ISSN 0366-5119

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԶԳԱՅԻՆ ԱԿԱԴԵՄԻԱ
НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК РЕСПУБЛИКИ АРМЕНИЯ
NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF ARMENIA

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԿԵՆՍԱԲԱՆԱԿԱՆ ՀԱՆԴԵՍ

БИОЛОГИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ АРМЕНИИ

BIOLOGICAL JOURNAL OF ARMENIA

2007

Выходит с 1948 года на армянском, русском и английском языках

«Հայաստանի կենսաբանական հանդես» հրատարակվում է Հայաստանի Գիտությունների Ազգային Ակադեմիայի կողմից և տպագրում է հոդվածներ բուսաբանության, կենդանաբանության, ֆիզիոլոգիայի, կենսաքիմիայի, կենսաֆիզիկայի, կենսատեխնոլոգիայի, միկրոբիոլոգիայի, գենետիկայի և ընդհանուր ու կիրառական կենսաբանության այլ բնագավառների վերաբերյալ:

"Биологический журнал Армении" издается Национальной Академией Наук Армении и публикует оригинальные статьи по ботанике, зоологии, физиологии, биохимии, биофизике, микробиологии, биотехнологии, генетике и другим отраслям общей и прикладной биологии.

"Biological Journal of Armenia" is functioning under the auspice of the National Academy of Sciences of Armenia and publishes original papers in botany, zoology, physiology, biochemistry, biophysics, microbiology, biotechnology, genetics and other fields of general and applied biology.

Editor - in chief - E.G. Afrikian Executive Secretary - N.H. Apinyan

Խմբագրական կոլեգիա՝ Է.Գ.Աֆրիկյան (գլխավոր խմբագիր), Ծ.Մ.Ավագյան, Մ.Ա.Դավթյան, Ժ.Ի.Նակոբյան (գլխավոր խմբագրի տեղակալ), Ռ.Մ.Հարությունյան, Կ.Գ.Ղարագյոզյան, Ա.Ա.Մայրապետյան, Ա.Ն.Մովսիսյան, Ն.Հ. Ափինյան (պատասխանատու քարտուղար)

Խմբագրական խորհուրդ՝ Է.Գ. Աֆրիկյան (նախագահ), Յու.Թ.Ալեքսանյան, Է.Ե.Գաբրիելյան, Ա.Ա.Գալոյան, Ա.Լ.Թախտաջյան, Կ.Ս.Պողոսյան, Գ.Ա.Փանոսյան, Լ.Լ.Օսիպյան

Редакционная коллегия: Э.К.Африкян (главный редактор), Ц.М.Аванян, Ж.И.Акопян (заместитель главного редактора), Р.М.Арутюнян, М.А.Давтян, К.Г.Карагезян, С.Х.Майрапетян, С.О.Мовсесян, Н.А. Апинян (ответственный секретарь)

Редакционный совет: Э.К.Африкян (председатель), Ю.Т.Алексанян, Э.Ш.Габриелян, А.А.Галоян, Л.Л.Осипян, Г.А.Пашосян, К.С.Погосян, А.Л.Тахтаджян

Спонсор Журнала: АМНТК "СОЮЗ". М.О. Окроян
Հանդեսի հովանավոր ԱՄՆՏԿ «ՍՈՑՈՒՋ». Մ.Օ. Օկրոյան

Հայաստանի Գիտությունների Ազգային Ակադեմիա, Հայաստանի Կենսաբանական Հանդես
Национальная Академия Наук Армении, Биологический Журнал Армении
National Academy of Sciences of Armenia, Biological Journal of Armenia

Օրիգինալ հոդվածներ · Оригинальные статьи · Original articles

Биолог. журн. Армении, 1-2 (59), 2007

УДК 577.3:615.771.7:534.121.2

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ НЕКОТОРЫХ ПРОТИВООПУХОЛЕВЫХ ПРЕПАРАТОВ С БИСЛОЙНЫМИ ФОСФОЛИПИДНЫМИ МЕМБРАНАМИ В РАЗЛИЧНЫХ ИОННЫХ СРЕДАХ

А.Е. ЗАКАРЯН, Н.А. САРКИСЯН, Н.А. ЗАКАРЯН, А.А. ТРЧУНЯН

Ереванский государственный университет, кафедра биофизики, 0025

Исследовано взаимодействие колхицина, фторафура, сарколизина, тиофосфамида, циклофосфана и 5-фторурацила с бислойными фосфолипидными мембранами в различных солевых средах. Показано, что исследуемые противоопухолевые препараты вызывали заметные изменения некоторых параметров, характеризующих физические свойства этих мембран (потенциал разрыва, электрическое сопротивление и время жизни), при этом наибольшее воздействие оказывал колхицин. Эти изменения могут быть обусловлены взаимодействием препаратов с молекулами фосфолипидов в бислое, при этом изменение физических свойств мембран не зависело от солевого состава среды.

Հետազոտված է կոլխիցինի, ֆտորաֆուրի, սարկոլիզինի, թիոֆոսֆամիդի, ցիկլոֆոսֆանի և 5-ֆտորուռացիլի փոխազդեցությունն երկշերտ ֆոսֆոլիպիդային թաղանթների հետ տարբեր աղային միջավայրերում: Ցույց է տրված, որ ուսումնասիրվող հակաուռուցքային պրեպարատները բերում են այդ թաղանթների որոշ ֆիզիկական հատկությունները բնութագրող չափանիշների (խզման պոտենցիալ, էլեկտրական դիմադրություն և կյանքի տևողություն) նկատվող փոփոխությունների, ընդ որում առավել ուժգին է կոլխիցինի ներգործությունը: Դրանք կարող են պայմանավորված լինել երկշերտում ֆոսֆոլիպիդների մոլեկուլների հետ պրեպարատների փոխազդեցությամբ, ընդ որում թաղանթների ֆիզիկական հատկությունների փոփոխությունը կախված չէ միջավայրի աղային կազմից:

The interaction of colchicine, fluorinofur, sarcolysin, thiophosphamide, cyclophosphane and 5-fluoro-uracyl with bilayer phospholipid membranes was investigated within different salt medium. It was shown that these anticancer preparations caused marked changes in the parameters characterizing physical properties of the membranes (breakdown potential, electrical resistance and survival time). These changes could be resulted from interaction of the preparations with phospholipid molecules in bilayer, and they did not depend on salt composition of the medium

Бислойные мембраны - потенциал разрыва - электрическое сопротивление

Искусственные бислойные липидные мембраны (БЛМ), сформированные из общих фосфолипидов, полученных из тканей животных, могут являться адекватной моделью липидного бислоя биологической мембраны клеток человека и животных [1, 6, 12, 13]. При этом БЛМ обладают физическими свойствами, которые могут претерпевать изменения в различных

ионных средах и в зависимости от концентрации соли [11].

Нарушение свойств липидного бислоя не только сопровождает многие заболевания, но и во многих случаях является причиной развития патологических процессов в клетках, тканях и организме в целом [2, 5]. Используя свойства и методические возможности БЛМ, особенно метод фиксации напряжения, можно изучить природу и механизмы действия различных биологически активных соединений, в том числе и фармакологических препаратов [4, 10].

Целью данной работы было исследование некоторых физических параметров БЛМ в присутствии противоопухолевых препаратов (ПОП) в различных ионных средах.

Материал и методика. Экстракцию общих фосфолипидов из мозга крупного рогатого скота проводили по методу Мюллера с соавторами [9]. Бислойные мембраны из полученных липидов формировали на отверстии в перегородке тефлоновой камеры по методу Мюллера и Монтала [8].

Измерение и определение электрических параметров БЛМ проводили по методу фиксации напряжения на электрометрической установке с высокоомным дифференциальным усилителем с обратной связью "Keithley 301" (США) [13]. Суть этого метода заключается в поддержании приложенного потенциала на мембране на заданном уровне независимо от ионных потоков.

Сопротивление мембраны (R_m) рассчитывали по формуле: $R_m = U_m R_f / U_{изм}$, где $U_{изм}$ — измеряемое напряжение (показатель на самопишущем потенциометре); R_f — заданное сопротивление цепи (сопротивление обратной связи); U_m — разность потенциалов на мембране. Однако с целью стандартизации работы с различными камерами, имеющими разные диаметры отверстия для формирования БЛМ, вместо значения R_m рассчитывали величину удельного сопротивления мембраны ($R_{уд}$): $R_{уд} = R_m S$, где S – площадь мембраны и 0,5024 мм², с учетом радиуса отверстия на перегородке измерительной камеры, на котором формируется мембрана, равного 0,4 мм.

Потенциал разрыва БЛМ определяли как пороговое значение плавно подаваемого напряжения на мембрану, при котором она разрывается.

В работе использовали коммерческие ПОП, конечная концентрация испытуемых соединений в обоих отсеках тефлоновой ячейки составляла $2 \cdot 10^{-5}$ М, что обеспечивалось добавлением растворов этих препаратов в объеме 0,2 мл в примембранные отсеки ячейки объемом по 5 мл.

Все опыты проводили в экранированной камере и в зависимости от степени воспроизводимости повторяли в среднем 9-10 раз. Результаты обрабатывали статистически с определением стандартной ошибки.

Результаты и обсуждение. Для изучения взаимодействия ПОП с БЛМ вначале были определены некоторые электрометрические параметры, характеризующие физические свойства БЛМ (электрическое сопротивление, потенциал разрыва и время жизни), сформированных из общих фосфолипидов мозга крупного рогатого скота [9]. При этом время жизни этих мембран составляло не менее 3 ч, что было достаточно для проведения экспериментов. В течение указанного времени наблюдалось стабильное значение электрических показателей БЛМ.

Из данных, полученных в опытах (табл. 1), следует, что в принципе значения электрического сопротивления и потенциала разрыва БЛМ во всех исследуемых мембраноомывающих средах мало отличаются друг от друга. При этом, в случае с 0,1 М раствором $CaCl_2$ проницаемость БЛМ (судя по величинам $R_{уд}$) ниже по сравнению с данными для других сред (0,1 М KCl

и 0,1 М NaCl), а потенциал разрыва почти одинаков для всех сред. Эти результаты не противоречат литературным данным [3, 11-13]. Они могут указывать на изменение электростатического взаимодействия между молекулами в бислое в зависимости от величины заряда ионов в среде.

Таблица 1. Изменение удельного электрического сопротивления БЛМ в присутствии ПОП в различных ионных средах. Ом·см²

Мембранообразующая солевая среда, 0,1 М	Контроль	Испытуемые противоопухолевые препараты (концентрация $2 \cdot 10^{-3}$ М)					
		Колхицин	Фторафур	Сарколизин	Тиофосфамид	Циклофосфан	5-фторурацил
KCl	$6,80 \pm 0,43 \cdot 10^{10}$	$4,46 \pm 0,18 \cdot 10^{7}$	$2,31 \pm 0,45 \cdot 10^{9}$	$4,6 \pm 0,3 \cdot 10^{9}$	$6,35 \pm 0,37 \cdot 10^{9}$	$1,62 \pm 0,33 \cdot 10^{9}$	$0,73 \pm 0,20 \cdot 10^{10}$
NaCl	$7,60 \pm 0,34 \cdot 10^{10}$	$6,3 \pm 0,9 \cdot 10^{7}$	$1,3 \pm 0,6 \cdot 10^{9}$	$2,23 \pm 0,60 \cdot 10^{9}$	$4,1 \pm 0,8 \cdot 10^{9}$	$2,10 \pm 0,87 \cdot 10^{9}$	$0,52 \pm 0,06 \cdot 10^{10}$
$CaCl_2$	$9,90 \pm 0,45 \cdot 10^{10}$	$1,32 \pm 0,29 \cdot 10^{8}$	$3,85 \pm 0,43 \cdot 10^{9}$	$5,5 \pm 0,7 \cdot 10^{9}$	$9,60 \pm 0,95 \cdot 10^{9}$	$3,68 \pm 0,31 \cdot 10^{9}$	$1,40 \pm 0,49 \cdot 10^{10}$

В последующих опытах исследовали влияние ПОП на электрическое сопротивление БЛМ. Согласно экспериментальным данным, представленным в табл. 1, все изучаемые вещества модифицировали бислойную фосфолипидную мембрану в сторону снижения $R_{уд}$, что, возможно, объясняется выраженной гидрофобностью изучаемых соединений, а также их другими физико-химическими свойствами, например, суммарными зарядными характеристиками. Последние могли способствовать ассоциированию исследуемых веществ с заряженными головками фосфолипидов, за счет чего молекулы ПОП могут абсорбироваться на поверхности мембраны или частично/либо полностью внедряться в липидный бислой, приводя к изменению его жидкокристаллической структуры с последующим изменением его физических свойств.

Было выявлено, что время жизни мембран, модифицированных с помощью исследуемых ПОП, при потенциале на мембране в 100 мВ значительно уменьшалось по сравнению с контролем и составляло всего 30-40 мин. Это, по-видимому, объясняется деструкцией мембран за счет образования дефектов в мембранной структуре, что приводит к флуктуации проводимости и других свойств БЛМ, сокращая время их жизни.

Приведенные данные (табл. 1) указывают, что в экспериментах по изучению действия ПОП на характеристики БЛМ наибольший эффект наблюдается с колхицином, который снижает $R_{уд}$ на ~3 порядка, а наименьший – с 5-фторурацилом (уменьшение на ~1 порядок). Интенсивность действия ПОП на $R_{уд}$ для БЛМ можно представить нижеприведенным рядом:

колхицин >фторафур >сарколизин >тиофосфамид >циклофосфан >5-фторурацил.

Сравнивая эти данные с результатами по взаимодействию ПОП с биологическими структурами, полученными ранее при применении разных методических подходов (определение уровня перекисного окисления липидов,

хемилюминесцентный анализ, определение активности ферментов антиоксидантной системы – супероксиддисмутазы, каталазы и пероксидазы) [2, 12, 13], отметим, что действие колхицина во всех опытах было более выражено, а действие 5-фторурацила – менее.

Было изучено также действие ПОП на потенциал разрыва БЛМ, который является важным показателем состояния липидного бислоя (табл. 2). Не затрагивая теоретическую часть вопроса относительно механизмов "электрического" разрыва БЛМ [1, 6, 12, 13], отметим, что потенциал разрыва зависит от многих факторов, в том числе и от состава и состояния мембранных липидов, величины прилагаемого на бислой напряжения и присутствия модификаторов различной природы.

Таблица 2. **Изменение потенциала разрыва БЛМ в присутствии ПОП в различных ионных средах, мВ**

Мембраноомывающая солевая среда, 0,1 М	Контроль	Испытуемые противоопухолевые препараты (концентрация $2 \cdot 10^{-4}$ М)					
		Колхицин	Фторафур	Сарколизин	Тиофосфамид	Циклофосфан	5-фторурацил
KCl	330±30	256±25	261±28	272±28	266±25	278±24	279±27
NaCl	321±25	255±24	263±25	268±24	266±26	268±23	282±25
$CaCl_2$	341±35	256±27	263±25	269±22	276±24	274±23	293±26

Основные результаты, полученные в этих экспериментах (табл. 2), сводятся к тому, что, во-первых, нет существенной разницы между величинами потенциалов разрыва БЛМ в присутствии разных катионов в мембраноомывающих средах; во-вторых, присутствие в этих средах ПОП однозначно приводит к уменьшению значения потенциала разрыва БЛМ (от 12 % до 25 %). Здесь колхицин также вызывает наибольшее изменение. Это может быть обусловлено проникновением гидрофобных молекул ПОП в бислой, приводящим к изменению объема и структурной организации мембраны, что в свою очередь способствует ее более быстрому разрушению в электрическом поле [6, 12-13].

На основании полученных данных все результаты были сгруппированы и сравнены по отдельным группам используемых ПОП, а именно по антиметаболитам (фторафур и 5-фторурацил), по алкилирующим реагентам (циклофосфан, сарколизин и тиофосфамид) и по колхицину отдельно (табл. 1 и 2). При рассмотрении данных в этом аспекте внутри каждой группы не было обнаружено определенной закономерности по взаимодействию изучаемых соединений с БЛМ. То же самое наблюдали и при анализе результатов, полученных с использованием других методов [2, 12, 13], что также может говорить о роли структурных особенностей изучаемых соединений при их взаимодействии с биологическими структурами.

В пользу того, что изучаемые ПОП, скорее всего, взаимодействуют именно с липидными структурами, говорят данные, полученные при изучении действия этих препаратов на такие параметры БЛМ, как потенциал разрыва и время их жизни. Это, очевидно, обусловлено взаимодействием ПОП с

молекулами фосфолипидов в бислое с последующей деструкцией последнего, в том числе и изменением его толщины [11]. Обнаружение взаимодействия испытуемых ПОП с липидами в модельных экспериментах может указывать на аналогичные формы взаимодействия и на уровне клеточных структур, подтверждая литературные данные [2, 7, 10].

Анализ данных по изучению действия ПОП на БЛМ позволяет заключить, что модифицированные БЛМ не проявляют заметной ионной избирательности к исследуемым соединениям, несмотря на изменение электрических показателей. Они интересны в связи с пониманием механизмов проницаемости мембраны для различных соединений, которые должны учитываться для решения биотехнологических и медицинских задач, например, при разработке новых лекарств, проникающих через мембрану [11].

Таким образом, можно допустить, что изучаемые в условиях *in vitro* процессы, приводящие к изменению свойств липидного бислоя, могут иметь место на клеточном и тканевом уровнях в организме (*in vivo*), что подлежит изучению в дальнейшем.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Ծղոյեցյան Ս.* Կենսաբանական թաղանթներ: Երևան, Զանգակ-97, 2001.
2. *Владимиров Ю.А.* Роль нарушения барьерной и матричной функций липидного слоя биологических мембран в патологии. М., Медицина, 1985.
3. *Иванов В.Г., Берестовский Н.Г.* Динамическая структура липидного бислоя. М., Наука, 1981.
4. *Bemporad D., Luttmann C., Essex J.W.* Biochim. Biophys. Acta 1718, 1-21, 2005.
5. *Boffi E.M., Ozaki J., Matsuki N., Inaba M., Desmaras E., Ono K.* J. Vet. Med. Sci. 64, 483-488, 2002.
6. *Coster H.G.L.* J. Biol. Phys. 29, 363-399, 2003.
7. *Kulharni S.B., Betageri G.V.* Cell. Mol. Biol. Lett. 2, 151-159, 1997
8. *Montal M., Mueller P.* Proc. Nat. Acad. Sci. USA. 69, 3561-3566, 1972.
9. *Mueller P., Rudin D., Tien H., Wescot T.J.* Nature 194, 979-980, 1962.
10. *Omote H., Al-Shawi M.K.* Biophys J., 90, 4046-4059, 2006.
11. *Petracke H.I., Tristram-Nagle S., Harries D., Kucerka N., Nagle J.P., Parsegian V.A.* J. Lipid Res. 47, 302-309, 2006.
12. *Tien H., Ottova A.* Planar Lipid Membranes and Their Applications. Amsterdam: Elsevier. 2003.
13. *Zakharyan A.E., Ayvazian N.M.* In: Advances in Planar Lipid Bilayers and Liposomes. 2, 237-259, 2005.

Поступила 08.X.2006

Հայաստանի Գիտությունների Ազգային Ակադեմիա. Հայաստանի Կենսաբանական Հանդես
Национальная Академия Наук Армении. Биологический Журнал Армении
National Academy of Sciences of Armenia. Biological Journal of Armenia

Биолог. журн. Армении, 1-2 (59), 2007

УДК 577.12.612:611.36

ВЛИЯНИЕ СОЕДИНЕНИЯ 2-ЦИАН-3,4,4-ТРИМЕТИЛ-2- БУТЕН-4-ОЛИДА НА УРОВЕНЬ И АКТИВНОСТЬ МЕТАЛЛОПРОТЕИНОВ ТКАНЕЙ *IN VITRO* И *EX VIVO*

Г.М. ГАЛОЯН*, П.А. КАЗАРЯН, А.А. АВЕТИСЯН*, М.А. СИМОНЯН*****

**Ереванский государственный университет, 0025*
***Гематологический центр им. проф. Р.Ераляна МЗ РА, 375014, Ереван*
****Институт биохимии им. Г.Бунятяна НАН РА, 375014, Ереван*

ЦТБО (2-циан-3,4,4-триметил-2-бутен-4-олид) в большинстве случаев не является токсическим для металлопротеинов антиоксидантной и прооксидантной активности крови и печени, за исключением сывороточного церулоплазмина. ЦТБО оказывает положительное воздействие путем повышения каталазной и metHb-восстанавливающей активности цит b558 мембран эритроцитов и гепатоцитов, в гомогенной и гетерогенной фазах (непосредственно в мембранах) и снижением степени самоагрегации сывороточного липопротеина высокой плотности - супрола *in vitro* и *ex vivo*.

2-Ցիան-3,4,4-երրորդային-2-բութեն-4-օլիդ (ՑԵԲՕ) հիմնականում չի ցուցաբերում տոքսիկ ազդեցություն հակա- և պրոօքսիդանտային մետաղապրոտեիններ վրա, բացառությամբ ցերուլոպլազմինի: ՑԵԲՕ ցուցաբերում է դրական ազդեցություն՝ բարձրացնելով կատալազայի և ցիտոքրոմ b558-ի մետհեմոգլոբին վերականգնելու ակտիվությունը էրիթրոցիտների և լյարդի բջիջների թաղանթներում հոմոգեն և հետերոգեն ֆազերում (անմիջապես թաղանթներում) և նվազեցնելով շիճուկային բարձր խտություն ունեցող լիպոպրոտեինի-սուպրոլի ինքնաագրեգացման աստիճանը *in vitro* և *ex vivo*.

On the whole the 2-cyan-3,4,4-trimethyl-2-buten-4-olid (CTBO) compound has no toxic effect on the anti- and prooxidative activity metalloproteins except ceruloplasmin. CTBO indicates positive effect increasing the catalase activity in the erythrocytes, especially in the liver, elevating the metHb-reducing activity of cytochrome b558 from erythrocyte membranes and liver cell membranes in homogenous and heterogenous phases (immediately in membranes), as well as decreasing the self-aggregation degree of serum high density lipoprotein – suprol *in vitro* and *ex vivo*.

2-циан-3,4,4-триметил-2-бутен-4-олид - металлопротеины - кровь - печень

Ненасыщенные гамма-лактоны (бутенолиды), включая 2-циан-3,4,4-триметил-2-бутен-4-олид (ЦТБО), являются компонентами как природных (витамин С, пенициллоевая кислота, альфа- и бета-ангеликалактоны, протоанемонин, кловацин, карденолиды и т.д.), так и синтетических лекарственных препаратов (строфант, ацетомишин, пилокарпин, антибиотики и т.д.), применяемых при терапии различных заболеваний (сердечно-сосудистых, диабета, злокачественных новообразований и др.) [1]. Для определения степени безвредности (токсичности) и эффективности применения ЦТБО целесообразно определить его влияние на состояние

ключевых систем-регуляторов метаболизма активных форм кислорода крови и других тканей [4, 5].

Целью работы является одновременное определение характерных изменений уровня и активности известных металлопротеинов антиоксидантной активности – МАА (Cu, Zn-СОД, каталаза, церулоплазмин и трансферрин из крови и Mn-СОД из печени) и металлопротеинов прооксидантной активности – МПА (новые изоформы цитохрома b558 сыворотки крови, эритроцитарных мембран (ЭМ) и мембран клеток печени (МКП), супероксидпродуцирующий липопротеин сыворотки – супрол, а также цитохром b5 из цитозоля эритроцитов и цитохром С из клеток печени) под непосредственным воздействием ЦТБО *in vitro* и *ex vivo*.

Материал и методика. Препарат ЦТБО синтезирован академиком А.А.Аветисяном и сотр. и любезно предоставлен для использования в этой работе. МАА и МПА получали биотехнологическим способом [6] без использования детергента, который снижает стабильность этих белков [7]. Количество металлопротеинов (МП) определяли путем измерения плотности характерного максимального оптического поглощения для цитохрома (цит) b5 при 525 нм, изоформ цит b558 – 530, супрола – 430, церулоплазмина (ЦП) – 610 нм и трансферрина (ТФ) – 470 нм. СОД-активность белков определяли нитротетразолиевым синим (НТС) [11], а каталазную активность – перманганатометрическим титрованием раствора перекиси водорода в отсутствие и присутствии определенного количества белка. Супероксид-улавливающую активность ЦТБО определяли перекисным методом, путем измерения снижения плотности оптического поглощения красителя кумасси бриллианта синего (КБС) супероксидными радикалами ($O_2^{\cdot-}$), генерированными при расщеплении перекиси водорода при pH выше 7 [12]. НАДРН-зависимую $O_2^{\cdot-}$ - продуцирующую активность цитb558 из ЭМ и МКП крыс в гомогенной и гетерогенной фазах (в МК) также определяли НТС методом, путем вычисления процента повышения плотности поглощения формазана, который образуется в результате восстановления НТС супероксидными радикалами в присутствии 1 ммоль НАДРН [8]. За единицу этой активности принимали количество цит b558, вызывающее 50%-ное увеличение плотности оптического поглощения формазана (при 560 нм).

Метгемоглобин (метHb) - восстанавливающую активность цит b558 в гомогенной и гетерогенной фазах (в ЭМ и МК) определяли спектральным методом [13], путем измерения снижения плотности оптического поглощения альфа-полосы ферриHb (Fe^{+3} - Hb). Это снижение прямо пропорционально образовавшемуся ферроHb. При этом A_{λ_1} для цит b558 в реакционной смеси (3 мл) составляло 0,04.

В первой серии экспериментов МАА и МПА определенного количества и активности инкубировали с ЦТБО (10 мг/мл) в аэробных условиях при 4° в течение 48 ч. Далее определяли уровень и активность МП в отсутствие (контроль) и присутствии ЦТБО *in vitro*.

Во второй серии экспериментов кровь (по 20 мл) и гомогенат печени (20 г печени гомогенизировали в 50 мл 0,04 М калий фосфатном буфере pH 7,4 – КФБ) инкубировали с 10 мг/мл ЦТБО (последний был растворен в физиологическом растворе) в течение 4 сут также при 4° в аэробных условиях *ex vivo*. Далее получали МП из крови и гомогената печени с определенным количеством очищенных ЭМ (по 5 мл) и МКП (по 5 мл) для определения активности цит b558 в гетерогенной фазе (в этих мембранах локализованы цит b558). МКП и ЭМ очищали многократным промыванием 0,04 М КФБ.

Для определения НАДРН-зависимой супероксидпродуцирующей активности цитb558 в гетерогенной фазе (в мембранах) к 3 мл реакционной смеси добавляли до 0,2 мл смеси этих мембран с 0,04 М КФБ. В контрольных опытах синхронно получали МП и мембраны в отсутствие ЦТБО.

Статистическую обработку полученных результатов проводили общеизвестным методом вариационной статистики Стьюдента-Фишера с определением критерия достоверности Р.

Результаты и обсуждение. ЦТБО не обладает каталазной активностью, но способен снизить скорость обесцвечивания КБС (53,3±6,2 %)

продуцированными при расщеплении перекиси водорода супероксидными радикалами. Отмеченный факт свидетельствует о том, что в этой системе ЦТБО обладает супероксидудаляющей активностью. Эта система продуцирования супероксидов является более естественной системой, в которую вовлечены как перекись водорода, так и гидроксильные радикалы и супероксиды, которые вызывают определенные изменения свойств МАА и МПА.

В результате инкубирования ЦТБО с очищенными МАА и МПА *in vitro* уровень МПА (цит b5, цит b558 сыворотки крови, цит b558 ЭМ и МК печени, а также цит С) практически не изменяется (табл.). Полученные данные свидетельствуют о том, что ЦТБО не является деградирующим МПА агентом *in vitro*. ЦТБО несколько уменьшает и самоагрегацию супрола, видимо, путем снижения уровня продуцируемых супролом $O_2^{\cdot}$, которые вызывают перекисное окисление фосфолипидных остатков супрола; супрол является важным фактором сохранения вязкости сыворотки и в целом крови. По нашим данным, ЦТБО практически не влияет на свойства ТФ и каталазы, но вызывает небольшое увеличение активности Cu,Zn- СОД и Mn-СОД из цитозоля гепатоцитов. С другой стороны, ЦТБО снижает НАДРН-зависимую супероксидпродуцирующую активность изоформ цит b558 из ЭМ и МКП, при этом не вызывая ощутимых изменений оптико-спектральных показателей этих гемопротеинов.

Таблица. Относительное изменение уровня и активности МАА и МПА под воздействием ЦТБО *in vitro* и *ex vivo*, по сравнению со 100 %-ными контрольными показателями ($P<0,05$, $n = 8$), %

МП, активность	*In vitro*	*Ex vivo*
Цит b5	- 4,3±0,4	-66,7±5,8
Сумма цит b558 сыворотки крови	+1,9±0,3	+1,7±0,8
Сумма цит b558 ЭМ	+2,3±0,2	+13,1±0,7
Сумма цит b558 МКП	+2,7±0,4	+33,7±4,4
Цит С из печени	+1,8±0,3	+10,4±2,5
Супрол	+12,1±1,9	+19,4±5,1
ЦП	-24,3±2,4	-26,5±4,1
ТФ	-1,7±0,4	-2,5±0,6
Активность Cu,Zn-СОД из гемолизата	+8,1±0,3	+11,8±0,5
Активность Cu,Zn-СОД и Mn-СОД из печени	+8,5±0,4	+15,2±2,9
Активность каталазы из гемолизата	+2,4±0,3	+104,2±9,5
Активность каталазы из печени	+3,7±0,6	+29,8±0,6
$O_2^{\cdot}$ -продуцир.активн.супрола	+11,4±3,2	+9,3±1,8
$O_2^{\cdot}$ -продуцир.активн. цит b558 ЭМ в гомоген.фазе	-12,1±0,8	-
$O_2^{\cdot}$ -продуцир.активн. цит b558 ЭМ в гетероген.фазе	-	-52,4±5,1
$O_2^{\cdot}$ -продуцир.активн. цит b558 МКП в гомоген.фазе	-8,4±0,2	-
$O_2^{\cdot}$ -продуцир.активн. цит b558 МКП в гетероген.фазе	-	-45,1±4,3
МетНb-восстанавл.активн.цит b558 ЭМ в гомоген.фазе	+18,3±0,2	-
МетНb-восстанавл.активн.цит b558 ЭМ в гетероген.фазе	-	+41,1±2,6
МетНb-восстанавл.активн.цит b558 МКП в гомоген.фазе	+21,8±0,3	-
МетНb-восстанавл.активн.цит b558 МКП в гетероген.фазе	-	+53,4±4,9

В опытах *ex vivo* в результате инкубирования крови и гомогената печени с ЦТБО направленность вышеприведенных изменений сохраняется, однако амплитуда последних существенно увеличивается (табл.). Наблюдается резкое снижение уровня цит b5 (этот гемопротеин участвует в процессе ферментативного восстановления метHb меттемоглобинредуктазой в цитозоле эритроцитов [9]). Возможно, эта потеря компенсируется повышением метHb-восстанавливающей активности цит b558 ЭМ и МКП. В свою очередь, хотя уровень образовавшегося цит b558 сыворотки крови не изменяется, однако уровень цит b558 ЭМ и МКП повышается. Этот факт свидетельствует о том, что ЦТБО имеет доступ к ЭМ и МКП и положительно влияет на процесс солюбилизации цит b558 из этих клеток. Это не может считаться положительным эффектом ЦТБО, так как, возможно, он влияет на метаболизм фосфолипидов этих мембран, ответственных за удерживание цит b558 в гидрофобной фазе и может вызвать изменение микроструктуры ЭМ и МКП, для которых цит b558 являются структурными компонентами и стабилизирующими факторами. Снижение уровня ЦП имеет место и в опытах *ex vivo*, что является побочным нежелательным фактором воздействия ЦТБО, и это необходимо учитывать при его использовании ЦТБО. Некоторое повышение активности СОД в ЭМ и гепатоцитов можно связать с понижением уровня супероксидов, продуктом ферментативного диспутирования которых является перекись водорода. Последняя может превращаться в высокоактивные НО. радикалы под воздействием ионов переходных металлов [3]. Эти гидроксильные радикалы являются деградирующими агентами для МАА и МПА [9,10,11,14]. Супероксидпродуцирующая активность супрола практически не изменяется и в экспериментах *ex vivo*. Однако эта активность для цит b558 в ЭМ и МКП заметно снижена. С одной стороны, это может считаться положительным эффектом ЦТБО, так как снижается вероятность оксидативного повреждения окружающих биосистем этими радикалами, с другой – снижение уровня супероксидов может вызывать соответственное снижение интенсивности жизненно важных метаболических процессов, происходящих в эритроцитах и гепатоцитах. Это необходимо учитывать для определения эффективной и безвредной дозы ЦТБО.

Феноменальным может считаться повышение каталазной активности в гепатоцитах, особенно в эритроцитах (104 %). Механизм такого повышения каталазной активности пока трудно определить, хотя возможно, что ЦТБО в этих условиях вызывает экспрессию гема каталазы. Это, несомненно, можно считать важным положительным эффектом ЦТБО. Другим положительным воздействием его является повышение метHb-восстанавливающей активности цит b558 ЭМ и МКП, так как оно может снизить уровень метHb, неспособного перенести к клеткам молекулярный кислород, нормализовать кислородный гомеостаз и снизить уровень анемии, что часто наблюдается при злокачественных новообразованиях [2].

На основании вышеизложенного можно заключить, что ЦТБО в большинстве случаев не является деградирующим для МАА и МПА агентом.

за исключением ЦП, повышает каталазную активность в эритроцитах и гепатоцитах и увеличивает в них метHb-восстанавливающую активность цит b558, как в гомогенной, так и гетерогенной фазах, снижает степень агрегации сывороточного липопротеина высокой плотности – супрола *in vitro* и *ex vivo*.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Аветисян А.А., Токмаджян Г.Г.* Хим. ж.Армении, *46*, 3-4, 219-226, 1993.
2. *Казарян Н.А., Аветисян А.А., Саакян Л.С., Галоян Г.М., Асоян А.У., Саркисян К.Э.* Мат-лы междунар. конф. «Успехи биотехнологии: перспективы развития в Армении». Ереван, Цахкадзор, с.200, 2006.
3. *Мжельская Т.Н.* Бюлл. эксп. биол. мед., 130 (8), 124-132, 2000.
4. *Симонян М.А., Бабаян М.А., Симонян Г.М.* Биохимия, 60 (12), 1977-1987, 1995.
5. *Симонян М.А., Карапетян А.В., Бабаян М.А., Симонян Р.М.* Биохимия, 61 (5), 932-938, 1996.
6. *Симонян М.А., Симонян Г.М.* Лицензия изобрет. No 341 Армпатента. Ереван, 1997.
7. *Симонян Г.М., Симонян М.А., Симонян Р.М.* Лицензия изобретения N 908 Армпатента. Ереван, 2001.
8. *Симонян Г.М., Симонян Р.М., Бабаян М.А., Карапетян А.В., Симонян М.А.* Мед. наука Армении, XLIII, 1, 30-34, 2003.
9. *Abe K., Sugita Y.* Eur. J. Biochem., *101* (9), 423-428, 1979.
10. *Aldazhov E.* Exp. Med. Morphol., *26*, 39-41, 1987.
11. *Fridovich I.* Ann. Rev. Biochem., *64*, 97-112, 1995.
12. *Simonyan M.A., Nalbandyan R.M.* Biochim.Biophys.Acta, *583* (3), 279-286, 1979.
13. *Simonyan G.M., Simonyan R.M., Simonyan M.A.* Electronic J. Natural Sciences NAS RA, *2* (7), 3-6, 2006.
14. *Stroke P.E., Farber J.L.* J. Biol. Chem., *260* (18), 10099-10104, 1985.

Поступила 15.1.2007

Հայաստանի Գիտությունների Ազգային Ակադեմիա, Հայաստանի Կենսաբանական Հանդես
Национальная Академия Наук Армении, Биологический Журнал Армении
National Academy of Sciences of Armenia, Biological Journal of Armenia

Биолог. журн. Армении, 1-2 (59), 2007

УДК 577.616.612.152

МЕХАНИЗМЫ ОКСИДАТИВНОГО ПОВРЕЖДЕНИЯ КРОВИ ЧЕЛОВЕКА ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ИОНОВ МОЛИБДЕНА И КАДМИЯ *IN VITRO*

М.С. СИРАКАНЯН, Р.М. СИМОНЯН, М.А. СИМОНЯН

Институт биохимии НАН РА, 375014, Ереван

В результате двухдневного инкубирования крови человека с Mo^{+6} (20 ммоль) *in vitro* уровень металлопротеинов антиоксидантной и прооксидантной активности заметных изменений не претерпевает, тогда как под воздействием Cd^{+2} в аналогичных условиях происходит полная их деградация с соответственным оксидативным повреждением крови на фоне возможного ослабления метаболических процессов с участием активных форм кислорода.

Սարդու արյան և Mo^{+6} (20 մմոլ) երկօրյա ինկուբացման հետևանքով *in vitro* հակաօքսիդանտային և պրոօքսիդանտային ակտիվության մետաղապրոտեինների մակարդակի էական փոփոխություններ չեն դիտվում, այնինչ նմանատիպ պայմաններում Cd^{+2} գործնականորեն ամբողջությամբ ղեգրադացնում է նշված մետաղապրոտեինները, առաջացնելով արյան օքսիդատիվ վնասում, թթվածնի ակտիվ ձևերի մասնակցությամբ ընթացող նյութափոխանակային գործընթացների հնարավոր թուլացման ֆոնի վրա:

The incubation of human blood with Mo^{+6} (20 mmol) during 2 days *in vitro* is not causes the essential changes of the level of antioxidative activity metalloproteins and prooxidative activity metalloproteins. However, the Cd^{+2} in analogical conditions leads to the almost full degradation of this metalloproteins, causing corresponding oxidative damage of blood, on the background of the weakening of the metabolism of reactive oxygen species.

Кровь человека - молибден - кадмий - оксидативное повреждение

Токсическое воздействие ионов Mo^{+6} на компоненты крови и других органов обусловлено многими факторами: инактивацией пероксидаз нейтрофилов (этот эффект часто используется для определения степени загрязненности окружающей среды) [13], повышением уровня Mo^{+6} в моче и крови рабочих горнодобывающей промышленности, которое вызывает оксидативное повреждение почечной ткани [11], повреждением гепатоцитов в результате связывания сульфгидрильных групп митохондрий (при этом происходит стимулирование воспалительных процессов и некоторое нарушение функции митохондрий) [14], стимулированием гибели лейкемических клеток и моноцитов периферической крови, а также повреждением ДНК с повышением ее фрагментации и с усилением продуцирования супероксидных (O_2^-) и гидроксильных (HO^-) радикалов [9], стимулированием экспрессии и секреции гена цитокинов и изменением клеточной окислительно-восстановительной активности [10].

При накоплении ионов Mo^{+6} в организме, в частности в крови, печени, почках и твердых тканях, токсический эффект Mo^{+6} обусловлен связыванием с альфа-2- макроглобулином, что повышает осмотическое давление эритроцитов и вызывает молибденозис, увеличением концентрации мочевой кислоты в крови рабочих [12] и ингибированием сульфидоксидаз с образованием тиомолибдата и эндогенных сульфидов [15]. С другой стороны, повышение доз ионов Cd^{+2} и Mo^{+6} вызывает характерное изменение анти- и прооксидантного статуса крови быка в результате ее инкубирования с этими металлами *in vitro*.

Целью настоящего исследования явилось определение характерных количественных и качественных изменений металлопротеинов (МП) антиоксидантной активности (МАА) и МП прооксидантной активности (МПА) крови человека под непосредственным воздействием токсических доз Mo^{+6} и Cd^{+2} *in vitro*.

Материал и методика. МАА (Cu, Zn-СОД, каталаза, полученные из растворимой фракции эритроцитов, церулоплазмин – ЦП и трансферрин – ТФ – из сыворотки крови) и МПА (изоформы цитохрома b558 – цитохром b558III и цитохром b558IV из эритроцитарных мембран, супероксидпродуцирующий липопротеин сыворотки - супрол и цитохром b5 из растворимой фракции эритроцитов) получали из крови человека (донорская кровь) биотехнологическим способом [8], избегая использования детергента для солюбилизации белков из эритроцитарных мембран (ЭМ) [6].

К трем пробам (по 40 мл) крови добавляли молибдат натрия и сульфат кадмия (концентрация соли в реакционной смеси составляла 20 ммоль). В качестве контроля брали показатели крови без добавления солей. Далее кровь инкубировали в аэробных условиях в течение 48 ч при 4°. Затем проводили выделение и очистку из крови МАА и МПА. При этом пробы очищенных ЭМ (по 30 мл, смешанные с 0,04 М калий фосфатным буфером, pH 7,4) отделяли для определения степени рилизинга цитохрома (цит) b558 из ЭМ [7], а также $O_2^{\cdot}$ -продуцирующей и метгемоглобин (метHb)-восстанавливающей активности цит b558III в гетерогенной фазе [5]. Количество полученных МП определяли измерением плотности максимального оптического поглощения, характерного для цит b5 при 525 нм, для цит b 558III и цит b558 IV - 530, супрола – 430, ЦП- 610 и ТФ - 470 нм (голоформа).

Супероксиддисмутазную активность фермента и $O_2^{\cdot}$ - продуцирующую активность супрола и цит b558III определяли нитротетразолиевым синим (НТС) [4] путем вычисления процента подавления (в случае СОД) или стимулирования (в случае супрола и цит b558III) образования формазана (при 560 нм). За единицу активности СОД принимали то количество фермента, которое вызывает 50%-ное ингибирование образования формазана при восстановлении НТС супероксидными радикалами. За единицу $O_2^{\cdot}$ - продуцирующей активности супрола или цит b558III принимали то количество белка, которое способно стимулировать образование формазана на 50%.

Каталазную активность фермента определяли перманганатометрическим методом, рассчитав количество белка, расщепляющего 0,1М перекиси водорода за 1 мин при 20°.

МетHb-восстанавливающую активность цит b558III определяли *in vitro*, используя человеческий свежеполученный метHb. При этом величина оптического поглощения альфа-полосы (при 565 нм) метHb составляла 0,8, а величина поглощения бета-полосы используемого цит b558III (при 530 нм) в реакционной смеси составляла 0,02. Непосредственно в кварцевых кюветах спектрофотометра к 2,5 мл раствора метHb добавляли 0,2 мл цит b558III или 0,2 мл ЭМ, смешанных с 0,04 М калий фосфатным буфером (КФБ), pH 7,4. После быстрого перемешивания реакционной смеси ее инкубировали в покое в аэробных условиях *in vitro*, в течение 6-8 ч при 30°. Далее была определена кинетика восстановления метHb до ферроHb путем измерения интенсивности плотности альфа-поглощения метHb (она снижается). Это снижение прямо пропорционально образовавшемуся ферроHb, который имеет максимальное оптическое поглощение при

555 нм. Таким образом, была определена кинетика снижения плотности альфа-полосы metHb под воздействием нативного цит b558III и после его инкубирования с молибдатом натрия и сульфатом кадмия в приведенных концентрациях (по 20 ммоль). Затем инкубировали ЭМ с молибдатом натрия и сульфатом кадмия в приведенных концентрациях и определяли metHb восстанавливающую и O_2^- - продуцирующую активность цит b558III в гетерогенной фазе (непосредственно в ЭМ).

