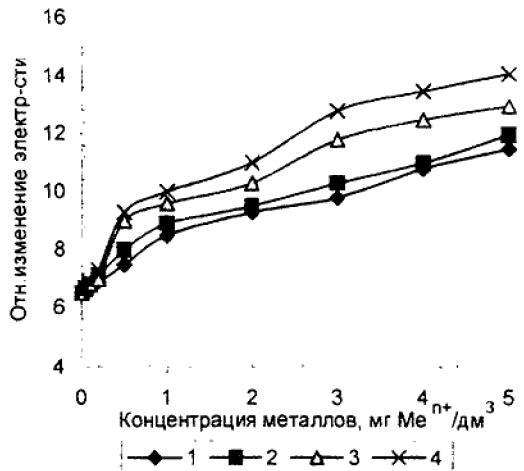


Рис. 4. Влияние концентрации ионов тяжелых металлов на относительное изменение электропроводности дисперсионной среды $\Delta K/K_0$ (дистиллированная вода) после 30-минутной экспозиции биомассы *Chlorella vulgaris* ЛАРГ-3. Время предварительной экспозиции биомассы в растворах металлов 30 минут.
1 – кадмий; 2 – хром; 3 – медь; 4 – серебро.

Как нами было показано ранее [4] на примере микроводорослей и микроорганизмов других таксономических групп (бактериях и дрожжах), в

присутствии коллоидных и ионных металлов (меди, кадмия, серебра, золота, платины) увеличивается выделение экзогенных полисахаридов, которые являются ионогенными полиэлектролитами и вносят значительный вклад в электропроводность общих внеклеточных метаболитов. Кроме того, комплексы некоторых ионов металлов (например, золота и меди) обладают меньшей сорбционной активностью по сравнению со свободными ионами [10].

Изменение проницаемости цитоплазматической мембранны клеток под влияние неблагоприятных факторов внешней среды, в том числе тяжелых металлов, является первичным звеном неспецифической ответной реакции организма на внешнее воздействие. Наблюдаемые при этом изменения электропроводности дисперсионной среды характеризуют происходящие интегральные изменения в клетке и предшествуют появлению видимых симптомов поражения клеток, когда изменения в клетке не носят еще необратимый характер.

Таким образом, предложенный кондуктометрический биотест позволяет легко контролировать не только влияние тяжелых металлов, но и других токсичных веществ, содержащихся в водных средах, на физиолого-биохимическую активность микроводорослей и может быть использован для ранней диагностики токсиканта. В качестве тест-объектов возможно применение микроорганизмов других таксономических групп, например, морских микроводорослей в биомониторинге качества морских вод, загрязненных тяжелыми металлами.

Список литературы

1. Методы биоиндикации и биотестирования природных вод. – Л.:Гидрометиздат, 1987. – С 19.
2. Методы биологических исследований по водной токсикологии. – М., 1971. – 217с.
3. Андреев В.С. Кондуктометрические методы и приборы в биологии и медицине. -- М.:Медицина. 1973. – 335с.
4. Эстрела-Льопис В.Р., Овчаренко Ф.Д., Юркова И.Н. Диффузионный слой внеклеточных метаболитов, сверхдальновоздействие и избирательная гетерокоагуляция минеральных частиц и микроорганизмов // Физ.-хим. механика и лиофильность дисп. систем. – 1991. В. 22. – С. I-11
5. Владимирова М.Г., Семененко В.Е. Интенсивная культура одноклеточных водорослей. – М.: МГУ, 1962. – 45с.
6. Лопатин Б.А. Кондуктометрия. – Новосибирск : Изд-во СО АН СССР, 1964. – 112с.
7. Иванов А.Ю., Фомченков В.М., Хасанова Л.А. Токсическое действие гидроксилированных ионов тяжелых металлов на цитоплазматическую мембрану бактериальных клеток // Микробиология. – 1997. – Т.66. – № 5. – С.89-91.
8. Приходько Н.В. Изменение проницаемости клеточных мембран как общее звено механизмов неспецифической реакции растения на внешнее воздействие //Физиол. и биохимия культур. раст. – 1977. – Т.9. – № 3. – С.301-309.
9. Таширев А.Б. Взаимодействие микроорганизмов с металлами //Микробиол. журн. – 1995. – Т.57. – № 2. – С.95-101.
10. Эстрела-Льопис В.Р. Внеклеточные биополимеры *Chlorella vulgaris* Beijer. ЛАРГ-3 (*Chlorophyta*) в биоколлоидных и биосорбционных процессах извлечения металлов из водных суспензий и растворов // Альгология. – 1999. – Т.9. – № 2. – С.166.

Поступила в редакцию 20.10.2002 г.

Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского
Серия «Биология, химия». Том 16 (55). 2003 г. №1. С. 119-121.

УДК: 544.6.504

B. V. Крымова, N. A. Сурова

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ИНВЕРСИОННОЙ ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИИ
НА ГРАФИТОВОМ ЭЛЕКТРОДЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ
ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРЕСНОВОДНЫХ И МОРСКИХ ЭКОСИСТЕМ
ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ**

В настоящее время электрохимические методы анализа, а особенно инверсионная вольтамперометрия (ИВА) на твердых электродах получили широкое распространение для контроля за экологическим состоянием объектов окружающей среды в связи с достаточной точностью (относительная погрешность 10%), селективностью, чувствительностью (до 10^{-12} - 10^{-14} моль/л), универсальность простотой приборного обеспечения. Метод ИВА позволяет определять большое количество металлов-загрязнителей: Cu, Pb, Bi, Sb, As, Ca, Zn, Ag, Te, Cd, Ge, Hg, He, N, Co, Fe, и др. [1]. Как показывает опыт в настоящее время этот метод широко применяется для контроля за состоянием водных объектов, почвы и биологических материалов, что позволяет делать заключение по состоянию экосистемы в целом и проследить пути поступления и возможности накопления поллютантов.

Основная проблема контроля состояния вод связана со сложностью и изменчивостью во времени состава контролируемых объектов. Водный раствор, особенно морская вода, содержит, как правило, множество разнообразных неорганических и органических (ПАВ, остатки кислот и др.) веществ, которые токсичны и сами могут вступать в химическое взаимодействие с определяемыми элементами, т.е. образуют со временем различные химические формы веществ, что дает возможность определять всю совокупность загрязнителя в целом. Кроме того часть металлов со временем откладывается в донные осадки и тоже выводится из системы. Однако известно, что наиболее ядовита свободная форма ионов металлов, которая хорошо определяется электрохимическим методом. Экологическое состояние прибрежной части Черного моря свидетельствует о сильной антропогенной нагрузке на систему и не располагает к полноценному использованию его в целях отдыха и оздоровления [2]. Состояние пресноводных экосистем, которые являются природно-ресурсным потенциалом региона тоже вызывают опасения. Особую угрозу представляет загрязнение подземных родниковых источников, которые являются эталоном оценки химического состава грунтовых и подземных вод [3].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Нами использован метод ИВА на графитовом электроде для оценки загрязнения пресноводных источников предгорного Крыма (72 источника на охраняемых территориях заповедников) и урбанизированных территориях и содержание цинка, кадмия, свинца и меди.

Исследования проводили на поляграфе ПУ-1 - из одной аликвоты на ацетатном фоне в режиме инверсионной вольтамперометрии. С химической точки зрения определение содержания тяжелых металлов в пресной воде методом ИВА не вызывает сомнения, поскольку, если нет значительного загрязнения органическими формами, которые мешают определению, то определяются все электрохимически активные формы элементов. В тоже время сложные химические процессы (комплексообразование, осаждение и т.д.) происходящие в морской воде [1] значительно осложняют определение непосредственно ядовитой формы металла. Для получения экологической обстановки пресноводных экосистем нами были исследованы пробы родниковых источников на охраняемых территориях (монастыри, горный массив Карадага, урочище Кизил-Коба, гора Демерджи, Бабуган-яла) и урбанизированных территориях (Симферополь, Симферопольский район, пгт. Богатое).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные результаты методом ИВА четко показали (на уровне 10^{-10} моль/л чувствительности) отсутствие кадмия в заповедных источниках и появление его в пробах в пределах ПДК - 0,01 мг/л в осенний период, что возможно в результате смыва фосфорных удобрений и выпадением с атмосферными осадками. Однако в источнике на территории Симферополя, расположенного в урбанизированном районе наблюдалось летнее превышение (22 ПДК).

Медь в большинстве источников не обнаружена, а содержание цинка не превышает ПДК = 1 мг/л [4], кроме колодезной воды Карадагской биостанции (в 1,5 ПДК) и источника в г. Симферополе (12ПДК), что последнем случае указывает на антропогенное воздействие. Прослеживается повышенное содержание свинца в пробах открытых скважин и родников, находящихся у дорог и в населенных пунктах.

Полученные данные показали, что наиболее чистыми являются источники, расположенные на территории монастырей в Старом Крыму, мыс Фиолент, Бахчисарайский район, а также дальние горные источники, что бесспорно может служить косвенным доказательством чистоты подземных вод.

Очень наглядное доказательство целесообразности применения метода ИВА для морских экосистем было получено при изучении сезонности загрязнения побережья в районе г. Севастополя. Наблюдения проводили на участке от поселка Учкуевка до бухты Северная ежемесячно.

Среднемесячное содержание свинца в морской воде достигало до 8,10 мг/л, кадмия - до 0,18 мг/л в летние месяцы, когда наиболее активизировано антропогенное поступление их в морскую воду. Аналогичная картина для цинка и меди. Однако превышения ПДК по этим металлам не наблюдалось. Замечены

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ИНВЕРСИОННОЙ ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИИ
НА ГРАФИТОВОМ ЭЛЕКТРОДЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРЕСНОВОДНЫХ
И МОРСКИХ ЭКОСИСТЕМ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ**

закономерности неравномерного содержания элементов в прибрежной части и внутренней акватории, что очевидно зависит от водообмена с открытой частью моря.

Можно отметить то, что методом ИВА при постоянном исследовании концентраций тяжелых металлов, а также химического солевого состава возможно выявить источники поступления и распределения химических форм антропогенного элемента [1].

Расчет относительной погрешности метода по всем металлам показал, что $Sr<0,1$. Методика достаточно селективна и экспрессна [5].

Список литературы

1. Электроаналитические методы в контроле окружающей среды/Под ред. Е.Я. Неймана. - М.: Химия, 1990. - 238 с.
2. Современное состояние загрязнения вод Черного моря/Под ред. Т.И. Симонова, т.4. В.3. Черное море. - Севастополь, 1996. - 228 с.
3. Экологическая химия/Под ред. Ф. Корте. - М.: Мир, 1997. - 395 с.
4. Контроль химических и биологических параметров окружающей среды/Под ред. П.К. Исаева. - С.-Пет.: Экометрия, 1998. - 851 с.
5. Сурова Н.А. Исследование возможности совместного определения токсичных металлов на компьютеризированной вольтамперометрической системе в объектах окружающей среды/Ученые записки СГУ. - №7(46). - С. 175-178.

Поступила в редакцию 12.09.2002 г.

УДК 544.473.039

Е. Д. Першина, И. В. Алексашкин, А. И. Стрижевский

КАТАЛИТИЧЕСКОЕ РАЗЛОЖЕНИЕ H_2O_2 В ЩЕЛОЧНОЙ СРЕДЕ В ПРИСУТСТВИИ ИОНОВ МЕДИ (II)

Механизмы каталитического распада пероксида водорода в присутствии меди (II) весьма чувствительны к величине pH раствора. Поэтому, несмотря на многочисленные исследования в этой области, полученные результаты весьма неоднозначны и имеют различную трактовку [1]. Кроме того известно, что щелочная среда способствует диссоциации H_2O_2 и росту концентрации HO_2^- -ионов, дестабилизации H_2O_2 в растворе и увеличению доли ион-радикальной составляющей в механизме распада. Некоторое увеличение (до 0,1 моль/л) концентрации OH^- -ионов повышает скорость разложения H_2O_2 , после чего начинается ее спад [2], что может быть связано со сменой механизма распада (снижением роли чисто радикальной составляющей). Это подтверждается в работах [3], где изучен распад H_2O_2 в присутствии ловушек свободных радикалов: реакция протекает наиболее быстро по цепному механизму с участием радикалов HO^\bullet , O^\bullet и O_2^\bullet при pH 11,6. В связи с этим изучение кинетических закономерностей процесса каталитического разложения пероксида водорода ионами меди(II) в концентрации, не превышающей 10^{-1} М, при значениях pH от 7 до 12, находящихся в коллоидно-дисперсной и растворимой фазе, а также интерпретация полученных результатов представляет несомненный интерес. А учитывая характер реагента (иона металла), с которым H_2O_2 образует переходный комплекс, можно прогнозировать возможность разрыва О—О связи, то есть соотношение в активных продуктах гидроксильного и супероксидного радикалов. При этом акцепторные свойства перекисных соединений проявляются в результате перехода электронов от реагентов на свободную разрыхляющую p^* -орбиталь перекисной связи. Донорные свойства связаны с возможностью передачи акцепторам с 2p-несвязывающих орбиталей перекисей. Проявление донорных и акцепторных свойств перекисных соединений предлагают считать основой для деления их реакций на два типа [4]. По данной классификации реакции с участием комплексов меди (II) принято относить ко второму типу. Реакции 2-го типа происходят при переходе электрона с несвязывающей p-орбитали перекиси водорода, пергидроксильного иона на свободную орбиталь партнера реакции. Такой акцепторной орбиталью являются d-орбитали соединений переходных элементов. В этих реакциях очень вероятно одноэлектронное восстановление с образованием пергидроксильного радикала. Именно эти пероксокомплексы меди могут быть обнаружены спектрофотометрическим методом и учтены в исследованиях превращений пероксида водорода.

КАТАЛИТИЧЕСКОЕ РАЗЛОЖЕНИЕ H₂O₂ В ЩЕЛОЧНОЙ СРЕДЕ В ПРИСУТСТВИИ ИОНОВ МЕДИ (II)

Коллоидные катализаторы, на основе солей меди(II) стабилизированные 0,5%-ным крахмалом, готовили по методике, описанной в работе [5], достоинством которого, является возможность отслеживания его состояния при взаимодействии с H₂O₂ спектрофотометрически: 0,5 г крахмала растворяли в 100 мл горячей воды, прибавляли после охлаждения аликвоту раствора сульфата меди, при интенсивном перемешивании доводили до нужного значения pH. Спектрофотометрические измерения проводили на спектрофотометре «Specord UV VIS» (ошибка измерения ± 3%). Стабилизированный коллоидный катализатор изучался в УФ области и в видимой области [3]; pH реакционных смесей доводили до нужного значения добавлением рассчитанного количества HNO₃ или NaOH. Измерения pH проводили на pH-метре ELWRO PRLT-517 (Польша) с точностью ± 0,01 ед.

Каталитическую активность форм меди(II) изучали газо-волюметрическим методом [6]. Скорость разложения пероксида водорода определяли измерением объема выделившегося кислорода во времени ($\Delta V(O_2)/\Delta t$). Результаты измерения объемов кислорода приводили к стандартным условиям с учетом парциального давления насыщенного водяного пара. Процесс проводили в статическом режиме. Эксперимент считали законченным, когда объем выделившегося газа, составлял больше половины теоретически рассчитанного. Предельный объем выделившегося кислорода (V_∞) при полном разложении пероксида водорода рассчитывался по следующей формуле [7]:

$$V_\infty = \frac{C_n \cdot V_n}{2} \cdot 22400, \quad (1)$$

где C_n – концентрация H₂O₂, моль/см³; V_n – объем раствора, вводимый в реакционный сосуд, см³.

Частный порядок по пероксиду водорода в литературных источниках признается равным единице [4-5]; однако картина часто осложняется образованием пероксидных комплексов [8]. Если учесть, что реакция разложения пероксида водорода в области низких концентраций в соответствии с кинетическим уравнением протекает по первому порядку, то скорость разложения можно записать как

$$\frac{d[H_2O_2]}{dt} = -k_1[H_2O_2], \quad (2)$$

где k₁ – константа скорости [с⁻¹], [H₂O₂] – концентрация пероксида водорода, t – время.

При этом реальное снижение концентрации H₂O₂ считается пропорциональным накоплению кислорода в волюметрической системе.

В результате эксперимента установлено, что при добавлении H₂O₂ к суспензии катализатора (при pH системы 7-8) наблюдается подкисление реакционной смеси со снижением pH на 0,4-0,5 ед., а к моменту полного разложения H₂O₂ pH раствора приобретает исходное значение. Выходы O₂ соответствовали количеству введенного в систему H₂O₂, что свидетельствует об отсутствии процессов окисления крахмала.

Средние значения констант скоростей реакции разложения пероксида водорода при различных значениях pH, определенные из серии параллельных опытов,

находили в соответствии с кинетическим уравнением реакций первого порядка. Для расчета энергии активации процесса разложения пероксида водорода были измерены константы скорости в диапазоне температур 20–60°C.

Полученные величины констант скоростей (20°C), а также значения энергии активации в зависимости от различных значений pH среды сведены в табл. 1.

Таблица 1.
Величины констант скоростей (20° С) и энергии активации процесса разложения H_2O_2
в присутствии гидроксоформ меди(II)

	F _{pH}					
	7	8	9	10	11	12
$k \cdot 10^5$ (с ⁻¹)	3,4±0,03	9,4±0,04	---	11,9±0,03	---	15,3±0,05
E _a , кДж/моль	63±0,3	66±0,6	---	67±0,3	---	56±0,8
Формы меди(II)	$\text{Cu}_2(\text{OH})_2^{2+}$			$\text{Cu}(\text{OH})_2$	$\text{Cu}(\text{OH})_3^-$ $\text{Cu}(\text{OH})_4^{2-}$	

При анализе полученных результатов на себя обращает внимание факт максимума величины константы скорости реакции (k) разложения пероксида водорода, наблюдаемый с ростом pH от 9 до 12, а также увеличение значения энергии активации реакции при pH 10. При данных значениях pH еще наблюдается преобладание гетерогенной составляющей $\text{Cu}(\text{OH})_2$. Эти результаты указывают на усложнение течения распада за счет участия в реакции различных соединений меди(II).

Таблица 2.
Доли (%) различных форм гидроксокомплексов меди (II) в 0,001 М растворе при pH 5–10

pH соедин.	5	6	7	8	9	10
Cu^{2+}	99,75	97,5	79,5	24,08	1,2	$1,27 \cdot 10^{-2}$
$\text{Cu}(\text{OH})^+$	0,25	2,45	20,0	62,6	30,23	3,2
$\text{Cu}(\text{OH})_2$	$5,48 \cdot 10^{-5}$	$5,35 \cdot 10^{-5}$	0,43	13,24	66	71,3
$\text{Cu}(\text{OH})_3^-$	0	0	0,07	$4,8 \cdot 10^{-2}$	2,4	25,4
$\text{Cu}(\text{OH})_4^{2-}$	0	0	0	$6,02 \cdot 10^{-7}$	$3,02 \cdot 10^{-4}$	$3,2 \cdot 10^{-2}$

Известно, что форма нахождения меди (II) в растворе сильно зависит от величины pH. По литературным данным [9] в 10^{-3} М растворе при определенных значениях pH преобладают следующие соединения, представленные в таблице 2.

В диапазоне pH от 10 основными формами, катализирующими распад пероксида водорода, являются $\text{Cu}(\text{OH})_3^-$ и $\text{Cu}(\text{OH})_4^{2-}$. Кроме того, надо отметить склонность ионов меди (II) в щелочной среде к образованию коллоидно-дисперсных

КАТАЛИТИЧЕСКОЕ РАЗЛОЖЕНИЕ H_2O_2 В ЩЕЛОЧНОЙ СРЕДЕ В ПРИСУТСТВИИ ИОНОВ МЕДИ (II)

систем достаточно устойчивых во времени. В таблице 2 представлены доли (%) основных гидроксоформ меди(II), рассчитанные для значений pH 5–10.

Основной вклад в кинетику реакции распада пероксида водорода вносит не гетерогенная, а гомогенная составляющая. И приоритетную роль в данном случае играет концентрация катализатора.

Образование свободных радикалов при катализитическом разложении пероксида водорода обычно устанавливают методом ингибиторов. При наличии свободных радикалов на кинетических кривых появляется период индукции. В наших опытах добавки β-нафтола в концентрации 10^{-5} моль/л не приводили к уменьшению скорости реакции, что свидетельствует о преобладании молекулярного механизма реакции.

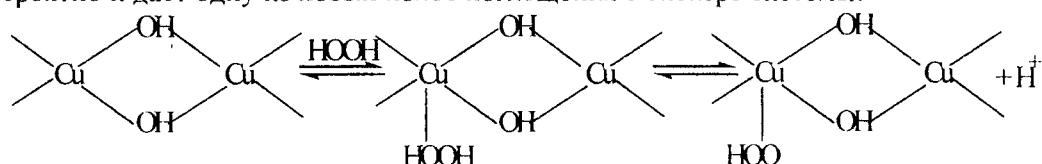
Коллоидный раствор Cu(OH)₂: при pH 7–11 имеет полосы поглощения при 250 ($\varepsilon = 2500 \text{ лмоль}^{-1} \text{ см}^{-1}$) и 720 нм ($\varepsilon = 40 \text{ лмоль}^{-1} \text{ см}^{-1}$) [5]. При добавлении H₂O₂ в количестве 0.001 моль/л независимо от pH появляются новые полосы при 280 и 350 нм. А интенсивность поглощения во всей области спектра существенно увеличивается (рис. 1, кривая 3). После введения H₂O₂ оптическая плотность при 280 нм падает, а при 350 нм растет (кривые 2, 3). Через 10 минут реакции наблюдается резкое понижение оптической плотности раствора. Надо отметить, что в системе, содержащей пероксид водорода, не наблюдается повышение оптической плотности при 540 нм, что свидетельствует об отсутствии полосы поглощения при 720 нм, характерной для иона Cu²⁺, данный факт может свидетельствовать об отсутствии не связанных ионов меди в растворе.

Известно, что в ходе реакции Cu(OH)₂ образует пероксокомплексы состава Cu : H₂O₂ = 1 : 1 и 2 : 1, вполне вероятно, что полосы поглощения, появившиеся при введении пероксида водорода могут соответствовать именно этим пероксокомплексам [10].

Основные реакции механизма распада H₂O₂ в присутствии ионов Cu²⁺ представлены в таблице 3.

В таблице не учитывается образование гидроксоформ меди, пероксокомплексов и других промежуточных соединений, что вносит отклонения в кинетические параметры. По-видимому, именно их присутствие вносит изменения в механизм распада, т.е. возможна смена радикального и ион-радикального механизма на молекулярный.

Гидроксид меди является полимерным соединением, молекула которого представляет собой плоскую цепочку из ионов меди, связанных друг с другом гидроксильными группами. Поэтому первую стадию взаимодействия H₂O₂ с катализатором можно представить как образование пероксида, который, вполне вероятно и дает одну из новых полос поглощения в спектре системы:



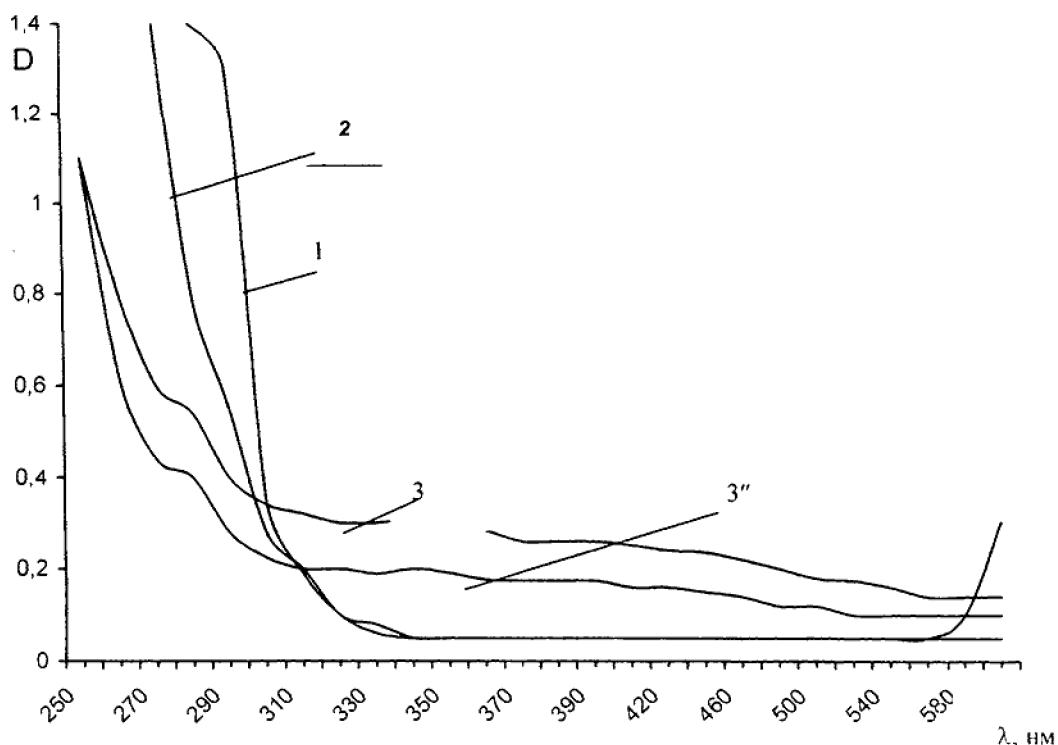


Рис. 1. Спектры поглощения растворов при pH 7-8. $[CuSO_4] = 1 \cdot 10^{-3}$ моль/л (1), $[H_2O_2] = 1 \cdot 10^{-3}$ моль/л (2), Время реакции, мин: 1 мин (3), 10 мин (3''). Длина кюветы 1 см.

Таблица 3.
Механизм распада пероксида водорода в присутствии ионов меди (II)

№	Реакция	k при 25°C
1	$Cu^{2+} + HO_2^{\cdot} \rightarrow Cu^+ + HO_2^{\cdot}$	0,47
2	$Cu^{2+} + HO_2^{\cdot} \rightarrow Cu^+ + H^+ + O_2$	$1,2 \cdot 10^8$
3	$Cu^+ + OH^{\cdot} \rightarrow Cu^{2+} + OH^-$	$10 \cdot 10^{10}$
4	$Cu^+ + H_2O_2 \rightarrow Cu^{2+} + OH^{\cdot} + OH^-$	80
5	$Cu^{2+} + O_2^- \rightarrow Cu^+ + O_2$	$1,8 \cdot 10^9$
6	$Cu^+ + HO_2^{\cdot} \rightarrow Cu^{2+} + HO_2^-$	$4,7 \cdot 10^9$

Выделение иона H^+ (подкисление реакционной смеси), увеличение интенсивности полос поглощения с добавлением H_2O_2 подтверждает данную схему.

Надо отметить, что в отличие от гидроксида железа (III), формально относящегося к той же классификационной группе, после полного разложения пероксида водорода медь остается в двухвалентном состоянии без разрушения гидроксидной структуры, и катализическая способность меди не меняется. При переходе от аква-ионов меди, как катализаторов, к ее гидроксиду – механизм

КАТАЛИТИЧЕСКОЕ РАЗЛОЖЕНИЕ H_2O_2 В ЩЕЛОЧНОЙ СРЕДЕ В ПРИСУТСТВИИ ИОНОВ МЕДИ (II)

реакции разложения пероксида водорода становится не радикальным, а молекулярным.

Не смотря на то, что детали разложения пероксида водорода пока не ясны, результаты экспериментов представляют интерес для уточнения закономерностей распада пероксида водорода в присутствии ионов меди (II).

Список литературы

1. Казарновский И.А. О механизме самопроизвольного распада перекиси водорода в водных растворах // Докл. АН СССР. – 1975. – Т.221. – №2. – С.353-356.
2. Луненок-Бурмакина В.А. Зависимость механизма реакции с участием неорганических перекисей от строения реагирующих веществ / В сб. "Неорганические перекисные соединения". – М : Наука. – 1975. – С.27-30.
3. Каталитические реакции и охрана окружающей среды / Сычев А.Я., Травин С.О., Дука Г.Г.. Скурлатов Ю.И. / Отв. ред. Д.Г.Батыр. – Кишинев: Штиинца, 1983. – 272 с.
4. Химия и технология перекиси водорода. / Под ред. Г.А. Серышева. – Л.: Химия, 1984. – 200 с.
5. Елизарова Г.Л., Матвиенко Л.Г., Огородникова О.Л., Пармон В.Н. Роль пероксокомплексов при катализическом разложении H_2O_2 в присутствии гидроксидов Cu(II) // Кинетика и катализ. - 2000. – Т.41. – №3. – С.366-374
6. Пат. 39623 А Україна, МКІ G01F22/00. Установка для виміру обсягу газу, що виділився. / Костик С.В., Алексашкін І.В., Першина К.Д., Грошенко М.А.– № 2000116399; Заявл. 13.11.2000; Опубл. 15.06.2001. Бюл. №5.
7. Кублановский В.С., Обловатная С.Я. Катализическая активность синтетических азотсодержащих углей в реакции разложения пероксида водорода // Укр. хим. журн. – 2000. – Т.66. – №1. – С.18-20.
8. Csanyi L.J., Nagy J.. Galbacs Z.M., Horvath I. Alcali-Induced Generation of Superoxide and Hydroxyl Radicals from Aqueous Hydrogen Peroxide Solutions // Z.Phys.Chem. (BDR). – 1983. – Bd.138. – S.107-116.
9. Фиштак И.Ф., Ватаман И.И. Термодинамика гидролиз ионов металлов. Кишинев: Штиинца. 1988. – 294 с.
10. Вольнов И.И. Перекисные соединения щелочноземельных металлов. – М.: Наука, 1983. – 136 с.