Оптические спектральные измерения осуществляли на спектрофотометре «Specord UV-VIS» (Германия) с длиной оптического пути 1 см.

Статистическую обработку полученных результатов осуществляли методом вариационной статистики Стьюдента-Фишера с определением критерия достоверности (P).

Результаты и обсуждение. При действии Mo^{+6} на МПА крови человека существенно снижался эндогенный уровень цитохрома (цит) b5 в растворимой фракции эритроцитов (табл.1). Такое снижение, видимо, компенсируется повышением уровня эритроцитарных мембранных цит b558. При этом степень отщепления (рилизинг) цит b558 из ЭМ существенно не изменяется. НАДРН-зависимая супероксид-продуцирующая активность цит b558III [1] практически не изменяется как в гомогенной, так и в гетерогенной фазах (в ЭМ). Однако под влиянием ионов Mo^{+6} metHb-восстанавливающая активность цит b558III несколько снижается. Mo^{+6} в приведенных условиях вызывает небольшое снижение эндогенного уровня супрола, скорее всего, путем стимулирования перекисного окисления фосфолипидных остатков самого супрола супероксидными радикалами, продуцируемыми этим липопротеином высокой плотности сыворотки [3]. Одновременно несколько повышается O_2^- -продуцирующая активность супрола.

Из МАА человеческой крови повышается только эндогенный уровень ТФ, возможно, из-за повышения степени насыщенности ионами железа, и пока трудно определить механизм воздействия Mo^{+6} на это явление. Уровень остальных МАА практически не изменяется под воздействием ионов Mo^{+6} в приведенных условиях.

Совершенно иным образом происходит изменение эндогенных уровней МАА и МПА человеческой крови при инкубировании последней с ионами кадмия (табл.1). Под влиянием последних в приведенных условиях происходит резкое снижение эндогенных уровней МПА (цит b5, цит b558 ЭМ и супрола). При этом на фоне снижения O_2^- -продуцирующей активности супрола происходит повышение НАДРН-зависимой O_2^- - продуцирующей активности цит b558III. Причем, ионы кадмия стимулируют процесс превращения (около 70%) цит b558III в цит b'558III, а цит b558IV в b'558IV. Цит b'558III и цит b'558IV являются изоформами цит b558 высококислого и высокоосновного характера, которые практически иммобилизуются на целлюлозах ДЕ-52 и КМ-52 соответственно и в основном отделяются от этих целлюлоз только с помощью детергента. Такое превращение цит b558III обуславливается процессом его окисления [2]. Видимо, из-за этого степень рилизинга цит b558 из ЭМ заметно снижена. Фактически ионы кадмия изменяют состав цит b558III, что отрицательно влияет на текучесть ЭМ и повышает степень агрегации цит b558III. Это явление может влиять и на гемодинамику при интоксикации ионами кадмия.

Происходит также снижение стабильности ЭМ и эритроцитов. Возможно, этому способствует увеличение супероксидпродуцирующей активности цит b558III под воздействием ионов кадмия, поскольку в результате дисмутирования супероксидов продуцируется перекись водорода, которая при накоплении деградирует в цит b558III. Накоплению этой перекиси способствует и то обстоятельство, что ионы кадмия практически полностью инактивируют каталазу (табл.1). Под влиянием ионов кадмия фактически происходит существенное ослабление метаболических процессов крови человека. С другой стороны, резкое снижение метHb – восстанавливающей активности цит b558III может вызывать повышение доли метHb, неспособного перенести молекулярный кислород к клеткам. Таким образом, под влиянием токсических доз ионов Cd^{+2} происходит не только потеря стабильности эритроцитов, но и нарушение кислородного гомеостаза.

Таблица 1. Относительные изменения (%) уровня и активности МАА и МПА крови человека под воздействием молибдата натрия и сульфата кадмия (по 20 ммоль) по сравнению с 100% показателями крови в отсутствие этих солей *in vitro* (P<0,05, n = 10).

Металлопротеины и активность	Mo^{+6}	Cd^{+2}
Цит b5	-47,3±6,2	-75,3±8,5
Суммарная фракция цит b558	+23,2±2,4	-15,4±3,2
Цит b558III	-1,3±0,1	-64,7±5,6
Цит 558IV	+33,4±1,7	-85,2±6,7
Супрол	-12,3±2,2	-86,4±7,0
$O_2^{\cdot}$ - продук. активность супрола	+13,3±1,1	-20,0±1,5
$O_2^{\cdot}$ - продук. активность цит b558III в гомоген. фазе	+2,1±0.04	+34,0±3,1
$O_2^{\cdot}$ - продук. активность цит b558III в гетероген. фазе (в ЭМ)	+ 6,1±0,3	+47,9±4,5
МетН - восстанавл. активность цит b558III	-24,3±3,0	- 87,5±6,4
Степень рилизинга цит b558 из ЭМ	+2,3±0,2	-27,5±3,3
ЦП	- 2,2±0.6	- 73,4±5,1
ТФ	+24,5±2,5	-88,3±7,4
Cu, Zn-СОД	-3.1±0.04	- 69,3±7,7
Каталаза	- 4.7±0.4	96.8±5,0

Расчетные суммарные уровни МАА и МПА (антиоксидантный и прооксидантный статусы) сыворотки крови и эритроцитов под воздействием относительно высоких доз Mo^{+6} существенных изменений не претерпевают (табл. 2). Однако аналогичные изменения под воздействием ионов кадмия весьма существенны, так как могут привести к оксидативному повреждению компонентов крови человека.

Таблица 2. **Относительные изменения антиоксидантного статуса (АС) и прооксидантного статуса (ПС) крови человека под воздействием ионов Mo^{+6} и Cd^{+2} по сравнению с 100% контрольными показателями ($P<0,05$, n = 10)**

Компоненты крови	Mo^{+6}		Cd^{+2}	
	АС	ПС	АС	ПС
Сыворотка крови	-21,8±2,2	+1,4±0,1	-161,4±12,5	-106,3±12.0
Эритроциты	+1,7±0,4	-18,3±5,5	-175.1±36,5	-224.9±41.7

Таким образом, под воздействием относительно высоких доз ионов Mo^{+6} на кровь человека МАА и МПА практически не претерпевают количественных и качественных изменений, и при этом не наблюдается изменений анти- и прооксидантного статусов крови, однако ионы Cd^{+2} вызывают нарушение указанных биохимических показателей, создавая соответственный фон оксидативного стресса крови человека *in vitro*.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Симонян Г.М., Симонян Р.М., Бабаян М.А., Карапетян А.В., Симонян М.А.* Мед. наука Армении, XLII, 30-34, 2003.
2. *Симонян М.А., Галоян А.А., Симонян Г.М.* Докл. НАН РА. 97, 62-66. 1997.
3. *Симонян М.А., Карапетян А.В., Бабаян М.А., Симонян Р.М.* Биохимия. 61, 932-938. 1996.
4. *Симонян Р.М., Симонян Г.М., Бабаян М.А., Симонян М.А.* Мед. наука Армении, XLIII, 43-46, 2004.
5. *Симонян Р.М., Симонян Г.М., Бабаян М.А., Симонян М.А., Галоян А.А.* Мед. наука Армении, XLII,13-18, 2003.
6. *Симонян М.А., Симонян Г.М.* Лицензия изобрет. № 341 Армпатента. Ереван. 1997.
7. *Симонян М.А., Симонян Г.М., Симонян Р.М.* Лицензия изобрет. № 908 Армпатента. Ереван, 2001.
8. *Сираканян М.С., Симонян Г.М., Бабаян М.А., Симонян Р.М., Симонян М.А.* Вестник –МАНЭБ Санкт-Петербурга, 10, 216-220, 2005.
9. *Bagchi D., Joshi S.S., Bagchi M. et al.* J.Biochem.Mol.Toxicol., 14, 33-41. 2000.
10. *Dond W., Simeniva P.P., Gallucci R. et al.* Toxicol.Appl.Pharmacol., 151. 359-366, 1998.
11. *Garcon G., Leleu B., Zerimch F. et al.* J.Occur.Environ.Med., 46, 1180-1186, 2004.
12. *Lener J., Bibr B.* J.Hyg.Epidemiol.Microbiol.Immunol.,28. 405-419, 1984.
13. *Mushtakova V.M., Fomin V.A., Rogovin V.V.* Izv.Akad.Nauk.Ser.Biol., 3, 336-338, 2005.
14. *Rikans L.E., Yamano T.* J. Biochem. Mol. Toxicol., 14, 110-117, 2000.
15. *Roshchin A.V., Lukashev A.A.* J.Hyg.Epidemiol. Microbiol. Immunol., 22, 137-143, 1978.

Поступила 22.1.2007

Биолог. журн. Армении, 1-2 (59), 2007

УДК 612.821.6

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПОВЕДЕНИЯ КРЫС В «ОТКРЫТОМ ПОЛЕ» И РАДИАЛЬНО-СИММЕТРИЧНОМ ЛАБИРИНТЕ

Г.Т. САРКИСОВ, Ж.С. САРКИСЯН, И.Н. КОВАЛЬ, Л.М. КАРАПЕТЯН, И.Р. МАДАТОВА, В.А. ТУМАНЯН

Институт зоологии НАН Армении 375014, Ереван

Изучались индивидуальные различия в поведении беспородных крыс-самцов. Типизация животных проводилась по параметрам поведения в «открытом поле» и проявлении пространственно-моторной асимметрии в трехлучевом радиально-симметричном лабиринте в режиме свободного выбора при пищевом подкреплении.

Ուսումնասիրվել է ոչ ցեղական արու առնետների վարքագծային անհատական առանձնահատկությունները. Կենդանիների տեսակավորումը անց է կացվել վարքագծային չափանիշներով «բաց դաշտում», ինչպես նաև եռճառագայթային համաչափ լաբիրինթում տարածական-շարժողական անհամաչափության արտահայտմամբ ազատ ընտրության պայմաններում ջրային ամրապնդումով.

Individual differences in behaviour of male albino rats were studied. Typification of animals was carried out on parameters of behaviour in the «open field» and exhibiting of spatially-motor asymmetry in a three-radial-symmetric maze in a regimen of a loose choice at a drinking reinforcement.

"Открытое поле" - пространственно-моторная асимметрия – типизация крыс

Изучение поведения обычно основывается на оценке усредненных опытных данных, что позволяет выявить основные закономерности изучаемого процесса, но в то же время приводит к утрате важной информации относительно индивидуальной реактивности экспериментальных животных, которые зачастую демонстрируют несопоставимые особенности своего поведения в эксперименте. Прежде всего, это обстоятельство необходимо учитывать при использовании в поведенческих опытах беспородных животных.

Учитывая сказанное, мы провели исследования, основная цель которых состояла в том, чтобы в рамках используемых нами двух моделей поведения выявить индивидуальные различия в поведении лабораторных крыс.

Материал и методика. Опыты проводились на 25 белых беспородных крысах - самцах, масса которых к началу опытов составляла в среднем 190-230г.

Тест «открытое поле» (ОП). ОП представляло собой равномерно освещенную площадь (60см х 60см х 50см), разделенную на 16 квадратов. Тестирование в ОП проводили через каждые 48 ч 7 раз. В день опыта животные получали пищу и воду неограниченно. В

каждом опыте наблюдение за поведением крысы проводили в течение 300 сек, отмечая при этом следующие показатели: число пересеченных квадратов (переходы по горизонтали, локомоции), стойка на задних лапах (вертикальная ориентация), число груминговой реакции, уровень дефекации (по числу фекальных болюсов).

Трехлучевой радиально-симметричный лабиринт (РСЛ). РСЛ предназначен для изучения пространственного различения у крыс на основе защитной (пищевой) мотивации. Описание установки дано в одной из наших публикаций [5]. В РСЛ животное имело возможность получить питьевое подкрепление (0,5 мл воды) за выбор любого из отсеков, расположенных как справа, так и слева от стартовой позиции (рис. 2, I). По условиям методики роль стартовой позиции выполнял отсек, выбранный животным в предыдущей пробе. Крыс брали в опыт после 48-часовой питьевой депривации. Проведено 10 опытов по 10 проб каждый. Количественный анализ поведения включал, в частности, вычисление для каждого животного коэффициента асимметрии (K_a), вычисляемого по формуле $K_a=(П-Л)/N$, где П - число правосторонних реакций, Л - левосторонних, N - общее число реакций.

Результаты и обсуждение. Опыты в ОП. Эксперименты выявили различие в индивидуальной динамике угашения двигательной активности. На рис. 1 приведены примеры 3-х разных форм двигательной активности.

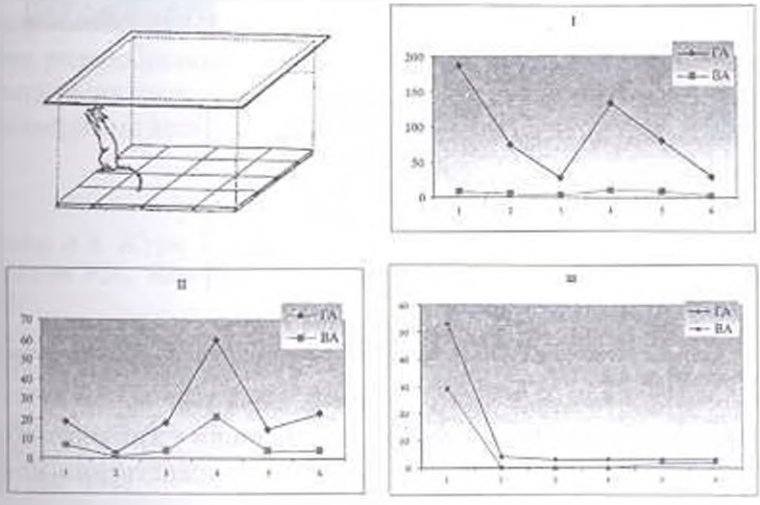


Рис. 1. Различные типы двигательной активности в тесте ОП. ГА — горизонтальная активность (число пересеченных квадратов), ВА - вертикальная активность (число вертикальных стоек).

Как известно, поведение крыс в ОП определяется двумя мотивациями: страха и исследования, причем, есть основания думать, что двигательная активность не может быть проявлением исключительно исследовательского поведения и свидетельствовать об отсутствии реакции страха. В первые минуты тестирования двигательная активность мотивирована преимущественно страхом. Это подтверждается сравнительно высоким уровнем вегетативных реакций (дефекация), сопровождающих эмоцию страха в начале опыта [1].

Наличие двух волн максимума двигательной активности (рис 1, I),

свидетельствует о том, что в этом случае страх проявляется реакцией активного избегания. Вторая волна двигательной активности отражает исследовательское поведение животного. Относительно слабая выраженность первой волны активности свидетельствует о проявлении страха в форме пассивно-оборонительного поведения (рис 1, II). И, наконец, слабая выраженность второй волны двигательной активности демонстрирует сравнительно низкий уровень исследовательского поведения (рис 1, III).

Опыты в РСЛ. В процессе адаптации («самообучение») животных в РСЛ наблюдалось увеличение пространственно-моторной асимметрии, вслед за которым наступал период уменьшения асимметрии. Эта закономерность представлена на рис. 2 (усредненные данные).

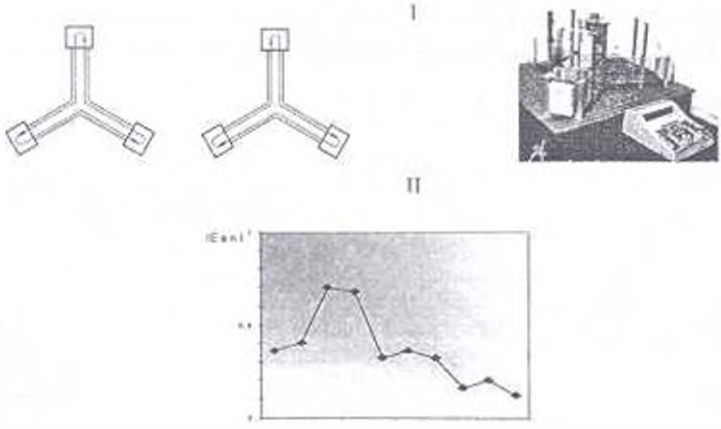


Рис. 2. I – схема и общий вид РСЛ; II – динамика изменений средних абсолютных значений K_a в условиях свободного выбора

Анализ индивидуальных процессов адаптации у животных позволил выделить три основных типа изменения пространственно-моторной асимметрии в РСЛ (рис. 3).

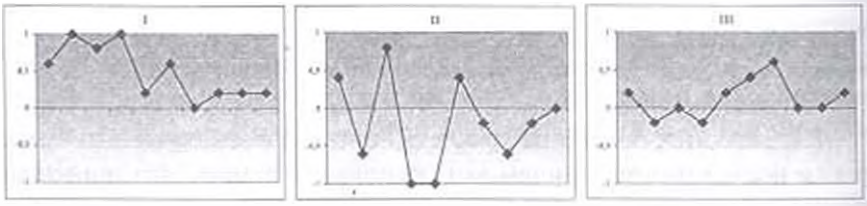


Рис. 3. Различные типы проявления пространственно-моторной асимметрии в РСЛ

Животные I и II типов отличаются сильной выраженностью пространственно-моторной асимметрии. В то же время у крыс II типа, в отличие от I, наблюдаются инверсии (изменения знака) асимметрии (рис 3, II). И, наконец, для животных III типа характерна относительно слабая

выраженность пространственно-моторной асимметрии (рис 3, III).

Можно предположить, что динамика пространственно-моторной асимметрии отражает степень подвижности нервных процессов. Следовательно, мы сталкиваемся с проявлением малой подвижности нервных процессов у одних животных (тип I) по сравнению с другими (тип II). Кроме того, в литературе есть указания на то, что слабая выраженность межполушарной асимметрии у крыс (тип III) отражает высокую степень судорожной готовности [2].

Трудно сказать, в какой мере выявленные различия в индивидуальном поведении крыс можно соотнести с существующими в настоящее время классификациями типов нервной деятельности, например, классической классификацией И.П. Павлова по параметрам силы, подвижности и уравновешенности процессов возбуждения и торможения или Ганса Айзенка [7] по шкале экстра - интровертированности и шкале невротицизма (эмоциональности). Для этого требуются дальнейшие исследования. Так или иначе, исследования индивидуальной реактивности продолжают оставаться актуальными, учитывая значительную вариабельность индивидуальных реакций у генетически гетерогенных животных в ответ на действия разнообразных, в том числе экстремальных (магнитные поля, алкогольная интоксикация, радиация, разрушения мозга, заражения болезнетворными агентами и др.) воздействий [3, 4, 5, 6].

ЛИТЕРАТУРА

1. *Маркель А.А.* Журн. высш. нервн. деят., *31*, 2, 301-307, 1981.
2. *Рябинская Е.А., Валуйская Т.С.* Журн. высш. нервн. деят., *33*, 4, 654-661, 1983.
3. *Саркисов Г.Т., Коваль И.Н., Гамбарян Л.С.* Журн. высш. нервн. деят., *34*, 5, 896-903, 1984.
4. *Саркисов Г.Т., Коваль И.Н., Гамбарян Л.С.* Журн. высш. нервн. деят. *39*, 4, 645-653, 1989.
5. *Саркисов Г.Т., Коваль И.Н., Папян С.Б.* Журн. высш. нервн. деят. *44*, 1, 167- 169, 1994.
6. *Симонян Р.П., Коваль И.Н. Саркисов Г.Т. Гамбарян Л.С.* Биолог. журн. Армении, *40*, 11, 1987.
7. *Eysenck H.* In: Emotions: their Parameters and Measure. N.Y.: Raven press. 439-467, 1975.

Поступила 11.X.2006

Биолог. журн. Армении, 1-2 (59), 2007
УДК 613.96:612.313.1.064:613.863-057.87

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ЭКСКРЕЦИИ НАТРИЯ И КАЛИЯ СО СЛЮНОЙ КАК МЕТОД ОЦЕНКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗМА ДЕСЯТИКЛАССНИКОВ ПРИ УМСТВЕННОЙ НАГРУЗКЕ

А.В. ДАЯН

Ереванский государственный университет, кафедра физиологии человека и животных им. Т. Мушегяна, 375025, Ереван

Исследована Na^+- и K^+- экскреторная функция слюнных желез десятиклассников в течение учебного года и в период вступительных экзаменов. Повышение утомления в течение учебного года сопровождалось увеличением экскреции N^+ со слюной, по сравнению с аналогичным показателем в октябре, и уменьшением содержания K^+. Повышенный вегетативный тонус организма в период вступительных экзаменов способствует изменению электролитного состава слюны. У большинства обследуемых в предэкзаменационный период наблюдалось достоверное снижение концентрации Na^+ в слюне, сохранявшееся в некоторой степени и после экзаменов. Гипонатриемия сопровождалась повышением содержания K^+ и понижением Na^+/K^+ коэффициента.

Հետազոտվել է X դասարանի աշակերտների թքագեղձերի նատրիումի և կալիումի արտազատական ֆունկցիան ուսումնական տարվա ընթացքում և ընդունելության քննությունների շրջանում: Ուսումնական տարվա ընթացքում հոգնածության մեծացումը ուղեկցվել է թքով նատրիումի արտազատման ուժեղացմամբ և K^+-ի պարունակության նվազմամբ, համեմատած հոկտեմբեր ամսվա նմանատիպ ցուցանիշի հետ: Քննաշրջանում օրգանիզմի վեգետատիվ լարվածության բարձրացումը նպաստում է թքի էլեկտրոլիտային կազմի փոփոխությանը: Հետազոտվողների մեծամասնության մոտ նախաքննական շրջանում դիտվել է թքում նատրիումի քանակության նվազում, որը որոշ չափով պահպանվել է նաև հետքննական շրջանում: Հիպոնատրիումեմիան ուղեկցվել է կալիումի պարունակության բարձրացմամբ և Na^+/K^+-գործակցի նվազմամբ:

Na^+ and K^+- excretory function of salivary glands among 10th class schoolchildren-entrants during an academic year and entrance examinations was studied. Intensification of exhausation within academic year was accompanied by increase of Na^+-excretion with a saliva, in comparison with a similar parameter in October, and reduction of contents K^+. During entrance examinations the increased vegetative tone of an organism assists to change electrolytic components of a saliva. During preexamination period among majority of tested schoolchildren the significant decrease of concentration Na^+ in a saliva was observed, which was kept on definite level and after examinations, too. Hyposodium level was accompanied by increase of contents K^+ and decrese Na^+/K^+ coefficient.

Na^+- и K^+-экскреторная функция - слюна - учебная нагрузка - экзамен

Электролитный баланс во многом определяет состояние функциональных систем организма, играет важную роль в обеспечении сосудистого тонуса и гомеостаза [11]. В частности, обмену натрия и калия принадлежит существенная роль в таких жизненно важных процессах, как

сердечная деятельность, кислотно-щелочное равновесие, регуляция внутриклеточного гомеостаза.

В последнее время в литературе часто встречаются сведения об обменных электролитических процессах и их механизмах, связанных с нарушениями метаболизма электролитов при различных патологических состояниях. Известно, что нарушение содержания натрия и калия в экстра- и интрацеллюлярном пространстве является важным звеном в генезе многих патологических процессов [4]. Однако, несмотря на несомненную актуальность, довольно редки и противоречивы сведения, отражающие состояние электролитного баланса у детей и подростков при умственной нагрузке. Более доступным для оценки функционального состояния организма человека при учебной нагрузке является исследование содержания натрия и калия в слюне, уровень которых находится в обратной зависимости от количества кортикостероидов и катехоламинов в крови [7]. В литературе имеются сведения о зависимости Na^+- и K^+- экскреторной функции слюнных желез от состояния вегетативной нервной системы (ВНС), гормональной активности гипофиза и надпочечников [6].

Согласно данным Великанова [5] и Дьяченко [8], к 15 годам стабилизируются механизмы ионной регуляции. Это свидетельствует о становлении к подростковому возрасту дефинитивного уровня функционирования системы водно-солевого гомеостаза [14]. Процесс выведения Na^+ и K^+ со слюной обусловлен нейрогуморально-гормональным комплексом, регулирующим функциональную деятельность целостного организма. Последнее обстоятельство послужило основанием для изучения Na^+- и K^+- экскреторной функции слюнных желез с целью оценки реакции подростков на умственную психоэмоциональную нагрузку.

Материал и методика. Исследования проводились среди учеников десятиклассников (n=52) в течение учебного года (сентябрь, октябрь, декабрь, февраль, апрель, май, июнь), а также в период вступительных экзаменов в 4-х экспериментальных ситуациях: 1-за 2-2.5 мес до экзамена, 2 – за день до экзамена, 3 –через день и 4 – через 1-1.5 мес. после экзаменов. Методом Короткова измерялись основные показатели кардиогемодинамики: пульс, артериальное давление (АД) (систолическое – САД, диастолическое - ДАД). По формуле Старра рассчитывали систолический (СО) и минутный (МОК) объемы крови.

Регистрацию и обработку электрокардиограммы (ЭКГ) испытуемых (длительность по 2.5 мин) осуществляли на компьютере IBM-486. Математический анализ ритма сердца проводили методом вариационной пульсометрии по критериям Баевского с помощью компьютерной программы «Cardio», разработанной в лаборатории «Математического моделирования нервной системы» Института физиологии имени Л. А. Орбели НАН РА. Программа обеспечивала автоматическую регистрацию и анализ R-R-интервалов с построением кардиоинтервалограмм. Вычисляли следующие интегральные показатели ритма сердца: амплитуду моды – АМо, моду – Мо, Δx – вариационный размах, Vk – коэффициент вариации кардиоинтервалов, ИН – индекс напряжения.

Уровень Na^+ и K^+ в слюне определяли атомно-эмиссионным методом по наиболее интенсивной спектральной линии электролитов (766.49 и 589.2нм для Na^+ и K^+ соответственно). Измерения осуществляли на атомно-абсорбционном спектрометре «AASI» в эмиссионном режиме работы прибора. Рассчитывали также Na^+/K^+ -коэффициент. Отсутствие единого мнения о физиологических нормах концентрации натрия и калия в слюне явилось основанием для проведения собственных исследований, направленных на получение количественных характеристик процесса экскреции Na^+ и K^+ со слюной у здоровых подростков. Полученные данные подтверждают мнение об относительно небольшом изменении концентрации K^+ в течение суток и наличии выраженной суточной

периодичности в выведении со слюной Na^+ [7, 15]. Для изучения Na^+-, K^+-экскреторной функции слюнных желез использовалась смешанная слюна, собираемая в предварительно продезинфицированные пробки. С целью исключения влияния примесей пищи на состав собираемой слюны, забор ее осуществлялся в утренние часы натощак. Предварительно испытуемым предлагалось два раза ополаскивать ротовую полость водой. Все испытуемые перед началом исследований проходили дополнительный осмотр у стоматолога.

Полученные данные подвергнуты статистической обработке на компьютере с учетом t-критерия Стьюдента.

Результаты и обсуждение. В первой серии исследований изучалась Na^+- и K^+- экскреторная функция слюнных желез десятиклассников в течение учебного года. Полученные данные представлены в таблице. Анализ количественных показателей выведения Na^+ и K^+ со слюной, полученных в конце сентября, показал отсутствие сильно выраженных изменений по сравнению с исходными данными, наблюдаемыми в начале сентября. Динамика изменений показателей Na^+ и K^+ в слюне в течение учебного года носила волнообразный характер. В конце октября у абитуриентов наблюдалось уменьшение в слюне Na^+ на 40.9% ($p<0.05$) и увеличение уровня K^+ на 22.3% ($p<0.05$). Na^+/K^+ коэффициент соответственно снижался на 52.9% ($p<0.001$). Согласно данным Борисовой [3], у подростков уровень снижения Na^+/K^+ коэффициента соответствует трудности усваиваемого урока. По ее мнению, под влиянием учебной деятельности изменения параметров водно-солевого обмена могут носить как благоприятный, так и неблагоприятный характер. Полученные нами результаты подтверждают наличие определенной качественной связи нейросекреторной функции слюнных желез с активностью симпато-адреналовой и гипофиз-надпочечниковой систем. В исследованиях Линдера [12] отмечена высокая степень нервно-эмоционального напряжения у подростков 15-16 лет в начале учебного года, что приводит к увеличению экскреции с мочой катехоламинов и в основном адреналина. Очевидно, этот период у большинства десятиклассников совпадает с занятиями у репетиторов. Повышение утомления в течение учебного года сопровождалось увеличением экскреции Na^+ со слюной, по сравнению с аналогичным показателем в октябре, и уменьшением содержания K^+ (табл.).

Таблица. **Изменение содержания электролитов в слюне десятиклассников в учебном году, ммоль/л**

Этапы исследования	Na^+	K^+	Na^+/K^+
сентябрь	6.47±0.78	19.22±1.93	0.34±0.031
октябрь	3.82±0.75*	23.51±2.76*	0.16±0.02***
декабрь	5.42±0.86	20.76±2.48	0.26±0.022*
февраль	5.65±0.88	21.08±2.64	0.27±0.029
апрель	6.03±1.08	20.54±2.78	0.29±0.024
май	3.68±0.97*	25.08±3.12*	0.15±0.035**
июнь	5.73±0.99	19.82±1.74	0.29±0.034

Примечание: * – достоверность различий с сентябрем: * - $p<0.05$, ** - $p<0.01$, *** - $p<0.001$.

Наблюдаемое нами увеличение концентрации Na^+ в III и IV четвертях, по сравнению с показателями I четверти, по-видимому, является результатом

снижения общей функциональной активности организма и связано со сдвигом вегетативного баланса в сторону усиления холинергических влияний [15]. Подтверждением наличия такого механизма у испытуемых данной серии исследований служит выявленное в ходе экспериментов от I к IV четверти ослабление реакции сердечно-сосудистой системы, сопровождаемое понижением АД, СО и МОК, а также урежением частоты сердечных сокращений (ЧСС). В поддержании колебаний концентрации Na^+ плазмы крови в узких пределах участвуют многие регуляторные системы - гипоталамус, гипофиз, эпифиз, надпочечники, почки, слюнные и потовые железы, а также ткань правого предсердия. По данным Тамбовцевой [9], утомление, развивающееся под действием учебной нагрузки, проявляется в снижении процентного прироста Na^+/K^+ к концу учебного дня от VIII к X классу. По мнению авторов, ослабление выраженности дневных колебаний показателей минерального обмена может служить одним из критериев утомления организма.

В конце IV четверти (в мае), накануне выпускных экзаменов, требующих от учащихся высокого умственно эмоционального напряжения, наблюдался второй пик достоверного снижения скорости выведения натрия и повышения - калия. Экскреция Na^+ уменьшалась на 43.1%, K^+ - увеличивалась на 30.5%, соответственно на 55.9% уменьшался и Na^+/K^+ коэффициент. Корниенко и соавторы [10] к концу учебного года у учеников наблюдали повышение резервных возможностей симпато-адреналовой системы. Известно, что альдостерон определяет транспорт K^+ в почках, толстой кишке, слюнных и потовых железах. Выделение глюкокортикоидов вызывает гиперкалиемию и усиливает калийурез, который продолжительнее действия стероидов. Повышение Na^+/K^+ коэффициента и увеличение экскреции Na^+ с мочой, наблюдаемое от I к IV четверти у школьников VII, VIII и X классов, ряд авторов считает признаком удовлетворительной адаптированности обследованных учащихся к учебной нагрузке [1, 2].

Во второй серии исследований изучали изменение электролитного состава слюны абитуриентов в период вступительных экзаменов. В соответствии с характером изменения ИН отмечалось два типа реагирования Na^+- и K^+-экскреторной функции слюнных желез. У 30.0% наблюдалась повышенная утомляемость, что связано с большой умственной нагрузкой и неполноценным сном. Накануне вступительных экзаменов у них отмечалось уменьшение интегральных показателей регуляции сердечного ритма и повышение на 72.2% содержания натрия в слюне. Концентрация калия при этом снижалась в среднем на 24.3%. После экзамена наблюдалось уменьшение экскреции натрия, уровень которой, однако, не достигал исходной величины (рис., А).

Повышение концентрации Na^+, по-видимому, является результатом снижения общей функциональной активности организма и связано с изменением вегетативного баланса в сторону усиления парасимпатических влияний. Об этом свидетельствует также понижение ИН и АМо и увеличение Мо и Δx. Как известно, уменьшение ИН и повышение Δx, наблюдаемые при утомлении, являются следствием повышения тонуса парасимпатического отдела ВНС.

У большинства испытуемых (около 70.0%), накануне экзаменов наблюдались учащенное сердцебиение и повышенный уровень интегральных

показателей регуляции сердечного ритма. Во всех экспериментах у испытуемых этой подгруппы до экзамена происходило выраженное уменьшение концентрации Na^+ (на 48.7%, $p<0.05$) и увеличение K^+ (на 22.2%, $p<0.05$) в слюне (рис., Б). Na^+/K^+ коэффициент соответственно понижался на 57.9% ($p<0.001$). Характер наблюдаемых изменений сохранялся и в постэкзаменационный период. Через день после экзамена содержание Na^+ в слюне было ниже фонового на 36.9%, через 1-1.5 месяца исходный уровень его почти восстанавливался (рис., Б). Процесс экскреции K^+ со слюной усиливался накануне экзамена и через день после него соответственно на 22.2% ($p<0.05$) и 17.2% ($p<0.05$). Через 1-1.5 месяца после вступительных экзаменов наблюдалось некоторое понижение экскреции K^+, не доходящее, однако, до исходного уровня.

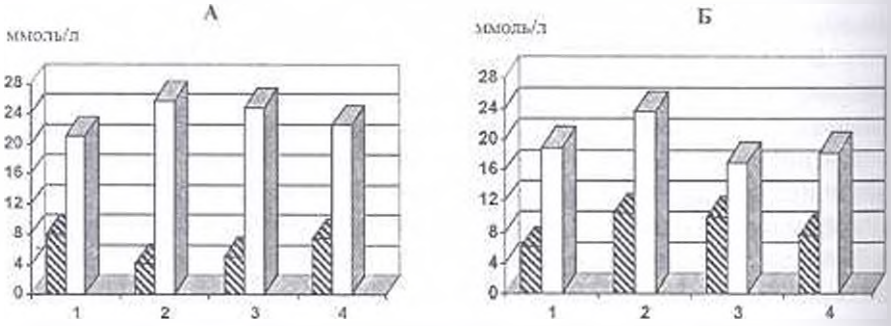


Рис. Динамика изменений электролитного состава слюны десятиклассников в экзаменационный период.
А - при уменьшении ИН, Б - при увеличении ИН
1 - обычный учебный день, 2 - до экзамена, 3 - после экзамена, 4 - через 1-1,5 месяца после экзамена.
▨ - Na^+ ▭ - K^+

Полученные данные свидетельствуют о том, что повышенный вегетативный тонус организма, наблюдаемый в экзаменационный период, у большинства обследуемых сопровождается гипонатриемией, повышением содержания K^+ и понижением Na^+/K^+ коэффициента. Последний является отражением выраженного напряжения симпато-адреналовой системы организма. Согласно данным Навакатикяна и Крыжановской [13], в период контрольных работ и экзаменов у школьников отмечается значительная активация системы вегетативного обеспечения высшей нервной деятельности, которая сопровождается резким увеличением экскреции катехоламинов с мочой, повышением ЧСС, МОК и АД.

Несмотря на сложность интерпретации полученных данных, их анализ, как нам кажется, должен основываться на учете последовательности причинно-следственных процессов, включающих приспособительные реакции. Если считать, что афферентное звено любой стресс-реакции завершается формированием в центральной нервной системе психоэмоциональной детерминанты, запускающей эфферентные нервные и гормонально-гуморальные стресс-реализующие и лимитирующие механизмы, то наблюдаемые нами изменения должны быть следствием именно этих эфферентных посылок. Анализ собственных и литературных данных свидетельствует о том, что эфферентные посылки реализуются через симпато-адреналовую систему, обеспечивающую адаптацию к экзаменационному

стрессу, посредством как прямых нервных влияний, так и дистантных воздействий, оказываемых ее медиаторами [3, 12]. В литературе имеются данные о том, что под влиянием симпатотропных веществ (адреналин) содержание Na^+ в слюне уменьшается [15], а уровень K^+- увеличивается. При этом происходит резкое сокращение слюноотделения. Характерно, что введение прозерина сопровождалось заметным усилением саливации, повышением содержания Na^+ и снижением концентрации K^+. Ссылаясь на приведенные литературные и полученные нами данные, можно заключить, что между содержанием Na^+ и K^+ в слюне и уровнем активности симпато-адреналовой системы организма существует обратная зависимость.

Резюмируя вышеизложенное, можно утверждать, что экзаменационное психоэмоциональное напряжение, наряду с изменением сердечно-сосудистой системы, сопровождается ионным сдвигом состава слюны, который является следствием активации гипоталамо-гипофиз-надпочечниковой и симпато-адреналовой систем.

Таким образом, полученные в ходе проводимых исследований данные свидетельствуют о том, что анализ содержания Na^+ и K^+ в слюне может может быть использован в качестве критерия оценки уровня утомления и психоэмоционального напряжения как студентов и школьников, так и других категорий населения.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Антропова М.В., Бородкина Г.В., Кузнецова Л.М. и др.* Физиология человека, 23, 1, 98-102, 1997.
2. *Безруких М.М.* Физиология человека, 15, 2, 85-88, 1989.
3. *Борисова С.А.* Использование энзимных показателей для характеристики процесса адаптации к учебной деятельности. Возрастные особенности физиологических систем детей и подростков. – М., 1990.
4. *Брагион Д., Цериотти Д., Чиумелло.* Лаб. дело. М., Медицина. 12, 58-61, 1991.
5. *Великанова Л.К.* Автореф. док. дисс. М., 59с., 1971.
6. *Джон Ф.Л., Питер Г.В.* Основы эндокринологии. М. Медицина, 502с., 2000.
7. *Домахина Г.М.* Автореф. канд. дисс., 22с., 1980.
8. *Дьяченко И.В.* Водно-солевой гемостаз у детей школьного возраста. Вопросы физиологии сердечно-сосудистой системы школьников. М., 131-138, 1980.
9. *Кипнь Г.В., Тамбовцева Е.В.* Физиолого-гигиенические аспекты учебной нагрузки старшеклассников. М., изд-во АПН СССР. 134-138, 1986.
10. *Коржиенко И.А.* Адаптация организма подростков к учебной нагрузке. М., Педагогика, 91-93, 1987.
11. *Кушаковский М.С.* Гипертоническая болезнь. СПб, 310с., 1995.
12. *Лищер А.И.* Физиолого-гигиенические аспекты учебной нагрузки старшеклассников. М., 114-127, 1986.
13. *Навакатикян А.О., Крыжановская В.В.* Возрастная работоспособность лиц умственного труда. Киев, Здоровье, 208с., 1979.
14. Нормализация учебной нагрузки школьников. Под ред. М.В. Антроповой, В.И. Козлова. М., 160с., 1988.
15. *Семенова Т.Д.* Автореф. канд. дисс., 29с., 1973.

Поступила 29.IX.2000

Հայաստանի Գիտությունների Ազգային Ակադեմիա, Հայաստանի Կենսաբանական Հանդես
Национальная Академия Наук Армении, Биологический Журнал Армении
National Academy of Sciences of Armenia, Biological Journal of Armenia

Биолог. журн. Армении, 1-2 (59), 2007

УДК 612.812

АНАЛИЗ СПЕКТРАЛЬНОЙ МОЩНОСТИ ОСНОВНЫХ РИТМОВ ЭЭГ АБИТУРИЕНТОВ В ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ ПЕРИОД

А.В. ДАЯН, Э.С. ГЕВОРКЯН, С.М. МИНАСЯН, Н.Н. КСАДЖИКЯН

Ереванский государственный университет, кафедра физиологии человека и животных, 0025

Методом компьютерной регистрации и анализа исследована спектральная плотность мощности (СПМ) ритмов ЭЭГ (Δ, θ, α, β) фронтальных, теменных и затылочных областей левого и правого полушарий головного мозга (F_3, F_4, P_3, P_4, O_1, O_2). Показано, что в F_3 и F_4 как в пред-, так и в постэкзаменационный периоды происходит достоверное увеличение СПМ α- и β-ритмов. В P_3 и P_4 в предэкзаменационный период наиболее выраженные сдвиги происходили в величине СПМ β-ритма, наименее – Δ-волн левого полушария. В O_1 наблюдалось повышение мощностей Δ-, α- и β-ритмов, а в O_2 – как в пред-, так и в постэкзаменационный периоды происходила редукция СПМ всех исследованных ритмов.

Համակարգչային գրանցման և վերլուծության եղանակով ուսումնասիրվել է գլխուղեղի աջ և ձախ կիսագնդերի ճակատային, գագաթային և ծոծրակային շրջանների (F_3, F_4, P_3, P_4, O_1, O_2) ԷՈՒԳ-ի ռիթմերի (Δ, θ, α, β) հզորության սպեկտրալ խտությունը (ՀՍԽ). Ցույց է տրված, որ F_3 և F_4-ում, նախաքննական և հետքննական շրջաններում տեղի է ունենում α և β ռիթմերի ՀՍԽ-ի հավաստի աճ: P_3 և P_4 – ում նախաքննական շրջանում առավել արտահայտված տեղաշարժեր տեղի են ունեցել ձախ կիսագնդի β ռիթմի և ավելի քիչ՝ Δ ալիքի ՀՍԽ-ի մեծություններում: O_1 – ում դիտվել է Δ, α և β ռիթմերի հզորության բարձրացում, իսկ O_2 – ում, ինչպես նախա, այնպես էլ հետքննական շրջաններում տեղի է ունեցել ուսումնասիրված բոլոր ռիթմերի ՀՍԽ-ի նվազում:

The power's spectral density (PSD) of EEG general rhythms (Δ, θ, α, β) in frontal, parietal and occipital areas (F_3, F_4, P_3, P_4, O_1, O_2) of brain left and right hemispheres was investigated. Analysis of received data showed that in F_3 and F_4 both in pre- and postexaminational periods it was observed reliable enhance of α- and β-rhythms of PSD. In P_3 and P_4 it was revealed the increase of PSD of investigated rhythms. More expressed shifts were noted in PSD of β-rhythm value, the least changes – in PSD of Δ-waves of left hemisphere. It was shown the increase of powers of Δ-, α-, β-rhythms of left hemisphere's occipital area, however, in right hemisphere both at pre- and postexaminational periods – reduction of PSD of all studied rhythms.

Экзаменационный стресс - электроэнцефалограмма - спектральная плотность мощности - фокус максимальной активности

Переход от общеобразовательного обучения к учебным заведениям нового типа повышает интенсивность умственных нагрузок, вызывает сдвиги в функционировании ЦНС подростков, приводя к напряжению ее регуляторных механизмов. Между тем функциональные возможности ЦНС на данном этапе индивидуального развития ограничены недостаточной

зрелостью гетерохронно созревающих структур головного мозга [3, 4, 6]. Большинство старшеклассников профильное обучение сочетают с занятиями на подготовительных курсах в вузах. Чрезмерная нагрузка и малоэффективный отдых провоцируют напряжение регуляторных систем, приводящее к целому ряду сложных изменений, обусловливающих снижение адаптивных возможностей организма, что расценивается как нарушение корково-подкорковых взаимоотношений [1, 2, 5-9].

Исследование функционального состояния мозга при различных ситуациях и видах деятельности в последние годы осуществляется методом спектрального анализа электроэнцефалограммы (ЭЭГ).

Материал и методика. Для оценки динамических изменений активности коры головного мозга абитуриентов в условиях экзаменационного психоэмоционального напряжения исследовали спектральную плотность мощности (СПМ) четырех основных ритмов ЭЭГ (Δ, θ, α, β) во фронтальной, теменной и затылочной областях левого и правого полушарий коры головного мозга (F_3, F_4, P_3, P_4, O_1, O_2). Регистрацию и анализ ЭЭГ осуществляли в 3-х экспериментальных ситуациях: в относительно спокойный день учебного семестра (фон), за 1 день до экзамена, на следующий день после экзамена. В процессе эксперимента испытуемые (26 абитуриентов в возрасте 16-17 лет, сдающие вступительные экзамены по физике, химии и биологии) находились в полузатемненной экранированной камере в кресле, в положении сидя. Регистрацию ЭЭГ осуществляли на 8-канальном электроэнцефалографе фирмы "Альвар" (Франция) с помощью хлор-серебряных электродов диаметром 7-8 мм, неподвижно закрепленных на специальном шлеме (с ушными референтными электродами), в соответствии с международной схемой 10-20 во фронтальных (F_3, F_4), теменных (P_3, P_4) и затылочных (O_1, O_2) областях коры левого и правого полушарий. Сигналы усиливали с верхней частотой фильтров 30 Гц и постоянной времени 0.3с и затем подавали на IBM-486. Запись ЭЭГ осуществлялась на жесткий диск компьютера монополярно. Частота дискретизации аналоговых сигналов при вводе в компьютер составляла 200 Гц по каждому из каналов. Математическую обработку показателей СПМ осуществляли по разработанному пакету программ, в основу которого положены общие принципы спектрального анализа и алгоритмы обработки ЭЭГ. Для каждого испытуемого во всех отведениях методом быстрого преобразования Фурье вычисляли СПМ основных ритмов. Спектрограммы усреднялись по 5-ти последовательным безартефактным 10-секундным реализациям каждой анализируемой выборки ЭЭГ в диапазонах Δ- (0.5-4.0 Гц), θ- (4.0-8.0 Гц), α- (8.0-12.0 Гц) и β- (12.0-30.0 Гц) волн. По соотношению мощностей β- и α-ритмов в исследованных областях вычисляли коэффициент активации (КА) коры [11]. По СПМ для θ- и β-ритмов определяли также локализацию фокуса максимальной активности (ФМА). Полученные данные статистически обработаны на IBM-486, с учетом критерия Стьюдента.

Результаты и обсуждение. Анализ полученных данных показал, что в фоновом спектре ЭЭГ абитуриентов мощность высокочастотных ритмов (α, β) доминировала над низкочастотными (Δ, θ). Регистрируемые ритмы имели правильную форму. Пик СПМ для Δ-ритма в фоне наблюдался в диапазоне 0.73-0.83 Гц; 4.07-5.30 Гц для θ-ритма; 9.30-10.10 Гц - для α- и 15.20-16.90 Гц - для β-волн. Последнее свидетельствует о преобладании относительно низкочастотных компонентов в спектре каждого из исследованных ритмов ЭЭГ.

Анализ СПМ Δ-ритма в области F_3 показал, что мощность Δ-ритма в предэкзаменационный период достоверно увеличивалась по сравнению с фоновыми данными на 71.0%, достигая величины 1.95±0.27 мкв²/Гц ($p<0.01$). В постэкзаменационный период наблюдалось уменьшение ее до фонового

значения (рис.1). СПМ θ-ритма как в пред-, так и в постэкзаменационный периоды достоверным изменениям не подвергалась. Анализ СПМ волн α- и β-диапазона выявил достоверное повышение их уровней как в пред-, так и в постэкзаменационный периоды. Об этом свидетельствует и наблюдаемое повышение КА области F_3 до уровня 2.20±0.36, при КА=1.82±0.12 в фоне. Как видно из рис. 1, в предэкзаменационный период СПМ высокочастотных α- и β-ритмов повышалась по сравнению с фоном на 26.4% ($p<0.001$) и 29.1% ($p<0.001$) соответственно. В постэкзаменационный период она несколько уменьшалась, достигая уровня 11.8±0.66 мкв²/Гц ($p<0.001$) и 19.0±0.09 мкв²/Гц ($p<0.02$) соответственно.

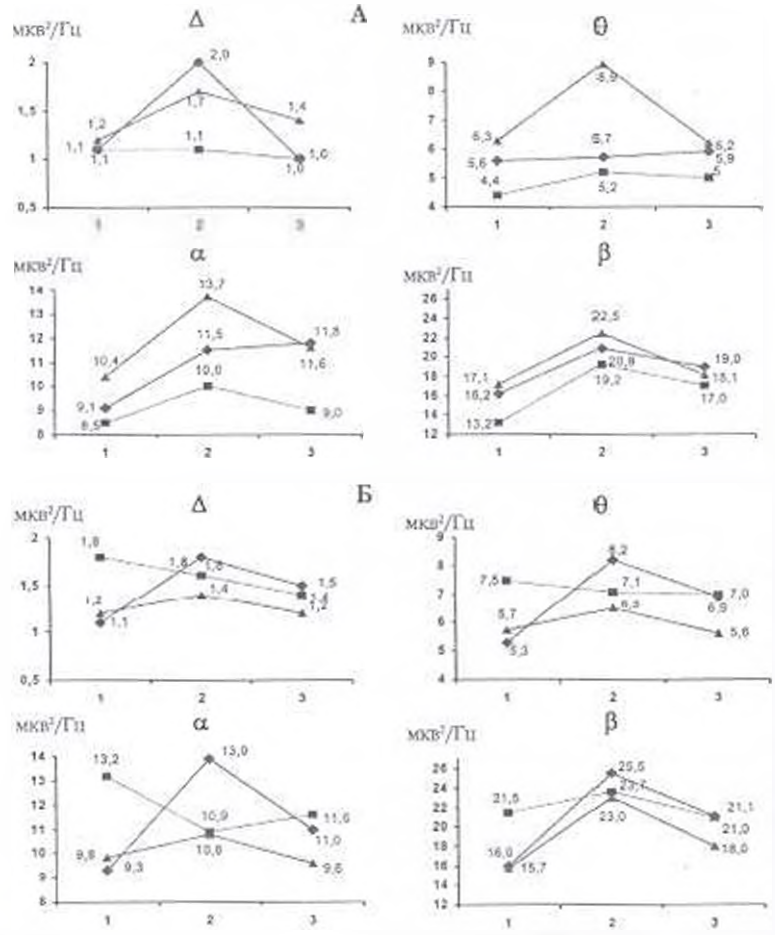


Рис.1. Динамика изменения спектральной плотности мощности Δ-, θ-, α-, β-ритмов электроэнцефалограммы левого (А) и правого (Б) полушарий абитуриентов 1 - фон, 2 - до экзамена, 3 - после экзамена

—●— - фронтальная область коры
—▲— - теменная область коры
—■— - затылочная область коры

Анализ СПМ исследованных ритмов в области F_3 выявил достоверное повышение СПМ Δ-ритма в ситуации предэкзаменационного напряжения

на 57.1% ($p<0.001$), по сравнению с показателем в фоне. В постэкзаменационный период мощность Δ-ритма достоверно понижалась, однако стабилизировалась на повышенном по сравнению с фоном уровне (рис. 1). Анализ динамики СПМ α- и β- ритмов и низкочастотного θ-ритма в предэкзаменационный период выявил их достоверное повышение. Спектральная мощность θ-ритма возрастала на 54.7% ($p<0.001$), α - 49.5% ($p<0.001$), β - 59.4% ($p<0.001$). В постэкзаменационный период наблюдалась достоверная редукция СПМ всех исследованных ритмов, которые, однако, оставались выше исходного уровня (рис.1).

Анализ СПМ α-, β-, Δ-, θ-ритмов в областях P_3 и P_4 показал повышение в предэкзаменационный период активности всех исследованных ритмов. СПМ Δ-ритма в P_3 в предэкзаменационный период повышалась на 33.8% ($p<0.001$) по сравнению с показателем в фоне. В постэкзаменационный период наблюдалась тенденция к понижению его мощности. В изменении показателей СПМ θ-, α- и β-ритмов в предэкзаменационный период прослеживалась та же динамика (рис. 1). СПМ θ-волн повышалась на 40.6% ($p<0.001$). Мощность высокочастотных α- и β-волн возрастала соответственно на 31.7% ($p<0.001$) и 31.6% ($p<0.01$). В постэкзаменационный период спектральная мощность ритмов θ-, α-, β-диапазонов снижалась до фонового уровня. Анализ СПМ исследованных ритмов в области P_4 в предэкзаменационный период выявил достоверное повышение СПМ Δ-ритма ($p<0.05$). В постэкзаменационный период она снижалась до более низкого, по сравнению с фоновым, уровня (рис. 1). Аналогичная динамика прослеживалась и в показателях СПМ θ- и α-ритмов. Достоверное повышение их мощности в ситуации экзаменационного напряжения соответственно на 14.0% ($p<0.05$) и 10.2% ($p<0.02$) в постэкзаменационный период сменялось понижением их значений до уровней в фоне. СПМ β-ритма, достоверно повышающаяся в предэкзаменационный период на 46.5% ($p<0.001$), после экзамена несколько редуцировала, не доходя однако до исходного уровня. Пик СПМ в предэкзаменационный период для Δ-ритма приходился на уровень 0.70-0.71 Гц; для θ- 5.2-5.8 Гц; для α - 9.8-10.2 Гц; для β-ритма - 16.7-19.6 Гц. Коэффициент активации области P_4 при экзаменационном психоэмоциональном напряжении составлял 1.87±0.17.

Таким образом, анализ динамики СПМ ритмов ЭЭГ в областях P_3 и P_4 в предэкзаменационный период выявил наиболее выраженные сдвиги в величине СПМ β-ритма, наименее - Δ-волн. Аналогичная картина была характерна и для правого полушария. Наблюдаемые изменения свидетельствуют о повышении активности теменных областей коры в процессе предэкзаменационного психоэмоционального напряжения. Повышение активности теменных областей коры, как свидетельствует смещение пиков СПМ, происходило за счет повышения вольтажа как высокочастотных волн α- и β-диапазона, так и низкочастотных θ- и Δ-ритмов.

В областях O_1 и O_2 мощность Δ-ритма в пред- и постэкзаменационный периоды колебалась в пределах нормы, однако в O_1 она была несколько выше (1.8±0.75 мкв^2/Гц), чем в O_2 (1.1±0.08 мкв^2/Гц). Мощность θ-ритма в

области O_1 в предэкзаменационный период увеличивалась на 19.6% ($p<0.02$), что сохранялось и в постэкзаменационный период (рис. 1). В области O_2, как в пред-, так и в постэкзаменационный периоды наблюдалось некоторое снижение СПМ θ-ритма. СПМ α-ритма в O_1 в предэкзаменационный период повышалась ($p<0.001$), однако в постэкзаменационной ситуации наблюдалась тенденция к ее снижению. В правом полушарии динамика изменения СПМ α-ритма была несколько иной. В предэкзаменационный период СПМ α-ритма в O_2 снижалась на 17.2% ($p<0.02$), а после экзамена прослеживалась тенденция к восстановлению его мощности до фонового уровня, что обусловлено дезорганизацией активности коры и замедлением ее ритмов вследствие утомления и перенапряжения. В затылочных областях коры наиболее динамичным оказался β-ритм, СПМ которого в предэкзаменационный период в области O_1 повышалась на 45.5% ($p<0.001$), а в O_2 - на 10.2%. В постэкзаменационной ситуации мощность β-ритма в области O_1 достоверно понижалась ($p<0.05$). Изменения β-ритма в O_2 как в пред-, так и в постэкзаменационный периоды происходили на уровне тенденции. Максимум СПМ по исследованным ритмам в постэкзаменационный период приходился на частоту 0.70-0.73 Гц для Δ; 4.75-5.10 Гц для θ-; 8.9-10.6 Гц для α- и 15.1-17.2 Гц для β-волн.

Таким образом, анализ динамики изменений СПМ всех исследованных ритмов в затылочных областях обоих полушарий показал достоверное повышение мощностей Δ-, α- и β- ритмов в левом полушарии, наиболее выраженное в диапазоне β-ритма. В отличие от левого, в затылочной области правого полушария как в пред-, так и в постэкзаменационный периоды наблюдалась редукция СПМ всех исследованных ритмов.

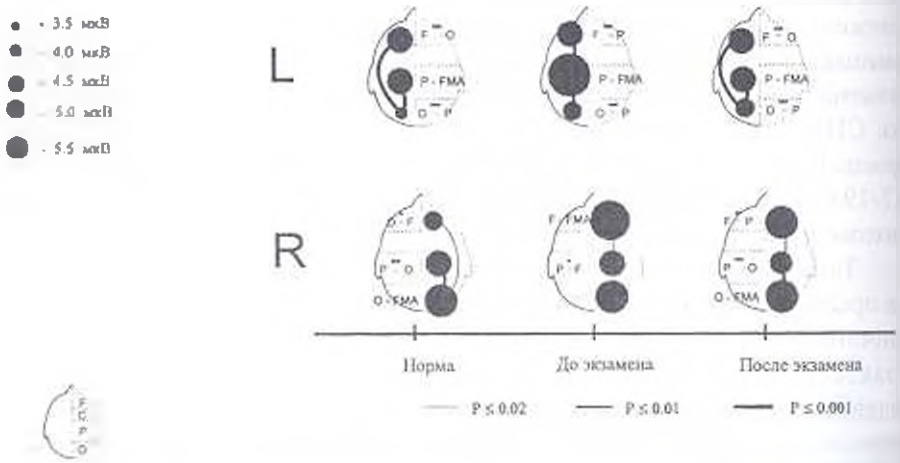


Рис. 2. Локализация ФМА θ-ритма в исследуемых областях левого (L) и правого (R) полушарий у испытуемых абитуриентов в норме, до и после экзамена.

Анализ корковой интеграции левого полушария абитуриентов в фоне выявил фронто-теменную локализацию ФМА β-ритма. В пред- и постэкзаменационный периоды наблюдалась активация всех исследованных

областей. Выраженный ФМА по β-ритму отсутствовал. В правом полушарии локализация ФМА β-ритма наблюдалась в затылочной области. В предэкзаменационный период возбуждалось все правое полушарие - происходила синхронная активация всех областей без доминантного очага возбуждения. В постэкзаменационный период наблюдалось достоверное фронто-затылочное смещение очага локализации ФМА β-активности ($p<0.02$) (рис.2). В левом полушарии абитуриентов в фоне наблюдалась сопряженная фронто-теменная локализация ФМА θ-ритма ($p<0.001$), в предэкзаменационный период - теменное доминирование θ-ритма ($p<0.001$). В постэкзаменационный период вновь происходило фронто-теменное смещение ФМА θ-ритма. В правом полушарии в фоне ФМА θ-ритма был локализован в затылочной области ($p<0.001$). В предэкзаменационный период наблюдалось смещение ФМА θ-ритма во фронтальную область, а в постэкзаменационный - фронто-затылочный сдвиг ФМА ($p<0.01$) (рис. 3).

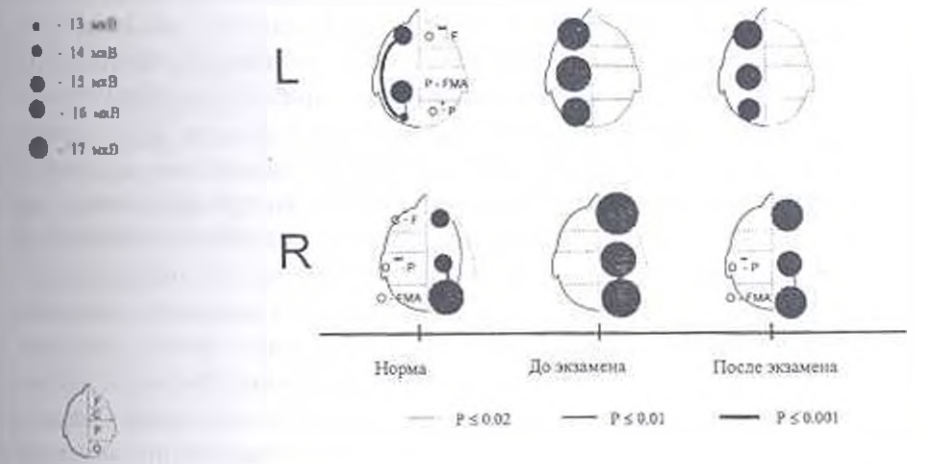


Рис. 3. Локализация ФМА β-ритма в исследуемых областях левого (L) и правого (R) полушарий у испытуемых абитуриентов в норме, до и после экзамена

Таким образом, в процесс активации коры по β- и θ-ритмам в предэкзаменационный период у абитуриентов задействованы все исследованные области правого и теменная область левого полушарий.

Анализ полученных данных показал, что в состоянии спокойного бодрствования (фон) у абитуриентов во всех изученных областях коры наблюдается десинхронизация корковой активности, выражающаяся в относительно низком (по сравнению с условной для данной возрастной категории лиц нормой) уровне СПМ α-ритма. В фоновом спектре ЭЭГ испытуемых присутствовали все частотные составляющие. При этом во всех исследованных областях СПМ высокочастотных волн (α, β) превышала низкочастотные (θ, Δ). В ситуации предэкзаменационного напряжения у абитуриентов наблюдалась активация коры, обусловленная достоверным повышением СПМ θ-, α- и β-волн фронтальной области правого, а также

теменных областей правого и левого полушарий. Согласно теоретическим данным, активация F_4, P_3, P_4 областей коры в результате увеличения СПМ θ-, α- и β-ритмов свидетельствует как о развитии напряжения, связанного с эмоциональным состоянием, так и адекватном рабочем напряжении. Ряд авторов считает, что наблюдаемые сдвиги обусловлены саморегулирующимися механизмами поддержания должной мобилизационной готовности [14]. Изменения, наблюдаемые в области O_1, были аналогичны вышеизложенным. Однако в O_2 колебания происходили на уровне тенденции. Большее вовлечение в процесс активации правополушарных областей мозга объясняется, согласно Костандову [10], функциональной дифференциацией полушарий. Левое полушарие специализируется в аналитических процессах, а правое - вовлечено в обработку информации и реализацию эмоционально-стрессовых состояний. Корковая регуляция эмоциональных состояний в норме осуществляется при взаимодействии двух полушарий, каждое из которых обладает собственным эмоциональным "видением" мира и вносит свой вклад в целостную функцию мозга [10]. Изменения, наблюдаемые в условиях экзаменационного стресса в левом полушарии, обусловлены влиянием ретикулярной формации, а в правом - лимбических структур мозга [12]. Преимущественная активация фронтальной области коры правого полушария, наблюдаемая у абитуриентов, является адекватным параметром эмоционального напряжения. Повышение СПМ одновременно как α-, так и β-волн может быть обусловлено также переработкой в памяти эмоционально значимых событий [13]. Согласно теории Симонова [14], наблюдаемое в предэкзаменационный период повышение плотности мощности медленных частот (особенно в диапазоне θ-ритма), по сравнению с фоном, указывает на развитие эмоционального напряжения и утомления. Имеющая место у некоторых испытуемых экзальтация θ-ритма как показателя эмоционального напряжения наблюдалась и Соколовой [15]. Однако известно, что мощность θ-ритма повышается не только при отрицательных эмоциях, связанных с экзаменом, но и в ситуациях, требующих энергетической и информационной мобилизации. Наблюдаемое нами повышение СПМ θ-ритма в целом согласуется с данными авторов, рассматривающих увеличение мощности θ-ритма, особенно в областях F_3, P_3 как коррелят отрицательных эмоций и стресс-ритм [4, 14]. В предэкзаменационный период повышение СПМ высокоамплитудных θ- и Δ-волн ЭЭГ максимально проявляется во фронтальной области правого полушария. Учитывая связь этого полушария с отрицательными эмоциями, наблюдаемые изменения могут быть интерпретированы как проявление отрицательного эмоционального состояния, обусловленного экзаменационной ситуацией. Эти сдвиги в сторону замедления доминирующего ритма, появляющиеся на фоне частых ритмов, характерны для развивающегося утомления и их можно трактовать как результат чрезмерного повышения общего активирующего потока, приводящего к снижению функционального состояния нервных центров коры.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Агаджанян Н.А., Руженкова И.В., Старшинов Ю.П. и др.* Физиол. чел., *23*, 1, 93-97, 1997
2. *Аферова В.В., Кудрякова Т.А.* Возрастные особенности физиологических систем детей и подростков. М. 1990.
3. *Ананьева И.А., Ямпольская Ю.А.* Школа здоровья, *1*, 1, 13-18, 1994.
4. *Антропова М.В., Кузнецова Л.М., Бородкина Г.В.* Физиол. чел., *17*, 5, 116-124, 1991.
5. *Бажанова Л.М., Гаврилова И.Н., Бурдина Л.Б.* Усп. физиол. наук., *25*, 1, 47-51, 1994.
6. *Безгодов В.Н., Тубайдулина Т.Х., Калиберный В.В.* Гиг. и сан., 5, 20-22, 1996.
7. *Веденеева Л.С., Сороко С.И., Шеповальников А.Н.* Физиол. чел., *24*, 1, 5-15, 1998.
8. *Горбачевская Н.Л., Кожушка Л.Ф.* Невропатология и психиатрия, *9*, 8, 75-79, 1990.
9. *Данилова Н.Н., Астафьев С.Г.* Журн. высш. нервн. деят., *49*, 1, 28-35, 1999.
10. *Костандов Э.А.* Журн. высш. нервн. деят., *40*, 4, 611-619, 1990.
11. *Павлова Л.П., Романенко А.Ф.* Системный подход к психофизиологическому исследованию мозга человека. Л.: Наука, 1988.
12. *Разумникова О.М.* Физиол. чел., *27*, 4, 31-41, 2001.
13. *Русалова М.Н.* Физиол. чел., *6*, 3, 410-419, 1980.
14. *Симонов П.В.* Мотивированный мозг. М.: Наука. 1987.
15. *Соколова Л.В.* Физиол. чел., *17*, 5, 125-129, 1991.

Поступила 31.1.2007

Биолог. журн. Армении, 1-2 (59), 2007

УДК 612.812

ԴԵՌԱՀԱՍՆԵՐԻ ՍՐՏԻ ՈՒԹՄԻ ԿԱՐԳԱՎՈՐՈՂ ՄԵԽԱՆԻԶՄՆԵՐԸ ՈՒՍՈՒՄՆԱԿԱՆ ԾԱՆՐԱԲԵՌՆՎԱԾՈՒԹՅԱՆ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐՈՒՄ

Ն.Ն. ՔՍԱՋԻԿՅԱՆ, Է.Ս. ԳԵՎՈՐԳՅԱՆ, Ս.Մ. ՍԻՆԱՍՅԱՆ

Երևանի պետական համալսարան, մարդու և կենդանիների ֆիզիոլոգիայի ամբիոն, 370025, Երևան

Կատարված է վարժարանի և հանրակրթական դպրոցի 5-րդ դասարանի աշակերտների սրտի ռիթմի և հոգեբանական ցուցանիշների փոփոխության համալիր հետազոտություն օրական, շաբաթական, ամսական և տարեկան ուսումնական ծանրաբեռնվածության դինամիկայում: Ուսումնական օրվա ավարտին բոլոր հետազոտվողների մոտ դիտվող տեղաշարժերը հանդիսանում են սրտի ռիթմի կարգավորման պարասիմպաթիկ մեխանիզմների ակտիվության բարձրացման վկայություն և ուսումնական ծանրաբեռնվածության հետևանքով ձևավորվող հոգնածության արդյունք: Ուսումնական տարվա ընթացքում դիտվել է սրտի ռիթմի ինտեգրալ ցուցանիշների աստիճանական աճ, որն առավել արտահայտված է դեղ վարժարանականների մոտ:

Проведен комплексный анализ изменения кардиологических и психологических показателей пятиклассников общеобразовательной школы и гимназии в динамике однодневной, недельной, месячной и годовой учебных нагрузок. Сдвиги, наблюдаемые у всех испытуемых в конце учебного дня являются свидетельством повышения активности парасимпатических механизмов регуляции ритма сердца и результатом развивающегося под воздействием учебной нагрузки утомления. В динамике учебного года наблюдалось постепенное повышение интегральных показателей ритма сердца, наиболее выраженное у гимназистов.

The complex analysis of change of cardiological and psychological parameters of pupils of the fifth class a comprehensive school and a grammar school in dynamics of one-day, week, monthly and annual academic loads has been carried out. The shifts observably at all examinees at the end of educational day are the certificate of increase of activity patasympatical mechanisms of regulation of a rhythm of heart and result developing under influence of an academic load of exhaustion. In changes of academic year gradual increase of integrated parameters of a rhythm of the heart, the most expressed at high-school students was observed.

Դեռահաս - ուսումնական ծանրաբեռնվածություն - սրտի ռիթմ - հոգնածություն

Դեռահասության տարիքը, օնտոգենեզի կրիտիկական փուլերից մեկը, բնորոշվում է հարմարողական մեխանիզմների լարվածությամբ և միջավայրի անգամ նվազագույն անբարենպաստ ազդեցությունների դեպքում կարող է պայմանավորել հուզական ռեակցիաների և առողջության խանգարումների բարձր ռիսկ [11]: Վերջին տասնամյակում մասնագիտացված դպրոցների (վարժարան, քոլեջ, խորացված ուսուցմամբ դպրոցներ) ստեղծումը զգալիորեն մեծացրել է դեռահասների ուսումնական ծանրաբեռնվածությունը [1, 4, 7]: Սթրես օրգանիզմին բնորոշ հարմարողական հնարավորությունների սահմանափակման

պայմաններում ուսումնական ծանրաբեռնվածության ավելացումը կարելի է դիտել որպես երկարատև ու կայուն բնույթ կրող սթրեսային ազդեցություն: Դա նպաստում է հարմարողական պաշարների նվազմանը, վեգետատիվ ֆունկցիաների կարգավորումն իրականացնող մեխանիզմների անհամաձայնեցմանը [2, 6, 8, 10, 12, 13]:

Ներկա հետազոտության նպատակն է ուսումնասիրել կրթական տարբեր համակարգերում սովորող 5-րդ դասարանի աշակերտների սրտի ռիթմի կարգավորող մեխանիզմների և հոգեբանական ցուցանիշների լարվածության մակարդակը ուսումնական գործընթացի տարբեր փուլերում:

Նյութ և մեթոդ: Հետազոտվել են վարժարանում սովորող 28 (փորձնական խումբ) և հանրակրթական դպրոցում սովորող 25 (ստուգիչ խումբ) առողջական վիճակի չեղումներ չունեցող 11-12 տարեկան աղջիկներ և տղաներ: Յուրաքանչյուր հետազոտությունից առաջ իրականացվել է հետազոտվողների թեստավորում ըստ Սպիլբերգերի և ինքնագնահատականության, ակտիվության և տրամադրության (PUS) ցուցանիշների: Այգենկի հարցաթերթիկի համաձայն, որոշվել է հետազոտվողների պատկանելությունը էքստրա- և ինտրավերտներին, ինչպես նաև նեյրոտիզմի մակարդակը: Յան-Ստրելյաուի թեստի համաձայն որոշվել է նյարդային համակարգի բնութագիրն ըստ դրդողականության և արգելակման հավասարակշռության ու շարժունության հատկանիշների: Նշված ցուցանիշներն ուսումնասիրվել են օրական (դասերի սկզբին և ավարտից անմիջապես հետո), շաբաթական (երկուշաբթի և ուրբաթ օրերին), եռամսյակային (սեպտեմբեր, դեկտեմբեր, ապրիլ) կտրվածքով: Աշակերտների սրտի ռիթմի վերլուծության նպատակով գրանցվել է նրանց էլեկտրասրտագիրը պատկած վիճակում "ЭК 21 02" էլեկտրասրտագրիչով և ստանդարտ եղանակով էԱԳ-ի ազդակները: Էլեկտրասրտագրիչից վերափոխվելով ձայնային հաճախության, փոխանցվել են մագնիտոֆոնի ելքին, որտեղից թվային վերափոխիչի միջոցով IBM-486 համակարգչի մոնիտորին, ուր վերամշակվել են համակարգչային հատուկ մշակված ծրագրով՝ Ռ.Մ. Բաևսկու (1984) վարիացիոն պուլսամետրիայի չափանիշների համաձայն: Ծրագիրը ապահովում է 100 R-R միջադաղարի ինքնավար գրանցումն ու վերամշակումը կարդիոինտերվալոգրերի (ԿԻԳ) կառուցմամբ: Ծրագրի մաթեմատիկական բլոկում ստեղծված ԿԻԳ-երն ենթարկվել են հատուկ մշակման, որի արդյունքում ստացվել են սրտի ռիթմի հիստոգրաֆիկ, ավտոկորելացիոն և սպեկտրային մեծությունները բնորոշող մի շարք ցուցանիշներ. Mo – մոդան, առավել հաճախ հանդիպող կարդիոինտերվալների մեծությունը, վրկ; AMo – մոդայի տատանաստահմանը ամպլիտուդն, մոդայի հանդիպմանն հաճախությունը, %-ով, որոնք արտացոլում են ՎՆՀ-ի սիմպաթիկ բաժնի ակտիվության մակարդակը. Δx – վարիացիոն թափը, կարդիոինտերվալների տատանման աստիճանը, վրկ; կարդիոինտերվալների առավելագույն և նվազագույն արժեքների տարբերությունը, որն արտացոլում է ՎՆՀ-ի պարասիմպաթիկ օղակի ակտիվության աստիճանը. Vx – կարդիոինտերվալների վարիաբիլության գործակիցը: Վարիացիոն պուլսամետրիայի տվյալների օգնությամբ հաշվարկվել են սրտի ռիթմի հետևյալ ինտեգրալային ցուցանիշները, կարգավորող համակարգերի լարվածության ցուցիչը (ԼՑ=AMo/2Δx×Mo), որն արտացոլում է փոխհատուցողական մեխանիզմների լարվածության աստիճանը, սրտի ռիթմի կարգավորման կենտրոնական կոնտուրի գործունեության մակարդակը, վեգետատիվ հավասարակշռության ցուցիչը (ՎՀՑ=AMo/Δx) որը բնորոշում է ՎՆՀ-ի սիմպաթիկ և պարասիմպաթիկ օղակների փոխհարաբերությունը, կարգավորման գործընթացների համապատասխանության ցուցիչը (ԿԳՍՑ = AMo·Mo) ռիթմի վեգետատիվ ցուցիչը (ՌՎՑ = 1/ Mo·Δx), օրական հարմարողականության ցուցիչը (ՕՀՑ=ԼՑ$_1$-ԼՑ$_2$/ԼՑ$_1$), որտեղ, ԼՑ$_1$ը լարվածության ցուցիչի մակարդակն է դասերից առաջ, իսկ ԼՑ$_2$-ը՝ դասերից հետո:

Ստացված տվյալների վիճակագրական մշակումը կատարվել է ըստ Ստյուդենտի t չափանիշի «Biostat» համակարգչային ծրագրով:

Արդյունքներ և քննարկում: Աշակերտների թեստավորման արդյունքում բացահայտվել է վարժարանականների մեծամասնության (70%) պատկանելիությունը էքստրավերտներին: Ինտրավերտների քանակն ավելի մեծ է եղել ստուգիչ խմբում (40%) և նրանք հիմնականում եղել են ֆլեգմատիկներ: Փորձնական խմբի էքստրավերտները, որոնց բնորոշ է եղել անհանգստության աստիճանի (ԱԱ) միջին մակարդակ, պատկանել են սանգվինիկներին և

խոլերիկներին: Ստուգիչ խմբի աշակերտների 36.5%-ին բնորոշ է եղել ԱԱ-ի ցածր, 32.1%-ին միջին, իսկ 31.4-ին բարձր մակարդակ:

Հոգեբանական թեստ-հարցաթերթիկի արդյունքում պարզվել է, որ ուսումնական տարվա սկզբին փորձնական խմբի աշակերտների ԻԱՏ-ի միջին ցուցանիշը կազմել է 5.06±0.29 միավոր (աղ. 1):

Աղյուսակ 1. **5-րդ դասարանի աշակերտների ինքնագգացողության (Ի), ակտիվության (Ա) և տրամադրության (Տ) ցուցանիշների փոփոխություններն ուսումնական ծանրաբեռնվածության պայմաններում**

Ցուցանիշներ		Ի	Ա	Տ	ԻԱՏ (միջին)
Սեպտեմբեր	Ստուգիչ	4.99±0.18	4.90±0.10	5.36±0.29	5.08±0.15
	Փորձնական	4.90±0.08	5.00±0.18	5.28±0.32	5.06±0.29
Դեկտեմբեր	Ստուգիչ	4.79±0.09	4.80±0.30	5.25±0.19	5.01±0.15
	Փորձնական	4.91±0.32	4.79±0.21*	5.18±0.26	4.96±0.16
Ապրիլ	Ստուգիչ	5.00±0.29	5.01±0.21	5.40±0.18	5.14±0.14
	Փորձնական	4.88±0.08	4.68±0.17	5.00±0.26	4.85±0.29

Ծանոթություն * - $p < 0.05$

Դեկտեմբերին դիտվել է ԻԱՏ-ի մակարդակի նվազման միտում: Փորձնական խմբում նրա միջին ցուցանիշը նվազել է 1.98%-ով, ստուգիչում՝ 1.38%-ով: Ապրիլին փորձնական խմբի աշակերտների ԻԱՏ-ի ցուցանիշների նվազումը տեղի է ունեցել ի հաշիվ ինքնագգացողության, ակտիվության, տրամադրության մակարդակների իջեցման մինչև 4.88±0.08; 4.68±0.17 և 5.00±0.26 միավոր համապատասխանաբար: Վերջինս պայմանավորված է ուսումնական տարվա ավարտին վարժարանականների նախաքննական շրջանի լարվածությամբ: Ստուգիչ խմբում, ի տարբերություն փորձնականի, ուսումնական տարվա վերջին դիտվել է ԻԱՏ-ի ցուցանիշների թույլ արտահայտված աճ, որն առավել զգալի է եղել ինքնագգացողության (4.38%) և ակտիվության (4.38%) մակարդակներում:

Տարվա ընթացքում դեռահասների նյարդային համակարգի հատկությունների բացահայտումը ցույց է տվել դրդողականության աճման միտում: Սեպտեմբերին ինչպես ստուգիչ, այնպես էլ փորձնական խմբի աշակերտների մոտ դիտվել է արգելակման գերակշռում, իսկ տարվա միջին մասում փորձնական խմբում դրդողականության արտահայտված աճ, ուսումնական տարվա վերջին ուսումնասիրված ցուցանիշների հավասարակշռություն: Փորձնական և ստուգիչ խմբերում դրդելիության, արգելակման, շարժունության և հավասարակշռության առումով հավաստի տարբերություններ մեր կողմից չեն հայտնաբերվել: Սակայն, փորձնական խմբի աշակերտների մոտ, ի տարբերություն ստուգիչի, նկատվել է այդ ցուցանիշների աճման միտում: Ուսումնական տարվա ավարտին փորձնական խմբի աշակերտներն, ի տարբերություն ստուգիչի, եղել են առավել դրդված և համեմատաբար անհավասարակշռված (աղ. 2):

Պուլսոմետրիայի տվյալների վերլուծությունը ցույց է տվել, որ ուսումնական տարվա սկզբին փորձնական խմբում հետազոտվողներից 14.29%-ի ԼՏ-ի մեծությունը գտնվել է ելակետային սահմաններում (<60 պ.մ., վագոտոնիկներ),

57.14%-ի մոտ հարմարողական փոփոխությունների սահմաններում (60<ԼՑ<150 պ.մ., նորմոտոնիկներ), իսկ 28.57%-ի մոտ լարվածության մակարդակում (ԼՑ>150 պ.մ., սիմպատոտոնիկներ): Ստուգիչ խմբում վագոտոնիկները կազմել են 29.41%, նորմոտոնիկները 52.94%, սիմպատոտոնիկները 17.65%:

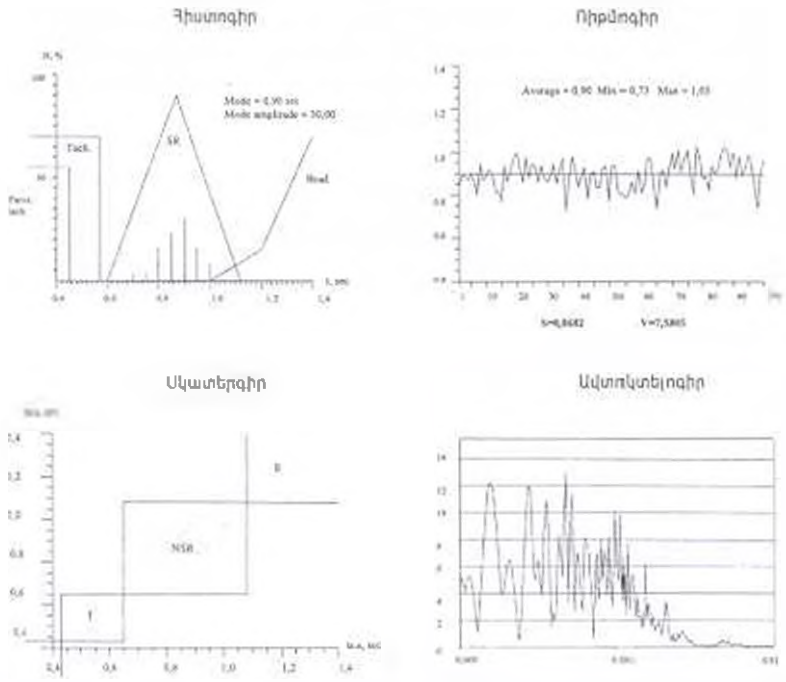
Աղյուսակ 2. 5-րդ դասարանի աշակերտների նյարդային համակարգի հատկությունները տարեկան ուսումնական ծանրաբեռնվածության պայմաններում

Ցուցանիշներ		Դրդելիություն	Արգելակում	Շարժունություն	Հավասարակշռություն
Սեպտեմբեր	Ստուգիչ	45.1±1.8	52.1±2.1	51.9±1.2	0.89±0.05
	Փորձնական	50.3±2.0	55.9±1.5	54.9±1.7	0.88±0.05
Դեկտեմբեր	Ստուգիչ	44.4±1.5	48.2±2.2*	50.1±2.6	0.93±0.06
	Փորձնական	75.2±1.9***	56.7±2.1	54.3±1.7	1.10±0.10*
Ապրիլ	Ստուգիչ	48.1±1.8	51.6±1.0	53.9±1.7	0.96±0.06
	Փորձնական	55.8±1.8**	56.8±1.8	59.6±1.5*	1.04±0.08*

Ծանոթություն * - p < 0.05, ** - p < 0.01, *** - p < 0.001

Դեկտեմբերին փորձնական և ստուգիչ խմբերում ավելացել է վագոտոնիկների թիվը ի հաշիվ նորմոտոնիկների քվի նվազման: Կարգավորման վագոտոնիկ տիպին բնորոշ հիստո-, ռիթմո-, սկատեր- և ավտոկորելագրերը ներկայացված են վարժարանում սովորող 5-րդ դասարանի աշակերտուհի Ա.Ա-ի օրինակով: Ինչպես երևում է նկար 1-ից, վագոտոնիկներին բնորոշ է նորմալ ծոցային ռիթմ, R-R ինտերվալների մեծ տատանողականություն, «ավտոռեգրեսիոն ամպի» բարձր դիսպերսիա, ավտոկորելոգրերում բարձրահաճախ ալիքների արտահայտվածություն և շնչառական ալիքների առկայություն: Ապրիլին գերակշռել են նորմոտոնիկները (փորձնականում 56.52%, ստուգիչում 63.16%): Փորձնական խմբում սիմպատոտոնիկների թիվը կազմել է 30.43%, որը 4.11%-ով ավել է եղել ստուգիչի համեմատ: Ըստ երևույթին, դա պայմանավորված է առավել հաճախ անցկացվող ստուգարքների, ուսումնական ծանրաբեռնվածության և մոտակա քննաշրջանի հույզային լարվածության գումարմամբ: Հետազոտությունների ընթացքում սրտի ռիթմի վիճակագրական բնութագրերի մեծություններում նկատվել են նաև սեռային էական տարբերություններ, որոնք արտացոլում են աղջիկների և տղաների սրտի քրոնոտրոպ ֆունկցիայի կարգավորման տարբերությունը: Աղջիկների սիմպաթիկ ազդեցությունների մակարդակն և սրտի քրոնոտրոպ ֆունկցիայի կենտրոնական կարգավորումն եղել է ավելի բարձր, քան տղաներինը, որն արտահայտվում է ԼՑ-ի և մնացած ինտեգրալային ցուցանիշների մեծությունների տարբերությամբ: Տղաների համեմատությամբ, աղջիկների սրտի ռիթմի վրա առավել արտահայտված են ՎՆՀ-ի սիմպաթիկ օղակի ազդեցությունը, որի պատճառով սիմպաթոտոնիկների մեջ գերակշռել են աղջիկները, իսկ վագոտոնիկների մեջ տղաները:

Փորձնական և ստուգիչ խմբերում սեպտեմբերին շաբաթվա սկզբին (երկուշաբթի) և վերջին (ուրբաթ) առավոտյան ժամերին գրանցած ԼՑ-ի մեծությունները միմյանցից քիչ են տարբերվել: Շաբաթական ուսումնական ծանրաբեռնվածության արդյունքում ուրբաթ օրերին առավոտյան ԼՑ-ի նշանակալի բարձրացում դիտվել է փորձնական խմբի աղջիկների (9.07%) և