Поступила в редакцию 17.04.2002 г.

Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского
Серия «Биология. химия». Том 16 (55). 2003 г. №1. С. 128-132.

УДК 551.464.09:582.232

A. V. Бородина

**РОСТОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ SPIRULINA PLATENSIS (NORDST.)
GEITER В УСЛОВИЯХ ЗАМЕНЫ ГИДРОКАРБОНАТОВ НА КАРБОНАТЫ
В СРЕДЕ ЗАРРУКА**

В последнее время, с развитием биотехнологии микроводорослей, особое внимание уделяется изучению рода *Spirulina*, наиболее часто встречаемому виду *Spirulina platensis*. Для культивирования данной микроводоросли обычно используют среду Заррука, а также ее модификации [8-12]. Одним из важнейших биогенов в питательных средах является углерод, от ионной формы которого (органической или неорганической), зависит не только механизм накопления углерода в клетке [7,2,9], но и биохимический состав, ростовые характеристики и форма трихом спирулины [6,1,10,11]. Основной вклад в состав солей среды Заррука вносит бикарбонат натрия (76%). Ранее нами был проведен сравнительный анализ ионных форм CO_2 , pH и ростовых характеристик при выращивании *Spirulina platensis* в накопительной культуре на стандартной среде Заррука (контрольная среда) и среде Заррука с заменой бикарбоната на карбонат натрия (карбонатная среда), с учетом высокой ионной силы раствора [1]. Однако, в карбонатной среде был допущен дополнительный источник неорганического углерода образующегося из CO_2 ; при пропускании воздуха через суспензию микроводорослей. Для объективного сравнения ростовых характеристик *Spirulina* p. двух различных сред и механизмов активного транспорта неорганического углерода в клетку были проведены дополнительные исследования целью которых являлось: 1) оценить влияние полной замены гидрокарбонатов на карбонаты в среде Заррука на ростовые характеристики *Spirulina platensis*; 2) исследовать динамику неорганического и органического углерода в карбонатной среде и сравнить с контрольной средой Заррука.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследования в этой работе послужила *Spirulina platensis* из коллекции ИнБЮМ НАНУ. Водоросли выращивали на люминостате в стеклянных двухлитровых стаканах при непрерывном освещении снизу. Интенсивность освещения составляла 5600-6000 лк. При постоянном барботировании воздухом, очищенным от CO_2 . Температура среды во время эксперимента колебалась от 27°C до 30°C. Эксперимент проводился в двух повторностях. Объем суспензии в стаканах равнялся 1 л при высоте слоя 9,5 см. Начальная оптическая плотность при D_{750} после внесения инокулята спирулины во всех 4-х стаканах была 0,27 ед. опт. пл.

**РОСТОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ SPIRULINA PLATENSIS (NORDST.) GEITER
В УСЛОВИЯХ ЗАМЕНЫ ГИДРОКАРБОНАТОВ НА КАРБОНАТЫ В СРЕДЕ ЗАРРУКА**

Измерения проводились на КФК-2 в кюветах 0,5 см. Контроль pH среды велся при помощи ионометра ЭВ-74. Определение органического углерода в среде проводили бихроматным сжиганием [5]. Определение карбонатов и гидрокарбонатов осуществлялось стандартной методикой [3,4], с учетом физико-химических особенностей приготовления данной среды [1]. Отбор проб для определения плотности культуры проводили ежедневно в одно и то же время. Для компенсации испарения уровень раствора в сосуде предварительно доводили до метки 1 л дистиллированной водой и при перемешивании отбирали пробу объемом 5 мл из каждого стакана.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Ростовые характеристики спирулины, выращенной на двух различных средах приведены на рис.1.

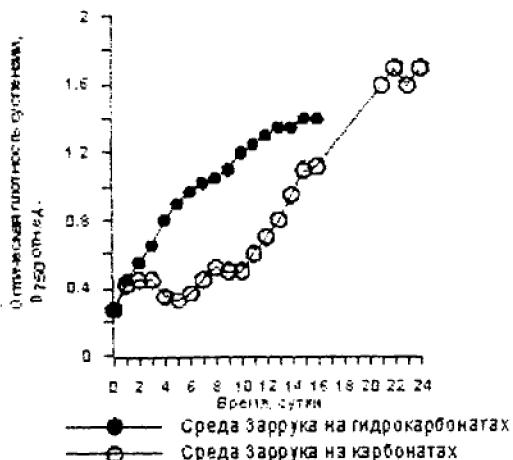


Рис. 1. Кривые роста *Spirulina platensis* при выращивании на карбонатной и контрольной среде Заррука.

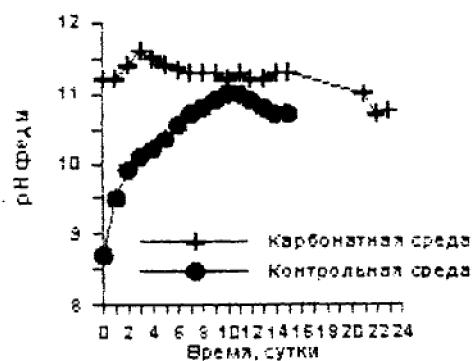


Рис. 2. Динамика pH в карбонатной и контрольной средах Заррука

Кривая роста контроля характеризуется отсутствием лаг-фазы. В течение 6-и суток наблюдался практически линейный рост культуры. В дальнейшем, до 14-х суток, рост микроводоросли также был линейным, но угол наклона заметно уменьшился. На 15-16 сутки спирулина вышла на стационарную фазу роста. В варианте на карбонатной среде кривая роста значительно отличалась от контрольной. Можно было выделить ряд особенностей. Первый период до 11-го дня являлся адаптационным, т. к. предварительно культура наращивалась на стандартной среде Заррука. Наблюдалась массовая гибель клеток спирулины, с распадом трихом на мелкие фрагменты. Сохранившие жизнеспособность клетки, приобретали характерные морфологические изменения: вытягивание трихом в длинные хаотически закручивающиеся нити, изменение цвета от сине-зеленой (контрольной) до светло-зеленой окраски. В этот период жизнедеятельность клеток поддерживается за счет внутренних резервов и продуктов бактериальной деструкции отмерших клеток. С 11-го дня эксперимента до выхода на "плато" наблюдался активный рост клеток.

В контрольном варианте источником углерода преимущественно являются гидрокарбонаты, что подтверждается исследованиями по активному транспорту углерода [7]. Соотношение $\text{HCO}_3^-/\text{CO}_2$ сходно с ранее описанной [1]. По мере накопления биомассы содержание гидрокарбонатов существенно снижается, а карбонатов повышается. Процесс ассимиляции биогенов сопровождается ростом pH (рис.2) и смещением равновесия в сторону карбонатов. Совсем иначе выглядит это соотношение в карбонатной среде (рис.3). При pH выше 11 динамика неорганического углерода сводится к динамике карбонат-иона. Гидрокарбонаты, образующиеся вследствие смещения карбонатного равновесия при снижении pH, использовались микроводорослями в качестве предпочтаемого источника углерода. Наиболее активное снижение концентрации карбонатов (на 2,7 г/л) было отмечено в период активного роста спирулины: с 11 по 21 дни эксперимента.

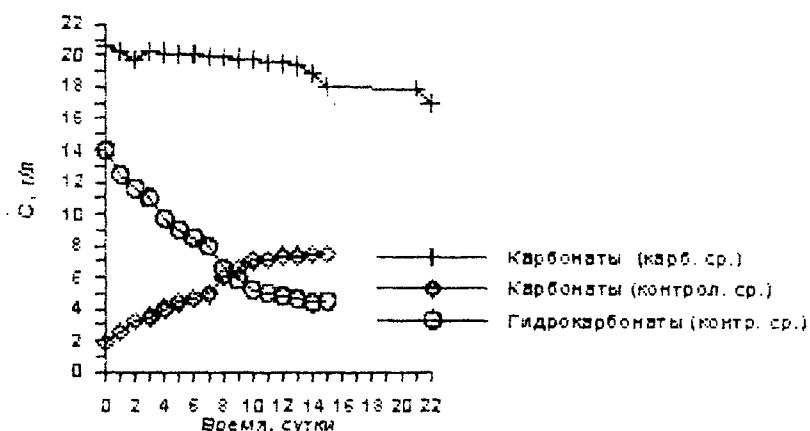


Рис. 3. Динамика содержания карбонатов и гидрокарбонатов в карбонатной среде и контрольной среде Заррука

**РОСТОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ SPIRULINA PLATENSIS (NORDST.) GEITER
В УСЛОВИЯХ ЗАМЕНЫ ГИДРОКАРБОНАТОВ НА КАРБОНАТЫ В СРЕДЕ ЗАРРУКА**

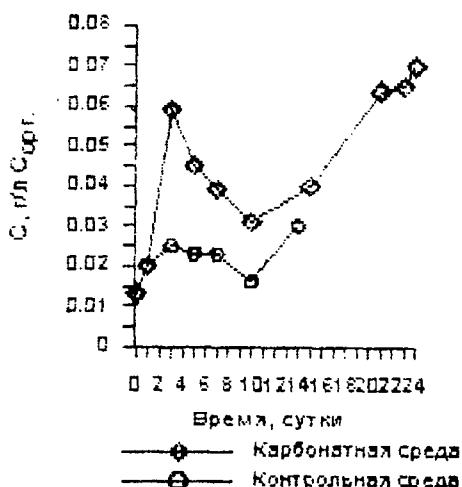


Рис. 4. Динамика органического углерода при выращивании *Spirulina platensis* на карбонатной и контрольной среде

Динамика неорганического углерода тесно связана с динамикой органического углерода. В карбонатной среде наблюдались существенные отличия от контрольной среды Заррука (рис.4). За первые двое суток в карбонатной среде было замечено резкое увеличение органических веществ, по сравнению с контролем. Эти связано с переменой условий культивирования и возникающим, вследствие этого "стрессом" микроводоросли. В дальнейшем, до 11 дня, спирулина в качестве основного источника углерода, вероятней всего, использовала углерод, образующийся вследствие деструкции отмерших клеток. С 11-го дня и до конца эксперимента наблюдалось увеличение органических веществ в среде, что могло быть вызвано как развитием бактерий, так и выделением большого количества полисахаридов (слизи), вследствие особенности физиологии клеток спирулины при неблагоприятных условиях, например, pH. Снижение pH среды, отмеченное после 11-го дня эксперимента предоставляет альтернативный (органическому углероду) источник данного биогена в виде бикарбонат-иона.

ВЫВОДЫ

При выращивании спирулины на среде Заррука, основу которой составляют карбонаты, наблюдался адаптационный период до 11-го дня эксперимента. В результате перенесенного культурой стресса, ее трихомы вытянулись в длинные изогнутые нити и приобрели не характерный зеленоватый оттенок. В конце эксперимента, ростовые характеристики микроводорослей, выращенных на карбонатной и на контрольной средах, были схожи по величине оптической плотности. На протяжении всего эксперимента в карбонатной среде наблюдался более высокий уровень органического углерода, чем в контроле, и минимальное количество гидрокарбонат-иона, увеличивающееся к концу эксперимента. Отличие спирулины, выращенной на карбонатной среде, от спирулины в контрольной среде,

по-видимому, связано не только с неоптимальными pH среды [1], но и разными механизмами активного накопления углерода клетками [7,6].

Список литературы

1. Бородина А. В.. Динамика содержания гидрокарбонатов и карбонатов в среде Заррука при выращивании микроводорослей *Spirulina platensis* (Nordst.) Geitl. В накопительной культуре // Экология моря. - 2002.- В. 60. - С. 48-52.
2. Гусев М. В. Сравнительная физиология сине-зеленых водорослей // Успехи микробиологии.-1966. - В. 3. - С. 74-103.
3. Лурье Ю. Ю. Унифицированные методы анализа вод. - Москва: Химия, 1972. - 304 с.
4. Лурье Ю. Ю. Справочник по аналитической химии. - Москва: Химия, 1965. - 390 с.
5. Методы гидрохимических исследований основных биогенных элементов. - М.: ВНИРО. 1988.-113 с.
6. Скороход Т. Ф., Тупик Н. Д., Черня Б. Ф. Зависимость липидного состава *Spirulina platensis* (Gom.) Geit. (cyanophyto) от способа энергетического существования культуры. От фотоавтотрофии и хемогетеротрофии Я Альгология. - 1996. - Т. 6. - № 3. - С. 235 - 241.
7. Терещенко А. Ф., Подорванов Б. В., Золотарева Е. К. Активный транспорт неорганического углерода в клетки сине-зеленых водорослей (cyanophyto)// Альгология. -2002. - Т. 12. - № 4. - С. 491-500.
8. Faucher O., Coupal B., Leduy A. Utilization of seawater - urea as a culture medium for *Spirulina maxima* //National Research Counsel of Canada. - 1979. - Р. 752-759.
9. Kebede E. Response of *Spirulina platensis* (= *Arthrospira fusiformis*) from Zake Chitu. Ethiopia, to salinity stress from sodium salts // J. Applied Phycology. - 1997. - V. 9. - P. 551-558.
10. Moroney J. V. And Somanchi A. How do Algae concentrate CO₂ to increase the Efficiency of Photosynthetic Carbon Fixation? // J. Plant Physiology. - 1999. - V. 119. - P. 9-16.
11. Petkov G. D. Nutrition medium for intensive cultivation of green microalgae in fresh and sea water // Algological studies. - 1995. - V. 78. - P. 81-85.
12. Tripathi U, Sarada R and Ravishankar G. A. A culture method for microalgal forms using two-tier vessel providing carbon-dioxide environment: studies on growth and carotenoid production // World Journal of Microbiology and Biotechnology.- 2001. - V. 17. - P. 325-329.

Поступила в редакцию 12.10.2002 г.

Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского
Серия «Биология, химия». Том 16 (55). 2003 г. №1. С. 133-134.