Նկ. 1. Սրտի օրթմի վեգետատիվ կարգավորման վազոտոնիկ տիպ ունեցող V դասարանի փորձնական խմբի աշակերտուհի Ա Ա ի հիստո-, ռիթմո-, սկատեր- և ավտոկորելոգրները դեկտեմբերին:

R-R տատանումների միջին մեծությունը 0.90 վրկ, սրտի կծկումների հաճախությունը 66 զ/րոպեում, R-R տատանումների մոդան 0.90, մոդայի ամպլիտուդան 30.00, R-R տատանումների մաքսիմումը (առավելագույնը) 1.03 վրկ, R-R տատանումների մինիմումը (նվազագույնը) 0.73 վրկ, ստանդարտ մեծությունը 0.0682, տատանման գործակիցը 7.5805, ԼՑ = 55.5556, ՈՎՑ = 3.7037, ԿՁԱՑ = 33.3333, ՎՅՑ = 100.0000, ՈՎՑ-ն ըստ Վեյնի = 111.1111

տղաների (10.52%), ինչպես նաև ստուգիչ խմբի աղջիկների (7.12%) ու տղաների (9.95%) մոտ սեպտեմբեր ամսին; ստուգիչ խմբի աղջիկների (9.87%) մոտ ապրիլ ամսին, որը կրել է անհավանական բնույթ: Շաբաթվա վերջին ԼՑ-ի նվազում դիտվել է ստուգիչ խմբի աղջիկների մոտ (22.86%) ռեկտեմբերին և փորձնական խմբի տղաների մոտ (14.79%) ապրիլին: Ուսումնական օանրաբեռնվածության նկատմամբ օրգանիզմի գործառական վիճակի գնահատման համար կատարվել է պատասխան ռեակցիաների վերլուծություն: Օրական ծանրաբեռնվածության ընթացքում ըստ ԼՑ-ի մեծության փոփոխության հետազոտվողները դրսևորել են հակազդման պարասիմպատիկ ռեակցիա (ԼՑ-ի մեծությունը առավոտվա ժամերի համեմատ դասերի վերջում նվազել է): ԼՑ-ի մեծությունը դասերի վերջում աճել է ստուգիչ խմբի աշակերտներից միայն երկուսի մոտ:

Հետազոտվողների սրտի ռիթմի ինտեգրալային ցուցանիշների մաթեմատիկական վերլուծության արդյունքում աշակերտների ԼՑ-ի առավել էական փոփոխություններ նկատվել են ուսումնական օրվա վերջում: Երկուշաբթի և ուրբաթ օրերին ուսումնական ծանրաբեռնվածության նկատմամբ կայուն ռեակցիա է դրսևորվել, որը բնորոշվել է պարասիմպաթիկ ազդեցությունների ուժեղացմամբ և կարգավորման սիմպաթիկ մեխանիզմների թուլացմամբ: Ուսումնական տարվա տարբեր ամիսներին բոլոր հետազոտվող տղաների և աղջիկների մոտ նկատվել է օրական ուսումնական ծանրաբեռնվածության նկատմամբ միանման օրինաչափություն ինտեգրալային ցուցանիշների առավել

արտահայտված փոփոխություններ դիտվել են ուրբաք օրերին: Սեպտեմբերին փորձնական խմբի աղջիկների և տղաների ԼՑ-ի նվազումն երկուշաբթի օրերին դասերից հետո կազմել է 35.20% (p<0.001) և 30.31% (p<0.002), իսկ ուրբաք օրերին 48.35% (p<0.001) և 33.79% (p<0.001): Գրանցվել է նաև աղջիկների ՌՎՑ-ի, ԿԳԱՑ-ի, ՎՀՑ-ի նվազում երկուշաբթի և առավել արտահայտված ուրբաք օրերին (31.17%, p<0.001; 31.03%, p<0.001 և 46.23%, p<0.001 համապատասխանաբար): Նկատելի է եղել ԱՄօ-ի նվազումը 27.83% (p<0.001) ու 27.23% (p<0.001) ուրբաք և երկուշաբթի օրերին; ΔՀ-ի աճը՝ 36.29% (p<0.001) և 47.98% (p<0.001) համապատասխանաբար: Փորձնական խմբի տղաների սրտի ռիթմի ցուցանիշների փոփոխություններն երկուշաբթի օրերի համեմատ ուրբաք ավելի արտահայտված են եղել: Այս միտումը պահպանվել է նաև ստուգիչ խմբի աղջիկների և տղաների ցուցանիշներում, բայց փորձնականի համեմատ եղել են ավելի թույլ արտահայտված:

Դեկտեմբեր և ապրիլ ամիսներին փորձնական խմբի աղջիկների ԼՑ-ի նվազումը ուրբաք օրերին դասերից հետո կազմել է համապատասխանաբար 36.61% (p<0.001) և 49.48% (p<0.001), իսկ ստուգիչինը՝ 35.63% (p<0.001) և 34.25% (p<0.001): Փորձնական և ստուգիչ խմբի տղաների մոտ ԼՑ-ի փոփոխություններն առավել արտահայտված են եղել սեպտեմբեր ամսվա ուրբաք օրերին դասերի ավարտին (ԼՑ-ն նվազել է 33.79%-ով (p<0.001) և 25.00%-ով (p<0.001) համապատասխանաբար): Դիտված տեղաշարժերը պայմանավորված են պարասիմպաթիկ նյարդային համակարգի ազդեցությունների ուժեղացմամբ և սրտի ռիթմի կարգավորման կենտրոնական մեխանիզմների ակտիվության թուլացմամբ: Հավանաբար, դա կարող է պայմանավորված լինել պարապմունքների ավարտին ձևավորվող հոգնածությամբ: Վերջինս, գրական տվյալների համաձայն, ուսումնական տարվա դինամիկայում գումարվող հոգնածության, ՎՆՀ-ի լարվածության անկման, ԿՆՀ-ում արգելակման գործընթացների զարգացման արդյունք է և հանդիսանում է գերլարվածության նկատմամբ օրգանիզմի պաշտպանական ռեակցիայի արտահայտում [3, 5, 9]:

Դեկտեմբերին և ապրիլին փորձնական ու ստուգիչ խմբերի տղաների սրտի ռիթմը բնութագրող մեծությունների փոփոխությունները թույլ են արտահայտված և վիճակագրորեն անհավաստի: Համեմատական տեսանկյունով տղաների մոտ նկատելի և հավաստի փոփոխություններ դիտվել են ստուգիչ խմբում դեկտեմբեր ամսվա ուրբաք օրերին: Ամբողջ տարվա ընթացքում պահպանվող օրինաչափությանն հակառակ, այս դեպքում դիտվել է ԼՑ-ի և ԱՄօ-ի աճ 38.12% (p<0.001) և 36.22% (p<0.001); ΔՀ-ի և Մօ-ի նվազում 17.57%-ով (p<0.001) և 10.09%-ով (p<0.001) համապատասխանաբար: Այս փոփոխությունները համարժեք են նաև այդ շրջանում նրանց ԻՍՏ-ի բաղադրիչների ակտիվացմանը, Յան-Ստեյլաուի թեստի համաձայն նյարդային համակարգում դրդողականության գերակշռմանը: Նշված տեղաշարժերը, ըստ երևույթին, պայմանավորված են օրգանիզմում սպասվող արձակուրդների դրական հույզերի առաջացրած փոփոխություններով: 5-րդ դասարանցիների օրական հարմարողականության ցուցիչի (ՕՀՑ) տատանասահմանը կազմել է 15.29-49.48 պ.մ.:

Աշակերտների սրտի ռիթմի տարեկան դինամիկան թույլ է տալիս բնութագրել նրանց օրգանիզմի գործառական վիճակի փոփոխություններն ուսումնական տարվա տարբեր շրջաններում: Ուսումնական տարվա ընթացքում ուսուցման տարբեր համակարգերում սովորող դպրոցականների սրտի ռիթմի

ցուցանիշների փոփոխություններում աճ է նկատվել, որն առավել զգալի է եղել փորձնական խմբում: Այսպես, աղջիկների մոտ սեպտեմբերից ապրիլ LՏ-ի մեծացումը կազմել է 9.87%, տղաներինը 10.41%, որն, ըստ երևույթին, պայմանավորված է վարժարանում 5-րդ դասարանցիների մոտակա քննաշրջանի լարվածությամբ: Նրանց մոտ ուսումնական տարվա ավարտին դիտվել է սիմպաթիկ ազդեցությունների գերակշռում, Vk-ի և ΔX-ի ցածր ակտիվություն: Հետազոտվողների մեծամասնության հիստոգրերի վերլուծությունը բացահայտել է բնականոն ռիթմ և չափավոր տախիկարդիա, սկատերգրերում «ավտոռեգրեսիոն ամպի» խտացում:

Այսպիսով, 5-րդ դասարանի վարժարանականների մոտ տարեկան ուսումնական ծանրաբեռնվածությունը հանգեցրել է սրտի ռիթմի կարգավորող մեխանիզմների լարվածության, որն արտահայտվել է սրտի ռիթմի կարգավորման սիմպաթիկ բաժնի ակտիվության աճմամբ: Ուսումնական օրվա և շաբաթվա ընթացքում սրտի ռիթմի ինտեգրալային ցուցանիշների առավել փոփոխություններ դիտվել են շաբաթվա վերջում աղջիկների խմբում: Հետազոտությունների արդյունքում պարզվել է, որ ուսումնական ծանրաբեռնվածության նկատմամբ հանրակրթական դպրոցի աշակերտների հարմարողականության գործընթացը վարժարանականների համեմատությամբ իրականանում է պակաս «ֆիզիոլոգիական գնով»:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. *Аветисян Л.Р.* Вестник МАНЭБ, 6, 147-176, 2001.
2. *Безруких М.М.* Проблемные дети. М., 2000.
3. *Ванюшин Ю.С., Ситдиков Ф.Г.* Физиол. челов., 27 (2), 91-97, 2001.
4. *Даян А.В., Оганесян А.О., Геворкян Э.С. и др.* Физиол. челов., 29 (2), 49-54, 2003.
5. *Доцоев Л.Я., Усынин А.М., Вагнер Н.И. и др.* Физиол. челов., 29 (4), 62-65, 2003.
6. *Квартовкина Л.К., Сливина Л.П., Андреева М.В., Андреева Ю.В.* Гиг. и сан., 6, 57-58, 2005.
7. *Кучма В.Р.* Руководство по гигиене и охране здоровья школьников. М: Наука, 2000.
8. *Матвеева О.А., Львова Е.А.* Педагогическая психология, 3, 115, 2001.
9. *Рубанович В.Б., Гиренко Л.А., Айзман Р.И.* Физиол. челов., 29 (3), 48-52, 2003.
10. *Сетко А.Г., Сетко Н.П., Макарова Т.М., Сетко И.М.* Гиг. и сан., 6, 62-63, 2005.
11. *Тарасова О.Л.* Автореф. дисс. к.м.н. Томск, 1988.
12. *Хорошева Т.А., Бурханов А.И.* Гиг. и сан., 4, 57-59, 2004.
13. *Чермит К.Л., Шахонова А.В., Хасанова Н.Н., Глазун Т.В.* Валеология, 3, 9-15, 2002.

Поступила 21.11.2007

Հայաստանի Գիտությունների Ազգային Ակադեմիա, Հայաստանի Կենսաբանական Հանդես
Национальная Академия Наук Армении, Биологический Журнал Армении
National Academy of Sciences of Armenia, Biological Journal of Armenia

Биолог. журн. Армении, 1-2 (59), 2007

УДК 575.174:599.9

ДЕРМАТОГЛИФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА АССИРИЙСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ СЕЛА ВЕРИН ДВИН

К.Г. НАЛБАНДЯН

Институт археологии и этнографии НАН РА,
лаборатория антропологии, 0025, Ереван

Впервые проведено дерматоглифическое исследование ассирийской популяции Арташатского района Армении. Выявлен комплекс дерматоглифических признаков, согласно которым данная популяция не выходит за границы распределений большой европеоидной расы, демонстрируя при этом особое сходство с народностями Кавказа.

Առաջին անգամ կատարված է Հայաստանի Արտաշատի մարզի ասորական պոպուլյացիայի դերմատոգլիֆիկական հետազոտություն: Բացահայտված է դերմատոգլիֆիկական հատկանիշների համալիրը, համաձայն որի տվյալ պոպուլյացիան դուրս չի գալիս մեծ եվրոպեոիդ ռասայի հատկանիշների բախշման սահմաններից, միաժամանակ դրսևորելով յուրահատուկ նմանություն Կովկասյան որոշ ազգությունների հետ.

For the first time the dermatoglyphic research of Assyrian population was completed in Artashat district of Armenia. The set of dermatoglyphic traits were identified, according to which this population does not fall out of the boundaries of the big European race. These traits also demonstrate substantial similarity with peoples of Caucasus.

Ассирийцы - популяция - дерматоглифические признаки - этногенез

В последнее десятилетие внимание антропологов все более концентрируется на антропологии и генетике малых популяций, многосторонние антропологические исследования которых помогают постепенно приоткрыть завесу сложных механизмов изменчивости в человеческом виде и приблизить нас к решению одной из классических задач антропологии – анализу генетических взаимоотношений человеческих совокупностей. Немалая роль в освещении вопросов расогенеза отводится дерматоглифике, данные которой помогают составить правильное представление о генетических связях между разными группами и проливают свет на происхождение и формирование разных этнических групп [2].

В настоящее время малые, относительно изолированные популяции сохранились лишь в немногих районах нашей планеты, поэтому возникает необходимость их досконального изучения.

Ассирийская популяция, которая явилась предметом данного исследования, в системе расовой классификации человечества принадлежит к переднеазиатскому (арменоидному) типу балкано-кавказской расы южных

европеоидов, посему детальное изучение генетически значимых маркеров в ассирийской популяции приобретает особую важность в решении этногенетических проблем предцеазиатских родственных народов.

Материал и методика. Материал, положенный в основу данной работы, был собран летом – осенью 2006 г. Отпечатки пальцев и ладоней брали в селе Верин Двин Арташатского района Армении. Исследования проводили в средней школе, где было изучено 86 отпечатков рук учеников ассирийской национальности. Отпечатки брали по классической методике Камминса и Мидлоу [5].

В ходе работ изучены главные ладонные линии, осевые тридиусы, ладонные и пальцевые узоры. Подсчитан индекс Фуругаты (W/L 100), индекс Данкмейера (A/W 100) и индекс Пола (A/L 100). Вычислен также дельтовый индекс Di_{10} и индекс Камминса I_c.

Результаты и обсуждение. **Главные ладонные линии.** У ассирийской популяции распределение главных ладонных линий носит следующий характер: линия A заканчивается в основном в полях 5', 5" или 2; линия B в полях 7, 5", 6; линия C – 9, 7, 6; линия D – в полях 11 и 9 (табл. 1, 2). Половой диморфизм выборки невелик.

Таблица 1. **Частота окончаний ладонных линий у ассирийских мужчин**

Поле	A			B			C			D		
	Ладонь											
	Левая	Правая	Обе	Левая	Правая	Обе	Левая	Правая	Обе	Левая	Правая	Обе
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	12,50	9,37	10,93	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	9,37	3,12	6,24	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5'	53,12	34,37	43,74	6,25	9,37	7,81	-	-	-	-	-	-
5"	25,00	50,00	37,50	18,75	21,87	20,31	-	1,56	3,12	3,12	-	1,56
6	-	-	-	18,75	9,37	14,06	6,25	6,25	6,25	-	-	-
7	-	-	-	53,12	53,12	53,12	12,50	14,06	15,62	3,37	6,25	7,81
8	-	-	-	-	6,75	3,12	3,12	1,56	-	6,25	6,25	6,25
9	-	-	-	-	-	-	34,37	28,12	21,87	21,87	25,00	23,45
10	-	-	-	-	-	-	6,25	3,12	-	18,75	9,37	14,06
11	-	3,12	1,56	-	-	-	3,12	1,56	-	28,12	46,87	37,43
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
x	-	-	-	3,12	-	1,56	15,62	21,87	28,12	-	-	-
0	-	-	-	-	-	-	18,75	21,87	25,00	12,50	6,25	9,37

Определенные билатеральные различия выражаются в направлении линии D к полю 9. Так, у мужчин линия D чаще оканчивается в указанном поле на правых ладонях, а у женщин – на левых. Процент типов линий D 7(+8+0+x) и 9(+10) у обоих полов выше на левых руках, а типа 11(+12+13) – на правых (табл. 3).

Индекс Камминса на правых ладонях у мужчин равен 8,87, на левых – 8,37 (табл. 3). У женщин на правых ладонях он немного выше – 8,96, чем на левых – 8,50. Значение индекса на руках обоих полов почти одинаковое: у мужчин – 8,62, у женщин – 8,73 (табл. 3). Небольшую величину разницы по индексу Камминса можно объяснить малыми величинами разницы распределения вариантов линии D и A у обоих полов [1].

Таблица 2. Частота окончаний ладонных линий у ассирийских женщин

Пояс	A			B			C			D		
	Ладонь											
	Левая	Правая	Обе	Левая	Правая	Обе	Левая	Правая	Обе	Левая	Правая	Обе
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	22,64	13,20	17,92	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	1,88	3,17	2,82	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	37,73	45,28	41,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	37,73	30,18	33,95	33,96	35,84	34,90	1,88	-	0,94	5,66	-	2,83
7	-	-	-	15,09	20,75	17,92	9,43	11,32	10,37	-	-	-
8	-	3,77	1,88	11,50	35,84	36,67	32,07	18,86	25,46	11,32	9,43	10,37
9	-	-	-	1,88	1,88	1,88	-	-	-	5,66	7,54	6,60
10	-	-	-	3,77	3,77	3,77	26,41	37,73	32,07	25,52	16,98	20,75
11	-	-	-	-	-	-	1,88	1,88	1,88	15,09	20,75	17,92
12	-	3,77	1,88	-	-	-	-	-	-	33,96	43,79	38,67
13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	1,88	-	0,94	11,32	9,43	10,37	3,77	1,88	2,82
0	-	-	-	1,88	1,86	1,88	16,98	20,75	18,86	-	-	-

Частота встречаемости осевых трирадиусов.

Повышенная частота встречаемости осевого ладонного трирадиуса t, наблюдаемая у 80% народов мира, не явилась исключением и в исследуемой нами выборке, где у мужчин она доходит до 62,49%, а у женщин – 56,60%. Реже встречается осевой трирадиус t': у мужчин – 10,93%, у женщин – 20,74% (табл. 4). Центральный трирадиус t'' отмечается крайне редко: у мужчин – 6,24%, у женщин – 8,48%. Сочетание трирадиусов t' и t – довольно редкое. Билатеральные половые вариации осевых трирадиусов прослеживаются нечетко.

Таблица 3. Частота типов линий A и D у ассирийской популяции, % и индекс Камминса

Пол	Ладонь	Типы линии A			Типы линии D			индекс Камминса
		1 (1+2)	2 (3+4)	3 (+5'+5''+6)	7 (+8+x+0)	9 (+10)	11 (+12+13)	
Мужчины	Левая	12,5	0,37	78,12	28,12	40,62	28,12	8,37
	Правая	9,37	3,12	84,37	18,75	34,37	46,87	8,87
	Обе	10,93	6,24	81,24	23,43	37,49	37,49	8,62
Женщины	Левая	22,64	1,88	75,46	20,75	35,61	33,96	8,50
	Правая	13,20	3,77	75,46	18,85	37,73	43,39	8,96
	Обе	17,92	2,82	75,46	19,80	38,67	38,67	8,73

Частота встречаемости истинных ладонных узоров. Южные европеоиды характеризуются высокой частотой узорности на гипотенаре, однако этот признак сильно варьирует: размах его колебаний на Кавказе составляет около половины евразиатской амплитуды [4]. Исследуемая нами группа относится к кавказским популяциям с небольшой степенью узорности, так, у мужчин она равна 23,43%, у женщин – 28,29% (табл. 5).

Таблица 4. Встречаемость осевых трирадиусов, на руках мужчин и женщин ассирийской популяции, %

Осевые трирадиусы	Мужчины			Женщины			М+Ж
	Левая	Правая	Обе	Левая	Правая	Обе	
t	59,37	65,62	62,45	50,95	62,26	56,60	59,54
t'	9,37	12,5	10,93	24,52	16,57	20,74	15,83
t''	9,37	3,12	6,24	943	7,54	8,48	7,36
t't''	-	-	-	-	-	-	-
tt'	12,50	9,37	10,93	5,66	3,77	4,71	7,82
tt''	9,37	9,37	9,37	5,66	3,77	4,71	7,04
0+?	-	-	-	1,88	5,66	3,77	1,88
tt	-	-	-	1,88	-	0,94	0,47

Малая частота узора на тенаре и I подушечке, присущая европеоидам, наблюдается в нашей группе довольно отчетливо: у мужчин – 7,81%, у женщин – 6,60% (табл. 5). Реже встречаются узоры на II интердигитальной подушечке: у мужчин – 4,68%, у женщин – 0,94%, причем правая ладонь женщин в вышеуказанной зоне полностью лишена узора. На III подушечке у обоих полов наблюдается повышение процента узорности: у мужчин – 32,81%, у женщин – 27,35%. Максимальный процент узора отмечается при рассмотрении IV подушечки: у мужчин он равен 43,74%, у женщин – 49,99%.

Таблица 5. Распределение истинных ладонных узоров у ассирийской популяции, %

Подушечка	Мужчины			Женщины			М+Ж
	Левая	Правая	Обе	Левая	Правая	Обе	Обе
Гипотенар	13,75	28,12	23,43	30,18	26,41	28,29	25,86
Тенар/I	6,25	9,37	7,81	5,65	7,75	6,60	7,20
II	3,12	6,25	4,68	1,88	-	1,94	2,81
III	31,25	34,37	32,81	26,41	28,30	27,35	30,08
IV	46,87	40,62	43,74	49,05	50,94	49,99	46,86

Пальцевые узоры. Обзор выборки позволяет отметить, что в пальцевых узорах имеются некоторые половые различия, так, у мужчин чаще встречаются завитки, а у женщин – ульнарные петли. По количеству дуг на пальцах обеих рук мужчины превосходят женщин. Половой диморфизм выражается также в распределении дуг, так, максимальное их количество у мужчин приходится на IV палец, а у женщин – на I (табл. 6а, 6б).

Таблица 6а. Распределение пальцевых узоров на правых и левых руках у ассирийских мужчин, %

Узоры	I		II		III		IV		V	
	Левая	Правая	Левая	Правая	Левая	Правая	Левая	Правая	Левая	Правая
A	31,25	21,87	31,25	15,62	34,37	21,87	46,87	31,25	18,75	3,12
R	-	-	-	-	-	-	6,25	6,25	-	-
U	43,75	53,12	28,12	34,37	40,62	46,77	6,25	15,62	34,37	31,25
W	25,00	25,00	40,62	50,00	25,00	31,25	40,62	46,87	46,87	65,62

Таблица 6b. Распределение пальцевых узоров на правых и левых руках у ассирийских женщин, %

Узоры	I		II		III		IV		V	
	Левая	Правая	Левая	Правая	Левая	Правая	Левая	Правая	Левая	Правая
A	33,96	26,41	30,18	26,41	33,96	20,75	230,75	16,98	7,54	7,54
R	-	-	1,88	1,88	-	-	13,20	3,77	-	-
U	52,83	58,49	28,50	33,96	45,28	62,26	18,86	28,30	41,50	33,96
W	13,20	15,09	33,62	35,84	20,75	16,91	47,16	50,94	50,94	58,49

Радиальные петли у обоих полов встречаются крайне редко и сконцентрированы в основном на IV пальце обеих рук. Частота дуг у обоих полов выше на пальцах левых рук, ульнарных петель и завитков – на правых (табл. 7).

Для дуг на обеих руках пальцевая формула имеет вид IV>I>III>II>V, для ульнарных петель – I>III>V>II>IV, для завитков – V>IV>II>III>I (табл. 7).

Таблица 7. Распределение пальцевых узоров на обеих руках у ассирийской популяции, %

Узоры	I		II		III		IV		V	
	М	Ж	М	Ж	М	Ж	М	Ж	М	Ж
A	26,56	30,18	23,43	28,29	28,12	27,35	39,06	18,86	10,93	7,54
R	-	-	-	0,94	-	-	6,25	8,48	-	-
U	48,43	55,56	31,24	31,13	43,74	53,77	10,93	23,58	32,81	37,73
W	25	14,14	45,31	37,73	28,12	18,86	43,74	49,05	56,24	54,71

Известно, что дельтовый индекс у европеоидов варьирует от 10,77 до 14,65 [3]. Из табл. 8 видно, что у обоих полов в нашей выборке он составляет 11,26, причем, его значение у мужчин (11,29) немногим превышает значение у женщин (11,24) (табл. 8).

Таблица 8. Типы пальцевых узоров у ассирийской популяции и их индексы, %

Пол	A	R	U	R+U	W	Di_{Δ}	A/W 100	W/L 100	A/L 100
Мужчины	26,62	1,25	33,43	34,68	39,68	141,29	67,08	114,41	76,65
Женщины	22,44	2,07	40,37	42,44	34,90	11,24	64,29	82,23	52,87
Мужчины + женщины	24,53	1,66	36,90	38,56	37,29	11,26	65,68	98,32	64,81

Принимая во внимание широкую вариабельность дерматоглифических признаков на Кавказе [4] и учитывая при этом особое сходство некоторых этнических групп между собой, нами была составлена табл. 9, куда для краткости изложения вошли лишь некоторые этнические группы Кавказа (согласно данным Хить) [4], а также собранные нами данные ассирийской популяции.

По данным табл. 9 заметно, что по значению дельтового индекса наша группа близка к абхазской, по величине индекса Камминса – к мегрельской и аджарской. По частоте встречаемости осевого трирадиуса t и узорности на гипотенаре к мегрельской. Частота встречаемости узора на

тенаре в нашей группе составляет 7,20, занимая промежуточное положение в приведенной таблице между самым низким значением (мегрелы – 3,70) и высоким (имеретины – 13,60).

Таблица 9. Основные признаки дерматоглифики у некоторых народов Кавказа

Группы	n	Di_{10}	Ic	t	Hy	Th
Ассирийцы	86	11,26	8,61	56,60	25,86	7,20
Армяне	217	13,33	8,43	52,5	41,2	4,6
Имеретинцы	180	13,30	8,13	54,8	32,7	13,60
Аджарцы	141	13,07	8,55	62,10	40,80	5,30
Мегрелы	56	12,90	8,67	58,30	31,30	3,70
Абхазы	164	11,83	8,27	52,10	33,20	4,60

Резюмируя результаты, отметим, что по предварительным данным исследованная нами выборка ассирийцев не выходит за пределы размаха вариаций дерматоглифических признаков европеоидов и показывает особое сходство с народами Кавказа.

Для восстановления наиболее точной дерматоглифической характеристики и проведения полного этнического анализа ассирийцев, населяющих Армению, нами в дальнейшем планируется сбор материала по всей территории страны. Результаты исследований будут опубликованы в последующих статьях.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Гаджиев Г.А.* Автореф. докт. дисс., Москва, 1967.
2. *Кочар И.Г.* Антропология армян, 7. Ереван, 1989.
3. *Кочар И.Г.* Дерматоглифика армян. Вопросы антропологии. с. 114, Москва, 1976.
4. *Хитц Г.Л.* Дерматоглифика народов СССР. 88, 96, Москва, 1984.
5. *Cummins H.* and *Midlo C.* Finger prints, palms and Soles. Phyladelphia. 1943.

Поступила 09.1.2007

Հայաստանի Գիտությունների Ազգային Ակադեմիա, Հայաստանի Կենսաբանական Հանդես
Национальная Академия Наук Армении, Биологический Журнал Армении
National Academy of Sciences of Armenia, Biological Journal of Armenia

Биолог. журн. Армении, 1-2 (59), 2007

УДК 632.651

INTEGRATED CONTROL OF PARASITIC CYST NEMATODE (*GLOBODERA ROSTOCHIENSIS*) ON POTATO FARMS OF GEGHARKUNIK MARZ, ARMENIA

J.A. KARAPETYAN, R.S. MKRTCHYAN, S.Kh. GALSTYAN, K.V. HAKOBYAN

Institute of Zoology NAS RA, 0014 Yerevan

The investigation helped to reveal the prevalence of the nematode, bio-ecological features of its live cycle, number of generations per plant growing season, influence of *Globodera rostochiensis* on plant growth and development in Gegarkunik marz. The soil was desinfected with chemicals "Bazudin" and "Dazomed" and the same time seeds were desinfected with 2% Formalin and "Prestige" solutions. We first used chemicals "Bazudin" and "Prestige" as a preventive measures against potato cyst forming nematode and have received positive results.

Կատարված հետազոտություններից պարզվել է կարտոֆիլի ցիստառաջացնող նեմատոդի տարածվածությունը Գեղարքունիքի մարզում. կենսա-էկոլոգիական առանձնահատկությունները. զարգացման ցիկլը. սերունդների քանակությունը բույսի մեկ վեգետացիայի ընթացքում: Փորձարկվել է նեմատոդի դեմ պայքարի ինտեգրացված մեթոդ: Հողը ախտահանվել է «Բազուդին» և «Դազոմեդ» քիմիկատներով, իսկ տնկանյութը ֆորմալինի և «Պրեստիժ»-ի լուծույթներով: «Պրեստիժ» և «Բազուդին» քիմիկատները, որպես կարտոֆիլի ցիստարաջացնող նեմատոդի դեմ պայքարի միջոց, առաջին անգամ փորձարկվել է մեր կողմից և ստացվել է դրական արդյունք:

Исследования в Гегаркуникской области выявили высокую зараженность картофеля *Globodera rostochiensis*. В ходе исследовании выяснили биоэкологические особенности цистобразующей нематоды, цикл развития, число поколений в период вегетации растений. Испытан интегрированный метод борьбы против картофельной нематоды. Почву обрабатывали химикатами "Базудин" и "Дазомед", а посадочный материал – растворами формалина и "Престиж". Впервые примененные нами химикаты "Престиж" и "Базулин", как средство борьбы против картофельной нематоды, дали положительные результаты.

Potato - nematoda - integration control method

Potato is one of the most important and essential crops in Armenia which ranks second priority after cereals. Among various infectious pests and diseases, parasite cyst nematode despite being a quarantine pest is widely spread all over the world and Armenia is not an exception. The losses in fields of high infestation level count to 70-80% [2]. Gegharkunik Marz is considered to be one of the main regions of potato cultivation and provides 36% of potatoes in the Republic.

Potato parasite nematode cyst (*Globodera rostochiensis*) causes *Globoderos* disease. It was first found in Armenia in 1978, in Lusakert village of Artik region [1]. Further studies show that the parasite nematode is widely spread throughout potato farms of the Republic (except for Ararat region farms where early-grown

potato is cultivated), especially in the Lake Sevan catchment area, causing high level of harvest loss. Present-day wide distribution of the nematode can be explained by import of seeds through various ways, which in their stead are not always carefully studied by quarantine inspection service.

Material and methods. On-farm surveys in Gegharkunik region include both transect and stationary methods. For identification of the spread of potato parasite cyst nematode, harm and other biological characteristics, soil and seed samples have been taken from the farms of Sevan, Lchashen, Drakhtik, Vahan Tchambarak, Karmirgjugh, Sarukhan, Gandzak, Noratus, Hatsarat, Lanjaghbjur, lichk, Vaghashen, Vardenik, Eranos, Dzoragjugh, Zolakar, Astghadzor, Korchabjur, Vardenis.

Cysts were extracted from the soil in the laboratory, through washing and usage of special tailor-made meshes of various dimensions raging from 64-100mm. Soil samples from different parts of the field were mixed, and 100g was extracted and poured into the cup and filled up with of water. It was stirred and left for some time, after which the experience with the aforementioned meshes was carried out. The meshes were then washed and the solution was poured into a Petri dish and studied through microscope binocular.

In order to identify the level of soil infestation the quantity of cysts per 100g was counted, as well as the number of eggs and larvae within one cyst.

To determine the level of infestation the number of cysts on 1 cm root was counted during different stages of plant growing season.

For on-farm surveys a territory of 900m² in Karmirgjugh of Gegharkunik Marz with very high level of infestation – 500-600cysts per 100gr has been chosen. An appropriate contract was signed with the farmer. For integrated method a plot of 400m² has been extracted. For nematode resistant potato sort identification 3 sorts were studied "Sandra", "Dinara", "Likara". The seeds were treated using 2% Formalin solution for 5 minutes and afterwards with "Prestige" solution 100ml per 100kg. The seeds were spread on the polythene strip, "Prestige" solution was applied with a syringe and then covered with another polythene strip and left for an hour, after which they were planted. "Bazudin" solution was used simultaneously with seed planting for soil disinfection. The experiment carried out was done using randomization method with 5 treatments, 3 replications and appropriate controls for each sort (scheme 1).

The rest of the field part, 500m², was disinfected with "Dazomet" chemical month before potato planting 270t/ha dosage, where sort Isabella was studied. Potato cultivation was done according to practices locally adopted in the area. Dimensions used for planting are 75cm for row spacing and 30-35cm for plants spacing. The potato was planted on May 20-25 and collected on October 4-8. Periodically once in 15 days samples from soil and plant root system were taken from experimental field to identify the impact pf chemicals on the parasite, the level of infestation of the plant, as well for identification and study of some bio-ecological traits. During the harvest season the following calculations were done. We counted the number of the plants of each sort in each treatment and in controls, the quantity of the harvest, identified the average yield per plant and the whole harvest gathered from the experienced field.

a. Distribution of potato parasite cyst nematode in Gegharkunik Marz.

All potato farms of Gegharkunik Marz were studied and parasite cyst nematode was found in Sevan, Lchashen, Drakhtik, Vahan, Tchambarak, Karmirgjugh, Sarukhan, Gandzak, Noratus, Hatsarat , Lanjaghbjur, lichk, Vaghashen, Vardenik, Eranos, Dzoragjugh, Zolakar, Astghadzor, Korchabjur, Vardenis villages where "Isabella", "Palma", "Mona Lisa", "Sandra", "Dinara", "Likara", "Impulse", "Seralin" sorts are cultivated. Potato fields in villages of Vahan, Karmirgjugh, Sarukhan, Noratus, Vardenik, Eranos, Vaghashen, Karchaghbjur are highly infected - 60-560 cysts per 100g of soil. Sorts "Palma", "Dinara", "Mona Lisa" are more susceptible to infestation, whereas "Isabel", "Likara", "Sandra", "Impulse" are less infected. The growth and development of infected plant slows down. It remains dwarf, has a poor exterior, does not flower or flowers

Scheme1. Experiment scheme according to randomizing method

"Sandra" Sort

	I replication					II replication					III replication					Cont
	Treatments					Treatments					Treatments					
	3	2	4	1	5	4	1	5	3	2	3	1	4	2	5	6
10m²	-Ch +P	-Ch +F	+Ch +F	+Ch untreated seed	+Ch +P	+Ch +F	+Ch untreated seed	+Ch +P	-Ch -P	-Ch +F	-Ch +P	+Ch untreated seed	+Ch +F	-Ch +F	+Ch +P	- -

"Dinara" Sort

	I replication					II replication					III replication					Cont
	Treatments					Treatments					Treatments					
	2	4	5	3	1	3	1	4	2	5	1	3	4	5	2	6
10m²	-Ch +F	+Ch +F	+Ch +P	-Ch -P	+Ch untreated seed	-Ch -P	+Ch untreated seed	+Ch +F	-Ch +F	+Ch +P	+Ch untreated seed	-Ch +P	+Ch +F	+Ch +P	-Ch +F	- -

"Likara" Sort

	I replication					II replication					III replication					Cont
	Treatments					Treatments					Treatments					
	3	2	4	1	5	2	4	3	5	1	2	1	4	3	5	6
10m²	-Ch +P	-Ch +F	+Ch +F	+Ch untreated seed	+Ch -P	-Ch +F	+Ch +F	-Ch +P	+Ch +P	+Ch untreated seed	-Ch +F	+Ch untreated seed	+Ch -P	-Ch +P	+Ch +P	- -

1 Chemical + untreated seed
2 No chemical + Formalin treated seed
3. No chemical+ Prestige treated seed
4 Chemical + Formalin treated seed
5 Chemical +Prestige treated sedd
6 Control (traditional soil and seed)

Chemical Bazudin

are rare, have no tubers, or they are few, small and are used as forage. Highly infected plants dry in the early season of plant growing and are useless (Fig. 1,2).

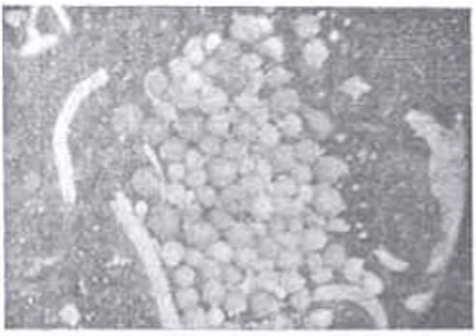


Fig. 1. [illegible] stage females and cysts extracted from soil (microphoto)

Fig. 2. Infected field in Karmirgugh

d. Experiment Discussion

Potatoes were planted on May 20-25. Observations of plant growth, development were carried, which revealed that the chemicals at the given dosage do not effect plant development and growth. Harvest started after full dry of plant's upper green part in the beginning of October. Periodically root and soil samples were taken and nematode life cycle was checked. In March-April cysts taken from soil were filled with eggs and larvae' 400-500 per cyst.

In the end of May up to the beginning of June 2nd stage larvae appeared had already stylet. At this stage the nematode is able to infect the roots. As soon as plant root system develops they concentrate around the radicles, in the zone of growth, stay parallel to the roots and start feeding from root juices. The further development takes place inside the plant and on the roots.

In the end of June "Dinara" and "Likara" controls revealed the root infestation by 3rd stage larvae 8-10 and 3-5 larvae on 1 cm root respectively. However "Sandra" sort controls have not been infected. At the same time in the 2nd treatment 3-5 larvae on 1cm root were found only within "Dinara" sort. Roots of "Likara" and "Sandra" were clear in all treatments.

31-35 white and yellowish females were noticed on controls of "Dinara" sort in July and in all treatments of the same sort 15-20 yellowish females were detected on 1cm root. Whereas in case of "Likara" sort only in the 1st treatment 2-3 yellowish females were found, and in case of "Sandra" sort in 5th replication 3-4 juvenile eggs on 1cm were detected.

In August 8-10 and 15-25 white and yellow juvenile eggs were found in 1st, 2nd, 3rd treatments of "Dinara" sort, whereas in 4th and 5th ones the roots had not yet been infected. Controls on the contrary to treatments were highly infected 15-20 juvenile females on 1cm root. In the 3rd treatment of "Sandra" there were 4 young females, while in 1st, 2nd, 4th, 5th treatments no nematodes were found on roots. 1st, 2nd treatments of "Likara" sort showed the following results: 1-2 young eggs on 1cm root. 3rd, 4th, 5th treatments and no nematodes were found, whereas

in the control 25 young yellow females were detected.

The roots of "Likara" and "Sandra" sort were nematode-free in September. In controls there were 8 juvenile females. In case of "Dinara" sort 5-10 brown nematodes were found in 2nd, 3rd treatments on 1cm root. 1st, 4th, 5th treatments did not reveal any nematodes, in controls 12-18 brown cysts on 1cm root were found.

Soil samples were taken in October as female cysts had already been in it. From the samples taken from the sorts under investigation there were found 3-5 cysts per 100g soil in "Likara", 2-3 in "Sandra" and in case of "Dinara" 16 brown cysts, and in controls results were the following: "Likara" – 100, "Sandra" – 130 and "Dinara" 140 brown cysts.

After harvest the number of cysts per 100gr. soil was counted in the territory of controls. We got the following results: within "Likara" sort 90, "Sandra" – 120, "Dinara"-130 brown cysts. And on the territory of experiments the following: "Likara"– 3, "Sandra"– 3, "Dinara"–6. The dynamics of cysts in soil and plants in controls and all treatments are presented in Fig. 3-6.

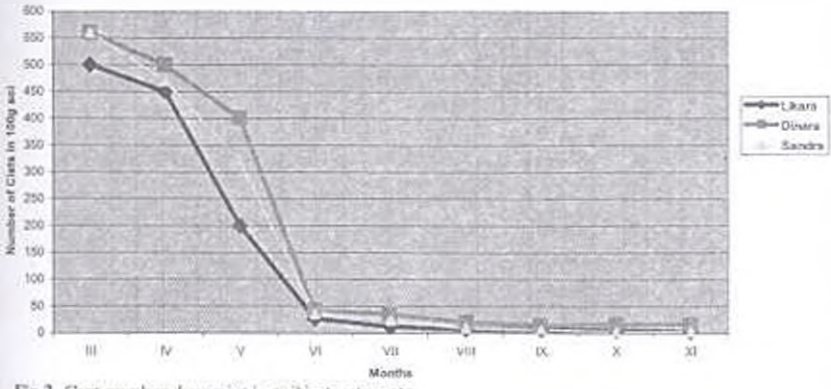


Fig.3. Cyst number dynamics in soil in treatments.

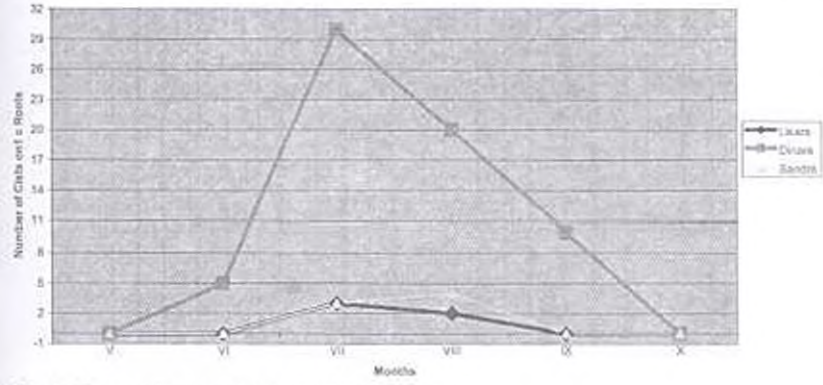


Fig. 4. Cyst quantity dynamics on roots in treatments.