УДК 541.18:537.213:547.597

Г. Н. Шадрин, В. В. Крымова, В. П. Горобей

ВЛИЯНИЕ НЕИОНОГЕННЫХ ПАВ НА ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГРАНИЦЫ РАЗДЕЛА РАСТВОР-ВОЗДУХ

Известно, что неионогенные поверхностноактивные вещества широко используются в различных технологических процессах. В частности, неионогенные ПАВ применяются в процессах пенной флотации и сепарации как пенообразователи [1]. Для более полного понимания факторов, определяющих устойчивость пен, необходима информация о влиянии неионогенных ПАВ на электрические свойства границы раздела вода-воздух. Поэтому представлялось интересным изучить влияние концентрации неионогенного ПАВ (ОП-10) на межфазный электрический потенциал на границе раздела вода-воздух.

В эксперименте использовали ПАВ, представляющий собой полиэтиленовый эфир алкилфенолов (ОП-10) марки «ХЧ». Растворы ПАВ готовили на дистиллированной воде и выдерживали сутки для установления равновесия. Измерения проводили методом вибрирующего конденсатора [2], имеющим точность измерения 0,1 мВ, в области концентраций ниже критической концентрации мицеллообразования ОП-10.

Как видно из данных, приведенных в таблице 1, с увеличением концентрации ОП-10 наблюдается уменьшение межфазного электрического потенциала по абсолютной величине.

Таблица 1.
Зависимость межфазного электрического потенциала от концентрации ПАВ

№ п/п	Межфазный электрический потенциал φ, мВ	Концентрация ПАВ ОП-10 $C * 10^{-3}$ моль/л
1	-120	0
2	-85	2
3	-64	4
4	-46	6
5	-35	8
6	-33,5	10

Известно, что на границе раздела вода-воздух существует отрицательный межфазный электрический потенциал, обусловленный ориентацией молекул воды атомами кислорода в газовую фазу, а атомами водорода в жидкость. Образующийся

двойной электрический слой представляет собой молекулярный конденсатор. Запишем выражение энергии такого конденсатора на единицу площади:

$$E = \frac{4\pi\delta}{\epsilon} q^2 = \frac{\epsilon}{8\pi\delta} (\Delta\phi)^2,$$

где: δ - расстояние между обкладками конденсатора, ϵ - диэлектрическая постоянная, q - плотность заряда, $\Delta\phi$ - скачок потенциала в слое ориентированных диполей.

Необходимо отметить, что диэлектрическая постоянная в условиях ориентации диполей будет отличаться от макроскопического значения и составляет несколько единиц [3].

Расчет по вышеприведенному уравнению при условии, что $\epsilon = 3$, δ равен эффективному диаметру молекулы воды, $\Delta\phi = 120$ мВ, показывает соизмеримость энергии молекулярного конденсатора и свободной поверхностной энергии.

Исходя из классических представлений, адсорбция ОП-10 на границе раздела вода-воздух приведет к уменьшению свободной энергии и, как следствие, к уменьшению свободной энергии молекулярного конденсатора, т.е. к разориентации молекул воды в поверхностном слое.

Следовательно, уменьшение межфазного электрического потенциала с увеличением концентрации ОП-10 можно, по-видимому, объяснить усилением эффекта разориентации молекул воды в поверхностном слое при адсорбции ПАВ на границе раздела раствор-воздух.

Список литературы

1. Богданов О.С., Гольман А.М. Физико-химические основы теории флотации. - М.: Наука. 1993.- 312с.
2. Шадрин Г.Н., Таримов О-Е., Щербуха А.В., Крымова В.В., Хентов В.Я. // Укр. хим. журн.-1996.- Т.62.-№ 11-С.44-45.
3. Мартынов Г.А., Муллер В.М. Исследования в области поверхностных сил. - М.: Наука. 1967.-283 с.

Поступила в редакцию 20.10.2002 г.

АННОТАЦИИ

Н. А. Темурьянц, Е. Н. Чуюн, О. Б. Московчук, Е. Ю. Шишко, В. А. Минко. Влияние низкоинтенсивного электромагнитного излучения крайне высокой частоты на инфрадианную ритмику дегидрогеназной активности лейкоцитов крови крыс // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2003. – Т.16 (55). – №1. – С. 3-11.

В данной работе изучено влияние низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ на инфрадианную ритмику дегидрогеназной активности лимфоцитов и нейтрофилов крови интактных и гипокинезированных крыс. Показано корректирующее действие ЭМИ КВЧ на инфрадианную ритмику дегидрогеназной активности лимфоцитов и нейтрофилов гипокинезированных животных. Предполагается, что один из механизмов антистрессорного действия миллиметровых волн, связан со способностью ЭМИ КВЧ к синхронизации физиологических процессов.

Ключевые слова: ЭМИ КВЧ, инфрадианская ритмика, дегидрогеназная активность, синхронизация, десинхроноз.

Е. Н. Чуюн, Н. А. Темурьянц, Н. В. Чирский, В. Г. Вишневский, М. М. Махонина. Изменение содержания катехоламинов в эритроцитах под влиянием ЭМИ КВЧ // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2003. – Т.16 (55). – №1. – С. 12-19.

Исследована способность ЭМИ КВЧ изменять содержание катехоламинов в эритроцитах крови интактных животных, а также животных с экспериментально вызванной стресс-реакцией. Показано, что ЭМИ КВЧ ограничивает развитие стресс-реакции за счет предупреждения вызываемого стрессом увеличения активности симпато-адреналовой системы, что служит доказательством стресспротективной функции ЭМИ этого диапазона.

Ключевые слова: электромагнитное излучение крайне высоких частот, симпатоадреналовая система, стресс-реакция.

Т. В. Гамма, И. И. Коренюк, М. Ю. Баевский, А. А. Замотайлов, Л. А. Кобылянская. Эффекты воздействия бензимидазола и некоторых его производных на параметры электрических потенциалов нейронов моллюска // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2003. – Т.16 (55). – №1. – С. 20-27.

С помощью метода внутриклеточного отведения изучены эффекты аппликации бензимидазол гидрохлорида, 2-бензилбензимидазол гидрохлорида – фармпрепарата дигидазола, 2-аминометилбензимидазол дигидрохлорида и 2-циклопропанбензимидазола в диапазоне концентраций 10^{-6} - 10^{-2} М на частотные и амплитудно-временные характеристики потенциалов нейронов. Установлено, что все исследованные нами производные бензимидазола вызывают изменения электробиогенеза нейронов ЦНС улитки. Выявлена четкая зависимость амплитуды ПД от концентрации веществ, которая носила линейный характер. В целом, результаты показывают сложную динамику влияния бензимидазола и его производных на функциональную активность нейронов позволяют заключить о наличии нейротропного эффекта у всех исследуемых соединений, которые можно будет использовать для регуляции возбудимости нейронов. Более того, эти результаты демонстрируют полноценность методического подхода, в котором малые количества препарата могут использоваться в небольших объемах, для выяснения нейрофармакологического специфического эффекта в местном масштабе на идентифицированные нейроны моллюска. Полученные данные также указывают на то, что идентифицированные нейроны моллюска явля-

ются удобной моделью для оценки чувствительности нервной системы к биологически активным веществам и выяснению механизмов их влияния.

Ключевые слова: моллюск, идентифицированные нейроны, электрофизиологические характеристики, бензимидазол, нейротропный эффект.

*B. С. Мартинык, Р. Ш. Х. Абу Хадда. Реакция тучных клеток на действие морфина и переменного магнитного поля в условиях *in vitro* // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2003. – Т.16 (55). – №1. – С. 28-34.*

Исследована реакция тучных клеток на действие переменного магнитного поля частотой 8 Гц 25 мкТл. Установлено, что концентрационная зависимость реактивности тучных клеток на действие ПеМП в диапазоне концентраций ионов кальция $0 - 10^{-5}$ М/л имеет немонотонный характер с максимумом $0.5 * 10^{-6} - 1.0 * 10^{-6}$ М/л. Эффективность действия ПеМП на тучные клетки зависит от концентрации активатора дегрануляции - морфина. Эта зависимость носит немонотонный характер с максимумом в области 10^{-7} и 10^{-5} М/л.

Ключевые слова: тучные клетки, магнитное поле, морфин

П. Е. Григорьев. Психические заболевания и вариации знака межпланетного магнитного поля в эмбриогенезе человека // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2003. – Т.16 (55). – №1. – С. 35-40.

Проведен ретроспективный анализ среднемесячных значений индекса «знак межпланетного магнитного поля» в периоды внутриутробного и раннего постнатального развития для групп психически здоровых людей и лиц с психическими заболеваниями. Отмечено преобладание положительной полярности межпланетного поля на 3 месяце внутриутробного развития лиц с психическими заболеваниями при снижении уровня геомагнитной активности. Имеется отрицательная корреляция между среднемесячными значениями знака межпланетного поля для психически больных и здоровых лиц. Это позволяет предположить, что факторы, связанные с полярностью межпланетного поля и его динамикой, влияют на закладку и развитие структур центральной нервной системы.

Ключевые слова: эмбриогенез, межпланетное магнитное поле

И. И. Коренюк, А. Е. Кизилов, Д. Р. Хусаинов. Изменение электрической активности идентифицированных нейронов при действии мебикара и налоксона // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2003. – Т.16 (55). – №1. – С. 41-45.

Аннотация: в статье приведены результаты исследований влияния мебикара и налоксона на идентифицированные нейроны ППа1, ППа2, ППа7 улитки *Helix albescens*. Обнаружено, что наружное приложение мебикара в концентрации 10^{-3} М оказывает на исследованные нейроны облегчающее влияние, выражющееся в значительном увеличении амплитуды, уменьшение длительности ПД, а также уменьшение амплитуды и длительности следовой гиперполяризации. Наиболее вероятным механизмом мебикарзависимых эффектов в исследуемых нервных клетках является ускорению процессов активации и инактивации натриевых, калиевых и, возможно, других ионных каналов в клетке. При аппликации налоксона в концентрации 10^{-4} М наблюдалось уменьшение амплитуды ПД и увеличение длительности потенциала действия у нейронов ППа1 и ППа2, возможно это связано с замедлением биофизических процессов в клетке. Выявлена определённая степень специфичности ответов нейрона ППа7 выражаясь в отсутствии изменения длительности

ПД и в менее значительном уменьшении его амплитуды, вероятно это связано с отсутствием в нем кальциевого тока.

Ключевые слова: мебикар, налоксон, нейрон, мембрана, потенциал действия

С. И. Рубцова. Качественная характеристика нефтеокисляющих бактерий прибрежной зоны Черного моря // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2003. – Т.16 (55). – №1. – С. 46-51.

В статье рассматриваются вопросы современного состояния нефтеокисляющей микрофлоры в прибрежной зоне Севастопольского побережья Черного моря. Определена родовая принадлежность нефтеокисляющих микроорганизмов, морфологические и культуральные свойства выделенных культур.

Ключевые слова: нефтеокисляющие микроорганизмы, нефтяные углеводороды

А. А. Гидулянов, С. В. Коношенко. Зависимость окислительной модификации гемоглобинов отдельных представителей класса млекопитающих от характера их внутримолекулярной структуры // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2003. – Т.16 (55). – №1. – С. 52-54.

Методами флюоресцентной спектроскопии и солюбилизации углеводорода показана видовая специфичность и обратная связь объема гидрофобных полостей и уровня гидрофобности центральных областей молекул основных фракций гемоглобинов отдельных представителей класса млекопитающих. Установлена зависимость окислительной модификации гемоглобинов от характера их внутримолекулярной структуры.

Ключевые слова: гемоглобин, гидрофобность, окислительная модификация.

В. А. Никольская, С. В. Коношенко. Влияние физической нагрузки на структурно-функциональные свойства сывороточного альбумина спортсменов, занимающихся спортивными играми // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2003. – Т.16 (55). – №1. – С. 55-58.

Представлены результаты исследования функциональной активности сывороточного альбумина спортсменов ациклических видов спорта в зависимости от их специализации, а также изменения вторичной структуры белка волейболистов при увеличении его лигандной нагрузки.

Ключевые слова: сывороточный альбумин, липиды, продукты перекисного окисления липидов, α -спиральная структура, физические нагрузки

В. Б. Павленко, И. Н. Конарева. Связанные с событием ЭЭГ-потенциалы как индикаторы мозговых детерминант выбора профессии // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2003. – Т.16 (55). – №1. – С. 59-62.

Аннотация: в статье описаны особенности связанных с событием ЭЭГ-потенциалов у взрослых-специалистов 25-35 лет и юношей 15-16 лет. Показано, что такие потенциалы, являясь показателями уникальной нейродинамики человека, могут быть рассмотрены как индикаторы предрасположенности к выбору определенной группы профессий.

Ключевые слова: связанные с событием ЭЭГ-потенциалы, нейродинамика, профессия.

С. В. Погодина. Особенности проявления аэробных способностей юных пловцов в процессе адаптации к физическим нагрузкам на выносливость // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2003. – Т.16 (55). – №1. – С. 63-66.

Обсуждаются факторы, обуславливающие снижение аэробной производительности пловцов в возрасте 9-12 лет в процессе их адаптации к физическим нагрузкам на выносливость.

Ключевые слова: адаптация, энергетический потенциал, аэробная производительность, возрастные особенности

И. Б. Просянникова. Влияние мучнистой росы дуба на водообмен подроста Quercus petraea L. ex Liebl. (Fagaceae) // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2003. – Т.16 (55). – №1. – С. 67-70.

Изучено влияние мучнистой росы дуба на степень поражения, общую оводненность, интенсивность транспирации, степень открытости устьиц и водный дефицит листьев подроста Quercus petraea. Показано, что после теплых влажных зим поражённость подроста микросферой носит эпифитотийный характер. Отмечены также патологические изменения водного обмена растений при внедрении паразита.

Ключевые слова: подрост Quercus petraea, мучнистая роса дуба, водный обмен, эпифитотия.

В. С. Мартынюк, Н. А. Темурьянц, А. В. Яценко, И. А. Анисимов, Н. Г. Птицына, Дж. Вилорези, Ю. А. Копытенко, Е. Копытенко, Ж. Рассон, Д. Флюгер, Н. Ючи. Компьютерная система генерации и регистрации низкочастотных магнитных полей в магнитобиологических экспериментах // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2003. – Т.16 (55). – №1. – С. 71-73.

В Таврическом национальном университете им. В.И.Вернадского разработана компьютерная система генерации регистрации низкочастотных магнитных полей для магнитобиологических исследований. Данная система была успешно апробирована при моделировании электромагнитной обстановки в исследованиях, целью которых была оценка биологической эффективности магнитных полей со сложным спектром, генерируемых электротранспортом.