Harvest results are presented in details in Table 1. Having studied the results we can conclude that from all 3 sorts under discussion, "Dinara" is more susceptible to parasite cyst nematode. From the chemicals used positive results

Table 1. **Experiment results according to randomizing method**

"SANDRA" Sort

	I replication					II replication					III replication					
	Treatments					Treatments					Treatments					
	3	2	4	1	5	4	1	5	3	2	3	1	4	2	5	6
Plant qnty.	33	31	30	32	30	30	30	30	30	30	31	32	28	30	29	30
Harvest qnty/kg	20.5	25.5	35.5	24	27	21	14	37.5	15	16.5	21.5	23	27	25	35	17
Average yield per plant/kg	0.62	0.83	1.2	0.75	0.9	0.7	0.46	1.25	0.5	0.55	0.69	0.7	0.96	0.83	1.2	0.56
Harvest total/kg	132.5					104					131					17
Total/kg	368															-

"DINARA" Sort

	I replication					II replication					III replication					
	Treatments					Treatments					Treatments					
	2	4	5	3	1	3	1	4	2	5	1	3	4	5	2	6
Plant qnty.	34	31	31	31	31	27	28	31	27	31	30	26	28	27	32	28
Harvest qnty/kg	22	24	23	22.5	14.5	22	18.5	25	19.5	27	22	23	24	24.5	23.5	14
Average yield per plant/kg	0.65	0.77	0.74	0.73	0.47	0.81	0.66	0.8	0.72	0.87	0.73	0.88	0.86	0.91	0.73	0.5
Harvest total/kg	106					112					117					14
Total/kg	335															-

Table1 (continuation)

"LIKARA" Sort

	I replication					II replication					III replication					
	Treatments					Treatments					Treatments					
	3	2	4	1	5	2	4	3	5	1	2	1	4	3	5	6
Plant qnty	32	33	30	28	28	28	29	29	30	29	32	29	30	30	30	28
Harvest qnty/kg	22	24	28.5	23	29	22.5	24.5	24	27.8	22.5	25.5	20.5	28.5	25	27	18
Average yield per plant/kg	0.69	0.73	0.95	0.82	1.04	0.8	0.84	0.82	0.93	0.78	0.8	0.71	0.95	0.83	0.9	0.64
Harvest total/kg	126.5					121.3					126.5					18
Total/kg	374.3															-

TOTAL HARVEST FROM 3 SORTS 1077.3 kg

1. Chemical + untreated seed
2. No chemical+ Formalin treated seed
3. No chemical+ Prestige treated seed
4. Chemical+ Formalin treated seed
5. Chemical +Prestige treated sedd
6. Control (traditional soil and seed)

Chemical Bazudin

were got in 4 and 5 treatments where soil has been disinfected by "Bazudin" and seeds by 2% Formalin solution and Prestige. From that part of the field where experiments had been carried — 370m² (regardless control territory) harvest was 1077 kg. The part where seeds were treated by Prestige in comparison with other parts of the field no Colorado beetles were noticed.

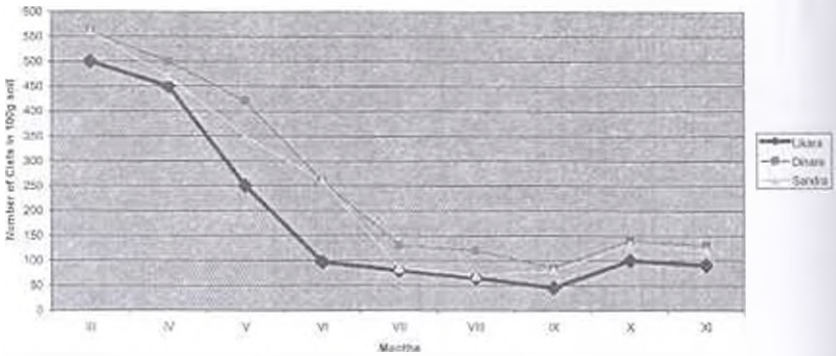


Fig. 5. Cyst number dynamics in soil in controls

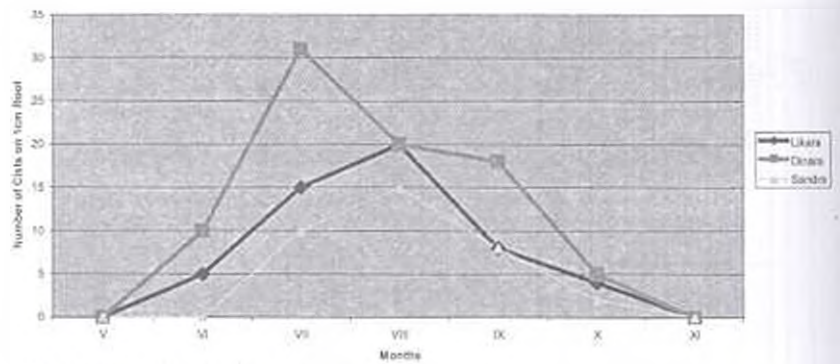


Fig. 6. Cyst number dynamics on roots in controls.

Positive results were detected also from the part treated by "Dazomet" (500m²) where "Isabel" sort was planted. Soil and roots of potato plant have been studied during the whole process of plant growing season. As a result roots were nematode-free, and in soil there was relatively small quantity 10-15 cysts per 100gr. From this part the harvest was 2000kg. According to the farmer from the same part the previous year he had not collect enough harvest. Plants dried in mid-July and in result they had small yield, which was used as forage.

REFERENCES

1. *Karapetyan J.A., Mkrtchyan H.S., Hakobjan K.V.* Agroscience. *7-8*, 475-480, 19
. *Tadevosyan F.M.* Abstract of Thesis of Cand. Biol. Sci., 1996.

Поступила 09.XII.

Հայաստանի Գիտությունների Ազգային Ակադեմիա, Կենսաբանական Հանդես
Национальная Академия Наук Армении, Биологический Журнал Армении
National Academy of Sciences of Armenia, Biological Journal of Armenia

Биолог. журн. Армении, 1-2 (59), 2007

УДК 577.112.388.2:577:151.52

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ pH ФЕРМЕНТАЦИОННОЙ СРЕДЫ НА БИОСИНТЕЗ L-ПРОЛИНА

А.А. ВАРДАНЯН, С.К. КЕЛЕШЯН, Ж.В. КАРАПЕТЯН, А.Е. АГАДЖАНЯН, А.С. САГИЯН

ЗАО "НИИ Биотехнологии" МТЭР РА, 375056, г. Ереван

Исследовали влияние pH питательной среды на биосинтез L-пролина в процессе ферментации. Определены оптимальные величины pH среды на различных фазах ферментации. На основе этого разработан способ постадийного регулирования pH в процессе биосинтеза с использованием концентрированного раствора аммиака. Разработан новый состав ферментационной питательной среды, не содержащей карбоната кальция, определена оптимальная исходная концентрация $(NH_4)_2SO_4$ в питательной среде. Показано, что отклонение значений pH и концентрации $(NH_4)_2SO_4$ от их оптимумов отрицательно сказывается на исходе процесса биосинтеза L-пролина.

Հետազոտվել է սննդամիջավայրի pH-ի ազդեցությունը L պրոլինի կենսասինթեզի վրա ֆերմենտացիայի ընթացքում: Որոշվել են միջավայրի pH-ի օպտիմալ արժեքները ֆերմենտացիայի տարբեր փուլերում: Դրա հիման վրա մշակվել է ֆերմենտացիայի ընթացքում pH-ի փուլային կարգավորման եղանակ, ամոնիումի խիտ լուծույթով: Մշակվել է ֆերմենտացիոն սննդամիջավայրի նոր կազմ, առանց կավճի, որոշվել է նաև սննդամիջավայրում $(NH_4)_2SO_4$ օպտիմալ կոնցենտրացիան: Ցույց է տրված, որ pH-ի և $(NH_4)_2SO_4$ կոնցենտրացիաների արժեքների շեղումները օպտիմալից բացասաբար են ազդում L-պրոլինի կենսասինթեզի արդյունավետության վրա.

The influence of the pH of nutrient medium on the biosynthesis of L-proline during the fermentation was investigated. The optimal values of pH during different fermentation phases were determined. The method of pH regulation during the different stages of growth by concentrated ammonia solution was worked out. The composition of new fermentation medium without calcium carbonate was developed. The optimal initial concentration of $(NH_4)_2SO_4$ in nutrient medium was determined. It was shown that the deviation of pH values and concentration of $(NH_4)_2SO_4$ has negative effect on the process of L-proline biosynthesis.

Аминокислоты - L-пролин - штамм-продуцент - ферментация - культуральная жидкость

При глубинном культивировании штаммов-продуцентов аминокислот величина pH среды является одним из основных факторов, влияющих на рост микроорганизмов, их физиологическую и биосинтетическую активность. Подбор оптимального значения pH среды в процессе ферментации способствует проявлению максимального биосинтетического потенциала штамма-продуцента, поскольку концентрация водородных ионов в среде оказывает влияние как на активность экзогенных и эндогенных ферментных систем, так и на диссоциацию отдельных компонентов среды, повышая

степень их доступности для микроорганизмов [1, 2, 5, 6]. При этом оптимальное значение pH среды может быть разным в зависимости от стадии процесса биосинтеза.

Целью настоящей работы было изучение влияния pH среды в процессе ферментации при получении L-пролина методом микробного синтеза.

Материал и методика. В работе использовали штамм-продуцент L-пролина *Brevibacterium flavum AP111* (*B. flavum AP111*), ВКПМ В-3258, полученный в "НИИ Биотехнологии" РА [3]. Штамм характеризуется наличием мутации ауксотрофности по изолейцину, устойчивостью к 3,4 D, L-дегидропролину и осмотическому давлению среды.

Посевной материал для засева лабораторных ферментеров выращивали в колбах Эрленмейера, емкостью 750 мл, с объемом среды 50 мл, на качалке с числом оборотов 220-240 в мин, при температуре 30-32°, в течение 16-18 ч. Ферментацию L-пролина с использованием штамма-продуцента *B. flavum* AP111 проводили на разработанной нами питательной среде [4] в лабораторных ферментерах марки Biostat S с рабочим объемом 7.0 л. Лабораторные ферментеры оснащены приборами для автоматического измерения и регулирования параметров процесса ферментации: pH среды, температуры, содержания растворенного кислорода, содержания CO_2 в отходящих газах и расхода воздуха. Процесс ферментации проводили при скорости растворения кислорода 4.0-4,5 г O_2 л/ч, температуре 30-32°, в течение 62-68 ч.

Результаты и обсуждение. Оценка пролинсинтезирующей активности штамма-продуцента пролина *B. flavum AP111* проводилась на ферментационной среде, содержащей 5% карбоната кальция, обеспечивающего поддержание pH в процессе ферментации в пределах 6,3-7,8.

Динамика изменения pH среды в процессе ферментации представлена на рис. 1.

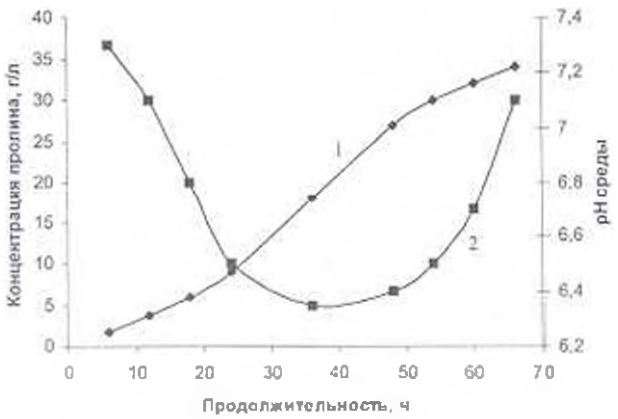


Рис. 1. Динамика изменения pH и накопления пролина в процессе ферментации на питательной среде с 5 % карбоната кальция: 1 – концентрации пролина, 2 – pH среды

Из рис. видно, что pH среды в начальные часы роста культуры снижается до 6.3-6,5, а к концу ферментации снова повышается до 7,1-7,2. Выход пролина при этом составляет 33-35г/л. Вместе с тем, использование для биосинтеза пролина питательной среды, содержащей карбонат кальция, приводило к значительным затруднениям при выделении и химочистке целевого продукта из культуральной жидкости.

Поэтому возникла необходимость разработки новой технологии, основанной на применении ферментационной питательной среды, не содержащей карбоната кальция, что могло обеспечить высокий выход пролина и одновременно повысить эффективность процесса выделения и химочистки целевого продукта.

В связи с этим была проведена серия экспериментов по ферментации пролина в лабораторных ферментерах на среде без карбоната кальция, с различными исходными значениями pH, а также эксперименты с постадийной корректировкой pH в процессе ферментации.

Поскольку процесс роста штамма-продуцента и биосинтеза пролина сопровождается непрерывным подкислением среды, необходимым условием для проведения ферментации на среде без карбоната кальция является постоянная подтитровка среды. В качестве титранта использовали 25%-ный раствор аммиака. Одновременно в этих же экспериментах изучалась зависимость выхода пролина от количества сульфата аммония в процессах с различными фиксированными значениями pH питательной среды. Результаты исследований представлены в табл.1, из которой видно, что наибольший выход пролина наблюдается в случае проведения процесса ферментации при значении pH 6,8 и исходной концентрации сульфата аммония 2,5-3,0%. Отклонение значения pH и концентрации сульфата аммония от указанных величин приводит к снижению уровня синтеза пролина.

Таблица 1. **Зависимость выхода пролина от концентрации сульфата аммония при фиксированных значениях pH ферментационной среды**

pH	Концентрация сульфата аммония, %					
	1,0	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
	Концентрация пролина в культуральной жидкости, г/л					
6,5	12,5±0,7	14,0±0,8	18,4±1,1	17,2±1,0	16,9±1,0	17,0±1,0
6,8	14,5±0,8	18,5±1,1	25,3±1,5	26,8±1,6	23,5±1,4	21,5±1,2
7,1	12,0±0,7	12,8±0,7	20,4±1,2	19,0±1,1	17,5±1,0	17,0±1,0
7,4	10,0±0,6	12,0±0,7	19,0±1,1	19,0±1,1	17,0±1,0	15,0±0,9

Сравнительный анализ усредненных данных, характеризующих процесс ферментации пролина в лабораторных ферментерах, представлен в табл.2.

Использование ферментационной питательной среды, не содержащей карбоната кальция с фиксированными значениями pH, не позволяет получать выход конечного продукта на уровне, наблюдаемом в процессах с карбонатом кальция. По-видимому, это объясняется тем, что в присутствии карбоната кальция уровень pH подвержен саморегуляции и имеет различные значения в зависимости от стадии культивирования, в то время как в процессах без карбоната кальция pH среды поддерживается на постоянном уровне. Поэтому было сделано предположение, что регулирование уровня pH среды постадийно, на протяжении всего процесса, может привести к повышению выхода конечного продукта. С этой целью процесс ферментации был разделен во времени на три стадии: стадия экспоненциального роста культуры (16-18 ч), стадия

замедленного роста (18-22 ч), стационарная фаза (22-68 ч). Критериями для выбора оптимальных значений pH по фазам служили: время накопления максимального титра культуры, уровень синтеза пролина, содержание сопутствующих аминокислот в культуральной жидкости и продолжительность ферментации.

Таблица 2. **Сравнительная характеристика процесса биосинтеза пролина на питательных средах с карбонатом кальция и без него**

Основные характеристики процесса биосинтеза	Питательная среда		
	с 5,0% карбоната кальция	с 3,0% карбоната кальция	без карбоната кальция pH 6,8
Содержание пролина в культуральной жидкости, г/л	33,8±0.8	32,5±0.8	2,5±0.6
Содержание сопутствующих аминокислот в культуральной жидкости, %	17.52±0.7	18,46±0.7	23,8±0.6
Производительность процесса, г/(л.ч)	0.444	0,442	0,395
Коэффициент конверсии сахара, %	30.48	30.29	24,09

* Повторность опытов 20.

На начальном этапе работы были подобраны оптимальные значения pH для стадии экспоненциального роста культуры. Было показано, что на этой стадии значение pH среды можно варьировать в широких пределах — 7,0-7,8. При этом, максимальное накопление биомассы достигается за 16-18 ч.

Для подбора оптимального значения pH на стадии замедленного роста культуры pH варьировали в пределах 6,8-8.0, а на стационарной фазе - 6,4-8,0. Было показано, что решающее влияние на синтез целевого продукта оказывает величина pH именно в процессе стационарной фазы (22-68 ч).

Из рис. 2 видно, что культивирование продуцента с постадийным регулированием pH позволяет получать концентрацию пролина в культуральной жидкости на уровне процессов с использованием питательных сред, содержащих карбонат кальция.

Таким образом, был определен оптимальный режим pH статирования для процесса ферментации пролина, который достигается доведением уровня pH до оптимального для каждой фазы значения 25%-ным раствором аммиака. Было показано, что для разных стадий процесса ферментации оптимальные значения pH значительно отличаются: для стадии экспоненциального роста - 7,3±0,1; для стадии замедленного роста - 6,9±0,1; для стационарной фазы - 6,7±0,1. Отклонения от указанных значений приводят к замедлению роста культуры, снижению выхода пролина, увеличению содержания сопутствующих аминокислот в культуральной жидкости и к увеличению продолжительности ферментации.

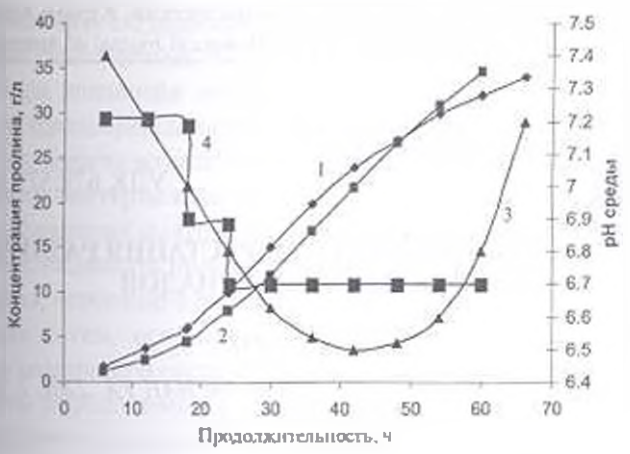


Рис. 2. Динамика биосинтеза пролина на питательной среде с карбонатом кальция без регулирования pH (1, 3) и без карбоната кальция с постадийным регулированием pH (2, 4): (1, 2)-концентрация пролина, (3, 4)-профиль pH.

Культивирование штамма-продуцента на ферментационной питательной среде без карбоната кальция, с постадийным регулированием уровня pH, дает возможность получать выход конечного продукта, сравнимый с результатами процессов, проведенных с использованием карбоната кальция. При этом, содержание сульфата аммония сокращается с 5,5% до 2,5-3,0%, продолжительность ферментации - на 6-8 ч, а количество сопутствующих аминокислот - до 3-5%. Отсутствие в ферментационной среде карбоната кальция облегчает процесс сепарации культуральной жидкости на стадии отделения биомассы, повышая тем самым эффективность процесса выделения и очистки пролина.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Егорова И.С.* Промышленная микробиология. Под ред. И.С. Егорова. М., Высш. шк., 1989.
2. *Кантере В.М.* Теоретические основы технологии микробиологических производств. М., Агропромиздат, 1990.
3. *Кочарян Ш.М., Карапетян Ж.В., Келешян С.К., Азизян А.Г., Акопян Э.М., Арушанян А.В., Амбарцумян А.А.* А.С. СССР 1409659. Способ получения L-пролина. 1988.
4. *Оганесян М.Г., Келешян С.К., Карибеков Б.П., Варданян А.А.* А.С. СССР 778261. Питательная среда для биосинтеза L-пролина. 1980.
5. *Brown D.E., Halsted D.J.* Biotechnol. and Bioengeneer. *42*, p.1199, 1995.
6. *Demain A.L.* Microbiol. Biotechnology Features, 2000.

Поступила 21.11.2007

Հայաստանի Գիտությունների Ազգային Ակադեմիա. Հայաստանի Կենսաբանական Հանդես
Национальная Академия Наук Армении, Биологический Журнал Армении
National Academy of Sciences of Armenia, Biological Journal of Armenia

Биолог. журн. Армении, 1-2 (59), 2007

УДК 678:579.6:620.193.8

ОСОБЕННОСТИ МИКРОБНОГО ОБРАСТАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Н.Л. КАЗАНЧЯН

Центр микробиологии и депонирования микробов НАН РА, 2201, г. Абовян, microbio@sci.am

Обобщены данные по микробному обрастанию используемых в космической технике различных синтетических полимерных материалов. Установлено, что доминирующими группами микобиоты обрастания полимеров являются виды *Aspergillus, Penicillium, Alternaria, Trichoderma*. Микробное обрастание и адгезия могут быть использованы как критерии оценки биостойкости полимерных материалов.

Ամփոփվել են տիեզերական տեխնիկայում օգտագործվող սինթետիկ պոլիմերային նյութերի միկրոբային գերաճի տվյալները. Հաստատվել է, որ պոլիմերների գերաճի միկոբիոտայի գերակշռող խմբեր են հանդիսանում *Aspergillus, Penicillium, Alternaria, Trichoderma* տեսակները: Միկրոբային գերաճը և ադհեզիան կարող են օգտագործվել որպես պոլիմերային նյութերի կենսակայունության գնահատման չափանիշ:

The data of microbial overgrowth of different types of synthetic polymeric materials used in space technique have been generalized. It was established, that dominant groups of microbial overgrowth and biodeterioration are represented by species of *Aspergillus, Penicillium, Alternaria, Trichoderma*. The fungal overgrowth and microbial adhesion phenomenon could be recommended as additional criteria for characteristics of biostability of polymeric materials.

Биоповреждения - адгезия микробов – полимерные материалы

Микробные повреждения и разрушения синтетических полимерных материалов широко известны, что связано с важностью процесса биоповреждения материалов, приводящего к структурным и функциональным нарушениям их эксплуатации. Благодаря процессам микробной деструкции полимеров, обеспечивается их разрушение и обезвреживание окружающей среды от отходов. Вместе с тем, в процессе микробных разрушений на полимерных материалах формируются микробные сообщества, представляющие собой очаги инфицирования окружающей среды. В микробиоте могут быть различные агрессивные или условно-патогенные формы микроорганизмов, могущие создать санитарно – эпидемиологическую опасность среды, особенно в термозонах и обитаемых космических аппаратах [1, 4, 10].

Наиболее обширная группа биодеградантов представлена грибами, вызывающими биодеструкцию полимерных и других материалов. По частоте встречаемости и обсемененности полимерных материалов и изделий из них, среди бактерий доминирующими являются представители родов *Staphylo-*

coccus, Micrococcus, Corynebacterium, Enterococcus, Streptococcus, среди грибов виды – *Penicillium chrysogenum, P. expansum, Aspergillus versicolor, A. niger, Cladosporium cladosporoides, C. sphaerospermum* [3, 7].

Особого внимания заслуживает характеристика видового состава микробиоты биоповреждений различных классов полимерных материалов. Известно, что многие из синтетических полимеров подвержены обрастанию ассоциациями бактериальных и грибных культур. Данные литературы и наших исследований подтверждают способность микроорганизмов, в том числе грибов, осваивать новые полимерные материалы, способствовать их повреждению, особенно в экстремальных условиях [1, 6, 9].

Вместе с тем, особенности микробного обрастания полимерных материалов различного состава изучены недостаточно. В этой связи важно подчеркнуть необходимость характеристики микробного сообщества, сформированного на различных полимерах в разнообразных эколого-географических условиях, в процессе натурных и климатических испытаний различной продолжительности, изучения состава микробиоты в динамике обрастания и сукцессии разных видов биодеградантов.

В данной статье обобщены результаты собственных многолетних исследований по особенностям микробных обрастаний некоторых классов синтетических полимерных материалов, используемых в космической технике.

Материал и методика. В работе использованы образцы синтетических полимерных материалов разного химического состава, в том числе полиамиды, фторопласты, полиэфиры, кремнийорганика, резинотехника, искусственная кожа. Исследованы исходные образцы полимеров, а также материалы, прошедшие натурные и ускоренные климатические испытания (УКИ) с имитацией разных сроков старения в течение 5,10,15 и более лет в разнообразных эколого-географических и почвенно-климатических условиях.

Микобиоту обрастания полимерных материалов изучали двумя основными методами: отпечатком образцов полимерных материалов на поверхности агаризованной среды и рассевом смыва стерильной водой микробиоты полимеров на агаризованные питательные среды. Оценку микробного обрастания проводили по 4-балльной шкале с подсчетом КОЕ (колониеобразующих единиц) на см^2 поверхности полимера. Рассевы проводили на среде Чапека, МПА и рыбопептонном агаре.

Для характеристики адгезивных свойств грибных биодеградантов применен метод прямых реплик (отпечатков). Образцы синтетических полимеров (5.0x5.0 см) фиксировали на поверхности репликатора, которые прикладывались на хорошо спорулированные колонии испытуемых грибов. Отпечатки делали на агаризованной питательной среде Чапека последовательными прикладываниями в 15 чашках Петри. Подсчет колоний проводили после инкубирования при 28° в течение 48–72 ч.

Результаты и обсуждение. В нашей работе мы уделяли большое внимание выявлению характерной особенности микробного обрастания полимеров различного состава. Исследования в течение многих лет на материале примерно 2-х тысяч различных полимеров показали, что состав микробиоты их значительно варьирует в зависимости от условий хранения, почвенно-климатических зон испытаний и многих других внешних факторов. Вместе с тем, отмечаются определенные характерные особенности в составе микробного обрастания отдельных классов полимеров, что видно из представленных в табл. 1 данных по характеристике микобиоты разных полимеров при складском хранении.

Таблица 1. **Ведущие группы обрастания разных типов полимерных материалов**

Полимеры	Доминантная микофлора
Полиамид 1	*Aspergillus, Mucor, Scopulariopsis*
Полиамид 2	*Aspergillus, Fusarium, Mucor, Trichoderma*
Полиимид	*Aspergillus, Penicillium, Trichoderma*
Фторопласт 1	*Aspergillus, Fusarium, Penicillium*
Фторопласт 2	*Aspergillus, Mucor, Penicillium*
Полиэфир	*Aspergillus, Fusarium*
Кремнийорганика	*Aspergillus flavus, Penicillium*
Резинотехника	*Alternaria, Mucor, Aspergillus, Penicillium*
Искусственная кожа	*Aspergillus,Cunnigamella, Penicillium, Trichoderma*

Данные табл.1 показывают, что наиболее широко распространенными в микобиоте обрастаний являются грибы *Aspergillus, Penicillium, Trichoderma*, что согласуется и с литературными данными [1, 6, 7]. Отмечаются и определенные различия в составе микобиоты обрастаний у различных полимеров, как-то в распространении *Mucor, Fusarium* и других грибов.

Таблица 2. **Характеристика микробного обрастания полимерных материалов при различных испытаниях**

Материал и испытание	Обрастание	
	Всего, КОЕ/см^2	Доминирующая группа
Полиамид		
Исходный	400	*Aspergillus, Mucor, Scopulariopsis, Oidiodendron*
1 год натурных испытаний, теплый влажный климат	400	*Penicillium, Aspergillus*
1,5 г. натурных испытаний, теплый влажный климат, склад	400	*A. tamarii, A. flavus*
1,5 г. натурных испытаний, теплый влажный климат, навес	Сплошной грибной рост	*Aspergillus, Corynebacterium, Bacillus*
15 лет УКИ	200	Неспорообразующие бактерии
Фторопласт		
Исходный	Сплошной грибной рост	*Aspergillus, Fusarium, Penicillium*
Штатная эксплуатация, укладка	300	*Aspergillus, Micrococcus*
1 г. натурных испытаний, теплый влажный климат, микологическая площадка	300	*Fusarium*
1 г. натурных испытаний, теплый влажный климат, навес	300	*Aspergillus*
1 г. натурных испытаний, теплый влажный климат, склад	200	Спорообразующие бактерии
3 г. натурных испытаний, теплый влажный климат	Сплошной грибной рост	*Aspergillus, Penicillium*
10 лет УКИ	200	Неспорообразующие бактерии
15 лет УКИ	200	Неспорообразующие бактерии

В табл. 1 микрофлора обрастания материалов ограничена грибной флорой, которой принадлежит ведущая роль в процессах биоповреждений. Микробиологическими анализами нами выявлялось наличие спорообразующих и неспорообразующих бактерий, актиномицетов и других микроорганизмов.

На большом фактическом материале нами исследованы особенности микробного обрастания полимеров в условиях их натурных испытаний и УКИ различной продолжительности. Выборочные данные, представленные в табл. 2, показывают, что в условиях испытаний в различных экологических регионах отмечаются значительные различия в составе микрофлоры обрастания. Это же отмечается и в динамике экспозиции изучаемых материалов в течение различного периода. Как правило, при обильном развитии бактерий отмечается угнетение роста грибов и наоборот.

Выявлено, что после климатических испытаний разной продолжительности среди доминирующей микрофлоры преобладают споро- и неспорообразующие бактерии. Преобладание бактериальной микрофлоры на полимерах, прошедших УКИ, можно объяснить изменениями, происходящими под влиянием внешних воздействий. Так, установлено, что под влиянием климатических испытаний и при микробном повреждении в полимерах происходят структурные изменения в поверхностных и глубинных слоях, что в свою очередь влияет на видовой состав формирующейся микробиоты [2, 5, 8].

В преобладающем большинстве случаев нами отмечена корреляция между степенью грибного обрастания испытанных полимерных материалов с их биостойкостью.

Таблица 3. **Адгезивные свойства грибов-деградантов к полимерным материалам**

Штаммы грибов	Количество отпечатков, КОЕ/чашка							
	Полиэфир				Фторопласт			
	6	8	10	15	6	8	10	15
Aspergillus niger 8133*	∞**	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
A. flavus 8134	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
A. terreus 8114	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
Aureobasidium pullulans 8269	0	0	0	0	0	1	1	0
Chaetonium globosum 8117	9	8	9	0	∞	12	8	0
Paecilomyces variotii 8135	6	1	1	0	3	3	7	0
Penicillium aurantiogriseum 8119	∞	∞	70	32	30	25	25	0
Penicillium chrysogenum 12110	80	45	0	0	∞	∞	∞	∞
P. funiculosum 8271	70	80	52	14	∞	∞	∞	∞
Scopulariopsis brevicaulis 8272	27	19	13	0	∞	∞	∞	∞
Trichoderma viride 8125	∞	∞	∞	∞	∞	200	200	80
Ulocladium botrytis 12037	2	2	1	0	∞	∞	∞	∞

Примечания: *номера штаммов указаны по Коллекции культур Центра депонирования микробов; ** знак ∞ означает сплошной рост грибов.

Для характеристики обрастания и колонизации грибов на полимерах нами изучалась их адгезия к поверхности этих материалов. Адгезия

микробных клеток к поверхности полимерных материалов является начальным этапом процесса биоповреждения, и исследование этого явления позволяет выявить характерные особенности этого процесса. Изучение адгезивных свойств грибов-деградантов проводили методом прямых реплик на полимерных пленках из фторопласта и полиэтилентерефталата (полиэфир). Выбор этих материалов обусловлен ранее проведенными исследованиями. На основе сравнительных испытаний выбраны фторопластовая пленка как гидрофобный материал (краевой угол смачивания Θ в пределах 90°) и полиэтилентерефталат – как гидрофильный (Θ в пределах 47-73°).

Проведенные исследования показали высокую адгезивную активность грибов родов *Aspergillus, Penicillium, Trichoderma.* Слабо адгезируют штаммы *Aureobasidium pullulans, Paecilomyces variotii, Chaetomium globosum* (табл. 3).

Таким образом, сравнительные испытания с применением различных штаммов грибов с биоповреждающей активностью к полимерам позволили заключить о наличии видовой специфики в микробной адгезии и в последующем обрастании полимеров.

Выполнение работы частично финансировалось МНТЦ (Проект А-092.2).

ЛИТЕРАТУРА

1. *Алехова Т.А., Александрова А.А., НовожиловаТ.Ю., Лысак Л.В., Загустона И.А., Безбородова А.М.* Прикл. биохимия и микробиология, 41, *4*, 435-443, 2005.
2. *Антонян Л.Г., Гогинян В.Б., Казанчян Н.Л., Африкян Э.Г.* Биолог. журн. Армении, *56*, 1-2, 22-26, 2004.
3. *Африкян Э.Г.* В кн.: "Микробное повреждение материалов" под ред. Африкяна Э.Г., Ереван, 5-11, 1985.
4. *Африкян Э.Г.* Мат-ы 3-го Международного симпозиума "Проблемы биохимии, радиации и космической биологии", Дубна,24-28 января, 2007.
5. *Бархударян В.Г., Морозов В.Ф., Оганесян А.А., Казанчян Н.Л., Африкян Э.Г.* Биолог. журн. Армении, *54*, 3-4, 199-203, 2002.
6. *Козловский А.Г., Желифонова В.П. и др.* Прикл. биохимия и микробиология, *40*, 3, 332-349, 2004.
7. *Новикова Н.Д.* Авиакосм. и эколог. мед., *35*, 4, 32-40, 2001.
8. *Berkeley R.C. W. et al.*(eds). Microbial adhesion to surfaces. Ellis Horwood LTD., London, 1980.
9. *Klintworth R., Reher H.J., Victorov A.N., Bohle D.* Acta astronaut., 44, 569-578, 1999.
10. *Novikova N.D., Kurakov A.V., Gevorkyan S.A., Goginyan V.B., Afrikian E.G.* Microbiota of Space Flights. Proc. of 4th Scientific Conference, September 12-14, 2006, Kaluga, Russian Federation.

Поступила 21.V.2007

Հայաստանի Գիտությունների Ազգային Ակադեմիա, Հայաստանի Կենսաբանական Հանդես
Национальная Академия Наук Армении. Биологический Журнал Армении
National Academy of Sciences of Armenia, Biological Journal of Armenia

Биолог. журн. Армении, 1-2 (59), 2007

УДК 678:576.8:629.198.3

СПЕЦИФИКА МИКОБИОТЫ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ

С.А. ГЕВОРГЯН

Центр микробиологии и депонирования микробов НАН РА, 2201, г. Абовян, microbio@sci.am

Изучена микофлора биоповрежденных образцов полимерных материалов Орбитального комплекса "Мир" и Международной космической станции. Выделены и охарактеризованы культуры плесневых грибов - потенциальных деградантов полимерных материалов. Среди исследованных штаммов доминантными видами являются *Penicillium aurantiogriseum, P.melinii, Aspergillus versicolor, A.fumigatus*, а среди условно-патогенных - *A. fumigatus* и *A.versicolor*.

Հետազոտվել է ուղեծրային «Միր» համալիրի և Միջազգային տիեզերական կայանի վնասված պոլիմերային նմուշների միկոֆլորան: Անջատվել և բնութագրվել են բորբոսասնկերի կուլտուրաներ պոլիմերային նյութերի պոտենցիալ քայքայիչներ: Ուսումնասիրված շտամներից դոմինանտ են հանդիսացել *Penicillium aurantiogriseum, P.melinii, Aspergillus versicolor, A.fumigatus*, իսկ պայմանական պաթոգեն՝ *A. fumigatus* և *A.versicolor*.

The mycobiota of the biodeteriorated samples of polymeric materials of the Orbital Complex "Mir" and International Space Station has been studied. The fungal cultures as potential degradants of polymeric materials have been isolated and characterized. Among the strains obtained the dominant species are *Penicillium aurantiogriseum, P.melinii, Aspergillus versicolor, A.fumigatus* and conditionally pathogenic - *A. fumigatus* and *A.versicolor*.

Биоповреждения - грибы-биодеграданты - синтетические полимеры - космические материалы

Микроскопические грибы являются ведущей группой биодеградантов и способны колонизировать и повреждать синтетические материалы. Большое внимание уделяется изучению видового состава микроорганизмов, развивающихся на их поверхности [14]. Число видов грибов, обнаруженных на лаках и пластмассах, выросло за последние 30 лет на порядок - с 42 до 400 видов [2, 6, 8, 11].

Микробиологические вопросы имеют первостепенное значение для обеспечения безопасной и надежной эксплуатации обитаемых космических летательных аппаратов [1, 3, 4, 7]. Важно отметить, что среди грибов-деструкторов синтетических пластиков могут быть виды-оппортунисты, токсинообразователи и виды, вызывающие у людей аллергические реакции, что особенно опасно для здоровья космонавтов во время длительных полетов в герметически замкнутых зонах [5, 7].

Данная работа обобщает результаты собственных исследований по выделению и характеристике культур грибов-биодеградантов, распростра-

ненных в биоповреждениях синтетических полимерных материалов, используемых в космической технике.

Материал и методика. В рамках Проекта МНТЦ А-092.2 проведен микробиологический анализ 20 биоповрежденных образцов синтетических полимерных материалов из Орбитального комплекса "Мир" и Международной космической станции. Микрофлору образцов космической техники изучали по схеме тотального микробиологического анализа. Использовали метод накопительных культур с применением широкого набора питательных сред для выделения микроорганизмов различных эколого-трофических групп: мезофилов, психрофилов, галофилов и алкалофилов. Для обеспечения инкубирования в широком температурном диапазоне (5 – 70°) использовали градиентный термостат. Микроскопию спор грибов проводили на сканирующем электронном микроскопе CamScan S-2 фирмы Cambridge Instruments с ускоряющим напряжением 20 кВ в режиме регистрации вторичных электронов при диапазоне увеличения 10000-18000 х. Определение митоспорических грибов осуществляли по культурально-морфологическим признакам с использованием определителей, рекомендуемых для конкретной систематической группы [10, 15, 16]. Идентификацию среди выделенных грибов-биодеструктов условно-патогенных и токсигенных видов проводили по обобщающим публикациям [5, 9, 12, 13].

Результаты и обсуждение. Выделено 205 штаммов микроорганизмов, включая 124 культуры плесневых грибов - потенциальных деградантов полимерных материалов. На основе комплексной оценки морфологических и физиологических свойств выделенные штаммы идентифицированы как *Aspergillus fumigatus* Fresenius 1863, *A. versicolor* (Vuillemin) Tiraboschi 1926, *Alternaria alternata* (Fries, 1832) Keissler 1912, *Cladosporium macrocarpum* Preuss, 1848, *C. sphaerospermum* Penzig, 1882, *Penicillium aurantiogriseum* Dierckx 1901, *P. chrysogenum* Thom 1910, *P. melinii* Thom 1930, *Ulocladium botrytis* Preuss 1851 и *Phoma eupyrena* Saccardo, 1879.

Таксономический анализ видового состава выделенных грибов показал, что сравнительно многочисленными являются роды *Penicillium* (3 вида), *Aspergillus* и *Cladosporium* (по 2 вида). По распространению грибы-биодеграданты можно расположить в следующем порядке:

P. aurantiogriseum (43 штамма) ← *P. melinii* (20) ← *A. versicolor* (19) ← *A. fumigatus* (13) ← *P. chrysogenum* (3) ← *Alternaria alternata, Ulocladium botrytis* (по 2 штамма) ← *Cladosporium sphaerospermum, C. macrocarpum, Phoma eupyrena* (по 1 штамму) (табл.1)

Данные частично совпадают с аналогичными исследованиями пилотируемых орбитальных комплексов. Так, в своих работах Новикова и Алехова с соавторами также выделили по частоте встречаемости виды родов *Aspergillus, Penicillium* и *Cladosporium* [1, 7].

Далее приводятся описания макро- и микроморфологических особенностей некоторых типичных видов микромицетов (рис.1). Исследования велись на агаризованной среде Чапека-Докса при температуре инкубации 28°.

Alternaria alternata (Fries, 1832) Keissler 1912, РЩДМ*-12115 - Радиус роста на 7-е сутки 33мм. Колония пушистая, войлочная, воздушный мицелий грязно-кремовый, ближе к субстрату темно-коричневый. Реверзум: темно-коричневые радиальные кольца.

Гифы ближе к субстрату пигментированные и незначительно шероховатые, воздушные - гиалиновые, 2,4-3,6мкм шириной. Конидиеносцы прямые,

Таблица 1. **Видовой состав микромицетов образцов космической техники (число выделенных и изученных штаммов)**

Род, вид штаммов	ОК "Мир"	МКС
Alternaria alternata	-	2
Aspegillus versicolor	7	12
Aspergillus fumigatus	5	8
Cladosporium macrocarpum	1	-
Cladosporium sphaerospermum	-	1
Penicillium aurantiogriseum	39	4
Penicillium chrysogenum	3	-
Penicillium melinii	20	-
Phoma eupyrena	1	-
Ulocladium botrytis	1	1

септированные, пигментированные, 3,2-5,2мкм шириной. Конидии - диктиоспоры, шероховатые, цепочками до 5-6, пигментированные, 14,3-32,2x3,8-12,0мкм.

Aspergillus fumigatus **Fresenius 1863, РЦДМ-12041** - Радиус роста на 7-е сутки 45мм. Колония плоская, порошистая, с очень редким гиалиновым вегетативным мицелием, при спороношении грязно-кремовая, в дальнейшем болотно-зеленая. Реверзум: просвечивает белый, лучистый мицелий.

Конидиеносец септирован, гладкий, 240,0-365,0x5,2-11мкм. Везикулы удлиненные, округлые, шириной 15,0-20,0мкм. Фиалиды одноярусные, 3,8-5,2x2,0-2,8мкм. Конидии слабо шероховатые, округлые, 2,0-3,0мкм в диаметре.

Aspergillus versicolor **(Vuillemin) Tiraboschi 1926, РЦДМ-12042** - Радиус роста на 7-е сутки 8мм. Колония ограниченная, плотная, бархатная, в центре холмисто-бугристая, рост радиальный, края ровные, более плоские. Вегетативный мицелий белый, при спороношении желто-коричневый, радиальный, с возрастом зеленеет. На 14-е сутки оранжевый, диффундирующий в агар пигмент. Реверзум: кремовый с коричневыми кольцами.

Конидиеносец септирован, гладкий, 210,0-322,0x4,1-7,6мкм. Везикулы округлые, укороченные, гладкие, 2,8-7,0x2,7-3,1мкм. Фиалиды гладкие, 5,9-7,6x2,0-2,8мкм. Конидии округлые, шероховатые, 2,0-2,8мкм в диаметре.

Penicillium aurantiogriseum **Dierckx 1901, РЦДМ-12044** - Радиус роста на 7-е сутки 8мм. Колония плотная, бархатистая, после порошистая со слабым складчатым вегетативным белым мицелием, в зоне спороношения зеленая. Края гладкие, вдавленные в агар. Реверзум: кремовый в центре, по краям светло-зеленый.

Веточки редкие, слабо шероховатые, 17,6-24,8x3,0-3,5мкм. Метулы слабо шероховатые, 12,0-16,3x2,8-3,7мкм. Фиалиды бутылевидные, слабо шероховатые, в количестве 3-7 шт., 7,5-8,2x2,0-3,2мкм. Конидии сферические, незначительно шероховатые в длинных сплетающихся цепочках, 3,0-3,9мкм в диаметре.

Penicillium melinii **Thom 1930, РЦДМ-12046** - Радиус роста на 7-е сутки 13мм. Колония плотная, редкая, прозрачная, гиалиновая, после хлопьевидная, в зоне спороношения светло-зеленая. Края плоские, ресничатые. Реверзум: гиалиновый.