Ключевые слова: магнитные поля, биоэлектромагнетизм

В. Г. Блохин. Перекисное окисление липидов в листьях кукурузы на ранних этапах онтогенеза под влиянием 6-бап при экстремальных температурах // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2003. – Т.16 (55). – №1. – С. 74-78.

Изучено влияние 6-БАП на перекисное окисление липидов (ПОЛ) в листьях кукурузы и содержание некоторых антиоксидантных веществ при воздействии на растения низких (4°C) и высоких (40°C) повреждающих температур. После воздействия холода количество гидроперекисей (ГП) и малонового диальдегида (МДА) увеличивается по сравнению с нормальной температурой (25°) в 1,5-2 раза, а при прогревании снижается или остается без изменений. БАП снижает количество ГП и МДА независимо от температурного стресса. При этом фитогормон увеличивает содержание аскорбиновой кислоты на 20-23%, глутатиона – на 45-132%, фенолов – на 27-37% по сравнению с контролем.

Ключевые слова: фитогормон цитокинин, гидроперекиси, малоновый диальдегид, кукуруза, стресс

Л. М. Теплицкая, Н. Ю. Лысакова, Э. Г. Бирюлева. Особенности микотрофности некоторых видов орхидей флоры Крыма // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2003. – Т.16 (55). – №1. – С. 79-86.

В статье описана локализация гриба-микоризообразователя в клетках и тканях корневой системы 4 видов орхидных. Обсуждаются причины изменения микотрофности по частоте встречаемости, степени и интенсивности микотрофности в связи с фазами онтогенеза и видовой принадлежностью растений. Представлены биотехнологические характеристики колонии гриба, морфометрические параметры гриба *in vitro* и в растении, которые могут являться показателем физиологического состояния гриба и его стадии развития.

Ключевые слова: орхидные, микориза, симбиоз, микотрофность, пеллотоны, гифы, мицелий

*С. И. Чмелева. Влияние гиббереллина на устойчивость винограда к поражению милдью (*Plasmopara viticola*) // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2003. – Т.16 (55). – №1. – С. 87-90.*

Изучали степень поражения некоторых сортов винограда милдью при обработке их различными концентрациями гиббереллина (20,30,40 и 50 мг/л). Обсуждается вопрос о влиянии экзогенного гормона на устойчивость винограда к милдью.

Ключевые слова: виноград, милдью, гиббереллин.

И. А. Степанюк. Детектирование атмосферных ЭМ-полей в приводном слое над морем как фактор экологии гидробионтов // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2003. – Т.16 (55). – №1. – С. 91-99.

Рассматривается прохождение в морскую воду амплитудно-модулированных электромагнитных полей (АМ ЭМП), возбуждаемых аэрофизическими источниками. Показано, что в условиях электрического заряжения приводного слоя, вызываемого штормовыми механизмами, наблюдается эффект частичного детектирования проходящего через этот слой АМ ЭМП и выделение сигнала амплитудной модуляции. Эффект был выявлен при проведении натурных экспериментов в прибрежной зоне Баренцева моря. Предполагается, что выделяющийся сигнал амплитудной модуляции, для которого характерно существенно повышенное значение толщины скин-слоя, является информативным для электрочувствительных морских животных, мигрирующих на повышенные глубины при приближении и прохождении биологически опасных гидрометеорологических процессов.

Ключевые слова: амплитудно-модулированные электромагнитные поля, биологически опасные метеорологические процессы

В. Ф. Шульгин, А. Н. Гусев, В. Я. Зуб, Г. М. Ларин. Слабые обменные взаимодействия между парамагнитными ионами в мономерных биядерных комплексах ацилидигидразонов // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2003. – Т.16 (55). – №1. – С. 100-112.

В обзорной статье обобщены и проанализированы результаты исследования методом ЭПР слабых обменных взаимодействий между парамагнитным центрами через полиметиленовую цепочку в мономерных биядерных комплексах меди(II) и ванадия(IV). Проанализированы факторы, влияющие на интенсивность обмена, вынесены суждения о возможных механизмах данного явления.

Ключевые слова: Меди(II) комплексы, ванадия(IV) комплексы, ацилидигидразоны, ЭПР, спин-спиновой обмен

И. Н. Юркова, В. Р. Эстрела-Льопис. Кондуктометрический альготест качества водной среды // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2003. – Т.16 (55). – №1. – С. 113-118.

Исследовали влияние различных концентраций тяжелых металлов на изменение биологической активности клеток зеленой микроводоросли *Chlorella vulgaris* ЛАРГ-3, которое контролировалось по относительному изменению электропроводности дисперсионной среды после экспозиции в ней биомассы. Разработанный способ характеризуется экспрессностью, высокой чувствительностью и может быть использован для контроля загрязнения водных сред на ранних стадиях, когда действие токсикантов не носит необратимый характер.

Ключевые слова: кондуктометрия, биотестирование, *Chlorella vulgaris* ЛАРГ-3, проницаемость клеточной мембрany

В. В. Крымова, Н. А. Сурова. Использование метода инверсионной вольтамперометрии для оценки состояния загрязнения пресноводных и морских экосистем тяжелыми металлами // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2003. – Т.16 (55). – №1. – С. 119-121.

Показана возможность применения метода ИВА для анализа тяжелых металлов, как в пресноводных, так и морских экосистемах. Выявлены закономерности сезонного распределения загрязнителей в пресной и морской воде, что дает возможность определить антропогенные источники поступления, а также общее экологическое состояние экосистемы.

Ключевые слова: инверсионная вольтамперометрия (ИВА), пресноводные и морские экосистемы, поллютанты, ПДК (предельно допустимые концентрации).

Е. Д. Першина, И. В. Алексашкин, А. И. Стрижевский. Каталитическое разложение H_2O_2 в щелочной среде в присутствии ионов меди (II) // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2003. – Т.16 (55). – №1. – С. 122-127.

Приведены результаты определения констант скоростей и энергии активации процесса распада пероксида водорода, катализируемого гидроксоформами меди(II) в диапазоне величин pH 7-12. Установлено, что скорость распада H_2O_2 увеличивается в пределе pH 9-12, при этом преобладает молекулярный механизм распада.

Ключевые слова: гидроксид меди, пероксид водорода, катализ, пероксокомплекс

*А. В. Бородина. Ростовые характеристики *Spirulina platensis* в условиях замены гидрокарбонатов на карбонаты в среде Заррука // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2003. – Т.16 (55). – №1. – С. 128-132.*

Приводятся данные о ростовых характеристиках *Spirulina platensis* при выращивании на среде Заррука в условиях замены NaHCO_3 на Na_2CO_3 в сравнении со стандартной средой Заррука. Отображена динамика органического и неорганического углерода, pH в двух питательных средах.

Ключевые слова: спирулина, среда Заррука, углерод.

Г. Н. Шадрин, В. В. Крымова, В. П. Горобей. Влияние неионогенных ПАВ на электрические свойства границы раздела раствор-воздух // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2003. – Т. 16 (55). – №1. – С. 133-134.

Получено влияние неионогенных ПАВ на межфазный электрический потенциал на границе раздела раствора-воздух. Установлено, что с увеличением концентрации ПАВ наблюдается уменьшение межфазного электрического потенциала по абсолютной величине. Полученные данные согласуются с современными представлениями физической химии.

Ключевые слова: неионогенные ПАВ, межфазный электрический потенциал

АНОТАЦІЇ

Н. А. Темур'янц, О. М. Чуян, О. Б. Московчук, О. Ю. Шишко, В. О. Мінко. Вплив низькоінтенсивного електромагнітного випромінювання надзвичайно високої частоти на інфрадіанну ритміку дегідрогеназної активності лейкоцитів крові щурів // Учене запіскі Тавріческого національного університета ім. В. І. Вернадського. Серія «Біологія, хімія». – 2003. – Т.16 (55). – №1. – С. 3-11.

Вивчено вплив низькоінтенсивного ЕМВ НВЧ на інфрадіанну ритміку дегідрогеназної активності лімфоцитів та нейтрофілів крові інтактних та гіпокінезованих щурів. Показано корегуючу дію ЕМВ НВЧ на інфрадіанну ритміку дегідрогеназної активності лімфоцитів та нейтрофілів крові гіпокінезованих тварин. Імовірно, що один з механізмів антистресорної дії міліметрових хвиль пов'язаний із здатністю ЕМВ НВЧ до синхронізації фізіологічних процесів.

Ключові слова: ЕМВ НВЧ, інфрадіанна ритміка, дегідрогеназна активність, синхронізація, десинхроноз.

О. М. Чуян, Н. А. Темур'янц, М. В. Чирський, В. Г. Вишневський, М. М. Махоніна. Зміна вмісту катехоламінів під впливом ЕМВ НВЧ // Учене запіскі Тавріческого національного університета ім. В. І. Вернадського. с «Біологія, хімія». – 2003. – Т.16 (55). – №1. – С. 12-19.

Досліджено здатність ЕМВ НВЧ змінювати зміст катехоламінів в еритроцитах крові інтактних тварин, а також тварин з експериментально викликаною стрес-реакцією. Доведено, що ЕМВ НВЧ обмежує розвиток стрес-реакції за рахунок попередження викликованого стресом підйому функціонального стану симпато-адреналової системи, що є доказом стрес-лімітуючої дії ЕМВ цього діапазону.

Ключові слова: електромагнітне випромінювання надзвичайно високих частот, симпато-адреналова система, стрес-реакція.

Т. В. Гамма, І. І. Коренюк, В. Б. Павленко, М. Ю. Баєвський, А. А. Замотайлов, Л. А. Кобилянська. Ефекти дії бензимідазола та деяких його похідних на параметри електричних потенціалів нейронів молюска // Учене запіскі Тавріческого національного університета ім. В. І. Вернадського. Серія «Біологія, хімія». – 2003. – Т.16 (55). – №1. – С. 20-27.

Використовуючи метод внутрішньоклітинного відведення біопотенціалів вивчені ефекти аплікації 2-бензилбензимідазолу гідрохлорида - фармпрепарата дібазола, бензимідазол гідрохлорида, 2-амінометилбензимідазол дігідрохлорида і 2-циклопропанбензимідазола в діапазоні концентрацій 10^{-6} - 10^{-2} М на частотні та амплітудно-часові характеристики потенціалів нейронів. Встановлено, що всі досліджені нами похідні бензимідазола визивають зміни електробіогенезу нейронів центральної нервової системи слимака. Визначена чітка залежність амплітуди потенціалу дії від концентрації речовин, яка носила лінійний характер. В цілому, складна динаміка дії бензимідазола та його похідних на функціональну активність нейронів дозволяє зробити висновок про наявність нейротропного ефекту у всіх дослідженіх сполук, які можна буде використати для регулювання збудливості нейронів. Більш того, результати демонструють повноцінність методичного підходу, в якому мала кількість препарату може використовуватись в невеликих об'ємах для визначення нейрофармакологічного специфічного ефекту в місцевому масштабі на ідентифіковані нейрони молюска. Отримані дані також вказують на те, що ідентифіковані нейрони молюска є зручною моделлю для оцінки чутливості нервової системи до біологічно активних речовин і вивчення механізмів їх впливу.

Ключові слова: молюск, ідентифіковані нейрони, електрофізіологічні характеристики, бензимідазол, нейротропний ефект

*B. С. Мартинюк, Р. Ш. Х. Абу Хадда. Реакція тучних клітин на дію морфіну та змінного магнітного поля в умовах *in vitro* // Учене запісі Тавріческого національного університета ім. В. І. Вернадського. Серія «Біологія, хімія». – 2003. – Т.16 (55). – №1. – С. 28-34.*

Досліджено реакцію тучних клітин на дію змінного магнітного поля частотою 8 Гц 25 мкТл. Встановлено, що концентраційна залежність реактивності тучних клітин на дію ЗМП в діапазоні концентрацій іонів кальцію $0 - 10^{-3}$ М/л має немонотонний характер з максимумом $0.5 * 10^{-6} - 1.0 * 10^{-6}$ М/л. Ефективність дії ЗМП на тучні клітини залежить також від концентрації активатора дегрануляції – морфіну. Ця залежність має немонотонний характер з максимом в 10^{-7} і 10^{-5} М/л.

Ключові слова: тучні клітини, магнітні поля, морфін

П. Е. Григор'єв. Психічні захворювання і варіації міжпланетного магнітного поля в ембріогенезі людини // Учене запісі Тавріческого національного університета ім. В. І. Вернадського. Серія «Біологія, хімія». – 2003. – Т.16 (55). – №1. – С. 35-40.

Проведено ретроспективний аналіз середньомісячних значень індексу „знак міжпланетного магнітного поля” у періоди внутрішньоутробного і раннього постнатального розвитку для груп психічно здорових людей і осіб з психічними захворюваннями. Відзначено перевагу позитивної полярності міжпланетного поля на 3-му місяці внутрішньоутробного розвитку осіб з психічними захворюваннями при зниженні рівня геомагнітної активності. Мається негативна кореляція між середньомісячними значеннями знака міжпланетного поля для психічно хворих і здорових осіб.. Це дозволяє припустити, що фактори, пов’язані з полярністю міжпланетного магнітного поля і його динамікою, впливають на закладку і розвиток структур центральної нервової системи.

Ключові слова: знак міжпланетного магнітного поля, внутрішньоутробний розвиток, психічні захворювання, геомагнітна активність.

I. I. Коренюк, О. Е. Кізілов, Д. Р. Хусайнов. Зміна параметрів електричної активності ідентифікованих нейронів під дією мебікара та налоксона // Учене запісі Тавріческого національного університета ім. В. І. Вернадського. Серія «Біологія, хімія». – 2003. – Т.16 (55). – №1. – С. 41-45.

Приведено результати досліджень впливу мебікара та налоксона на ідентифіковані нейрони ППа1, ППа2 і ППа7 равлика *Helix albescens*. Визначено, що нанесення на зовнішню поверхню мембрани нервових клітин мебікара в концентрації 10^{-3} М викликає полегшення роботи іонних каналів у дослідженіх нейронах, яке відзіркалоється у значному збільшенні амплітуди, зменшенні тривалості ПД; а також у зменшенні амплітуди і тривалості слідової гиперполаризації. Більш вірогідним механізмом мебікарзалежних ефектів може стати прискорення процесів активації та інактивації натрієвих, калієвих і, мабуть, інших іонних каналів в клітині. Аплікація налоксона в концентрації 10^{-4} М спонукала такі зміни: зменшення амплітуди потенціала дії та збільшення його тривалості у нейронах ППа1 і ППа2, що, мабуть, пов’язано із уповільненням біофізичних процесів клітини. Визначено, що нейрон ППа7 має специфічну відповідь на дію налоксона. У цій клітині не змінюється тривалість ПД і менш значно зменшується його амплітуда. Можливо, це пов’язано з відсутністю кальцієвого струму в цій клітині.

Ключові слова: мебікар, налоксон, нейрон, мембрана, потенціал дії

C. I. Рубцова. Якісна характеристика нафтоокислюючих бактерій прибійної зони Чорного моря // Учене запіскі Тавріческого національного університета ім. В. І. Вернадського. Серія «Біологія, хімія». – 2003. – Т.16 (55). – №1. – С. 46-51.

Розглянуто питання сучасного стану нафтоокислючої мікрофлори в прибійній зоні Севастопольського узбережжя Чорного моря. Визначено родову приналежність нафтоокислюючих мікроорганізмів, морфологічні і культуральні властивості виділених культур.

Ключові слова: нафтоокислюючі мікроорганізми, нафтові вуглеводні.

A. O. Гідулянов, C. В. Коношенко. Залежність окислюальної модифікації гемоглобінів окремих представників класу ссавців від характера їх внутрішньомолекуляриої структури // Учене запіскі Тавріческого національного університета ім. В. І. Вернадського. Серія «Біологія, хімія». – 2003. – Т.16 (55). – №1. – С. 52-54.

Методами флюоресцентної спектроскопії і солюблізації вуглеводню показано видову специфічність та зворотний зв'язок об'єму гідрофобних порожнин і рівня гідрофобності центральних ділянок молекул головних фракцій гемоглобінів окремих представників ссавців. Встановлено залежність окислюальної модифікації гемоглобінів від характера їх внутрішньомолекулярної структури. Гемоглобіни з меншим об'ємом гідрофобних порожнин і більшим рівнем гідрофобності внутрішньомолекулярних ділянок мають більш високу стійкість до окислювальних процесів.

Ключові слова: гемоглобін, гідрофобність, окислюальна модифікація

B. A. Нікольська, C. В. Коношенко. Вплив фізичного навантаження на структурно-функціональні властивості сироваткового альбуміну спортсменів, що займаються спортивними іграми // Учене запіскі Тавріческого національного університета ім. В. І. Вернадського. Серія «Біологія, хімія». – 2003. – Т.16 (55). – №1. – С. 55-58.

Представлено результати дослідження функціональної активності сироваткового альбуміну спортсменів ациклічних видів спорту в залежності від їхньої спеціалізації, а також зміни вторинної структури білку волейболістів при збільшенні його лігандного навантаження.

Ключові слова: сироватковий альбумін, ліпіди, продукти перекісного окислювання ліпідів, α -спіральна структура, фізичні навантаження

B. Б. Павленко, I. Н. Конарева. Пов'язані с подією ЕЕГ-потенціали як індикатори мозкових детермінант вибору професії // Учене запіскі Тавріческого національного університета ім. В. І. Вернадського. Серія «Біологія, хімія». – 2003. – Т.16 (55). – №1. – С. 59-62.

Описано особливості пов'язаних з подією ЕЕГ-потенціалів у дорослих-фахівців 25-35 років. Показано, що такі потенціали, будучи показниками унікальної нейродинаміки людини, можуть бути розглянуті як індикатори схильності до вибору певної групи професій.

Ключові слова: пов'язані с подією ЕЕГ-потенціали, нейродинаміка, професія.

С. В. Погодіна. Особливості виявлення аеробних здатностей юних плавців у процесі адаптації до фізичних навантажень на витривалість // Учене запісі Таврійського національного університета ім. В. І. Вернадського. Серія «Біологія, хімія». – 2003. – Т.16 (55). – №1. – С. 63-66.

У статті обговорюються фактори, що зумовлюють зниження аеробної продуктивності плавців віком 9-12 років у процесі їхньої адаптації до фізичних навантажень на витривалість.

Ключові слова: адаптація, енергетичний потенціал, аеробна продуктивність, вікові особливості

I. Б. Просянникова. Вплив борошнистої роси дуба на водообмін підріста Quercus petraea L. ex Liebl. (Fagaceae) // Учене запісі Таврійського національного університета ім. В. І. Вернадського. Серія «Біологія, хімія». – 2003. – Т.16 (55). – №1. – С. 67-70.

Вивчено вплив борошнистої роси дуба на ступінь ураження, загальний зміст води, інтенсивність транспірації, ступінь відкритості продихів і водневий дефіцит листів підріста Quercus petraea. Показано, що після теплих вологих зим ураженість підріста мікросферою носить епіфіtotійний характер. Відмічено патологічні зміни водневого обміну рослин при упроваджуванні паразиту.

Ключові слова: підріст Quercus petraea, борошниста роса дуба, водневий обмін, епіфіtotія

Мартинюк В. С., Темур'янц Н. А., Яценко А. В., Анісимов И. А., Птиціна Н. Г., Віллорезі Дж., Котитенко Ю. А., Копитенко Е., Рассон Ж., Флюгер Д., Ючи Н. Комп'ютерна система генерації і реєстрації низькочастотних магнітних полів в магнітобіологічних експериментах // Учене запісі Таврійського національного університета ім. В. І. Вернадського. Серія «Біологія, хімія». – 2003. – Т.16 (55). – №1. – С. 71-73.

В Таврійському національному університеті ім. В.І.Вернадського розроблено комп'ютерну систему генерації та реєстрації низькочастотних магнітних полів для магнітобіологічних досліджень. Цю систему з успіхом було випробовано при моделюванні електромагнітної обстановки в дослідженнях, ціллю котрих було оцінка біологічної ефективності магнітних полів з складним спектром, генеруючих електротранспортом.

Ключові слова: біоелектромагнетизм, магнітні поля.

В. Г. Блохін. Переокислення ліпідів в листках кукурудзи на ранніх етапах онтогенезу під впливом 6-БАП при екстремальних температурах // Учене запісі Таврійського національного університета ім. В. І. Вернадського. Серія «Біологія, хімія». – 2003. – Т.16 (55). – №1. – С. 74-78.

Вивчення впливу 6-БАП на переокислення ліпідів (ПОЛ) у листках кукурудзи і вміст деяких антиоксидантних речовин під впливом на рослини низьких (4°C) і високих (40°C) пошкоджуючих температур. Після впливу холоду кількість гідроперекисів (ГП) і малонового діальдегіду (МДА) збільшується в порівняннях з нормальною температурою (25°C) в 1,5-2 рази, а при підігріванні зменшується чи залишається без змін. 6-БАП зменшує кількість ГП і МДА не залежно від температурного стресу. При цьому фітогормон збільшує вміст аскорбінату на 20-23%, глутатіону – на 45-132%, фенолів – на 27-37% в порівнянні з контролем.

Ключові слова: фітогормони, цитокін, гідроперекиси, малоновий діальдегід, кукурудза, стрес.

Л. М. Теплицька, Н. Ю. Лисякова, Е. Г. Бірюльова. Особливості мікотрофності деяких видів орхідей флори Крима // Учені запісі Тавріческого національного університета ім. В. І. Вернадського. Серія «Біологія, хімія». – 2003. – Т.16 (55). – №1. – С. 79-86.

В статті відмічена локалізація гриба-мікоризоутворювача в клітинах та тканинах кореневої системи 4 видів обхідних. Обговорюються причини змін мікотрофності за показниками частоту трапляння, ступеню і інтенсивності мікотрофності в зв'язку з фазами онтогенезу та видової належності рослин. Наведені біотехнологічні характеристики колонії гриба, морфометричні параметри гриба *in vitro* та в рослині, які можуть бути показником фізіологічного стану гриба та його стадії розвитку.

Ключові слова: орхідні, мікориза, симбіоз, пілотони, гіфи, міцелій

*С. І. Чмельова. Вплив гібереліну на стійкість винограду до ураження мільдю (*Plasmopara viticola*) // Учені запісі Тавріческого національного університета ім. В. І. Вернадського. Серія «Біологія, хімія». – 2003. – Т.16 (55). – №1. – С. 87-90.*

Вивчали ступінь ураження деяких сортів винограду мільдю, обробляючи його різними концентраціями гібереліну (20,30,40 та 50 мг\л). Обговорюється питання про вплив екзогенного винограду до мільдю.

Ключові слова: виноград, мільдю, гіберелін.

І. А. Степанюк. Детектування атмосферних УМ-полів у приводному шарі над морем як екологічного фактора гідробіонтів // Учені запісі Тавріческого національного університета ім. В. І. Вернадського. Серія «Біологія, хімія». – 2003. – Т.16 (55). – №1. – С. 91-99.

Розглянуто проникнення в морську воду амплітудно-модульованих електромагнітних полів (АМ ЕМП), які збуджуються аерофізичними джерелами. Показано, що в умовах електричного зарядження приводного шару, зумовленого штормовими механізмами, має місце ефект часткового детектування АМ ЕМП-сигналу, який проходить крізь приводний шар. Ефект виявлено в натуральних експериментах у прибережній зоні Баренцева моря. Показано, що АМ ЕМП-сигнал, для котрого є характерним підвищене значення товщини скін-шару, може бути інформативним для електроочутливих морських тварин, які мігрують на глибини при приближенні чи проходженні біологічно небезпечних гідromетеорологічних процесів.

Ключові слова: амплітудно модульоване електромагнітне поле, біологічно небезпечні метеорологічні процеси.

В. Ф. Шульєїн, Н. А. Гусєв, В. Я. Зуб, Г. М. Ларін. Слабкі обмінні взаємодії між парамагнітними іонами в мономерних біядерних комплексах ацилдигідрозонів // Учені запісі Тавріческого національного університета ім. В. І. Вернадського. Серія «Біологія, хімія». – 2003. – Т.16 (55). – №1. – С. 100-112.

Узагальнено і проаналізовано результати дослідження методом ЭПР слабких обмінних взаємодій між парамагнітними центрами через поліметиленовий ланцюжок у мономерних біядерних комплексах міді(II) і ванадію(IV). Проаналізовано чинники, що впливають на інтенсивність обміну, і винесено судження про можливі механізми цього явища.

Ключові слова: міді (II) комплекси, ванадію (IV) комплекси, ацилдігідрозони, ЕПР, спін-спіновий обмін.

І. М. Юркова, В. Р. Естрела-Льоніс. Кондуктометричний альготест якості водяного середовища // Учені запісі Тавріческого національного університета ім. В. І. Вернадського. Серія «Біологія, хімія». – 2003. – Т.16 (55). – №1. – С. 113-118.

Досліджувався вплив різних концентрацій важких металів на зміну біологічної активності клітин зеленої мікроводорості *Chlorella vulgaris* ЛАРГ-3, що контролювався по

відносній зміні електропровідності дисперсійного середовища після експозиції біомаси. Розроблений спосіб характеризується экспресностю, високою чутливістю і може використатися для контролю забруднення водяних середовищ на ранніх стадіях, коли дія токсикантів не носить необоротний характер.

Ключові слова: кондуктометрія, біотестування, *Chlorella vulgaris* ЛАРГ-3, проникність клітинної мембрани.

B. В. Кримова, Н. А. Сурова. Використовування методу інверсіоної вольамперометрії для оцінювання стану забруднення прісноводних і морських екосистем важкими металлами // Учені запіскі Тавріческого національного університета ім. В. І. Вернадського. Серія «Біологія, хімія». – 2003. – Т.16 (55). – №1. – С. 119-121.

Показано можливість застосування методу IVA для аналізу важких металлів як у прісноводних, так і морських екосистемах. Виявлені закономірності сезонного розподілення забруднювачів у прісній та морській воді, що дає можливість визначити антропогенні джерела забруднення, а також загального екологічного стану екосистеми.

Ключові слова: інверсійна вольамперометрія, прісноводні і морські екосистеми, поллютанти, гранично допустимі концентрації.

K. Д. Першина, I. В. Алексашкін, A. И. Стрижевський. Каталітичний розпад H_2O_2 у лужному середовищі у присутності іонів меді (ІІ) // Учені запіскі Тавріческого національного університета ім. В. І. Вернадського. Серія «Біологія, хімія». – 2003. – Т.16 (55). – №1. – С. 122-127.

Приведено результати визначення констант швидкостей і енергії активації процесу розпаду пероксида водню, який катализується гідроксоформами меді (ІІ) у діапазоні значень pH = 7-12. Встановлено, що швидкість розпаду H_2O_2 зростає у межі pH 9-12, в цьому процесі переважає молекулярний механізм розпаду.

Ключеві слова: пероксид водню, каталіз, гідроксид меді, пероксокомплекс .

*A. В. Бородіна. Ростові характеристики *Spirulina platensis* в умовах заміни гідрокарбонатів на карбонати в середовищі Заррука // Учені запіскі Тавріческого національного університета ім. В. І. Вернадського. Серія «Біологія, хімія». – 2003. – Т.16 (55). – №1. – С. 128-132.*

Наводяться дані про ростові характеристики *S. platensis* при вирощуванні на середовищі Заррука в умовах заміни гідрокарбонатів на карбонати в порівнянні зі стандартним середовищем Заррука. Відображені динаміку органічного і неорганічного вуглецю, pH у двох живильних середовищах.

Ключеві слова: Спирулина, середовищі Заррука, вуглець.

Г. К. Шадрін, В. В. Кримова, В. П. Горобей. Вплив неіоногенних ПАР на електричні властивості на межі розділу розчин-повітря // Учені запіскі Тавріческого національного університета ім. В. І. Вернадського. Серія «Біологія, хімія». – 2003. – Т.16 (55). – С. 133-134.

Вивчено вплив неіоногенних поверхнево-активних речовин (ПАР) на міжфазний електричний потенціал на межі розділу розчин-повітря. Встановлено, що зі збільшенням концентрації ПАР спостерігається зменшення міжфазного електричного потенціалу за абсолютною значенням. Одержані експериментальні данні узгоджуються з сучасними теоретичними уявами фізичної хімії.

Ключові слова: неіоногенні ПАР, міжфазний електричний потенціал.

SUMMARY

N. A. Temuryants, E. N. Chuyan, O. B. Moskovchuk, E. J. Shishko, V. A. Minko. The influence of EHF-waves on infradian rhythmicity of leukocytes dehydrogenasis activity in rats // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2003. – V.16 (55). – №1. – P. 3-11.

Infradian rhythmicity of lymphocytes and neutrophils dehydrogenases activity intact and hypokinetic rats under the influence of EHF-waves was investigated. Modifying action of EHF-waves on hypokinetic rats was shown. It supposes that one of mechanisms anti-stress action of EHF-waves connect with their ability to synchronization of physiological processes

Key words: EHF-waves, infradian rhythmicity, dehydrogenases activity, synchronization, desynchronization.