Веточки отсутствуют. Метулы незначительно шероховатые, максимальное количество - две, 13,1-18,0x3,0-3,8мкм. Фиалиды множественные,

* РЦДМ - акроним коллекции культур Республиканского Центра депонирования микроорганизмов НАН РА

незначительно шероховатые, 8,6-11,4x2,4-3,5мкм. Конидии сферические, слабо шероховатые в очень длинных цепочках, 3,0-3,9мкм в диаметре.

***Ulocladium botrytis* Preuss 1851. РЦДМ-12037** - Радиус роста на 7-е сутки 25мм. Колония звездчатая, бархатисто-войлочная, темно-зеленая до черного. Субстратный мицелий хорошо развитый. Края неровные, звездчатые. Реверзум: серо-черный.

Часть гиф гиалиновая, часть пигментированная, с утолщениями, 2,8-6,5мкм. Конидиеносец септированный, изогнутый, пигментированный с 1-9 конидиями, 45,0x3,0-5,0мкм. Конидия - диктиоспоры, шероховатые, эллипсоидные, 15,2-24,2x8,3-12,4мкм.

При сравнении с описаниями типовых штаммов соответствующих видов видимых различий в росте и в размерах не обнаружено, за исключением более мелких спор у *Alternaria alternata* 12115.

Электронно-сканирующая микроскопия позволила более детально изучить поверхности спор грибов-деградантов (рис. 1).

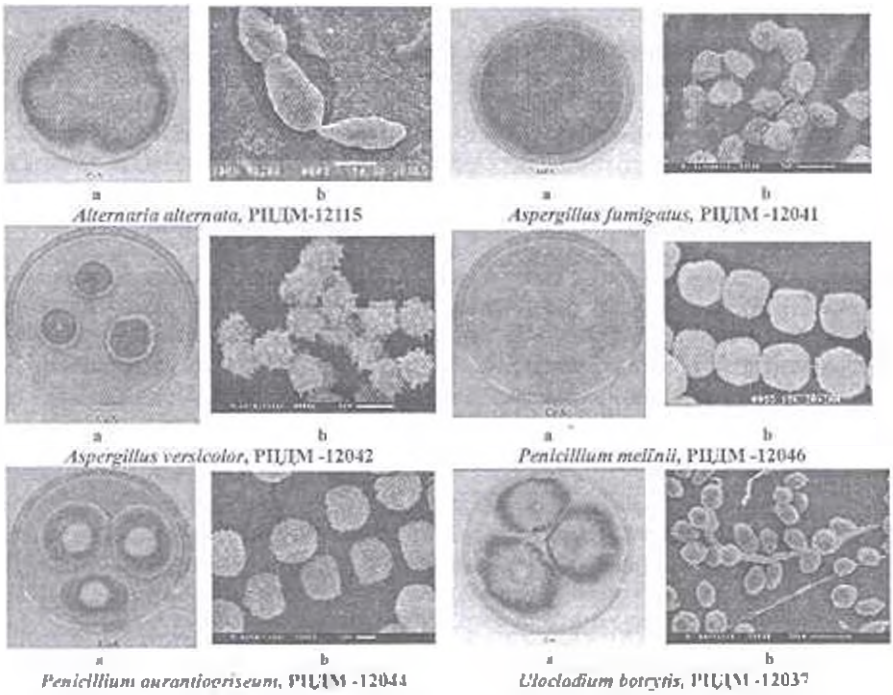


Рис. 1. Культурально-морфологические признаки грибов-деградантов
(a - колонии на среде Чапека в чашках Петри (диаметр 9см), b – электронно-сканирующая микроскопия спор)

Более подробная характеристика выделенных культур представлена в книге "Грибные деграданты полимерных материалов: Базы данных и Коллекция культур с Атласом" (Ереван, 2005).

В результате многолетних исследований в нашем Центре было выделено и изучено большое разнообразие грибных деградантов полимерных материалов. Коллекция культур РЦДМ сейчас насчитывает около 1000 штаммов грибов, выделенных из различных классов полимерных материалов

других субстратов. В табл. 2 приведены наиболее часто обнаруживаемые виды грибов-биодеградантов.

Таблица 2. Митоспорические грибы, обнаруживаемые в биоповреждениях полимерных материалов

Полимерные материалы	Часто встречаемые виды
Кремнесодержащие материалы	*Aspergillus niger, A.terreus, A.tamarii, A.flavus, A.fumigatus, Alternaria alternata, P. aurantiogriseum*
Фторопласты	*Aspergillus niger, A.terreus, A.flavus, A.candidus, P.aurantiogriseum, P.chrysogenum, Alternaria alternata*
Полиимиды	*Aspergillus niger, A.terreus, A.candidus, A.flavus, Alternaria alternata, Fusarium sp., Mucor sp., Trichoderma viride, P. aurantiogriseum*
Полиамиды	*Aspergillus terreus, A.tamarii, Fusarium sp., A.niger, P.chrysogenum, A.versicolor, P.aurantiogriseum*
Полиэфиры	*Aspergillus terreus, A. niger, P.aurantiogriseum, Fusarium oxysporum, Alternaria alternata, P.chrysogenum*
Резинотехника	*Alternaria alternata, Alternaria sp, Aspergillus niger, A.terreus, Chaetomium olivaceum, P.chrysogenum, Fusarium sp., P.aurantiogriseum*
Искусственная кожа	*Aspergillus ustus, Aspergillus sp., Alternaria sp., Penicillium sp., A. niger, A. terreus, Trichoderma viride, Fusarium sp.*
Натуральные материалы	*Aspergillus niger, A.terreus, A.flavus, Alternaria alternata, P.chrysogenum, P. aurantiogriseum*
Ситцы	*Aspergillus niger, Penicillium sp., Alternaria alternata, Aspergillus fumigatus*
Льняные	*Aspergillus niger, P.aurantiogriseum, Fusarium sp., Mucor sp. Alternaria alternata*

Санитарно-эпидемиологический анализ выявленного состава видов грибов-деструкторов полимеров показал широкую представленность среди них условно-патогенных форм. Стоит особо выделить вид *A. fumigatus* как наиболее часто выделяемый при аспергиллезах у людей. Данный вид имеет выраженное микотоксическое свойство и может быть причиной синуситов, кератитов, легочных, церебральных, костных, сердечно-сосудистых, висцеральных, аллергических реакций и редко онихомикозов. Вид *A. versicolor* и виды рода *Penicillium* широко известны своими аллергенными и микотоксическими реакциями.

Работа частично финансировалась МНТЦ (Проект А-092.2).

ЛИТЕРАТУРА

1. *Алехова Т.А., Александрова А.А., Новожилова Т.Ю., Лысак Л.В., Загустина Н.А., Безбородова А.М.* Прикл. биохимия и микробиология. 41. 4. 435-443. 2005.
2. *Андреюк Е.И., Билай В.И., Коваль Э.З., Козлова И.А.* Микробная коррозия и ее возбудители. Киев: Наукова Думка, 287 с., 1980.
3. *Африкян Э.Г.* Материлы 3-го Международного симпозиума: Проблемы биохимии, радиации и космической биологии. Дубна, 24-28 января, 2007.
4. *Викторов А.Н., Новикова Н.Д., Дешевая Е.А.* Авиакосмическая и экологическая медицина. 3. 41-48, 1992.

5. *Елинов Н.П., Митрофанов В.С., Черноятов Р.М.* Проблемы мед. микологии, 4, *1*, 4-16. 2002.
6. *Лугаускас А.Ю., Микульскене А.И., Шляужене Д.Ю.* Каталог микромицетов-биодеструкторов полимерных материалов. М. Наука, 340 с., 1987.
7. *Новикова Н.Д.* Автореф. док. дисс., М., 50 с., 2002.
8. *Пехташева Е.Л.* Биоповреждения и защита непродовольственных товаров. М.: Мастерство, 224 с. 2002.
9. *Саттон Д., Фотергилл А., Ринальди М.* Определитель патогенных и условно-патогенных грибов. Пер. с англ. М.: Мир, 486 с., 2001.
10. *Ainsworth & Bisby's.* Dictionary of the Fungi (Ed. Kirk P.M. *et al.*). 9th ed., CAB International, 655, 2001.
11. *Afrikian E.G.* (Ed.). Fungal Degradants of Polymeric Materials: databases and culture collection with the atlas. Abovyan, Armenia, 250 p., 2005.
12. *Hoog G.S. de, Guarro J., Gene J., Figueras M.J.* Atlas of Clinical Fungi. 2nd ed. Centraalbureau voor Schimmelcultures, Spain. 1126 p., 2000.
13. *Taj-Aldeen S.J., Hilal A.A., Chang-Lopez A.* The 7th Intern. Mycological Congress. Book of Abstracts, Olso, 272-273, 2002.
14. *Gu Ji-Dong.* International Biodeterioration & Biodegradation. 52. 69-91, 2003.
15. *Samson R.A., Pitt J.I.* Integration of modern taxonomic methods for *Penicillium* and *Aspergillus*. Classification. 1st edition, CRC Press. 524 p., 2000.
16. *Watanabe T.* Pictorial Atlas of Soil and Seed Fungi: morphologies of cultured fungi and key to species. 2 ed., CRC Press, 504 p., 2000.

Поступила 21.V.2007

Հայաստանի Գիտությունների Ազգային Ակադեմիա. Հայաստանի Կենսաբանական Հանդես
Национальная Академия Наук Армении. Биологический Журнал Армении
National Academy of Sciences of Armenia, Biological Journal of Armenia

Биолог. журн. Армении, 1-2 (59), 2007

УДК 579.811.24

ЭКОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ФОТОТРОФНОЙ БАКТЕРИИ *RHODOPSEUDOMONAS PALUSTRIS* ИЗ МИНЕРАЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ ДЖЕРМУКА

А.Х. ПАРОНЯН

Институт микробиологии НАН Армении, 2201, г. Абовян

Из разных образцов вод минеральных источников Джермука выделена и описана пурпурная несерная бактерия *Rhodopseudomonas palustris*, шт. Д-6. На основании сравнительного анализа морфологических и физиологических признаков установлены штаммовые различия между выделенной культурой и типовым видом *Rhodopseudomonas palustris*. Это относится к галотолерантности, использованию органических источников углерода и азота, витаминных потребностей, термоустойчивости. Показано регулярное присутствие штамма в минеральных источниках Джермука.

Ջերմուկի հանքային աղբյուրների ջրերի տարբեր նմուշներից անջատվել և նկարագրվել է *Rhodopseudomonas palustris*, Д-6 ոչ ծծմբային պուրպուր բակտերիան: Սորֆոլոգիական և Ֆիզիոլոգիական հատկանիշների համեմատական անալիզի հիման վրա շտամային տարբերություններ են հայտնաբերվել անջատված կուլտուրայի և *Rhodopseudomonas palustris* տիպային տեսակի միջև: Դրանք վերաբերում են հալոտոլերանտությանը, ածխածնի և ազոտի օրգանական աղբյուրների օգտագործմանը, վիտամինային պահանջներին և ջերմակայունությանը: Ցույց է տրվել շտամի մշտական գոյությունը Ջերմուկի հանքային աղբյուրներում:

From various samples of waters of hydrocarbonate mineral springs of Jermuk a purple nonsulfur bacterium *Rhodopseudomonas palustris*, D-6 was isolated and described. On the bases of comparative analysis of morphological and physiological properties between typical and studied species some differences have been established. They are halotolerance, use of carbon and nitrogen organic compounds, vitamin requirements and thermostability. The regular presence of this species in mineral springs of Jermuk has been shown.

Пурпурные несерные бактерии - минеральные источники - экология - Rhodopseudomonas

Фототрофные бактерии являются одной из активных и широко распространенных групп микроорганизмов в природе и имеют фундаментальное значение в формировании биосферы, сохранении и функционировании экосистем, круговороте таких важных элементов как сера, углерод, водород и азот [9]. Способность к преобразованию солнечной энергии, к детоксикации ядовитых газов, тяжелых металлов, разнообразные пути метаболизма, усвоение различных органических субстратов, часто недоступных для других микроорганизмов, обуславливают огромную экологическую значимость фототрофных бактерий [5, 11]. Они являются продуцентами ценных биологически активных соединений [3, 8]. Однако

применение фототрофных бактерий в биотехнологии весьма ограничено. В связи с этим важной задачей в области использования этих бактерий является выделение и изучение их разнообразия. В задачу нашей работы входило экофизиологическое описание *Rhodopseudomonas palustris*, шт. Д-6, выделенного из минеральных источников Джермука.

Материал и методика. Исследуемый штамм пурпурной несерной бактерии *R. palustris*, шт. Д-6 выделен из образцов минеральной воды Джермука. Пробы отбирали из семи скважин непосредственно у выхода воды из источника. Штамм депонирован в РЦДМ под номером ИНМИА В-6506. Основные методы выделения и очистки культуры описаны ранее [2].

Морфологию и тонкое строение клеток культуры изучали с помощью светового (МБИ-1А с фазовым контрастом) и электронного микроскопов БС-613 (Тесла). Выращивание культуры в анаэробных условиях проводили в полностью заполненных колбах, закрытых притертыми пробками. Рост культуры определяли измерением оптической плотности суспензии на спектрофотометре СФ-26 при длине волны 660нм. Спектры поглощения клеток культуры в видимой области регистрировали на спектрофотометре "Specord UV-Vis". Экстракцию каротиноидов проводили методом Иенсена [7]. Идентификацию их проводили на основании спектров поглощения и величин Rf отдельных пигментов, разделенных путем тонкослойной хроматографии на силикагелевых пластинках "Silufol".

Отношение микроорганизма к различным органическим соединениям устанавливали посредством добавления их в среду в концентрации 0,1%. Гидролизат казеина, пептон и неорганические соли азота добавляли в количестве 290 мг/л по азоту. Потребность бактерии в витаминах определяли прямым добавлением их в среды из стерильных водных растворов в разных сочетаниях в следующих количествах, мкг %: биотин – 0,5; тиамин – 100; никотиновая кислота - 100; пиридоксин -100; п-аминобензойная кислота - 50; витамин B_{12} - 10. Контролем служила среда без витаминов. Тиосульфат определяли методом Schoon [10]. Сульфат определяли методом Dodgson [4], сульфид - методом Гансена [6]. Содержание гуанина и цитозина (Г+Ц) в ДНК определяли методом хроматографии на бумаге [1].

Результаты и обсуждение. Минеральные источники Джермука в основном термальные и по химическому составу относятся к углекислым гидрокарбонатным сульфатным натриевым водам. Горячие углекислые воды образуют резко выраженные термальные поля. Надо отметить, что грунтовые воды в значительной степени принимают участие в формировании минеральных вод при появлении последних на земной поверхности, являясь во многих случаях мощным фактором, опресняющим и понижающим их температуру. Это явление также способствует распространению фототрофных бактерий в минеральных источниках. Исследования показали, что фототрофные бактерии являются постоянными представителями экосистем минеральных источников. В джермукских минеральных источниках распространены преимущественно пурпурные несерные бактерии. Чаще всего встречаются представители родов *Rhodobacter* и *Rhodopseudomonas*. В сравнении с другими известными видами род *Rhodopseudomonas* преимущественно представлен *R. palustris*, который регулярно встречается в образцах минеральных вод. По-видимому, физико-химические параметры минеральных вод Джермука соответствуют физиологическим потребностям изучаемого организма.

В таблице представлены физико-химические параметры и распределение *R. palustris*, шт. Д-6 в образцах минеральной воды из некоторых скважин.

Представленные в таблице данные свидетельствуют о том, что титр бактерии зависит от ряда экологических факторов, в том числе от температуры, pH, содержания HCO_3^- аниона. С другой стороны, невысокая численность бактерий, возможно, обусловлена низкими концентрациями биогенных элементов в минеральных источниках.

Таблица. Физико-химические параметры и распределение *R. palustris*, шт. Д-6 в минеральных источниках Джермука

Название источника	Температура на забое, °С	pH	Общая минерализация, г/л	HCO_3^-, г/л	Свободный CO_2, г/л	Клетки, на 1мл воды
Скважина 1	42	6,9	4,5	2,06	0,36	10^1
Скважина 4	39	7,1	4,79	2,14	0,34	10^4
Скважина 7	45	5,9	1,68	0,74	0,9	10^1
Скважина 9	52	7,6	5,3	2,24	0,2	10^2
Скважина 18/62	51	7,5	3,2	1,67	0,36	10^2
Скважина 20/62	46	7,3	4,58	2,2	0,9	10^2

Интерес представляет тот факт, что представители *R. palustris*, выделенные из разных скважин минерального источника, фенотипически и физиологическими свойствами не различаются. Однако были выявлены некоторые физиологические различия между изучаемым и типовым штаммами.

Морфофизиологические особенности выделенной культуры. Клетки палочковидные, слегка изогнутые, размером 0,5-0,7 × 2,4-4,3 мкм (рис. 1).

Подвижные за счет полярных жгутиков. Размножаются путем неравномерного деления. Молодые клетки располагаются единично, старые же образуют характерные агрегаты - розетки.

Рис. 1. *R. palustris*, шт. Д-6, выделенный из минеральных источников Джермука. Фазовый контраст, × 2000

Рис. 2. Фотосинтетический аппарат *R palustris*, шт. Д-6. Электронная микрофотография. Ультратонкий срез, × 50000

Фотосинтетический мембранный аппарат ламеллярного строения, ламеллы расположены параллельно к цитоплазматической мембране (рис. 2).

Не содержит газовых вакуолей. Культура мезофильная, температурные границы роста 28-35°, оптимальная температура 30-32°. Следует отметить, что в присутствии в среде выращивания витамина B_{12} культура проявляет умеренный рост до 42°. Значение pH- 6,8-7,5 при оптимуме 7,0-7,2. Слабо галотолерантный, выдерживает в среде до 2% NaCl.

Микроорганизм растет как в анаэробных условиях на свету, так и в аэробных условиях в темноте. Цвет клеточной суспензии бактерии, выросшей анаэробно на свету, красный, в присутствии кислорода цвет культуры становится розовым. На поверхности агара образует крупные колонии кремового цвета, с неровными краями и диаметром 3-6мм. Клетки содержат бактериохлорофилл а и каротиноиды спириллоксантиновой серии. Спектр поглощения целых клеток культуры обнаруживает максимумы бактериохлорофилла при 375, 590, 802, 850нм и каротиноидов при 470, 496 и 528нм (рис. 3). Основными каротиноидами являются спириллоксантин и ликопин.

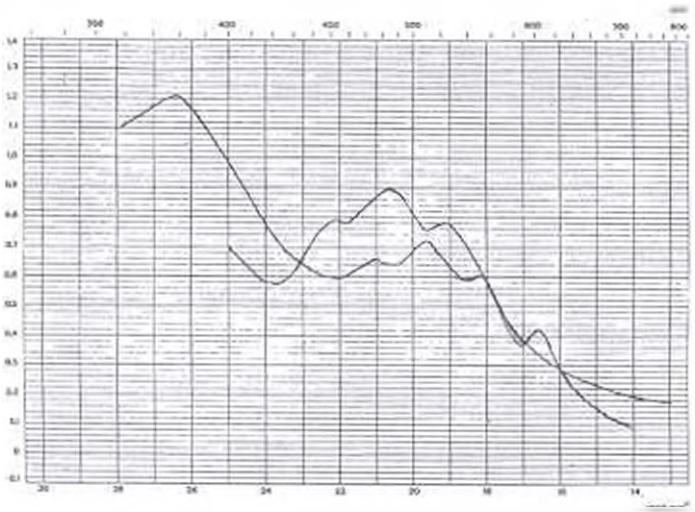


Рис. 3. Спектры поглощения целых клеток (1) и экстракта каротиноидов (2) *R. palustris*, шт. Д-6, выращенных в анаэробных условиях на свету.

В качестве факторов роста микроорганизм нуждается в ПАБК и биотине, хотя при добавлении к среде культивирования витамина B_{12} наблюдается улучшение роста. При фототетеротрофном росте в качестве донора электрона и источника углерода использует различные органические соединения- малат, фумарат, сукцинат пируват, ацетат, глюкозу, фруктозу. В отличие от типового вида изучаемая культура не усваивает бензоат, бутират, валерат, маннит, сорбит. Хороший рост обеспечивают некоторые аминокислоты (лизин, метионин, аланин и др.), гидролизат казеина и пептон. Растет на средах с аммонийными солями, нитрат не усваивает. Фотоавтотрофный рост возможен с тиосульфатом, сульфидом и водородом. Не использует элементную серу. Содержание Г+Ц в ДНК составляет 64,5 ±

0,75 мол.%.

Анализ полученных данных показывает, что изучаемая культура отличается от типового вида рядом физиологических особенностей. Это относится к галотолерантности, термоустойчивости, потребности в витаминах, усвоению органических источников углерода и азота, а также месту обитания. Перечисленные различия штаммовые и являются выражением совокупности тех экологических условий, в которых существует микроорганизм. Широкие метаболические возможности фототрофных бактерий и постоянное присутствие их в минеральных источниках свидетельствуют о том, что они играют значительную роль в формировании компонентного состава минеральных вод.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Ванюшин Б.Ф.* Современные методы в биохимии. М.: Медицина, *1*, 236, 1964.
2. *Паронян А.Х.* Биолог. журн. Армении, *54*, 1-2, 91-98, 2002.
3. *Шестаков С.В.* Биотехнология, М.: Наука, Гл. 3, 212-216, 1984.
4. *Dodgson K.S. Biochem.* J., 78, 2, 312-319, 1961.
5. *Egland P.G., Gibson J., Harwood C.S.* Appl. Environ. Microbiol., 67, 1396-1399, 2001.
6. *Hansen T.A.* Arch. Microbiol., 86, 1, 49-56, 1972.
7. *Jensen S.L.* The constitution of some bacterial carotenoids and their bearing on biosynthetic problems. Trondheim, 104-118, 1962.
8. *Kranz R.G., Gabbert K.K., Locke T.A., Madigan M.T.* Appl. Environ. Microbiol., 63, 8, 3003-3009, 1997.
9. *Madigan M.T.* Photosynthesis Research, 76, 157-171, 2003.
10. *Schöön N.-H.* Acta Chem. Scand., 13, 3, 525-532, 1959.
11. *Straub K., Rainey F., Widdel F.* Int. J. Syst. Bacteriol., 49, 729-735,1999.

Поступила 05.IX.2006

Հայաստանի Գիտությունների Ազգային Ակադեմիա, Հայաստանի Կենսաբանական Հանդես
Национальная Академия Наук Армении, Биологический Журнал Армении
National Academy of Sciences of Armenia, Biological Journal of Armenia

Биолог. журн. Армении, 1-2 (59), 2007

УДК 579.846

ХАРАКТЕРИСТИКА ПЕРИОДИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩЕЙ РУДЫ С ПОМОЩЬЮ *SULFOBACILLUS THERMOSULFIDOOXIDANS* SUBSP. *ASPOROGENES*

Н.С. ВАРДАНЯН, Л.С. МАРКОСЯН, С.З. НАГДАЛЯН

Институт микробиологии НАН Армении, 2201, г. Абовян

Изучены основные характеристики периодического процесса выщелачивания Тандзутской упорной золотосодержащей пиритной руды с использованием оригинального штамма умеренно термофильной бактерии *Sulfobacillus thermosulfidooxidans subsp. asporogenes*. Выявлены оптимальные физико-химические параметры процесса окисления руды. Установлено, что применение сульфобацилл, по сравнению с мезофильными бактериями, позволяет в несколько раз увеличить скорость выщелачивания железа.

Ուսումնասիրվել են չափավոր ջերմոֆիլ *Sulfobacillus thermosulfidooxidans subsp. asporogenes*-ի մասնակցությամբ Տանձութի դժվար մշակվող ոսկի պարունակող պիրիտային հանքաքարի տարալվացման պարբերական պրոցեսի հիմնական բնութագրերը: Բացահայտվել են հանքաքարի օքսիդացման պրոցեսի ֆիզիկա-քիմիական պայմանների օպտիմալ պարամետրերը: Հաստատվել է, որ սուլֆոբացիլների կիրառումը թույլ է տալիս մեզոֆիլ բակտերիաների համեմատությամբ մի քանի անգամ մեծացնել երկաթի տարալվացման արագությունը:

The main characteristics of the batch leaching process of Tandzout refractory gold containing pyrite ores by original species of moderate thermophilic bacteria *Sulfobacillus thermosulfidooxidans subsp. asporogenes* have been studied. Optimal values of physical and chemical factors of pyrite ore bioxidation process have been revealed. The application of sulfobacilli allows to increase several times the rate of ferrous leaching in comparison with mesophilic bacteria.

Упорная золотосодержащая руда – выщелачивание пирита – умеренно термофильные бактерии

Биогидрометаллургический метод получения золота в практике применяется главным образом для переработки арсенопирит-пиритных концентратов, в которых золото в основном тонко вкраплено в арсенопирит [9]. Однако в некоторых месторождениях, в частности, в Тандзутском месторождении Армении, золото связано с пиритом. Известно, что пирит является наиболее трудно окисляемым минералом, в том числе с помощью бактерий. Поэтому пиритные золотосодержащие руды относятся к упорным типам руд.

В настоящее время в технологическом процессе чанового выщелачивания упорных золотосодержащих арсенопирит-пиритных руд и концентратов в основном используются мезофильные хемолитотрофные

бактерии (ХБ) *Acidithiobacillus ferrooxidans, Acidithiobacillus thiooxidans, Leptospirillum ferrooxidans* и их ассоциации [8]. Однако процесс окисления сульфидных минералов является экзотермическим, и температура в пульпе может повышаться до температур, превышающих верхний температурный предел роста мезофильных бактерий [10]. В этом отношении особо возрастает значимость термофильных бактерий, поскольку они способны функционировать при повышенных температурах. Однако процессы выщелачивания золотосодержащих руд в термофильных условиях недостаточно изучены. Имеющиеся немногочисленные данные касаются арсенопирит-пиритных концентратов [4, 8].

Цель настоящей работы - изучение основных характеристик процесса биоокисления упорной золотосодержащей пиритной руды Тандзутского месторождения Армении при повышенных температурах с использованием выделенных нами оригинальных штаммов умеренно термофильных бактерий *S. thermosulfidooxidans subsp. asporogenes* [2] бактерий *Leptospirillum sp.* [3].

Материал и методика. Культивирование лептоспирилл проводили на среде Летена, сульфобацилл - на модифицированной среде Браерли [1]. В качестве источника энергии использовали $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ в количестве 20г/л. При выращивании сульфобацилл среду дополняли дрожжевым экстрактом (0,02%).

Бактериальному выщелачиванию подвергали золотосодержащую пиритную руду Тандзутского месторождения Армении крупностью 100/+70мкм. Опыты проводили в колбах Эрленмейера в периодическом режиме на качалке (180 об/мин) при 37° или 50° в зависимости от используемых бактерий. Об интенсивности окисления руды судили по количеству ионов железа, перешедших в раствор, и изменению pH и Eh среды, а также по увеличению количества бактериальных клеток в жидкой фазе.

Окисное железо определяли комплексометрическим методом трилоном Б, закисное - бихроматным методом [5].

pH и окислительно-восстановительный потенциал (ОВП) измеряли pH-метр-милливольтметром "pH-121".

Результаты и обсуждение. Изучение минералогического состава показало, что руда Тандзутского месторождения Армении в основном представлена пиритом. Химический состав руды приведен в табл. 1.

Таблица 1. **Химический состав руды Тандзутского месторождения**

Проба	Содержание, %									
	Au, г/т	Ag, г/т	Cu	Mo	As	Pb	Zn	Fe	S	Sb
3-2004	1,97	5,73	0,16	0,0026	0,0	0,01	0,0	33,40	26,04	0,0054
2-2004	1,07	2,4	0,19	0,0025	0,0	0,04	0,0	11,52	13,50	0,006

Эта руда характеризуется высоким содержанием железа и серы и отсутствием мышьяка. В нем в небольших количествах присутствуют медь, свинец, молибден, сурьма. Содержание золота в пробах варьирует от 1,0 до 2,0г/т. Результаты фазового анализа указывают на низкую степень окисленности. Примерно 98% общего содержания железа и серы в руде находятся в сульфидной форме (табл.2).

Выщелачивание руды осуществляли с применением оригинальных штаммов мезофильных бактерий *A.ferrooxidans*, а также бактерий *Leptospirillum*

spp. и умеренно термофильной бактерии *S.thermosulfidooxidans subsp. asporogenes* при температуре 40°.

Таблица 2. Фазовый анализ форм нахождения металлов в руде

Проба	Содержание, %								
	Cu			Fe			S		
	об-шая	окислен-ная	сульфид-ная	об-шее	окислен-ное	сульфид-ное	об-щая	суль-фатная	суль-фидная
3-2004	0,16	0,0	0,16	33,4	0,66	32,74	26,04	0,37	25,67
2-2004	0,19	0,0	0,19	11,52	0,59	10,93	13,50	0,26	13,24

Исследования показали, что наибольшую активность в окислении Тандзутской руды проявляет выделенная нами ранее умеренно термофильная бактерия *S. thermosulfidooxidans* шт.86. Так, за 12 дней культивирования *A.ferrooxidans* шт.Тз-1, выделенного из рудничных вод того же месторождения, вышелачивалось 1,6г/л железа, тогда как количество выщелоченного железа с применением бактерий *Leptospirillum spp.* шт. 64 и умеренно термофильной бактерии *S.thermosulfidooxidans subsp. asporogenes* шт. 86 составляло соответственно 4,2 и 6,8 г/л (рис.1). Следует отметить, что при использовании *A.ferrooxidans* шт.Тз-1 наблюдалось быстрое наступление стационарной фазы и прекращение окисления руды.

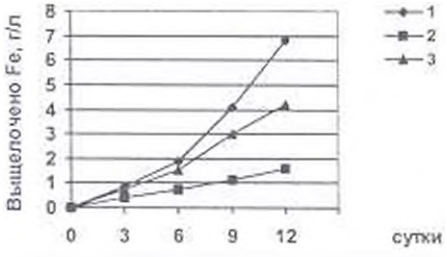


Рис.1. Вышелачивание Тандзутской руды мезофильными и термофильными ХБ (pH, плотность пульпы (ПП) -8%). 1 – *S.thermosulfidooxidans* шт.86, 2- *A.ferrooxidans* шт. Тз-1, 3- *Leptospirillum sp.* шт.64

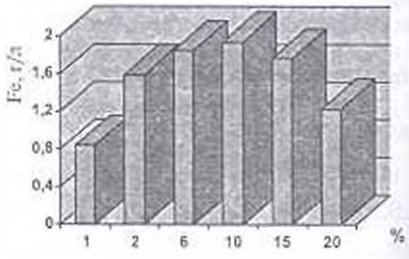


Рис.2. Вышелачивание Тандзутской руды с использованием *S.thermosulfidooxidans* шт.86 в зависимости от плотности пульпы (pH 1.9, продолжительность 11 суток).

Дальнейшие исследования проводились с *S. thermosulfidooxidans* шт.86. Процесс бактериального окисления руды изучали в зависимости от плотности пульпы, pH среды и количества трехвалентного железа.

Влияние плотности пульпы и pH. Концентрацию вышелачиваемой руды изменяли от 1 до 20%. Результаты показали, что с увеличением концентрации руды с 1 до 10% скорость выщелачивания железа возрастала.

Увеличение концентрации руды в пульпе более 10% приводило к снижению интенсивности процесса. Таким образом, максимальная скорость накопления в растворе ионов Fe^{3+} и Fe^{2+} наблюдалась при концентрации твердой фазы 10% (рис.2).

Исследования показали, что с применением *S.thermosulfidooxidans subsp.*

asporogenes шт.86 наибольшее количество железа выщелачивается при исходном значении pH 1,8 (рис.3).

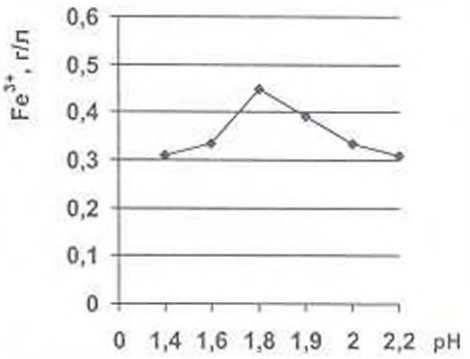


Рис. 3. Выщелачивание Тандзутской руды с помощью *S.thermosulfidooxidans* шт.86 в зависимости от pH (плотность пульпы 5%, продолжительность - 3 сут).

Влияние трехвалентного железа. Изучение влияния Fe^{3+} на выщелачивание руды с помощью *S.thermosulfidooxidans* шт.86 проводилось в интервале его концентраций 0,476 - 1,93г/л, при pH исходного биораствора 1,95 и концентрации твердой фазы 8%. Обнаружено, что наибольшее количество железа (24,9%) выщелачивается при содержании в среде трехвалентного железа исходной концентрации 1,28г/л. Именно при этой концентрации Fe^{3+} наблюдалось максимальное повышение окислительно-восстановительного потенциала и наиболее интенсивное образование серной кислоты, в результате чего pH биораствора снижался до 0,8. При более высоком содержании исходной концентрации Fe^{3+} количество выщелоченного железа уменьшалось (табл.3).

Таблица 3. **Выщелачивание железа с помощью *S.thermosulfidooxidans* шт.86 в зависимости от исходных концентраций Fe^{3+} (Продолжительность опыта - 17 сут, пп - 8%, t - 37°)**

Исходные концентрации Fe^{3+}, г/л	Выщелочено Fe		pH исх/конеч	Eh, мВ исх/конеч
	г/л	%		
0,476	3,696	11,5	1,95/1,15	650/740
0,952	5,796	18,1	1,95/1,1	660/780
1,288	7,980	24,9	1,95/0,85	660/855
1,4	6,888	21,5	1,9/0,95	655/790
1,932	6,384	19,95	1,95/0,85	660/755

Выщелачивание руды с применением ассоциации бактерий. Выщелачивание Тандзутской золотосодержащей пиритной руды осуществляли также с применением *S.thermosulfidooxidans subsp. asporogenes* шт.86 и бактерий *Leptospirillum spp.* (3), а также их ассоциациями. Опыты проводили при 37°. Исследования показали, что при 37°, что является оптимальной температурой роста лептоспирилл, адаптированные культуры их окисляли пирит в 1,5 раза активнее, чем *S.thermosulfidooxidans* шт.86. В результате за 15 сут культивирования при окислении пирита *Leptospirillum sp.* шт.64 выщелачивалось примерно 56,4% железа, против 32,28%, выщелоченного *S.thermosulfidooxidans* шт.86 (табл.4).

Применение *Leptospirillum sp.* шт.64 в ассоциации с *S.thermosulfidooxidans* шт.86 приводило к снижению продолжительности лаг фазы и увеличению

скорости окисления пирита, в результате чего степень окисления последнего достигала 92,7%. Предполагается, что при совместном выращивании возникают синтрофные отношения между указанными бактериями. *S.thermosulfidooxidans* шт.86 снабжает бактерии *Leptospirillum spp.* ионами двухвалентного железа и в свою очередь удовлетворяет свои потребности в органических веществах за счет экзометаболитов лептоспириля. Ускорению окисления пирита способствует также повышение окислительно-восстановительного потенциала среды вследствие активного окисления железа клетками лептоспириля и доминирования ионов Fe^{3+} над Fe^{2+} в среде.

Таблица 4. Выщелачивание руды термофильными серо- и/или железоокисляющими бактериями и их ассоциациями (продолжительность выщелачивания - 15 сут, ПП-5%, pH 2,05)

Использованные культуры	Выщелочено Fe,		pH нач/конеч.	Eh, мВ
	г/л	%		
S.thermosulfidooxidans шт.86	3,5	32,2	2,0 / 1,2	680 /710
Leptospirillum sp. шт.72	3,8	35,9	2,0 / 1,2	680 /720
Leptospirillum sp. шт.64	6,58	60,37	2,0 / 1,1	680 /775

Таким образом, применение термофильных бактерий приводит к интенсификации выщелачивания сульфидных минералов, в основе которой лежит увеличение скорости реакции окисления с повышением температуры. К тому же применение термофилов может исключить необходимость охлаждения реакционной массы, разогревающейся в результате экзотермических реакций окисления сульфидов, в частности пирита, до температур, значительно превышающих верхний температурный предел роста мезофильных бактерий [8].

Значимость *Leptospirillum spp.* бактерий в биовыщелачивании пиритной руды обусловлена их высокой адгезивностью по отношению к пириту, высоким сродством к ионам двухвалентного железа (K_s=0,25 мМ, против 1,34 мМ у *A. ferrooxidans*) и их низкой чувствительностью к ингибирующему действию трехвалентного железа (K_i = 42,8 мМ против 30 мМ у *A. ferrooxidans*) [6, 7]. Исследования показывают, что бактерии *Leptospirillum spp.* могут играть не менее важную роль в биовыщелачивании железосодержащих руд и концентратов, чем *A. ferrooxidans* [11].

В последнее время с помощью молекулярно-биологических методов исследования микробных популяций установлено, что бактерии *Leptospirillum spp.* являются доминирующими при окислении золотосодержащих арсенопиритных руд и концентратов в непрерывных реакторах, функционирующих при 40° и pH 1,6 [9, 10].

Полученные нами данные подтверждают, что ассоциации умеренно термофильных сульфобацилл и бактерий *Leptospirillum spp.* могут успешно применяться в процессах бактериальной переработки Тандзутской руды, а также золотосодержащих пиритных руд и концентратов других месторождений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Биогеотехнология металлов. Практическое руководство. Под ред. Г.И.Каравайко, Дж. Росси, А.Агате, С. Грудева, З.А.Авакян). - М.: Центр Международных проектов ГКНТ, 375с, 1989.
2. *Варданян Н.С.* Биотехнология, 6, 48-55, 1998.
3. *Варданян Н.С., Акопян В.П.* Микробиология, 72, 4, 1-5, 2003.
4. *Меламуд В.С., Пивоварова Т.А., Кондратьева Т.Ф., Каравайко Г.И.* Прикл. биохимия и микробиология, 35, 2, 182-189, 1999.
5. *Резников А.А., Муликовская Е.П., Соколов И.Ю.* Методы анализа природных вод.- М.: Недра, 1970.
6. *Norris P.R., Barr D.W., Hinson D.* In: P.R.Norris, D.P. Kelly (Eds.), Biohydrometallurgy, proceedings of international symposium. Science and Technology Letters. Kew, Surrey, U.K. 43-59, 1988.
7. *Norris P.S., Kelly D.P.* Metallurgical application of bacterial leaching and related microbiological phenomena, Murr L.E., Torma A.E., Brierley J.A. (Eds.), N.Y.: Acad. Press, P.83, 1978.
8. *Olson G.J., Brierley J.A., Brierley C.L.* Bioleaching review part II: Progress in bioleaching: applications of microbial processes by the minerals industries. Appl. Microbiol. Biotechnol., *63*, 249-257, 2003.
9. *Rawlings D.E.* In: Jerez C.A., Vargas T., Toledo H., Wiertz J.V. (Eds.). Biohydrometallurgical processing, University of Chile, Santiago, 9-17, 1995.
10. *Rawlings D.E., Tributsch H., Hansford G.S.* Microbiology, *145*, 5-13, 1999.
11. *Sand W., Rohde K., Sobotke B., Zenneck C.* Appl. Environ. Microbiol., *58*, 1, 85-92, 1992.

Поступила 20.III.2007

Հայաստանի Գիտությունների Ազգային Ակադեմիա, Հայաստանի Կենսաբանական Հանդես
Национальная Академия Наук Армении, Биологический Журнал Армении
National Academy of Sciences of Armenia, Biological Journal of Armenia

Биолог. журн. Армении, 1-2 (59), 2007

УДК 582.287:615.771

ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРМОФИЛЬНЫХ БАЦИЛЛ КОМПОСТОВ ДЛЯ ГРИБОВОДСТВА

А.Г. АКОПЯН, К.В. ЧИТЧЯН, А.А. ХАЧАТУРЯН

Центр микробиологии и депонирования микробов НАН РА, 2201, г. Абовян, microbio@sci.am

Изучена микрофлора компостов в процессе их созревания. Выделено 53 штамма аэробных спорообразующих бактерий, в том числе 35 штаммов культур, представителей различных видов термофильных форм *Bacillus circulans, B. stearothermophilus, B. sphaericus, B. macerans*, развивающихся в диапазоне температур 45-65°.

Ուսումնասիրվել է կոմպոստի միկրոֆլորան վերջինիս հասունացման պրոցեսում: Անջատվել են 53 ասրոբ սպորառաջացնող բակտերիաներ, որոնց թվում 35 կուլտուրաներ հանդիսանում են թերմոֆիլ տարբեր տեսակների ներկայացուցիչներ *Bacillus circulans, B. stearothermophilus, B. sphaericus, B. macerans*, 45-65° սահմաններում զարգանալու ունակությամբ:

The microflora of composts during their ripening has been studied. 53 strains of aerobic sporeforming bacteria including 35 strains of cultures representating various groups of thermophilic forms of *Bacillus circulans, B. stearothermophilus, B. sphaericus, B. macerans* growing in the temperature range 45-65° have been isolated.

Компосты - термофильные микроорганизмы - базидиомицеты

В практике сельского хозяйства широко применяются органические удобрения, компосты. Их приготовление - один из важных приемов накопления местных органических удобрений и повышения эффективности применения. Основная цель компостирования сводится к разложению под влиянием микроорганизмов навоза, торфа, а также отходов сельского хозяйства для перевода содержащихся в них питательных веществ в доступную для растений форму и устранения или значительного уменьшения возможности биологического связывания азота в почве после их внесения [1]. Микрофлора компостов чрезвычайно многочисленна и разнообразна. В ней присутствуют бактерии, актиномицеты, плесневые грибы и другие группы микроорганизмов, которые принимают участие в процессе подготовки компоста, а с момента культивирования мицелия развиваются в тесном взаимодействии со съедобными базидиальными грибами. Термофильные актиномицеты, бактерии и грибы, развивающиеся в субстрате, снабжают мицелий грибов аминокислотами, витаминами и элементами углеродного питания [9, 10, 13, 14].

Механизм образования плодовых тел у культивируемых грибов - один из наиболее сложных аспектов их метаболизма. Особенностью этого процесса является отсутствие плодообразования некоторых макромицетов в стерильных условиях. Поэтому вопросы, связанные в том числе с плодообразованием, привлекают внимание большого числа исследователей [6, 8].

Инициация и образование зачатков плодовых тел происходят, как правило, под воздействием комплекса факторов: летучих веществ, выделяемых мицелием грибов; определенной концентрации углекислого газа в субстрате и над ним; процессов, осуществляемых микроорганизмами в компосте и почвенном покровном слое. По данным ряда авторов, они способны выделять вещества, индуцирующие плодоношение [7, 10, 12]; поглощать выделяемые мицелием самоингибиторы [5, 13]; способствовать высвобождению ионов железа, необходимых для инициации плодообразования [11].

В этой связи, большой интерес представляет изучение экстремофильных микроорганизмов, в особенности их термофильных форм. В современной литературе имеются указания о наличии таких форм, однако их видовая принадлежность, а также характеристика морфофизиологических и биохимических особенностей отсутствует или изучена недостаточно.

Целью настоящей работы являлось выявление и характеристика видового состава микроорганизмов компоста, в особенности их термофильных форм.

Материал и методика. Исходным материалом для выделения микрофлоры являлись пробы компоста в целом в количестве 1 г, которые отбирали в процессе его созревания и внесения в пастеризационную камеру из 8-10 точек с 30 см глубины субстрата. Накопительные культуры получали внесением образцов непосредственно в жидкие элективные питательные среды: сусло 7°, пептонно-кукурузная среда (ПКА), мясо-пептонный бульон (МПБ), среда Чапека в диапазоне температур 45-70°. Чистоту культур проверяли рассевами на тех же самых агаризованных питательных средах, а также микроскопированием. В работе были использованы стандартные и общеизвестные методы выделения, изучения морфологических, физиологических, биохимических свойств культур и их идентификация [2, 3, 4]. Морфологию клеток выделенных культур изучали в световом микроскопе «Биолам R-14» с фазовым контрастом. Окраску культур проводили по Граму, окраску спор - в модификации Пешкова [1].

Гидролиз казеина изучали на молочном агаре Эйкмана. Гидролиз желатина и крахмала - по общепринятому методу. Реакцию Фогес-Проскауэра проводили на среде Кларка. Образование газа из глюкозы - по известной методике. Реакцию денитрификации - по общепринятому методу.

Использовались следующие питательные среды, г/л: Ср-1 (ПКА), для термофильных микроорганизмов, $NaCl$ – 5, $CaCO_3$ – 5, пептон - 5, крахмал – 10, кукурузный экстракт – 5, pH 7,2; стерилизация – 1,5 атм, 30 мин; Ср-2: рыбная паста – 20, дрожжевой экстракт – 5, агар – 20, стерилизация – 1 атм, 20 мин.

Результаты и обсуждение. Известно, что для получения плодовых тел базидиомицетов используется питательная среда - компосты, получаемые в грибницах непосредственно перед выращиванием съедобных грибов, в частности шампиньонов (*Agaricus bisporus*), которые подвергаются

микробиологическому - ферментативному изменению бактериальной микрофлорой, ведущей к образованию простых легкоусвояемых соединений, используемых в дальнейшем для роста и развития плодовых тел базидиомицетов.

Таблица 1. Условия выделения аэробных спорообразующих бактерий из компостов

Проба (NN)	Инкубация, сутки	Субстрат (t C) глубина отбора пробы - 30 см	Условия культивации (обработка, разведение, t выделения)	Среда выделения	Анализ микрофлоры в чашках Петри, млн кл./г	Рабочие номера отобранных штаммов
1	1-е	Солома, 24°	Пастеризация, 10', 56°	Ср-1	- спороносных - 6.10^6	1/1, 1/2, 2
1.1	1-е	Навоз, 24°	Пастеризация, 1/10', 56°	Ср-1	- спороносных - 3.10^6, - неспороносных - 4.10^7, - актиномицетов - 10^7	7, 8
2	2-е	Солома+ навоз, 24°	Без пастеризации, 10^5, 56°	Ср-1	-спороносных - 4.10^8	3, 4, 5, 6
3	5-е	Солома+ навоз, 56°	Без пастеризации, 10^7, 28°	Ср-2	-спороносных - 4.10^8 -актиномицетов - 2.10^8	9
			Пастеризация, 10^7, 28°	Ср-2	-спороносных- 4.10^7	10
			Пастеризация, 10^5, 28°	Ср-2	- спороносных -6.10^8	11, 12
			Без пастеризации, 10^6, 56°	Ср-1	- спороносных - 16.10^8 - актиномицетов -2.10^7	15, 16
			Пастеризация, 10^5, 56°	Ср-1	- спороносных 10^7 и актиномицетов	13, 14
4	8-е	Солома+ навоз, 75°	Пастеризация, 10^7, 56°	Ср-2	- спороносных - 2.10^9, - актиномицетов - 36.10^7	17, 18, 20
			Пастеризация, 10^6, 56°	Ср-2	- спороносных - 2.10^{10} и актиномицетов	19
			Без пастеризации, 10^2, 56°	Ср-1	- спороносных - 6.10^7, - актиномицетов - 2.10^8	21, 22
5	12-е	Солома+ навоз, 78°	Без пастеризации, 10^5, 56°	Ср-1	- спороносных - 4.10^5, - актиномицетов - 4.10^8	23
6	12-е	Солома+ навоз, 67°	Без пастеризации, 10^5, 56°	Ср-1	- спороносных - 6.10^6, - неспороносных - 4.10^7 - актиномицетов - 16.10^7	24
7	23-е	Солома+ навоз, 65°	Без пастеризации, 10^7, 56°	Ср-1	Всего 3.10^8	-
8	25-е	Солома+ навоз, 60°	Без пастеризации, 10^6, 56°	Ср-1	-спороносных - 4.10^8	25, 26
9	28-е	Солома+ навоз, 45°	Без пастеризации, 10^7, 56°	Ср-1	- спороносных - 4.10^8	-
10	30-е	Солома+ навоз, 30°	Без пастеризации, 10^7, 56°	Ср-2	- спороносных - 4.10^8	28
			Пастеризация, 10^7, 56°	Ср-2	- спороносных - 4.10^9 - актиномицетов - 10^9	29, 30

Кроме того, одним из важнейших факторов развития грибницы является температура субстрата и помещения. В начале выращивания грибов устанавливается температура 24-26°, которая постепенно под влиянием различных биологических и химических процессов может повыситься до

65° и выше.

Изучение микрофлоры компоста в процессе его созревания в образцах, взятых на различных глубинах субстрата, выявило 53 штамма аэробных спорообразующих бактерий, в их числе 35 культур разных видов (*Bacillus circulans, B. stearothermophilus, B. sphaericus, B. macerans*), растущих в

Таблица 2. Некоторые фенотипические свойства, исследованные у выделенных из компоста штаммов *Bacillus macerans, B. circulans, B. stearothermophilus*

Рабочие номера штаммов	Фенотипические свойства																	
						Образование кислоты из				Гидролиз								
	Грам-окраска	Подвижность	Каталаза	Анаэробный рост	t°C, min/max	D-сахарозы	L-арабинозы	D-фруктозы	D-маннит	казеина	желатина	крахмала	гиппурата	$NO_3 \rightarrow NO_2$	Рост при pH 5,7	Реакция V-P	pH в V-P бульоне
B. macerans																		
3/3	+	+	-	+	45 / 65	+	+	-	+	+	+	±	-	+	+	-	5,0
4/3	+	+	+	+	45 / 65	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	5,0
5/1	+	+	±	+	45 / 65	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	6,0
15	+	+	+	+	45 / 65	+	+	+	+	+	-	+	-	+	±	-	5,0
17	+	+	+	+	45 / 65	+	+	+	+	-	-	+	-	+	+	-	5,0
22/2	+	+	+	+	45 / 65	+	+	+	+	+	-	+	-	±	+	-	5,0
25/1	+	+	+	+	45 / 65	+	+	+	+	-	-	±	-	+	+	-	5,0
26	+	+	+	+	45 / 65	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	-	6,0
29	+	-	+	-	45 / 65	-	+	+	+	+	-	±	-	+	+	-	5,0
Контроль*	+	+/-	+	+	5 / 50	-	+	н/д	+	-	н/д	+	-	+	+/-	-	4,6-5,0
B. circulans																		
1/1, 2, 3/2, 3/4, 4/1, 4/2	+	+	-	+	45 / 65	+	+	+	+	-	-	+	-	+	+	-	5,0
1/2, 4/4	+	+	-	+	45 / 65	+	+	+	+	-	-	+	-	±	+	-	5,0
2/1	+	+	-	+	45 / 65	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+	-	5,0
2/3	+	+	±	±	37 / 65	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+	-	6,0
8/4	+	+	±	+	45 / 65	+	+	+	+	-	-	+	-	+	+	-	6,0
24/2	+	+	±	+	37 / 65	+	+	+	+	-	-	+	-	-	+	-	5,0
Контроль*	+	+/-	-	+/-	5 / 50	+	+/-	н/д	+	+/-	н/д	+	+/-	+/-	+/-	-	4,5-6,0
B. stearothermophilus																		
7/3	+	±	-	-	45 / 65	+	+	-	+	-	+	-	-	+	±	-	6,0
12/2	+	+	+	-	45 / 65	+	+	+	+	-	-	-	-	+	±	-	6,0
Контроль*	+	+/-	+/-	-	35 /75	+	+/-	н/д	+/-	+/-	н/д	+/-	-	+/-	-	-	5,0-7,0

Примечание: * Здесь и в таблицах 3, 4 - контроль - по The Genus *Bacillus* Handbook by E. Gordon et al.; н/д – нет данных

температурных пределах от 45 до 65°.

Следует отметить, что мезофильные формы бацилл выделяются преимущественно из поверхностных слоев субстрата, а термофильные - из глубоких. При этом мезофилы выделяются в первый период созревания

Таблица 3. **Некоторые фенотипические свойства штаммов *Bacillus sphaericus***

Рабочие номера штаммов	Фенотипические свойства															
	Грам-окраска	Подвижность	Каталаза	Анаэробный рост	t°, min/max	Образование кислоты из				Гидролиз				$NO_3 \rightarrow NO_2$	Рост при pH 5,7	Реакция V-P	pH в V-P бульоне
						D-глюкозы	L-арабинозы	D-фруктозы	D-маннит	казеина	желатина	крахмала	тирозина				
9	+	н/д	н/д	-	20 / 30	-	+	+	+	-	-	+	-	+	+	-	6,0
11	+	н/д	н/д	-	20 / 30	+	+	+	+	-	-	-	-	±	+	+	6,0
16	+	н/д	н/д	-	45 / 65	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+	-	5,0
19	+	н/д	н/д	-	45 / 65	+	+	+	+	-	-	-	-	+	±	-	6,0
21/2	+	н/д	н/д	-	45 / 65	+	+	+	+	-	-	-	-	-	±	-	5,0
23	+	н/д	н/д	-	45 / 65	+	+	+	+	-	-	-	-	±	+	-	6,0
Контроль*	+	н/д	+	-	15 /45	-	-	-	-	+	н/д	-	-	-	±	-	7,5

Таблица 4. **Некоторые фенотипические свойства *Bacillus megaterium***

Рабочие номера штаммов	Фенотипические свойства															
	Грам-окраска	Подвижность	Каталаза	Анаэробный рост	t°, min/max	Образование кислоты из				Гидролиз				$NO_3 \rightarrow NO_2$	Рост при pH 5,7	Реакция V-P	pH в V-P бульоне
						D-глюкозы	L-арабинозы	D-фруктозы	D-маннит	казеина	желатина	крахмала	тирозина				
10/2	+	+	-	+	20 / 45	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	6,0
Контроль*	+	+/-	+	-	3 / 45	+	+/-	н/д	+/-	-	н/д	+	+/-	+	+/-	-	5,5-6,6

Таблица 5. **Некоторые фенотипические свойства *Bacillus sp.***

Рабочие номера штаммов	Фенотипические свойства															
	Грам-окраска	Подвижность	Каталаза	Анаэробный рост	t°, min/max	Образование кислоты из				Гидролиз				$NO_3 \rightarrow NO_2$	Рост при pH 5,7	Реакция V-P	pH в V-P бульоне
						D-глюкозы	L-арабинозы	D-фруктозы	D-маннит	казеина	желатина	крахмала	тирозина				
7/1	+	+	+	+	45 / 65	+	+	+	+	-	+	-	-	±	-	-	6,0
30	+	+	+	+	45 / 65	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	-	5,0

компоста, термофилы - во второй.

Рост и развитие аэробных спорообразующих бактерий сопровождается ферментационным распадом сложных органических веществ с накоплением простых соединений, способствующих росту микробов и базидиальных грибов.

В результате исследований динамики развития основной микрофлоры компоста в процессе его изготовления нами были выделены 53 культуры микроорганизмов. При этом основное внимание было уделено изучению термофильных штаммов. С помощью градиентного термостата, позволяющего выращивать культуры микроорганизмов на различных питательных средах и в широком диапазоне температур одновременно, были выявлены штаммы, способные расти при температурах + 45° и выше. В результате несложных микробиологических манипуляций полученные микроорганизмы были выделены в чистую культуру и в дальнейшем всесторонне изучены по основным принятым фенотипическим свойствам: культуральным, морфо-физиологическим и биохимическим. Предварительная диагностика с использованием перечисленных выше групп признаков позволила отнести изученные штаммы к видам: *B. circulans, B. macerans, B. stearothermophilus, B. sphaericus, B. megaterium и Bacillus sp.* (табл. 2-5).

Микроскопические и цитологические методы исследований показали, что все полученные штаммы грамположительны, в вегетативном состоянии палочковидные, образуют споры, в основном овальной формы, раздувающие спорангий, кроме *B. sphaericus*, у которого споры округлые.

Таким образом, в результате исследований охарактеризована микрофлора компоста в динамике его созревания. Выявлена типичная микрофлора исследуемых субстратов. Выделена доминирующая термофильная микрофлора компостов, которая подробно изучена и охарактеризована.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Авраменко И.Ф.* Микробиология. М., Колос, 192 с., 1972.
2. *Лабинская А.С.* Микробиология с техникой микробиологических исследований. М., Медицина, 355, 1978.
3. *Логинова Л.Г., Головачева Р.С., Егорова Л.А.* Жизнь микроорганизмов при высоких температурах. М., "Наука". 240с., 1966.
4. Методы общей бактериологии. Ред. Ф. Герхардта. М., Мир, т.3, 1984.
5. *Стоглер Б.Б.* Шампиньоны. Теория и практика выращивания. М., ИЛ, 88с., 1959.
6. *Шумская Г.Г., Гарибова Л.В.* Микология и фитопатология. *20*, 1, 26-29, 1986.
7. *Chang Shu-Ting, Miles Ph.G.* Mushrooms. Cultivation, Nutritional Value, Medicinal Effect, and Environmental Impact. CRC Press, p.177, 2004.
8. *Eger G.* Experiments and comment on the action of bacteria on sporophore initiation in *Agaricus bisporus*. In: Mushroom Sciences VIII London, 719-725, 1972.

9. *Gerrits J.P.G., Bels-Koning H.C., Muller F.M.* Changes in compost constituents during composting, pasteurization and cropping. Mushroom Science 6, 225-246, 1968.
9. *Hayes W.A.* Nutritional factors in relation to mushroom production. In: Mushroom Sciences VIII. London, 663-674, 1972.
10. *Peerally A.* Sporophore initiation in *Agaricus bisporus* and *Agaricus bitorquis* in relation to bacteria and activated charcoal. – In: Mushroom Sciences X. Bordeaux, 1, 611-639, 1979.
11. *Stanek M.* Microorganisms inhabiting mushroom compost during fermentation. In: Mushroom Sciences VIII. London, 797-811, 1972.
12. *Wood D.A., Fermor J.R.* Nutrition of *Agaricus bisporus* in compost. - In: Mushroom Sciences XI. Sydney, 797-811, 1972.
13. *Wood D.A.* J.Gen.Microbiol, 2, 313-323, 1976.

Поступила 04 VI.2007

Биолог. журн. Армении, 1-2 (59), 2007

УДК 576.8:615.33:664.83

АНТИОКСИДАНТНЫЕ СВОЙСТВА ЭКСТРАКТОВ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

А.Е. ЗАКАРЯН, Г.А. ПОГОСЯН, Н.А. ЗАКАРЯН

Ереванский государственный университет, кафедра биофизики, 0025

Исследованы антиоксидантные свойства ряда лекарственных растений. Подробно изучалась группа лекарственных растений, оказывающих на организм противовоспалительное, болеутоляющее действие. Эффективность лекарственных растений в качестве антиоксидантов исследовалась по влиянию их водных и этаноловых экстрактов на интенсивность хемилюминесценции и образование ТБК-реактивных продуктов в супернатанте гомогената мозга крупного рогатого скота. Эффективность лекарственных растений в качестве антиоксидантов убывала в ряду: зверобой > подорожник > шалфей > щавель > ромашка > каперс. Выявлена pH-зависимость антиоксидантной активности водных вытяжек лекарственных растений.

Ուսումնասիրվել են մի շարք դեղաբույսերի հակաօքսիդանտային հատկությունները: Մանրամասն ուսումնասիրվել են օրգանիզմի վրա հակաբորբոքային, ցավազրկող ազդեցություն ունեցող դեղաբույսերը: Դրանց հակաօքսիդանտային արդյունավետությունը ուսումնասիրվել է ըստ ջրային և էթանոլային հանուկների ունեցած ազդեցության խոշոր եղջերավոր անասունի ուղեղի հոմոգենատի քիմլյումինեսցենտման ինտենսիվության և ՓԲՁ-ակտիվ արգասիքների առաջացման վրա: Դեղաբույսերի որպես հակաօքսիդանտների արդյունավետությունը նվազում է սրտոտնկ > ջրախոտ > եղեսպակ > ավելուկ > երիցուկ > կապար շարքում: Բացահայտվել է դեղաբույսերի ջրային հանուկների հակաօքսիդային ակտիվության pH կախվածությունը:

Investigation of antioxidant properties of some plants was carried out. A group of plants exhibited antimicrobial and sedative activity was studied in detail. Efficiency of plants as antioxidants was tested by the influence of their water and ethanole extracts on the yield of spontaneous chemiluminescence and TBA-reactive substances of big horned cattle's brain homogenate. The antioxidant effect decreases in the following consequence: *Hypericum perforatum* > *Plantage major* > *Salvia officinalis* > *Rumex crispus* > *Matricaria recutita* > *Capperis spinosa*. It was shown pH-dependence of antioxidant properties of water-extracts of drug plants.

Лекарственные растения - перекисное окисление липидов - антиокислительная активность - хемилюминесценция

Большое количество экспериментальных и клинических данных, накопленных к настоящему времени, свидетельствует о том, что возникновение и развитие широкого круга заболеваний человека и животных сопровождаются активацией свободнорадикальных реакций (СРР) перекисного окисления липидов (ПОЛ) клеточных мембран и липопротеидов плазмы крови, что является одним из основных молекулярных механизмов патогенеза [11, 13]. Это обстоятельство является стимулом для поиска и клинического применения новых водо- и жирорастворимых ингибиторов ПОЛ [3, 10].

В настоящее время имеется большой опыт клинического использования природных и синтетических антиоксидантов (АО), особенно тех, которые получаются из природного сырья лекарственных растений [2, 6, 8, 14]. Терапевтический эффект веществ растительного происхождения в корне отличается от действия общепринятых медицинских средств. Они мало токсичны, легко усваиваются и обладают широким спектром биологической активности [7].

В связи с этим целью настоящего исследования являлось изучение способности экстрактов некоторых лекарственных растений (ЛР) тормозить ПОЛ биологических мембран.

Материал и методика. В экспериментах использовали аптечные препараты следующих лекарственных растений: шалфей лекарственный (*Salvia officinalis* L.), зверобой обыкновенный (*Hypericum perforatum* L.), каперс колючий (*Capparis spinosa* L.), подорожник большой (*Plantago major* L.), щавель курчавый (*Rumex crispus* L.), ромашка ободранная (*Matricaria recutita*). Изучали антиоксидантное действие водного и этанолового настоев вегетативных органов (корни, листья) и семян растений.

Приготовление настоев. Части растения – корни, листья, семена измельчали в фарфоровой ступке до получения однородной массы и взвешивали. Для приготовления настойки брали одну весовую часть сухого вещества растения на 10 объемных частей 70%-ного этилового спирта [7]. Горячие водные настои готовили, заливая навески проб десятичным объемом кипятка (95°). Настаивали в течение 1 часа. По окончании вышеуказанной процедуры отбирали пробы для изучения антиоксидантной активности (АОА).

АОА препаратов тестировали по измерению скоростей ПОЛ общей мембранной фракции мозга крупного рогатого скота. Гомогенат из ткани мозга готовили в день эксперимента: на 50 мМ Трис-HCl, 105 мМ KCl pH 7,4 буфере из расчета 1:10 (сырой вес ткани/объем буфера). Все процедуры проводили на льду. Промытую 0,85%-ным раствором NaCl ткань измельчали ножницами. Полученную массу гомогенизировали в вышеприведенном буфере в стеклянном гомогенизаторе Поттера-Элвехейма с тефлоновым пестиком. Полученный гомогенат центрифугировали при 4000 об/мин 15 мин. Содержащий липиды, плазматические мембраны, микросомы и митохондрии супернатант (1,5-2 мг/мл белка) использовали в качестве общей мембранной фракции мозга.

Процесс СР окисления мембранных липидов проводили двумя способами. В первом случае за протеканием ПОЛ наблюдали, регистрируя сопровождающую этот процесс хемилюминесценцию (ХЛ). Спонтанную ХЛ измеряли на высокочувствительной квантометрической установке, собранной на основе фотоэлектронного умножителя – ФЭУ-140 (диапазон спектральной чувствительности 200-650 нм) [10], регистрируя усиленный ток ФЭУ на самописце КСП-4, а также число импульсов ХЛ за 10 сек на цифровом осциллографе. В термостатируемую камеру перед ФЭУ помещали 3 мл супернатанта гомогената. Все измерения проводили при t=37°. Для изучения влияния экстрактов ЛР к супернатанту добавляли необходимое количество водного или этанолового настоя, в контроле – соответствующий объем дистиллированной воды или 70%-ный этанол. Темновой фон установки составлял 250 имп/10 сек.

Во втором случае окисление мембранных липидов запускали с помощью системы Fe^{2+} – аскорбат [4]. К суспензии мембран (5 мл/мл белка) в 50 мМ Трис-HCl, 105 мМ KCl pH 7,4 буфере добавляли 5 мкМ $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ и аскорбат (150 мкМ). После введения системы инициации и необходимого настоя ЛР мембраны инкубировали в течение 30 мин при температуре 37° и постоянном встряхивании. Об интенсивности процесса ПОЛ судили по накоплению продуктов, реагирующих с 2-тиобарбитуровой кислотой [11], выражая в виде эквивалентного количества малонового диальдегида (МДА), используя молярный коэффициент экстинкции $\varepsilon = 1{,}56 \cdot 10^5 M^{-1}cm^{-1}$.

АОА выражали в процентах ингибирования ПОЛ, определяя ее по формуле:

$$АОА = \frac{C_к - C_э}{C_к} \cdot 100$$

где $C_к$ – интенсивность ХЛ или количество МДА (нмоль/мг белка) гомогената мозга – контроля, $C_э$- интенсивность ХЛ или количество МДА (нмоль/мг белка) гомогената мозга с исследуемым экстрактом ЛР. Белок определили по Лоури [12]. Статистическую обработку результатов проводили с использованием t-критерия Стьюдента-Фишера.

Результаты и обсуждение. Антиоксидантные свойства экстрактов ЛР изучали по ингибированию интенсивности спонтанной ХЛ мембранной фракции мозга как водными, так и этаноловыми настойками ЛР. Это давало возможность экстрагировать водорастворимые (гидрофильные) и гидрофобные соединения из растений. В табл. 1 представлена сравнительная характеристика АОА настоев вегетативных частей растений. Согласно полученным данным, определенную АОА проявляют настои всех исследованных ЛР. Однако этаноловые вытяжки обладают большей АОА, чем водные настои.

Таблица 1. **Антиоксидантные свойства настоев группы лекарственных растений при pH 7,4, (M±m)**

Лекарственное растение	Водная экстракция		Этаноловая экстракция	
	ХЛ, имп/10 сек	АОА, %	ХЛ, имп/10 сек	АОА, %
Гомогенат мозга	350±30	0	350±30	0
Шалфей, листья (*Salvia officinalis L.*)	232±22	34±2,8	220±14	37±3,2
Зверобой, цветки (*Hypericum perforatum*)	210±18	40±3,7	180±11	46±3,6
Каперс колючий, листья (*Capparis spinosa*)	375±40	-	324±25	7±0,5
Подорожник, листья (*Plantago major* L.)	225±21	36±3,4	190±12	48±3,8
Щавель курчавый, корень (*Rumex crispus* L.)	294±26	16±1,4	260±16	24±2,1
Ромашка, цветки (*Matricaria recutita* L.)	305±28	13±1,1	290±18	17±1,6

Так, если АОА водных настоев зверобоя, подорожника и шалфея составляла 40±3,7%, 36±3,4% и 34±2,8% соответственно, то для этаноловых настоев она возрастала до значений 46±3,6%, 48±3,8% и 37±3,2%. Подобный результат, вероятно, можно объяснить тем, что в спиртовой настойке содержатся гидрофобные соединения – флавоноиды: нафтодиантроновый краситель гиперицин в зверобое, фурокумарины в шалфее и щавеле [1], которые сравнительно легко проникают и взаимодействуют со структурированным участком липидного бислоя – с ненасыщенными жирнокислотными остатками - основным субстратом ПОЛ.

Эффективность в качестве антиоксидантов убывала в ряду: зверобой > подорожник >шалфей > щавель > ромашка > каперс. Следует ожидать, что выраженное протекторное действие на организм при липидной пероксидации окажут зверобой, подорожник, шалфей (рис. 1).

Результаты определения антиоксидантного действия настоев ЛР другим методом – по влиянию на образование одного из конечных продуктов ПОЛ-МДА представлены в табл. 2.

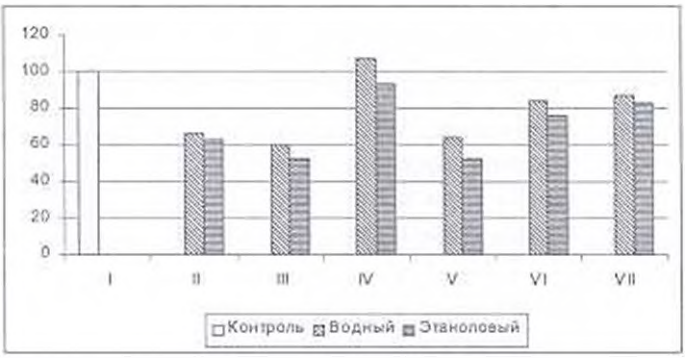


Рис. 1. Влияние водных и этаноловых вытяжек ЛР (% от контроля) на интенсивность спонтанной ХЛ гомогената мозга (контроль – 100%). I контроль – гомогенат мозга, II – шалфей, III – зверобой, IV – каперс, V – подорожник, VI – щавель, VII – ромашка.

Достоверной разницы ($p>0,5$) в значениях АОА спиртовых и водных экстрактов не наблюдается. В данной системе наибольший антиоксидантный эффект проявляли зверобой, подорожник и шалфей, наименее действующими антиоксидантами оказались щавель курчавый, ромашка и каперс колючий (табл. 2.).

Таблица 2. **Сравнительная эффективность вытяжек группы ЛР в качестве антиоксидантов, (M±m)**

Лекарственное растение	Водная экстракция		Этаноловая экстракция	
	МДА, нмоль/мг белка	АОА, %	МДА, нмоль/мг белка	АОА, %
Гомогенат мозга	624±58	0	624±58	0
Шалфей, листья (*Salvia officinalis* L.)	362±34	42±3,6	387±36	38±3,1
Зверобой, цветки (*Hypericum perforatum*)	331±32	47±4,3	337±33	46±4,4
Каперс колючий, листья (*Capparis spinosa*)	587±51	6±0,4	555±48	11±0,9
Подорожник, листья (*Plantago major* L.)	334±34	45±4,1	400±37	36±2,8
Щавель курчавый, корень (*Rumex crispus* L.)	500±43	20±1,8	487±42	22±1,7
Ромашка, цветки (*Matricaria recutita* L.)	537±44	14±1,2	524±43	16±1,4

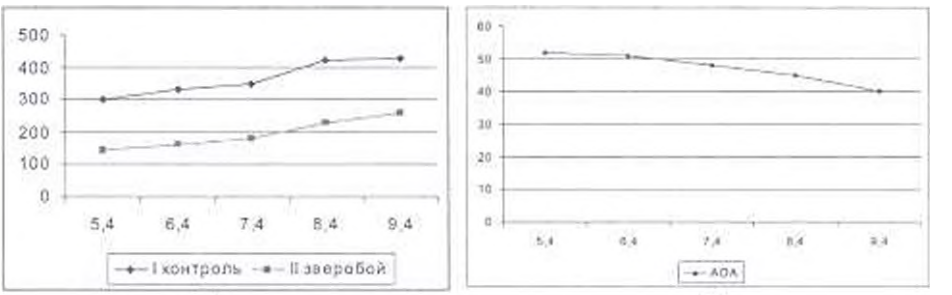
Известно, что скорость многих реакций с участием гидроперекисей липидов зависит от pH среды [9].

Для того чтобы выяснить, как зависит накопление продуктов ПОЛ от pH среды, мы исследовали зависимость интенсивности спонтанной ХЛ от pH среды гомогенизации ткани мозга в пределах pH 5,4 до pH 9,4.

Предварительно было установлено, что интенсивность спонтанного свечения гомогената вырастала от величины 300 имп/10 с при pH 5,4 до 425 имп/10 с при pH 9,4. На рис. 2 представлена зависимость интенсивности

спонтанной ХЛ гомогената и эффективность воздействия водной вытяжки наиболее действенного АО – зверобоя - от pH среды.

Из данных, приведенных на рис. 2, видно, что если при увеличении pH среды значение интенсивности спонтанной ХЛ возрастает, то эффективность воздействия или АОА настойки убывает, составляя 52% при pH 5,4 и 40% при pH 9,4. Следовательно, при водной экстракции биологически активных веществ из ЛР необходимо иметь в виду pH-зависимость при проявлении их антиоксидантной активности.



А Б

Рис. 2. Зависимость интенсивности спонтанной ХЛ гомогената мозга (кр. I, А), водной вытяжки зверобоя (кр. II, А) и АОА (%) той же вытяжки (Б) от pH среды.

Таким образом, из полученных данных следует, что водные и спиртовые экстракты группы изучаемых ЛР обладают различной степенью АОА. Применяясь как противовоспалительные, антимикробные, болеутоляющие средства, они могут воздействовать и как антиоксиданты, ингибируя процесс ПОЛ, патогенетическое значение которого установлено при многих заболеваниях. Следует подчеркнуть, что все рассмотренные экстракты могут найти применение при антиоксидантной терапии.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Большакова И.В., Лозовская Е.Л., Сапежинский И.И.* Биофизика, *42*, вып. 926-931, 1997.
2. *Большакова И.В., Лозовская Е.Л., Сапежинский И.И.* Биофизика, *43*, 2, 186-188, 1998.
3. *Васильева О.В., Любицкий О.Б., Клебанов Г.И., Владимиров Ю.А.* Биол. мембраны, *17*, 1, 42-49, 2000.
4. *Владимирова Ю.А., Арчаков А.И.* Перекисное окисление липидов в биологических мембранах, М.: Наука, 252 с., 1972.
5. *Закарян А.Е., Сукиасян А.Р.* Биолог. журн. Армении, *54*, 1-2, 38-42, 2002.
6. *Закарян А.Е., Пагикян А.Р., Погосян Г.А.* Биолог. журн. Армении, *43*, 1, 51-54, 1990.
7. *Зимин В.И.* Библиотечка лекарственных растений. 400 лекарственных растений, С.-Петербург. АО «Дорвиль», *1*, 232 с., 1993.
8. *Коновалова Г.Г., Тихзе А.К., Ланкин В.З.* Бюлл. эксп. биол. и мед., *130*, 7, 56-58, 2000.
9. *Панасенко О.М., Арнхольд Ю., Серженко В.И.* Биофизика, *43*, вып. 3, 463-469, 1998.

10. *Теселкин Ю.О., Жамбалова Б.А., Бабенкова И.В., Клебанов Г.И.* Биофизика, *41*, вып. 3., 620-623, 1996.
11. *Halliwell B., Gutteridge J.M.C.* Free Radicals in Biology and Medicine, Oxford: University Press, p. 783, 1999.
12. *Lowny O.H., Rosebrough N.G., Farr A.L., Randall R.J.* J. Biol. Chem. *193*, 265-275, 1951.
13. *Vladimirov Y.A.* Free radical lipid peroxidation in biomembranes: Mechanism, regulation and biological consequences, in Free Radicals. Aging and Degenerative Diseases, Allan R. Liss, Inc. 141-195, 1986.
14. *Yildir A., Mavi A., Kare A.* J. Agric. Food Chem., *49*, 8, 4083-4089, 2001.

Поступила 14.III.2007

Հայաստանի Գիտությունների Ազգային Ակադեմիա, Հայաստանի Կենսաբանական Հանդես
Национальная Академия Наук Армении, Биологический Журнал Армении
National Academy of Sciences of Armenia, Biological Journal of Armenia

Биолог. журн. Армении, 1-2 (59), 2007

УДК 612.82:613.646

РОЛЬ КОРНЕЙ СОЛОДКИ *GLYCYRRHIZA GLABRA* L. В АКТИВАЦИИ КЛЕТОЧНОГО ИММУНИТЕТА В УСЛОВИЯХ ОБЩЕЙ ВИБРАЦИИ

А.О. ОГАНИСЯН

Ереванский государственный университет, кафедра физиологии человека и животных, 375025

При кормлении кроликов корнями солодки в условиях воздействия вибрации происходит интенсивная мобилизация защитно-приспособительных механизмов фагоцитарной реакции к воздействию стресс-фактора, обусловленная профилактическим влиянием корней солодки.

Թրթռման ազդեցության պայմաններում ճագարներին մատուտակի արմատներով կերակրելիս տեղի է ունենում ֆագոցիտային ռեակցիայի պաշտպանական-հարմարողական մեխանիզմների ուժգին մոբիլիզացիա լարուվային գործոնի ազդեցության նկատմամբ, որը պայմանավորված է մատուտակի արմատների պրոֆիլակտիկ ազդեցությամբ:

At feeding rabbits by roots *Glycyrrhiza glabra* L. in conditions of influence of vibration there is an intensive mobilization of protectively-adaptive mechanisms phagocytic reactions to influence the stress-factor, caused by preventive influence of roots *Glycyrrhiza glabra* L.

Вибрация - корень солодки - лейкоциты - фагоцитоз

В связи с широким внедрением в производство достижений научно-технического прогресса проблема воздействия общей вибрации на организм человека приобрела важное социально - экономическое и гигиеническое значение. В многочисленных экспериментальных исследованиях выявлены вегетососудистые, нейрогуморальные, метаболические и психофизиологические нарушения, наблюдаемые при длительном воздействии на организм вибраций разной модальности [12]. Установлено, что устойчивость организма к экстремальным воздействиям во многом зависит от функционального состояния фагоцитирующих клеток [3], интенсивности накопления и повышения титра естественных антител [8]. Как известно, главной причиной многих заболеваний является стресс. Однако до настоящего времени нет высокоэффективных средств (препаратов) антистрессорной защиты.

С глубокой древности своими лечебными свойствами известна солодка голая *Glycyrrhiza glabra* L.. В современной народной медицине корень солодки используют как самостоятельно, так и в составе нескольких десятков многокомпонентных препаратов. В настоящее время солодка вышла на первое место среди лекарственных растений по числу предлагаемых и используемых

стойкое, достоверное повышение уровня ФА, что превышало данные нормы более чем в 2 раза. Оптимальными считаются III и IV группы, где доминирует влияние корней солодки.

Таблица 1. **Изменение показателей фагоцитарной реакции лейкоцитов крови кроликов под влиянием вибрации и корней солодки**

Показатели	Группы	Дни исследования			
		Исходные данные	10	20	30
ФИ	I	1,59±0,05	7,40±0,2***	2,20±0,09***	1,52±0,06
	II	1,59±0,05	9,80±0,42***	3,51±0,17***	3,0±0,11***
	III	1,59±0,05	4,50±0,22***	2,74±0,20***	1,06±0,11**
	IV	1,59±0,05	2,17±0,26*	1,34±0,02**	1,30±0,07*
ФЧ	I	4,61±0,14	13,57±0,45***	8,19±0,20***	2,28±0,09***
	II	4,61±0,14	17,13±0,75***	8,05±0,38***	6,10±0,18***
	III	4,61±0,14	6,70±0,32***	6,48±0,49**	2,88±0,29***
	IV	4,61±0,14	27,0±0,26***	19,70±1,02***	9,50±0,37***
ФА	I	38,07±1,19	53,20±1,46***	34,27±1,04*	45,68±2,5*
	II	38,07±1,19	59,13±2,58***	47,27±2,28*	43,51±1,36*
	III	38,07±1,19	84,40±4,0***	47,86±3,62*	48,79±5,04*
	IV	38,07±1,19	79,66±1,87***	81,70±1,02***	80,20±3,0***

Примечание: *-p<0,05-0,02; **-p<0,01; ***-p<0,001

В настоящее время установлено, что стресс- и иммунная системы связаны двусторонними связями: влиянием нейрональных структур на иммунокомпетентные органы и клетки, с одной стороны, и влиянием иммунной системы на стресс-систему - с другой. Благодаря этим связям, гипоталамус (ключевая структура центрального аппарата регуляции иммунной и стресс-систем) быстро реагирует на нарушение иммунного гомеостаза и дает начало сложному эфферентному пути передачи регуляторных влияний на иммунокомпетентные органы и клетки [4]. Эти влияния осуществляются благодаря наличию на иммунокомпетентных клетках рецепторов для нейромедиаторов и гормонов [4, 5], обеспечивающих их прямое действие на элементы иммунной системы. Важную роль в регуляции иммунной системы при стресс-реакции, несомненно, играет изменение секреции глюкокортикоидов, являющихся ключевым фактором саморегуляции активности иммунной системы в норме. В экспериментах [13] показано, что гиперпродукция этих гормонов или введение больших доз извне оказывают депрессивное влияние на иммунную систему. Введение же физиологических доз или умеренное увеличение их секреции, напротив, способствует активации иммунного ответа. Кортикостероиды по кортикогипоталамическому афферентному тракту проникают внутрь клеток, при прохождении через цитоплазму связываются со специфическими белками - рецепторами и в виде гормон-рецепторных комплексов достигают ядер, усиливая экспрессию соответствующих генов - мишеней. Возникающие изменения влияют на порог чувствительности реактивных структур к внешним сигналам и

лечебных препаратов. Из нее получен ряд эффективных препаратов, обладающих противострессорной, адаптационной, иммунотропной, антиоксидантной активностью [7, 10]. Экспериментальными исследованиями показано, что подобные свойства корней солодки обусловлены содержанием в ней целого ряда биологически активных веществ, обладающих фармакологическими свойствами [10]. В настоящей работе приводятся данные, освещающие роль корней солодки голой в изменении фагоцитарной реакции лейкоцитов периферической крови кроликов в условиях длительной общей вибрации.

Материал и методика. Эксперименты проведены на 16 половозрелых кроликах породы Шиншилла, в пищу которых добавляли корень солодки голой (Республика Армения, производитель - кооп. "Антарам", лицензия N 1264). Животных подвергали вибрации на вибростенде ЭВ-1 частотой 60 Гц, амплитудой 0,4 мм, по 2 ч ежедневно. Фагоцитарный индекс (ФИ), фагоцитарное число (ФЧ), фагоцитарную активность (ФА) определяли по методу [6]. В качестве тест-культуры использовали смыв суточной агаровой культуры *Staphylococcus aureus* 209Р. Эксперименты проводили на четырех группах: животных I группы подвергали 30-дневному воздействию вибрации, II - 30-дневному воздействию корней солодки. Кроликов III группы подвергали комбинированному влиянию корней солодки и вибрации, а IV группы животных, предварительно (30 дней) получавших корень солодки (II группа), в течение 30 дней подвергали одновременному влиянию корней и вибрации. Полученные данные обработаны статистически, достоверность изменений определяли по критерию Стьюдента.

Результаты и обсуждение. Полученные данные свидетельствуют о том, что на 10-й день исследования во всех группах достоверно повышаются показатели фагоцитарной реакции - фагоцитарный индекс, фагоцитарное число, фагоцитарная активность. Так, ФИ достоверно повышается в I группе - 4,6 раза, II - 6,1; III - 2,8 а в IV - в 1,3 раза (табл. 1).

Наблюдаемый во II группе уровень ФИ по сравнению с I был выше в 1,3 раза, III - 2,2, IV - 4,5 раза. На 20-й и 30-й дни исследования уровень его во всех группах понижался, становясь меньше нормы, особенно на 30-й день исследования, за исключением животных II группы, у которых величина его на 20-й и 30-й дни оставалась выше нормы соответственно в 2,2 и 1,8 раза. Агрессивность и активность лейкоцитов на 10-й день исследования во всех группах также повышалась. Однако наиболее высокий уровень фагоцитарного числа, в 5,8 раза превышающий норму, отмечался в IV группе, показатели которой на 98,9% выше, чем в I группе. Высокий уровень ФЧ отмечался в IV группе также на 20-й и 30-й дни исследования и превышал показатели I группы в 2,4 и 4,2 раза соответственно. Фагоцитарная активность на 10-й день исследования во всех группах по сравнению с нормой имела высокие показатели. В I группе она превышала норму в 1,3 раза, II - 1,5 раза. Самый высокий показатель ФА наблюдался в III и IV группах, что превышало данные нормы соответственно в 2,2 и 2,1 раза.

В I, II и III группах на 20-й и 30-й дни исследования наблюдалось достоверное повышение ФА (кроме I группы на 20-й день) по сравнению с нормой. У кроликов IV группы, подвергнутых комбинированному воздействию корней солодки и вибрации, после предварительного 30-дневного кормления этими корнями, с 10-го по 30-й день исследования наблюдалось

соответственно сужают либо расширяют необходимые параметры гомеостаза [11]. Наличие в корнях солодки ряда биологически активных веществ, обладающих химически сходными с кортикостероидными гормонами фармакологическими свойствами, предполагает, что механизм влияния корней солодки аналогичен вышеуказанному. Не исключается наличие и других механизмов.

У животных, которые подвергались 30-дневному воздействию вибрации, наблюдается повышение абсолютного количества лейкоцитов периферической крови по сравнению с фоновыми данными на 10-й, 20-й, 30-й дни исследования, составляя соответственно 87,5%, 22,3%, 55,8% (табл. 2) в основном за счет сегментоядерных нейтрофилов. Наблюдаемые изменения фагоцитарной реакции и лейкоцитоз, очевидно, обусловлены мобилизацией компенсаторно - приспособительных реакций организма в борьбе со стресс-фактором при умеренном его воздействии. По сравнению с I группой, у кроликов II группы на 10-й, 20-й, 30-й дни исследования наблюдался лейкоцитоз, что выражался в повышении количества белых клеток крови на 50,5%, 30,2%, 28,0% соответственно.