E. N. Chuyan, N. A. Temuriants, N. V. Chirsky, V. G. Vishnevsky, M. M. Mahonina. Changes of catecholamine level in erythrocytes under the EHF EMR influence // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2003. – V.16 (55). – №1. – P. 12-19.

The influence of EHF EMR upon the functional state of sympathetic-adrenal system of intact rats and rats with experimentally caused stress-response was investigated. It was proved that EHF EMR limits development of stress via increase of activity of sympathetic-adrenal system. This affect might be considered as the evidence of stress-protective of function of EHF EMF.

Key words: electromagnetic radiation of extremely higher frequency, sympathetic-adrenal system, stress-response.

T. V. Gamma, I. I. Korenyuk, M. Yu. Baevsky, A. A. Zamotailov, L. A. Kobilanskaya. The effects of benzimidazole influence and some of its derivatives on the parameters of electrical potentials of molluscs neurons // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2003. – V.16 (55). – №1. – P. 20-27.

The applications effects of 2-benzylbenzimidazole hydrochloride - pharm. medication dibazole, benzimidazole hydrochloride, 2-aminomethyl dihydrochloride and 2-cyclopropanbenzimidazole in a concentration range from 10^{-6} to 10^{-2} M on frequency and amplitude-time characteristics of neurons potentials were studied with the help of led intracellular method. It was established that all of the investigated benzimidazole derivatives cause the electro-biogenesis changes of snail's central nervous system neurons. It is revealed that action potential amplitude depends on a concentration of substances and this dependence has a linear character. On the whole, the results display a complex dynamics of benzimidazole influence and its derivatives on the neurons functional activity and allow concluding that all of the investigated combinations have a neurotropic effect So, the combinations can be used for a regulation of neurons excitability. Moreover, the results demonstrated a great value of the systematic approach in which small quantities of the preparation can be used in small volumes in order to found out a specific neuropharmacological effect within a local scope on the identified molluscs neurons. Beside, the finding indicate that the identified molluscs neurons are very convenient model for an estimation of nervous system sensitiveness to an active biological substances and for an understanding of the mechanisms of their influence.

Key words: mollusc, identified neurons, electrophysiological characteristics, benzimidazole, neurotropic effect.

V. S. Martynyuk, R. Sh. H. Abou Hadda. The reaction of mast cells on morphine and extremely low frequency magnetic field in vitro // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2003. – V.16 (55). – №1. – P. 28-34.

The reaction of mast cells on influence of magnetic field 8 Hz 25 micrtesla was investigated. The non-monotonous dependence was revealed in concentration range $0\text{-}10^{-3}$ M/l of Ca^{2+} for mast cell reactivity on magnetic field with maximum of $0.5 \cdot 10^{-6}$ - $1.0 \cdot 10^{-6}$ M/l. The efficiency of MF influence on mast cells depends also on concentration of activator of degranulation – morphine. This dependence is not monotonous with maximum in $0.5 \cdot 10^{-6}$ - $1.0 \cdot 10^{-6}$ M/l.

Key words: mast cells, magnetic field, morphin.

P. E. Grigoriev Mental diseases and variations of interplanetary magnetic field's sign during human embriogenesis // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2003. – V.16 (55). – №1. – P. 35-40.

Retrospective analysis of monthly means of index "sign of interplanetary magnetic field" for periods of antenatal and early postnatal growth for groups of mentally healthy people and people with psychic diseases was performed. Predominance of positive polarity of interplanetary field on 3 month of embryonic period for mentally diseased people was registered in the presence of low level of geomagnetic activity. Negative correlation between the monthly means of sign of interplanetary magnetic field for mentally healthy and diseased people takes place. It allows to presume, that factors connected with the polarity and dynamics of interplanetary field have an influence on forming and developing nervous system's structures.

Key words: interplanetary magnetic field, mental diseases, embriogenesis.

I. I. Korenyuk, A. E. Kizilov, D. R. Husainov. Modifications of electrical activity of identical neurons, which were influenced by mebicarum and naloxonum // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2003. – V.16 (55). – №1. – P. 41-45.

The results of mebicarum and naloxonum research and their influence on identified RPa1, RPa2, RPa7 neurons of snail *Helix albescenes* were described in the article. It was found out that external application of mebicarum in concentration 10^{-3} M causes facilitating influence, expressed in considerable increase of voltage, decrease of AP duration, and besides in reduction of voltage and duration of trace hyperpolarization. The acceleration of activation processes and inactivation of sodic, potassium and probably, other ion channels in cell are the most probable device of mebicarum dependent effects in researched nerve cells. Decrease of AP voltage and increase of duration of activity potential was observed during application of naloxonum in concentration 10^{-4} M of neurons RPa1, RPa2. The definite degrees of specific RPa7 neurones replies expressed in lack of modification of AP duration and in less considerable decrease of its voltage were determined. It is possibly connected with lack of potassium current in it.

Key words: mebicarum, naloxonum, neurons, membrane, activity potential

S. I. Rubtsova. Quality characteristic of oil-oxidizing bacteria in coastal zone Black sea // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2003. – V.16 (55). – №1. – P. 46-51.

The questions of a modern state of a oil-oxidizing microflora in coastal zone of the Sevastopol region are studied. Definition of oil-oxidizing microorganisms genus belonging and studied of morphological properties of obtained cultures.

Key words: oil-oxidizing microflora, oil hydrocarbons

A. A. Gidulyanov, S. V. Konoshenko. Dependence of oxidative modification of mammalia some representatives haemoglobins from their intramolecular structure // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2003. – V.16 (55). – №1. – P. 52-54.

It has been determined that total volume of hydrophobic cavities and the hydrophobic level of central parts of haemoglobin's major fractions of mammalia some representatives have the species specificity and inversely connection. The dependence between oxidative modification of haemoglobins and the character of their intramolecular structure has been shown. The haemoglobins with lesser volume of hydrophobic cavities and with greater hydrophobic level of intramolecular parts have more high stability for oxidative processes.

Key words: haemoglobin, hydrophobic, oxidative modification

V. A. Nikolskaya, S. V. Konoshenko. Influence of an muscle work on structurally functional properties of a serum albumin of the sportsmen, which one are engaged in sporting games // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2003. – V.16 (55). – №1. – P. 55-58.

In the article the findings of investigation of functional activity of a serum albumin of the sportsmen of acyclic kinds of sports is submitted depending on their specialization, and also change of secondary structure of protein volleybal-player at increase him liganding of loading.

Key words: serum albumin, lipids, products of peroxide oxidation of lipids, α -helical structure, muscle work

V. B. Pavlenko, I. N. Konareva. Event-related EEG potentials as indicators of professional choice // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2003. – V.16 (55). – №1. – P. 59-62.

The article describes the peculiarities of event-related EEG potential in 25-35 years old adults-specialists and in 15-16 years old youngsters. It has been shown that such potentials, as the indicators of unique human neurodynamics can be regarded as well to be the indicators of inclination to certain profession group choice.

Key words: event-related EEG potentials, neurodynamics, profession.

S. V. Pogodina. Peculiarities of realizing of aerobic abilities of young swimmers in the process of their adaptation to physical load for endurance // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2003. – V.16 (55). – №1. – P. 63-66.

This work deals with the description of the factors that conditions, decrease of aerobic productivity of the swimmers, aged 9-12, in the process of their adaptation to physical load for endurance.

Key words: adaptation, energetical potential, aerobic productivity, age development peculiarities.

I. B. Prosyannicova. Influence of mildew powdery of oak on the water exchange of the seedlings Quercus petraea L. ex Liebl.(Fagaceae) // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2003. – V.16 (55). – №1. – P. 67-70.

It is studied the influence of powdery mildew of the oak on degree infestation, the total content of water, the intensivity of transpiration, degree of the stomata opening and the water shortage of leaves of seedlings Quercus petraea. It is shown that after warm wet winters infestation

of seedling by powdery mildew has been of the water exchange of plants under penetration of parasite.

Key words: seedlings *Quercus petraea*, powdery mildew of the oak, exchange of water, epiphytomy

V. S. Martynyuk, N. A. Temuryants, A. V. Yatsenko, I. A. Anisimov, N. G. Ptisyna, G. Villoresi, Yu. A. Kopytenko, E. A. Kopytenko, J. Rasson, D. Pfluger, N. Iucci. Computer based system for generation and registration of low frequency magnetic fields in magnetobiological experiments // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2003. – V.16 (55). – №1. – P. 71-73.

The computer based system of generation and registration of low frequency magnetic field in magnetobiological investigations was constructed in National Taurida V. Vernadsky University. This system was used for modeling of electromagnetic background in studies of biological activity of magnetic fields with electric-transport-like complex spectra.

Key words: bioelectromagnetics, complex spectral magnetic field.

V. G. Blokhin. Peroxide oxidation of lipids in foliages of maize on the early stages of ontogenesis under the influence of 6-BAP in extreme temperature conditions // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2003. – V.16 (55). – №1. – P. 74-78.

It was investigated the influence of 6-BAP on the oxidation of lipids in foliages of maize and the content of antioxidation substances during the influence of low (4°C) and high (40°C) reversible damaging temperatures on plants. After the influence of cold the quality of hydroperoxides (HP) and malone dialdehydes (MDA) increases in 1.5-2 times in comparison with normal, during up decreases or remains without changes. 6-BAP decreases the quality of HP and MDA independently from temperature stress. Phytohormone increases the content of ascorbate - on 20-23%, glutathione - on 45-132%, phenol - on 27-37% in comparison with control.

Key words: phytohormones, cytokine, hydroperoxides, malone dialdehyd, corn, stress.

L. M. Teplitskaya, N. Yu. Lysyakova, E. G. Biryulova. Peculiarities of mycotrophost of some Orchid species in flora of Crimea // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2003. – V.16 (55). – №1. – P. 79-86.

In the article localization of fungus mycorrhiza-former in cells and tissues of root system of 4 Orchid species was described. Reasons of mycotrophism modification were discussed according to frequency of meeting, degree and intensity of mycotrophost in connection with phases of ontogenesis and belonging to plant species. Biotechnological characteristics of fungus colony, morphometric indexes of fungus in vitro and in plant are represented, they can be indexes of physiological condition of fungus and its stage of development.

Key words: Orchidaceae, mycorrhiza, symbiosis, mycotrophost, pellotones, hypha, mycelium

S. I. Chmeleva. The effect of gibberellin on the vine steadiness to mildew affection // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2003. – V.16 (55). – №1. – P. 87-90.

The extent of mildew affection on some kinds of vine while the treatment by different gibberellin concentrations (20, 30, 40, 50 mg/l) was studied. The problem concerned with the effect of exogenous hormone on the vine steadiness to mildew affection is under consideration.

Key words: vine steadiness, gibberellin, mildew.

I. A. Stepanyuk Detecting of atmospheric EM-fields in the sea on-water layer as the ecological factor for hydrobiontes // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2003. – V.16 (55). – №1. – P. 91-99.

The amplitude-modulated electromagnetic signals (AM EMS) generated by storms and atmospheric processes were detected in the on-water layers. Such AM EMS can be important ecological factor for various electrosensitive marine animals which migrate to depths before or during biologically dangerous atmospheric processes.

Key words: amplitude-modulated electromagnetic signals, biologically dangerous meteorological processes, hydrobiontes.

V. F. Shul'gin, A. N. Gusev, V. Ya. Zub, G. M. Larin. The weak-long range exchange interaction between paramagnetic ions in monomeric binuclear complexes of the acylbishydrazones // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2003. – V.16 (55). – №1. – P. 100-112.

Results of the investigations of the weak-long range exchange interaction between paramagnetic ions via polymethylene chain in the monomeric binuclear complexes of copper(II) and vanadium(II) by EPR method are presented in this review. The reasons that influences on exchange intensity are analyses and probable mechanisms of this phenomena are discussed.

Key words: copper (II) complexes, vanadium (IV) complexes, acylbishydrazones, EPR, spin-spin-or exchange.

I. N. Yurkova, V. R. Estrela-Llopis The conductometric algotest of the quality of aqueous medium // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2003. – V.16 (55). – №1. – P. 113-118.

The influence of different concentrations of heavy metals on a change in the biological activity of the cells of green microalgae Chlorella vulgaris LARG-3 was investigated. This change was monitored with respect to a relative change in the electrical conductivity of dispersion medium after the exposure of biomass in this medium. The investigated method is characterized by rapidity, high sensitivity can be used for the control of the pollution of aqueous media on the early stages, when the action of toxicants bears the reversible nature.

Key words: conductometry, biotest, Chlorella vulgaris LARG-3, the permeability of cell membranes

V. V. Krymova, N. A. Surova. Use of a method inversional voltammetry for an estimation of a condition of pollution of fresh-water and sea ecological systems heavy metals // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2003. – V.16 (55). – №1. – P. 119-121.

Has shown an opportunity of application of a method the IVA for the analysis of heavy metals, as in fresh-water, and sea ecosystems. Laws of seasonal distribution pollutants in fresh and sea water that enables to define anthropogenic sources of receipt, and also the general ecological condition of ecosystem are revealed.

Key words: IVA (inversional voltammetry), fresh – water and sea, ecological systems, maximum permissible, pollutants.

E. D. Pershina, I. V. Aleksashkin, A. I. Strizhevskiy. **Catalytically expansion H₂O₂ in alkaline condition at presence of copper (II) ions** // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2003. – V.16 (55). – №1. – P. 122-127.

The outcomes of definition of constants of speeds and activation energy of process of decay hydrogen peroxide catalyzed hidroxoforms of copper (II) in a limits values pH 7-12. Is established, that the velocity of decay H₂O₂ is incremented in a limits values pH 9-12, thus the molecular mechanism of decay predominates.

Key words: peroxide of hydrogen, catalysis, hydroxide of copper

A. V. Borodina. **Spirulina platensis (Nordst.) Geilter growth characteristics when substitution hydrocarbonatis to carbonates in Zarrouk medium** // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2003. – V.16 (55). – №1. – P. 128-132.

Data on Spirulina platensis (Nordst.) Geilter growth characteristics under conditions of substitution of NaHCO₃ to Na₂CO₃ in comparison with standard Zarrouk medium are presented. Dynamics of organic and inorganic carbon and pH in two nutrition medium is shown.

Key words: Spirulina, Zarrouk medium, carbon

G. N. Shadrin, V. V. Crymova, V. P. Gorobey. **The influence of non-ionogenic SAS on the electric properties at the solution-air border-surface** // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2003. – V.16 (55). – №1. – P. 133-134.

We Have studied the influence of non-ionogenic SAS (surface-active substances) on the value of interphasal electric potential at the solution-air border-surface. It was found out that with the increase of absolute value occurs. Obtained data accords with up-to-date theoretical concepts held in physical chemistry.

Key words: non-ionogenic SAS, interphase electrical potential.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Абу Хадда Рема Шехда Хасан	аспиранта кафедры биохимии Таврического национального университета им. В.И. Вернадского
Алексашкин Игорь Владимирович	аспирант кафедры физической и аналитической химии Таврического национального университета им. В.И. Вернадского
Анисимов Илья Владимирович	ведущий инженер-программист фирмы «Астар», г.Симферополь
Баевский Михаил Юрьевич	кандидат химических наук, доцент кафедры органической химии Таврического национального университета им. В.И. Вернадского
Бирюлева Эмма Григорьевна	кандидат биологических наук, доцент кафедры ботаники Таврического национального университета им. В.И. Вернадского
Блохин Валентин Григорьевич	кандидат биологических наук, доцент кафедры физиологии растений и биотехнологии Таврического национального университета им. В.И. Вернадского
Бородина Александра Валентиновна	инженер I категории Института Биологии Южных Морей НАНУ, отдел биотехнологии и фиторесурсов.
Виллорези Джорджио	ведущий специалист-исследователь Римского университета (Италия)
Гамма Татьяна Викторовна	аспирантка кафедры физиологии человека и животных Таврического национального университета им. В.И. Вернадского
Гидулянов Антон Александрович	аспирант кафедры биохимии Таврического национального университета им. В.И. Вернадского
Григорьев Павел Евгеньевич	соискатель кафедры физиологии человека и животных Таврического национального университета им. В.И. Вернадского
Гусев Алексей Николаевич	студент 5-го курса химического факультета Таврического национального университета им. В.И. Вернадского
Замотайлов Андрей Александрович	инженер I-ой категории лаборатории нейрональной активности Таврического национального университета им. В.И. Вернадского
Зуб Вера Яковлевна	кандидат химических наук, доцент кафедры неорганической химии Киевского национального университета им. Т.Г. Шевченко

Кизилов Александр Евгеньевич	аспирант кафедры физиологии человека и животных и биофизики Таврического национального университета им. В.И. Вернадского
Кобылянская Людмила А.	инженер I-ой категории лаборатории нейрональной активности Таврического национального университета им. В.И. Вернадского
Конарева Ирина Николаевна	кандидат биологических наук, доцент факультета психологии Таврического национального университета им. В.И. Вернадского
Коношенко Светлана Владимировна	доктор биологических наук, профессор кафедры биохимии Таврического национального университета им. В.И.Вернадского
Копытенко Евгений	кандидат физико-математических наук, заведующий отделом СПб ИЗМИРАН (Россия),
Копытенко Юрий Александрович	доктор физико-математических наук, профессор, директор СПб ИЗМИРАН (Россия)
Коренюк Иван Иванович	доктор биологических наук, профессор кафедры физиологии человека и животных и биофизики Таврического национального университета им. В.И. Вернадского
Крымова Валентина Витальевна	кандидат химических наук, доцент кафедры физической и аналитической химии Таврического национального университета им. В.И. Вернадского
Ларин Геннадий Матвеевич	доктор химических наук, профессор, заведующий лабораторией Института общей и неорганической химии РАН (Россия)
Лысякова Наталья Юрьевна	кандидат биологических наук, доцент кафедры ботаники Таврического национального университета им. В.И. Вернадского
Мартынюк Виктор Семенович	кандидат биологических наук, ученый секретарь Крымского научного центра Национальной академии наук Украины и Министерства образования и науки Украины, доцент кафедры биохимии Таврического национального университета им. В.И. Вернадского
Минко Виктория Александрова	аспирантка кафедры физиологии человека и животных и биофизики Таврического национального университета им. В.И. Вернадского
Московчук Ольга Борисовна	соискатель кафедры физиологии человека и животных и биофизики Таврического национального университета им. В.И. Вернадского

Никольская Виктория Александровна	аспирант кафедры биохимии Таврического национального университета им. В.И. Вернадского
Павленко Владимир Борисович	кандидат биологических наук, доцент кафедры физиологии человека и животных и биофизики Таврического национального университета им. В.И. Вернадского
Першина Екатерина Дмитриевна	кандидат химических наук, доцент кафедры физической и аналитической химии Таврического национального университета им. В.И. Вернадского
Погодина Светлана Владимировна	старший преподаватель кафедры спорта Таврического национального университета им. В.И. Вернадского
Просянникова Ирина Борисовна	кандидат биологических наук, доцент кафедры ботаники Таврического национального университета им. В.И. Вернадского
Птицына Наталья Григорьевна	кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник СПБ. ИЗМИРАН (Россия)
Рассон Жан	Директор геомагнитной обсерватории Бельгийского метеорологического института (Бельгия)
Рубцова Светлана Ивановна	младший научный сотрудник отдела морской санитарной гидробиологии ИнБЮМ НАНУ
Степанюк Иван Антонович	профессор Российского государственного гидрометеорологического университета (Россия).
Стрижевский Александр Иосифович	аспирант кафедры физической и аналитической химии Таврического национального университета им. В.И. Вернадского
Сурова Наталья Андреевна	кандидат химических наук, доцент Таврического экологического института
Темурьянц Наталья Арменаковна	доктор биологических наук, профессор кафедры физиологии человека и животных и биофизики Таврического национального университета им. В.И. Вернадского
Теплицкая Людмила Михайловна	кандидат биологических наук, доцент кафедры физиологии растений и биотехнологии Таврического национального университета им. В.И. Вернадского
Флюгер Доминик	специалист-исследователь Бернского университета (Швейцария)
Хусаинов Денис Рашидович	аспирант кафедры физиологии человека и животных и биофизики Таврического национального университета им. В.И. Вернадского

Чирский Николай Викторович	заведующий кафедрой медицинской информатики и современных информационных технологий Крымского государственного медицинского университета им. С.И. Георгиевского
Чмелева Светлана Ивановна	кандидат биологических наук, ассистент кафедры физиологии растений и биотехнологии Таврического национального университета им. В.И. Вернадского
Чуян Елена Николаевна	кандидат биологических наук, доцент кафедры физиологии человека и животных и биофизики Таврического национального университета им. В.И. Вернадского
Шадрин Геннадий Николаевич	кандидат химических наук, доцент кафедры физической и аналитической химии Таврического национального университета им. В.И. Вернадского
Шишко Елена Юрьевна	аспирант кафедры физиологии человека и животных и биофизики Таврического национального университете им. В.И. Вернадского
Шульгин Виктор Федорович	доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой общей химии Таврического национального университета им. В.И. Вернадского
Эстрела-Льопис Викторио Рафаэльевич	научный сотрудник Института биоколлоидной химии им. Ф.Д. Овчаренко НАН Украины
Юркова Ирина Николаевна	научный сотрудник Биотехнологический центра Таврического национального университета им. В.И. Вернадского
Ючи Нунцио	заведующий отделом Римского университета (Италия).
Яценко Александр Викторович	кандидат физико-математических наук, доцент Таврического национального университета им. В.И. Вернадского

СОДЕРЖАНИЕ

Н. А. Темурьянц, Е. Н. Чуян, О. Б. Московчук, Е. Ю. Шишко, В. А. Минко ВЛИЯНИЕ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ КРАЙНЕ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ НА ИНФРАДИАННУЮ РИТМИКУ ДЕГИДРОГЕНАЗНОЙ АКТИВНОСТИ ЛЕЙКОЦИТОВ КРОВИ КРЫС	3
Е. Н. Чуян, Н. А. Темурьянц, Н. В. Чирский, В. Г. Вишневский, М. М. Махонина ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ КАТЕХОЛАМИНОВ В ЭРИТРОЦИТАХ ПОД ВЛИЯНИЕМ ЭМИ КВЧ	12
Т. В. Гамма, И. И. Коренюк, М. Ю. Баевский, А. А. Замотайлов, Л. А. Кобылянская ЭФФЕКТЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ БЕНЗИМИДАЗОЛА И НЕКОТОРЫХ ЕГО ПРОИЗВОДНЫХ НА ПАРАМЕТРЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОТЕНЦИАЛОВ НЕЙРОНОВ МОЛЛЮСКА.....	20
В. С. Мартынюк, Р. Ш. Х. Абу Хадда РЕАКЦИЯ ТУЧНЫХ КЛЕТОК НА ДЕЙСТВИЕ МОРФИНА И ПЕРЕМЕННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ В УСЛОВИЯХ IN VITRO	28
П. Е. Григорьев ПСИХИЧЕСКИЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ И ВАРИАЦИИ ЗНАКА МЕЖПЛАНЕТНОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ В ЭМБРИОГЕНЕЗЕ ЧЕЛОВЕКА	35
И. И. Коренюк, А. Е. Кизилов, Д. Р. Хусаинов ИЗМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ИДЕНТИФИЦИРОВАННЫХ НЕЙРОНОВ ПРИ ДЕЙСТВИИ МЕБИКАРА И НАЛОКСОНА	41
С. И. Рубцова КАЧЕСТВЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НЕФТЕОКИСЛЯЮЩИХ БАКТЕРИЙ ПРИБОЙНОЙ ЗОНЫ ЧЕРНОГО МОРЯ.....	46
А. А. Гидулянов, С. В. Коношенко ЗАВИСИМОСТЬ ОКИСЛИТЕЛЬНОЙ МОДИФИКАЦИИ ГЕМОГЛОБИНОВ ОТДЕЛЬНЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ КЛАССА МЛЕКОПИТАЮЩИХ ОТ ХАРАКТЕРА ИХ ВНУТРИМОЛЕКУЛЯРНОЙ СТРУКТУРЫ.....	52
В. А. Никольская, С. В. Коношенко ВЛИЯНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ НА СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА СЫВОРОТОЧНОГО АЛЬБУМИНА СПОРТСМЕНОВ, ЗАНИМАЮЩИХСЯ СПОРТИВНЫМИ ИГРАМИ.....	55
В. Б. Павленко, И. Н. Конарева	59
СВЯЗАННЫЕ С СОБЫТИЕМ ЭЭГ-ПОТЕНЦИАЛЫ КАК ИНДИКАТОРЫ МОЗГОВЫХ ДЕТЕРМИНАНТ ВЫБОРА ПРОФЕССИИ.....	59
С. В. Погодина ОСОБЕННОСТИ ПРОЯВЛЕНИЯ АЭРОБНЫХ СПОСОБНОСТЕЙ ЮНЫХ ПЛОВЦОВ В ПРОЦЕССЕ АДАПТАЦИИ К ФИЗИЧЕСКИМ НАГРУЗКАМ НА ВЫНОСЛИВОСТЬ.....	63
И. Б. Просянникова ВЛИЯНИЕ МУЧНИСТОЙ РОСЫ ДУБА НА ВОДООБМЕН ПОДРОСТА QUERCUS PETRAEA L. EX LIEBL. (FAGACEAE)	67

В. С. Мартынюк, Н. А. Темурьянц, А. В. Яценко, И. В. Анисимов, Н. Г. Птицына, Дж. Виллорези, Ю. А. Копытенко, Е. Копытенко, Ж. Рассон, Д. Флюгер, Н. Ючи КОМПЬЮТЕРНАЯ СИСТЕМА ГЕНЕРАЦИИ И РЕГИСТРАЦИИ НИЗКОЧАСТОТНЫХ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ В МАГНИТОБИОЛОГИЧЕСКИХ ЭКСПЕРИМЕНТАХ.....	71
В. Г. Блохин ПЕРЕКИСНОЕ ОКИСЛЕНИЕ ЛИПИДОВ В ЛИСТЬЯХ КУКУРУЗЫ НА РАННИХ ЭТАПАХ ОНТОГЕНЕЗА ПОД ВЛИЯНИЕМ 6-БАП ПРИ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ.....	74
Л. М. Теплицкая, Н. Ю. Лысякова, Э. Г. Бирюлева ОСОБЕННОСТИ МИКОТРОФНОСТИ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ОРХИДЕЙ ФЛОРЫ КРЫМА.....	79
С. И. Чмелева ВЛИЯНИЕ ГИББЕРЕЛЛИНА НА УСТОЙЧИВОСТЬ ВИНОГРАДА К ПОРАЖЕНИЮ МИЛДЬЮ (PLASMOPARA VITICOLA)	87
И. А. Степанюк ДЕТЕКТИРОВАНИЕ АТМОСФЕРНЫХ ЭМ-ПОЛЕЙ В ПРИВОДНОМ СЛОЕ НАД МОРЕМ КАК ФАКТОР ЭКОЛОГИИ ГИДРОБИОНТОВ	91
В. Ф. Шульгин, А. Н. Гусев, В. Я. Зуб, Г. М. Ларин СЛАБЫЕ ОБМЕННЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МЕЖДУ ПАРАМАГНИТНЫМИ ИОНАМИ В МОНОМЕРНЫХ БИЯДЕРНЫХ КОМПЛЕКСАХ АЦИЛДИГИДРАЗОНОВ....	100
И. Н. Юркова, В. Р. Эстрела-Льопис КОНДУКТОМЕТРИЧЕСКИЙ АЛЬГОТЕСТ КАЧЕСТВА ВОДНОЙ СРЕДЫ	113
В. В. Крымова, Н. А. Сурова ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ИНВЕРСИОННОЙ ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИИ НА ГРАФИТОВОМ ЭЛЕКТРОДЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРЕСНОВОДНЫХ И МОРСКИХ ЭКОСИСТЕМ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ.....	119
Е. Д. Першина, И. В. Алексашкин, А. И. Стрижевский КАТАЛИТИЧЕСКОЕ РАЗЛОЖЕНИЕ H₂O₂ В ЩЕЛОЧНОЙ СРЕДЕ В ПРИСУТСТВИИ ИОНОВ МЕДИ (II).....	122
А. В. Бородина РОСТОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ SPIRULINA PLATENSIS (NORDST.) GEITER В УСЛОВИЯХ ЗАМЕНЫ ГИДРОКАРБОНАТОВ НА КАРБОНАТЫ В СРЕДЕ ЗАРРУКА	128
Г. Н. Шадрин, В. В. Крымова, В. П. Горобей ВЛИЯНИЕ НЕИОНОГЕННЫХ ПАВ НА ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГРАНИЦЫ РАЗДЕЛА РАСТВОР-ВОЗДУХ.....	133
АННОТАЦИИ.....	135
АННОТАЦІЇ	142
SUMMARY	148
СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ.....	154
СОДЕРЖАНИЕ.....	158