Таблица 2. **Изменение абсолютного количества лейкоцитов периферической крови кроликов под воздействием корней солодки в условиях вибрации**

Дни исследования	Группы животных			
	I	II	III	IV
Норма	6933±304,05	6067±234,77	6333±152,0	7766±387,0
10	13000±769,40***	9133±374,76***	9933±152,0***	7133±111,50**
20	8480±382,80*	7900±633,50*	7600±219,10**	7233±128,20**
30	10800±193,20***	7766±387,0**	8333±152,0***	6667±152,0*

Примечание: *-p<0,05-0,02; **-p<0,01; ***-p<0,001

У животных III группы, подвергнутых комбинированному влиянию вибрации и корней солодки, количество лейкоцитов на 10-й, 20-й, 30-й дни повышалось соответственно на 56,8%, 20,0% и 31,6%. При комбинированном влиянии корней солодки и вибрации на фоне 30-дневного кормления этими корнями (IV группа) наблюдалось постепенное понижение общего количества лейкоцитов периферической крови и тенденция к восстановлению их абсолютного количества в норме, за счет уменьшения их числа на 10-й, 20-й, 30-й дни исследований соответственно на 8,2%, 6,9%, 14,2% по сравнению с фоновыми данными. Однако количество нейтрофилов на 10-й, 20-й и 30-й дни оставалось выше нормы на 59,7% (p<0,001), 55,4% (p<0,01) и 74,1% (p<0,001) соответственно, что свидетельствует об увеличении количества фагоцитирующих нейтрофилов. Предполагается, что наблюдаемое восстановление направлено на поддержание лейкоцитарного гомеостаза периферической крови в условиях длительного влияния стресс фактора - вибрации.

Лейкоциты отличаются высоким уровнем энергетического обмена, интенсивность которого еще более усиливается в процессе фагоцитоза, в

необходимые параметры гомеостаза
биологически активных веществ,
кортикостероидными гормонами
лагает, что механизм влияния корней
Не исключается наличие и других

лись 30-дневному воздействию
олютного количества лейкоцитов
фоновыми данными на 10-й, 20-й,
ственно 87,5%, 22,3%, 55,8% (табл.
трофилов. Наблюдаемые изменения
видно, обусловлены мобилизацией
кций организма в борьбе со стресс-
вии. По сравнению с I группой, у
й дни исследования наблюдался
количества белых клеток крови на

ва лейкоцитов периферической крови
олодки в условиях вибрации

ппы животных		
	III	IV
4,77	6333±152,0	7766±387,0
,76***	9933±152,0***	7133±111,50**
,50*	7600±219,10**	7233±128,20**
,0**	8333±152,0***	6667±152,0*

)01

тых комбинированному влиянию
ейкоцитов на 10-й, 20-й, 30-й дни
% и 31,6%. При комбинированном
оне 30-дневного кормления этими
ное понижение общего количества
енденция к восстановлению их
иеньшения их числа на 10-й, 20-й,
8,2%, 6,9%, 14,2% по сравнению с
нейтрофилов на 10-й, 20-й и 30-й
>0,001), 55,4% (p<0,01) и 74,1%
ствует об увеличении количества
полагается, что наблюдаемое
шие лейкопитарного гомеостаза
льного влияния стресс фактора -

ровнем энергетического обмена,
ивается в процессе фагоцитоза, в

результате чего увеличивается и утилизация
состояниях, развивающихся в тканях гипокси
клеток в кислороде могут удовлетворяться в
счет ограничения запасов энергии, а также гл
резко возрастает употребление глюкозы клетка
последней обычно не может длительно
потребность. Предполагается, что содержащ
дисахариды (до 20%), крахмал (6-34%),
полисахариды [7, 10] имеют компенсаторн
потребности тканей в этих веществах, что
метаболизм, следовательно, энергообеспечен

В наших экспериментах опреде
сукцинатдегидрогеназы в некоторых структур
Сукцинатдегидрогеназа является типичным
ферментов, которые являются важными мише
[2]. Предполагается, что повышение активност
корней солодки, являющейся богатейшим фл
[7,10], в гипоталамусе (32,7%, p<0,001) и над
регулирующих лейкопоэз, свидетельствует об а
в корнях солодки флавоноидов в процессе фа

К числу наиболее важных факторов и
относят антитела, усиливающие фагоцитоз
облегчают потребление и переваривание анти
подавлению активности антигенов путем пре
[1]. В наших экспериментах была определена т
естественных антител сыворотки крови в ан
Установлено, что в сыворотке крови
комбинированному воздействию вибрации
титры антител превышают показатели вибра
1,75 раза (p<0,05), а на 20-й и 30-й дни исс
Однако предварительное скармливание живот
от I и III групп, способствует постепенному
антител с 10-го по 30-й день с максимальн
исследования (в 4 раза, p<0,01) [8].

Полученные данные свидетельству
гуморальные факторы защиты в наших эк
одинаковыми и находились на сравнитель
совместном влиянии корней солодки и виб
совместном влиянии их и на фоне пре
скармливания животным корней солодки (IV
мобилизация защитно-приспособительны
реакции к воздействию вибрации как стр
профилактическим влиянием корней солодки

результате чего увеличивается и утилизация глюкозы. При стрессовых состояниях, развивающихся в тканях гипоксии энергетические потребности клеток в кислороде могут удовлетворяться в течение короткого времени за счет ограничения запасов энергии, а также гликолиза. В процессе гликолиза резко возрастает употребление глюкозы клетками и, естественно, поступление последней обычно не может длительно удовлетворять необходимую потребность. Предполагается, что содержащиеся в корнях солодки моно- и дисахариды (до 20%), крахмал (6-34%), а также водорастворимые полисахариды [7, 10] имеют компенсаторное значение для обеспечения потребности тканей в этих веществах, что и стимулировало анаэробный метаболизм, следовательно, энергообеспечение фагоцитирующих клеток.

В наших экспериментах определялась также активность сукцинатдегидрогеназы в некоторых структурах мозга [9] и надпочечниках. Сукцинатдегидрогеназа является типичным представителем флавиновых ферментов, которые являются важными мишенями для действия флавоноидов [2]. Предполагается, что повышение активности этого фермента под влиянием корней солодки, являющейся богатейшим флавоноидсодержащим объектом [7,10], в гипоталамусе (32,7%, $p<0,001$) и надпочечниках (72,2%, $p<0,001$), регулирующих лейкопоэз, свидетельствует об активном участии содержащихся в корнях солодки флавоноидов в процессе фагоцитарной активности.

К числу наиболее важных факторов иммунной защиты в организме относят антитела, усиливающие фагоцитоз чужеродных антигенов. Они облегчают потребление и переваривание антигенов фагоцитами, благодаря подавлению активности антигенов путем предварительной микроагрегации [1]. В наших экспериментах была определена также интенсивность накопления естественных антител сыворотки крови в аналогичных группах животных. Установлено, что в сыворотке крови кроликов, подвергшихся комбинированному воздействию вибрации и корней солодки (III группа), титры антител превышают показатели вибрационной группы на 10-й день в 1,75 раза ($p<0,05$), а на 20-й и 30-й дни исследования в 1,2 раза ($p<0,05$). Однако предварительное скармливание животным корней солодки, в отличие от I и III групп, способствует постепенному нарастанию титра естественных антител с 10-го по 30-й день с максимальным их значением на 30-й день исследования (в 4 раза, $p<0,01$) [8].

Полученные данные свидетельствуют о том, что клеточные и гуморальные факторы защиты в наших экспериментах были примерно одинаковыми и находились на сравнительно высоком уровне. Как при совместном влиянии корней солодки и вибрации (III группа), так и при совместном влиянии их и на фоне предварительного 30-дневного скармливания животным корней солодки (IV группа) происходит интенсивная мобилизация защитно-приспособительных механизмов фагоцитарной реакции к воздействию вибрации как стресс-фактору, обусловленному профилактическим влиянием корней солодки.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Голиков П.П.* Рецепторные механизмы глюкокортикоидного эффекта-М. М. 1988.
2. *Гуляев В.Г., Лянцевич С.Ф., Гуляев П.В.* В сб.: 4-й Российск. нац. конгресс "Человек и лекарство". М. 256. 1997.
3. *Домбаева С.В., Мазуров Д.В., Голубева И.М., Пинегин Б.В.* Иммунология. 6: 15-20. 2000.
4. *Пшенникова М.Г.* Патол. физиол и экспер. терапия. 2: 26-30. 2001.
5. *Крыжановский Г.Н., Магаева С.В., Макаров С.В.* Нейроиммунопатология-М. М. 1997.
6. *Плященко С.И., Сидоров В.Т.* Естественная резистентность организма животных. Л. 24-40. 1979.
7. *Оболенцева Г.В., Литвиненко В.И., Аммосов А.С., Попова Т.Н.* Хим.-фарм. журн., 8, 24-31, 1999.
8. *Оганисян А.О., Оганесян К.Р.* Журн. БИО, 7(34), 10-11, 2003.
9. *Оганисян А.О., Оганесян К.Р., Минасян С.М.* Росс. физиол. журн. им. И.М. Сеченова, 89(12), 1491-1495, 2003.
10. *Степанова Э.Ф., Сампиев А.М.* Хим.-фарм. журн., *31*, 10, 39-43. 1997.
11. *Шаляпина В.Г., Ордян Н.Э.* Успехи физиол. наук, *31*, 4. 86-101, 2000.
12. *Balaban C.D., McGee D.M., Zhou J., Scudder C.A.* J. Neurophysiol. 88(6). 3175-3193, 2002.
13. *Munck A., Naray-Fejes-Toth A.* Mol. Cell. Endocrinol, 90, 1-4. 1992.

Поступила 20.X.2006

Биолог. журн. Армении. 1-2 (59), 2007

УДК 591.1.05

АМИНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ НЕКОТОРЫХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

А.Х. АГАДЖАНЯН, Г.А. СЕМЕРДЖЯН, А.А. АГАДЖАНЯН, Г.Г. СЕМЕРДЖЯН, М.С.МАРТИРОСЯН

Ереванский государственный университет, кафедра биохимии, 375049

Изучены аминокислоты некоторых лекарственных растений. Установлено, что свободные аминокислоты гораздо лучше экстрагируются в горячей воде, нежели в 70°-ном этиловом спирте. В зверобое превалируют следующие свободные аминокислоты - *цис, арг, глу* и *про*, в омеле белой - *гис, лиз, цис, глу* и *глн*, в тысячелистнике - *про, глу, глн* и *вал*, в полыни горькой - *про, вал, глу, глн, гис, фен*, в листьях же топинамбура - *сер, глн, глу, ала, фен* и *лиз*. Таким образом, почти во всех изученных лекарственных растениях обнаружены *глу, вал, про*. Содержание пролина очень высоко у тысячелистника и зверобоя. По-видимому, этим объясняется лечебный эффект этих растений и коагуляционные свойства тысячелистника. Исследования проводили в репродуктивных органах названных растений (цветки,тычинки, пестики, завязь), где содержание пролина довольно высокое из-за его участия в процессе оплодотворения.

Ուսումնասիրվել են մի քանի դեղաբույսերի ամինաթթուները: Հաստատվել է, որ տաք ջրում ազատ ամինաթթուները ավելի լավ են մզալուծվում, քան 70°-անոց էթիլ սպիրտում: Սրոհունդում գերազանցում են հետևյալ ազատ ամինաթթուները *ցիս, արգ, գլու* և *պրո*, մղամուծում՝ *հիս, լիզ, ցիս, գլու* և *գլի*, հազարատերևուկում՝ պրո. գլու. գլի և վալ, դառը օշինդրում *պրո, վալ, գլու, գլի, հիս* և *ֆեն*, իսկ տոպինամբուրի տերևներում՝ *սեր, գլի, գլու, ալա, ֆեն* և *լիզ*: Այսպիսով, բոլոր ուսումնասիրված բույսերում հայտնաբերվել են գլու, վալ և պրո: Պրոլինով շատ հարուստ են հազարատերևուկը և սրոհունդը: Հավանաբար, դրանով է բացատրվում այդ բույսերի բուժիչ ճշգակությունը, ինչպես նաև հազարատերևուկի կոագուլյացիոն հատկությունները: Ուսումնասիրությունները կատարվել են նշված բույսերի վերարտադրական օրգաններում (ծաղիկներ, առեջներ, սերմնաբողբոջ, վարսանդ), որտեղ պրոլինի քանակությունը բավականին բարձր է բեղմնավորման պրոցեսը ապահովելու համար:

Aminoacids of some herbal have been investigated. It has been established that free aminoacids are extracted better in hot water than in alcohol (70°). The free aminoacids: *cys, arg, glu* and *pro* are prevail in St.- John's- wort. The *pro, glu, gly* and *val* are predominate in *Achillea millefolium*. In Artemisia absinthium *pro, val, glu, gly, hys* and *phe* are prevail. *Ser, gly, glu, ala, phe* and *lys* are predominate in leaves of topinambour (Helianthus tuberosus). Thus, *glu, val* and *pro* have been found nearly in all studied herbal. The St.-John's- wort and *Achillea millefolium* are very rich by proline. It seems, treated effect of these herbal is explained by high content of proline. It is explained by investigations that transacted in reproductive organs. Content of proline is rather high, because it participates in process of fertilization.

Аминокислоты - пролин - глутамат

Парентеральное питание аминокислотами перспективно, ибо аминокислоты в свободной форме из тонкого кишечника сразу всасываются

в кровь и очень быстро доставляются к мышцам.

Аминокислоты являются иммуномодуляторами и антидепрессантами (глутамин, тирозин), важными компонентами коллагена (пролин), снижают уровень триглицеридов в крови (лизин) и т. д. Важно и то обстоятельство, что аминокислоты принимают активное участие в синтезе и утилизации витаминов. К числу таких аминокислот относятся валин, лизин (участвуют в образовании карнитина), триптофан (участвует в образовании и утилизации витаминов комплекса В), глутамин (участвует в синтезе рибофлавина, фолиевой кислоты).

В связи с этим аминокислотная добавка, содержащая указанные аминокислоты, может использоваться в периоды весенней витаминной недостаточности [6, 3].

Применение фитопрепаратов очень актуально для современной медицины, и исследования химического состава лекарственных растений являются весьма своевременными. Более того, производство биологически активных веществ является дорогостоящим и трудоемким процессом, а из растений эти вещества выделяются достаточно легко. К тому же лекарства растительного происхождения, как правило, не вызывают побочных явлений [5].

Настоящая работа посвящена изучению содержания свободных аминокислот в тысячелистнике, зверобое, полыни горькой, омеле белой и земляной груше (топинамбур).

Материал и методика. Объектами исследования служили некоторые лекарственные растения, произрастающие на территории Армении. Использовались 3%-ные экстракты растений. Экстракцию проводили водой и 70%-ным этиловым спиртом на водяной бане при 80°. Исследования проводили на кафедре биохимии ЕГУ (2000 г).

Качественный и количественный аминокислотный состав фракций определяли методом Лисицки и Лоран [8], а содержание пролина - по методу Грабетовой и Тупи [7].

Результаты обсуждение. Изучали свободный аминокислотный состав водных и спиртовых экстрактов зверобоя, тысячелистника, полыни горькой и топинамбура (табл.1-3).

Полученные данные показывают, что у всех изученных нами растений содержание свободных аминокислот выше в водных экстрактах (экстрагировали в течение 30 мин при t 80°). Водный экстракт зверобоя богат следующими аминокислотами - *цис, арг, глу* и *про*, а омелы белой- *гис, лиз, цис, глу* и *гли*. Экстракт тысячелистника богат *про, глу, гли* и *вал*, а полынь горькая - *про, вал, глу, гли, гис, фен*. В экстракте топинамбура наблюдается высокое содержание *сер, гли, глу, ала, фен* и *лей*.

Следует отметить, что свободными аминокислотами богата омела белая, за ней следует зверобой, затем полынь горькая. Содержание свободных аминокислот довольно низкое у тысячелистника, однако в нем высоко содержание свободного пролина, в то время как в омеле белой оно ниже. По-видимому, высокое содержание пролина обусловливает эффективность лечения тысячелистником многих болезней и его коагуляционный эффект.

Организацией здравоохранения определена суточная потребность человеческого организма в аминокислотах, обеспечивающая их сбалансированность.

Таблица 1. **Содержание свободных аминокислот в экстрактах тысячелистника и зверобоя, мкМ на 100 г сухой биомассы**

Аминокислоты	Тысячелистник		Зверобой	
	Экстракты			
	спиртовый	водный	спиртовый	водный
Лиз	6.40±0.2	44.69±1.0	11.62±2.2	39.66±2.0
Гис	3.05±1.2	20.92±2.1	40.55±2.8	71.49±0.7
Арг	9.80±0.8	42.24±1.7	70.25±0.3	120.10±1.2
Асп	9.00±0.3	35.23±0.3	57.39±3.0	93.78±1.0
Сер	7.35±0.1	41.15±0.7	33.36±0.7	81.85±1.3
Гли	6.63±0.9	57.50±1.0	10.50±0.3	64.06±2.0
Глу	11.36±1.0	62.83±1.1	50.00±1.2	102.38±0.7
Ала	4.97±0.1	31.02±0.5	12.03±2.7	23.13±1.2
Вал-мет	21.25±1.2	58.5±5.0	33.93±0.8	88.73±0.8
Фен	11.17±1.3	26.17±1.2	13.09±0.9	32.72±1.7
Про	260±5.7	364±7.8	245±5.4	350±5.9
Цис	-	-	56.92±0.2	104.6±1.2
Лей-илей	-	-	52.44±1.5	135.79±3.1

Таблица 2. **Содержание свободных аминокислот в экстрактах полыни горькой и омелы белой, мкМ на 100 г сухой биомассы**

Аминокислоты	Полынь горькая		Омела белая	
	Экстракты			
	спиртовый	водный	спиртовый	водный
Лиз	13.40±1.5	35.75±2.1	61.94±3.8	114.63±2.3
Гис	30.56±3.0	40.93±3.0	126.55±8.9	215.24±0.2
Арг	31.50±2.5	39.75±2.2	49.7±2.1	138.15±11.0
Асп	11.10±0.2	16.45±1.5	10.22±0.5	71.54±3.0
Сер	25.3±1.5	32.67±2.8	28.41±2.8	155.75±4.5
Гли	27.25±2.0	42.04±3.2	30.50±3.0	108.13±2.5
Глу	43.02±4.3	62.04±3.3	59.10±5.1	105.63±0.7
Ала	7.21±0.5	18.05±1.1	9.05±0.2	53.42±2.8
Вал-мет	78.25±4.5	155.75±5.1	15.11±0.2	48.55±1.2
Фен	22.40±0.2	48.82±1.1	11.58±1.3	41.30±0.3
Лей-илей	10.00±0.2	21.44±2.1	28.42±2.2	87.72±1.5
Про	391±9.5	468.4±11.2	следы	следы
Цис	-	-	65.5±4.7	176.73±5.2

Самая высокая потребность в глутаминовой кислоте 6000 мг/сут, самая низкая - в гистидине 2000 мг/сут. За глутаматом следуют такие аминокислоты как *лей*, *арг*, *асп* и *про*. Это не случайно, ибо через глутамат осуществляются обменные процессы в организме. Эта аминокислота способствует метаболизму мозга, транспортирует калий через кровяной барьер мозга, участвует в образовании глутамина, детоксицируя аммиак, в метаболизме сахара и жиров, действует как нейротрансмиттер, участвует в биосинтезе пролина и орнитина. Немаловажное значение для организма имеет и фенилаланин, который

принимает участие в образовании коллагена, улучшает память, внимание, настроение. Он также необходим для сохранения иммунных функций.

Таблица 3. **Содержание свободных аминокислот в водных экстрактах топинамбура, мкМ на 100 г сухой биомассы**

Аминокислоты	Топинамбур	
	Аминокислотный состав	
	листья	стебли
Лиз	65.92±0.3	55.73±0.2
Гис	57.53±0.3	62.50±0.3
Сер	114.08±1.0	104.16±0.0
Гли	91.25±0.7	72.25±0.0
Глу	205.65±0.8	110.92±1.0
Ала	99.42±0.5	92.44±0.5
Вал-мет	218.85±0.7	300.13±0.7
Фен	65.43±1.0	55.04±0.8
Лей-илей	61.25±0.3	61.25±1.1

Валин является разветвленной аминокислотой, т.е. относится к BCAA (branch chain aminoacids). В число BCAA входят три аминокислоты - *вал, лей, илей*. Эти аминокислоты, в отличие от других, метаболизируются в мышцах, а не в печени. Фактически за счет BCAA может происходить усвоение до 90% аминокислот в первые три часа после еды. Мышцы испытывают голод по BCAA, поэтому они успешно добавляются в рацион спортсменов. Дополнительное использование BCAA особенно важно для лиц, живущих на низкоуглеводной диете, когда запасы мышечного гликогена хронически находятся на низких уровнях.

Вышеизложенное подтверждает важность обнаружения растений, которые содержат много разветвленных аминокислот и имеют как лечебное, так и питательное значение.

Наконец, остановимся на пролине, содержание которого очень высоко у татарника , пустырника, тысячелистника и зверобоя [1]. Лечебный эффект этих растений не вызывает никакого сомнения, что подтверждается многочисленными работами нашей лаборатории [2, 4]. Пролин является главным компонентом коллагена и в присутствии витамина С помогает заживлению ран, способствует хорошему функционированию суставов, участвует в образовании биологически активных пептидов, может применяться при лечении травм. Полученные в нашей лаборатории данные подтверждают вышесказанное. Нами установлено, что количественное содержание пролина обратно коррелирует с ростом клетки. Этот вывод может иметь огромное практическое значение для определения темпа роста клетки и ограничения роста раковых клеток.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Агаджанян А.А.* Автореф. канд. дисс., Ереван, 2001.
2. *Агаджанян А.Х.* Док. дисс., Ереван, 1990.
3. Лечебно-диагностический центр народной и традиционной медицины, 2004.
4. *Моллаи Рад, Агаджанян А.Х.* Биолог. журн. Армении, *53*, 1-2, 92-97, 2001.
5. *Путырский И.Н., Прохоров В.Н.* Универсальная энциклопедия лекарств. растений, 2000.
6. *Ferrada A.A., Williams B.D., Stuart C.A.* J. Parenteral Enteral Nutr., 19, 47-54, 1995.
7. *Hrabetowa E., Tupy J.*. J. Chromatogr., 3, 2, 199-201, 1960.
8. *Lissitzky S., Laurent S.* Bull. Soc. Chem. Biol., 1137-1142, 1955.

Поступила 07.X.2005

Հայաստանի Գիտությունների Ազգային Ակադեմիա, Հայաստանի Կենսաբանական Հանդես
Национальная Академия Наук Армении, Биологический Журнал Армении
National Academy of Sciences of Armenia, Biological Journal of Armenia

Биолог. журн. Армении, 1-2 (59), 2007

УДК 634.85.634.82.(479.25)

ՀԱՆՔԱՅԻՆ ՊԱՐԱՐՏԱՆՅՈՒԹԵՐԻ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ ԿԱՐՏՈՖԻԼԻ ՊԱԼԱՐԱԿՈՒՏԱԿՄԱՆ ԵՎ ԲԵՐՔԻ ՎՐԱ

Մ.Հ. ԳԱԼՍՏՅԱՆ

Հայաստանի պետական ագրարային համալսարան, 0009, Երևան

Ներկայացված է օրգանական պարարտանյութերի ֆոնի վրա նվազեցված չափաքանակներով հանքային պարարտանյութերի ազդեցությունը կարտոֆիլի պալարակուտակման շարժի, բերքի ակտիվության և կառուցվածքի վրա: Պարզվել է, որ օրգանական պարարտանյութերի (գոմաղբ, կենսահումուս) ֆոնի վրա հանքային պարարտանյութերի չափաքանակները 50-75%-ով նվազեցնելով կարտոֆիլի բերքը ոչ միայն չի պակասել, այլ ընդհակառակը, ավելացել է: Ուսումնասիրությունները ցույց են տվել նաև, որ կենսահումուսը գոմաղբի համեմատությամբ ավելի բարերար է ազդել, ինչպես պալարակուտակման ու բերքի քանակի, այնպես էլ նրա ապրանքայնության ու ապրանքային պալարների կշռի վրա:

Исследовалось влияние уменьшенных доз минеральных удобрений на динамику клубнеобразования, урожайность и структуру картофеля. Установлено, что на фоне органических удобрений (навоз и биогумус) при уменьшении доз минеральных удобрений на 50-75 % урожайность и товарность картофеля не только не снижаются, а наоборот, повышаются. Одновременно выяснено, что по сравнению с навозом биогумус более положительно влияет на динамику клубнеобразования, урожайность и товарность клубней картофеля.

The valuable researches on finding out of influence decreased doses of mineral fertilizers on a background organic fertilizer on dynamics tuberization, productivity and structure of a potato are resulted. It was determined, that on a background of organic fertilizers (manure and biohumus) at reduction of doses mineral fertilizer on 50-75 %, productivity and marketability of a potato not only does not decrease and alternatively raises. It is found simultaneously out in comparison with fertility biohumus more positive influences dynamics.

Գոմաղբ - կենսահումուս - պալարակուտակում - բերքատվություն - ապրանքայնություն

Էկոլոգիական տեսակետից անվտանգ բուսաբուծական մթերքների տեխնոլոգիաներ մշակելու նպատակով 2005-2006 թթ. կատարվել են ուսումնասիրություններ պարզելու համար օրգանական պարարտանյութերի օգտագործման ֆոնի վրա նվազեցված չափաբաժիններով հանքային պարարտանյութերի ազդեցությունը կարտոֆիլի պալարակուտակման շարժի, բերքատվություն և պալարների ապրանքայնության վրա:

Նյութ և մեթոդ: Փորձարարական աշխատանքները տարվել են Գեղարքունիքի մարզի Սարտունու տարածաշրջանի Ձորագյուղի տարածքում սովորական սևահողերում: Դաշտային փորձերը դրվել են յոթ տարբերակներով երեք կրկնությամբ:

1. $N_{120}P_{120}K_{120}$ (ստուգիչ), 2. գոմաղբ 20 տ + $N_{90}P_{60}K_{90}$, 3. գոմաղբ 30 տ + $N_{60}P_{60}K_{90}$, 4. 40 տ + $N_{30}P_{60}K_{90}$, 5. գոմաղբ 20 տ + կենսահումուս 2 տ + $N_{30}P_{30}K_{30}$, 6. գոմաղբ 30 տ + կենսահումուս 2 տ + $N_{30}P_{30}K_{30}$, 7. գոմաղբ 40 տ + կենսահումուս 2 տ + $N_{30}P_{30}K_{30}$:

Փորձամարգերի մակերեսն եղել է 50 մ² (11,2 x 4,5 մ), կարտոֆիլի պալարները տնկվել են 25 սմ սնման մակերեսով:

Դաշտային փորձերում օգտագործված փտած գոմաղբը, ֆոսֆորական ու կալիումական պարարտանյութերը տրվել են աշնանը՝ հողի հիմնական մշակման ժամանակ, իսկ ազոտական պարարտանյութն ու կենսահումուսը ցանքային պալարների տնկման ժամանակ:

Վեգետացիայի ընթացքում կատարվել են կարտոֆիլի աճի ու զարգացման վերաբերյալ ֆենոլոգիական դիտարկումներ և կենսամետրիկ չափումներ: Կարտոֆիլի պալարները տնկվել են մայիսի առաջին տասնօրյակում, մշակության ու բերքահավաքի աշխատանքներն իրականացվել են Սևանի ավազանի համար մշակված տեխնոլոգիային խիստ համապատասխան:

Որպես կարտոֆիլի տնկանյութ օգտագործվել է հոլանդական բարձր բերքատու «Ռոկո» սորտը, որը 1995 թ. լայնորեն շրջանացված է Հայաստանի սնահողային գոտում, ինչում և Սևանի ավազանում:

Փորձերի արդյունքները ենթարկվել են մաթեմատիկական մշակման, ըստ դիսպերսիոն անալիզի մեթոդի, փորձի սխալի (P%) և ամենանվազագույն էական տարբերության (ԱԷՏ, 5%) չափումով [4]:

Արդյունքներ և քննարկում: Ուսումնասիրությունները ցույց են տվել, որ հանքային պարարտանյութերի չափաքանակները նվազեցնելուն զուգընթաց, ինչ ավելացվում են գոմաղբի չափաքանակները, ստուգիչ ($N_{120}P_{120}K_{120}$) տարբերակի համեմատությամբ այն էականորեն ազդել է կարտոֆիլի աճի ու զարգացման վրա մասնավորապես կրճատելով հասունացման տևողությունը:

Այսպես, եթե ստուգիչ տարբերակում կարտոֆիլի ծլումից մինչև հասունացումը տևել է 86 օր, ապա գոմաղբի ու կենսահումուսի ֆոնի վրա, ինչպես $P_{60}K_{60}$ այնպես էլ $N_{30}P_{30}K_{30}$ տարբերակներում համապատասխանաբար 79 և 80 օր կամ վեգետացիայի տևողությունը կրճատվել է 7 և 5 օրերով (բոլոր տվյալները բերվում են երկու տուրիների միջինով (աղ. 1)):

Աղյուսակ 1. Օրգանական պարարտանյութերի ֆոնի վրա հանքային պարարտանյութերի նվազեցված չափաքանակների ազդեցությունը կարտոֆիլի ֆենոփուլերի տևողության վրա (2005-2006 թթ.)

Տարբերակները	Ծլումը. հունիս	Օրերի թիվը ծլումից մինչև		
		կոկոնակալում	ծաղկում	հասունացում
1	8	36	50	86
2	8	35	46	81
3	7	34	47	81
4	7	34	47	81
5	7	36	43	79
6	7	35	45	80
7	7	35	46	81

Օրգանական պարարտանյութերի ֆոնի վրա ուսումնասիրելով հանքային պարարտանյութերի տարբեր չափաքանակների ազդեցությունը կարտոֆիլի ֆենոլոգիական զանգվածի վրա պարզվել է, որ ստուգիչ տարբերակի համեմատությամբ, նվազեցված հանքային պարարտանյութերի չափաքանակների նվազեցմանը, գոմաղբ կամ կենսահումուս ստացած տարբերակներում ավելացել է ինչպես ցողունների քանակը, այնպես էլ ցողունների ու տերևների զանգվածը:

Այսպես, եթե ստուգիչ տարբերակում մեկ բույսի ցողունների քանակը կազմել է միջին հաշվով 4,8 հատ, կշիռը 401 գ, տերևների կշիռը՝ 193 գ, ապա գոմաղբի 40 տ + $N_{60}P_{60}K_{60}$ տարբերակում հիշյալ ցուցանիշները կազմել են 5,0; 206, իսկ գոմաղբ 40 տ + կենսահումուս 2 տ + $N_{30}P_{30}K_{30}$ տարբերակում մեկ

բույսի հաշվով ցողունների քանակը ստուգիչի համեմատությամբ ավելացել է 0,7 հատով, ցողունների զանգվածը՝ 35 գ, տերևներինը՝ 27 գ:

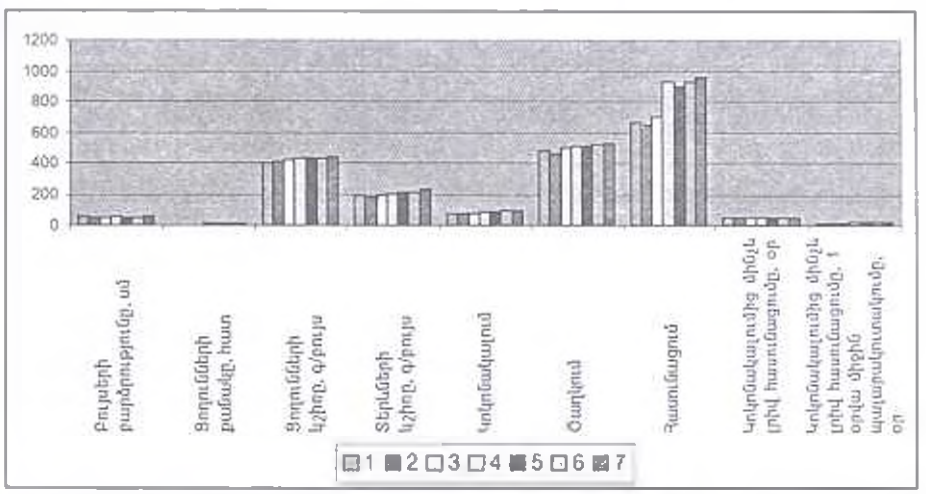
Ուսումնասիրությունները միաժամանակ ցույց են տվել, որ օրգանական պարարտանյութերի տարբեր չափաբաժինների ֆոնի վրա հանքային պարարտանյութերի նվազեցված չափաբաժինները որոշակի ազդեցություն են ունեցել կարտոֆիլի պալարակուտակման վրա (աղ. 2): Ըստ ֆենոփուլերի կատարված ուսումնասիրություններից օրգանական պարարտանյութեր ստացած տարբերակների բույսերը NPK-ի լրիվ նորմայի կիրառման համեմատությամբ ավելի փարթամ են աճել, և պալարակուտակումը ավելի ինտենսիվ է ընթացել (նկ. 1):

Աղյուսակ 2. **Օրգանական պարարտանյութերի ֆոնի վրա նվազեցված չափաքանակներով հանքային պարարտանյութերի ազդեցությունը կարտոֆիլի վերգետնյա զանգվածի և պալարակուտակման վրա**

Տարբերակները	Բույսերի բարձրությունը, սմ	Ցողունների քանակը, հատ	Զանգվածը, գ/բույս		Պալարների զանգվածը ըստ զարգացման փուլերի, գ			Կոկոնակալումից մինչև հասունացումը	
			ցողուններ	տերևներ	կոկոնակալում	ծաղկում	հասունացում	օր	օրվա միջին պալարակուտակումը, գ
1	55,8	4,8	401	193	80	480	662	50	11,6
2	52,4	4,5	413	190	74	456	640	46	12,3
3	53,0	4,7	422	200	80	498	700	47	13,2
4	53,9	5,0	434	206	92	506	924	47	17,7
5	52,8	5,1	427	212	84	504	899	45	18,1
6	53,6	5,5	430	214	94	516	922	45	18,4
7	54,2	5,5	436	220	96	522	954	46	18,6

Չնայած հիշյալ հանքային պարարտանյութերի չափաքանակները 50-75 %-ով նվազեցնելուն գոմաղբի չափաքանակների ավելացմանը զուգընթաց ավելացել է պալարակուտակման ինտենսիվությունը: Պալարակուտակմանը մեծապես նպաստել է կենսահումուսը: Այն տարբերակներում, որտեղ գոմաղբի միևնույն չափաբաժիններին ավելացվել են հանքային պարարտանյութերի 50%-ոց նորմաները ստուգիչի համեմատությամբ ինչպես կոկոնակալման, այնպես էլ ծաղկման ու հասունացման փուլերում կարտոֆիլի պալարակուտակման շարժը կոկոնակալումից մինչև հասունացումը կազմել է 12,3-17,7 գ: Այն տարբերակներում, որտեղ հանքային պարարտանյութերը 3/4-ով պակաս են տրվել (ստուգիչի համեմատությամբ), և դրա փոխարեն ավելացել է 2 տ/հա կենսահումուս, պալարների միջին օրական աճը նույն ժամանակահատվածում կազմել է 18,1 - 18,6 գ կամ ստուգիչի համեմատությամբ՝ 6,5-7,0 գ ավելի: Դա բացատրվում է նրանով, որ կենսահումուսի ազդեցությամբ տեղի է ունենում բույսերի վերգետնյա և ստորգետնյա մասերի հավասարակշռված աճ ու զարգացում, որը կապված է ստոլոնների ձևավորման ինտենսիվության և աճի ժամանակի կրճատման հետ: Ստոլոնների աճի դադարեցումը հանգեցնում է ստոլոնի վերջին միջհանգույցի ձևափոխմանը և պալարագոյացմանը:

Դաշտային փորձերի արդյունքները ցույց են տալիս, որ ազոտական, ֆոսֆորական և կալիումական պարարտանյութերի չափաքանակները 50 և 75% նվազեցնելով և դրան զուգահեռ մի դեպքում ավելացնելով գոմաղբի չափաբաժինը և մյուս դեպքում դրանց ավելացնելով 2 տ կենսահումուս բերքի էական հավելում է նկատվել հանքային պարարտանյութերի ստուգիչի համեմատությամբ: Այսպես, եթե $N_{120}P_{120}K_{120}$ տարբերակում կարտոֆիլի պալարների երկու տարվա միջին բերքը կազմել է 235,0 ց/հա, ապա գոմաղբ 30 տ + $N_{60}P_{60}K_{60}$ տարբերակում այն կազմել է 287,3 ց/հա, այսինքն՝ բերքի աճը կազմել է 52,3 ց/հա կամ 22,2 %: Հանքային պարարտանյութերի նույն չափաքանակի վրա 40 տ/հա գոմաղբ կիրառելու դեպքում բերքի աճը կազմել է 80,7 ց/հա կամ 34,3%:



Նկ. 1. Նվազեցված չափաքաժիններով հանքային պարարտանյութերի ազդեցությունը կարտոֆիլի աճի, զարգացման և պալարակուտակման վրա.

Երբ 20, 30 և 40 տ/հա գոմաղբ ստացած տարբերակներում նորից 50%-ով պակասեցվել են NPK-ի նորմաները, և դրան զուգընթաց այդ տարբերակներում ավելացվել է 2 տ/հա կենսահումուս, նույնպես բերքի շոշափելի հավելում է նկատվել ոչ միայն ստուգիչի.այլև այն տարբերակների համեմատությամբ, որտեղ տրվել է միայն գոմաղբ և $N_{60}P_{60}K_{60}$: Այս դեպքում բերքի աճը ստուգիչի համեմատությամբ կազմել է 145,6 ց/հա կամ 61,9 %, իսկ գոմաղբ 40 տ + $N_{60}P_{60}K_{60}$ տարբերակի համեմատությամբ 64,9 ց/հա կամ 20,6 % (աղ. 3):

Աղ. 3-ի տվյալներից երևում է նաև, որ օրգանական պարարտանյութերի (գոմաղբ, կենսահումուս) կիրառման դեպքում ստուգիչի համեմատությամբ զգալի փոփոխություններ են նկատվել նաև կարտոֆիլի ապրանքայնության մակարդակում: Եթե $N_{120}P_{120}K_{120}$ տարբերակում կարտոֆիլի ապրանքայնությունը (50-100 գ և 100 գ բարձր քաշ ունեցող պալարների քանակը) բերքի ամբողջ ֆրակցիայում կազմել է 78,3 %, իսկ ապրանքային պալարների քաշը 79,5 գ, ապա գոմաղբի չափաքանակների ավելացմանը զուգընթաց կրկնակի ու բառակի չափով պակասեցնելով հանքային պարարտանյութերի քանակը ավելանում է ինչպես ապրանքային պալարների քաշը՝ կազմելով 84.6 գ, այնպես էլ կարտոֆիլի պալարների ապրանքայնությունը՝ հասնելով 82,0%-ի:

Հատկանշական է, որ գոմաղբ 40 տ + կենսահումուս 2 տ + $N_{30}P_{30}K_{30}$

տարբերակում կարտոֆիլի պալարների ապրանքայնությունն ամենաբարձրն է՝ 84,8 %, իսկ ապրանքային պալարների միջին քաշը՝ 89,0 գ, որը հանքային պարարտանյութերի լրիվ չափաքանակի համեմատությամբ ավել է 6,5%-ով, իսկ գոմաղբ 40 տ + $N_{60}P_{60}K_{60}$-ի համեմատությամբ՝ 2,8 %-ով:

Աղյուսակ 3. **Օրգանական պարարտանյութերի ֆոնի վրա նվազեցված չափաքանակներով հանքային պարարտանյութերի ազդեցությունը կարտոֆիլի բերքատվության և կառուցվածքի վրա**

Տարբերակները	Երկու տարվա միջինը				
	պալարների միջին բերքը, ց/հա	բերքի հավելումը		պալարների ապրանքայնությունը, %	ապրանքային պալարների միջին զանգվածը, գ
		ց/հա	%		
1	235,0	-	-	78,3	79,5
2	241,7	6,7	2,8	77,5	76,0
3	287,3	52,3	22,2	79,6	78,2
4	315,7	80,7	34,3	82,0	84,7
5	317,7	82,7	35,2	80,7	83,5
6	354,5	119,5	50,9	83,7	86,8
7	380,6	145,6	61,9	84,8	89,0

Ծանոթություն P, % 1,8, Ut S, g 13,4

Այսպիսով, օրգանական պարարտանյութերի (գոմաղբ, կենսահումուս) ֆոնի վրա հանքային պարարտանյութերի օգտագործման չափաքանակները 50-75%-ով նվազեցնելով կարտոֆիլի բերքը ոչ միայն չի պակասել, այլև ընդհակառակը, բարձրացել է $N_{120}P_{120}K_{120}$ տարբերակի համեմատությամբ. գոմաղբ 40 տ + $N_{60}P_{60}K_{60}$ և գոմաղբ 40 տ + կենսահումուս 2 տ + $N_{30}P_{30}K_{30}$ տարբերակներում բերքի աճը համապատասխանաբար կազմել է 80,7 ց/հա կամ 34,3% և 145,6 ց/հա կամ 61,9%:

Օրգանական պարարտանյութերը նպաստել են կարտոֆիլի ինչպես ցողունների քանակության, այնպես էլ ցողունների և տերևների քաշի ավելացմանը: Հանքային պարարտանյութերի լրիվ չափաքանակի համեմատությամբ գոմաղբի և կենսահումուսի ազդեցությամբ ակտիվացել է պալարակուտակման ինտենսիվությունը: Օրգանական պարարտանյութերը մեծապես նպաստել են ապրանքային պալարների զանգվածի և ընդհանրապես կարտոֆիլի ապրանքայնության ավելացմանը:

Կենսահումուսը գոմաղբի համեմատությամբ ավելի բարերար է ազդել ինչպես բույսերի աճի ու զարգացման, պալարակուտակման ինտենսիվության, այնպես էլ բերքի քանակի և պալարների ապրանքայնության ավելացման վրա:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. *Ավագյան Վ.Ա., Հայկազյան Վ.Տ.* Կենսահումուսի արտադրությունը և կիրառությունը, Եր.-Հայ-էդիտ, 22-24, 1998:
2. *Հայրապետյան Է.Մ. և ուրիշներ* Շրջակա միջավայրի պահպանության դասագիրք, Երևան, 72-79, 2005:
3. *Виноградов В.А.* Проблемы сельскохозяйственной экологии, "Наука и жизнь", 6, 1987,.
4. *Доспехов Б.А.* Методика полевых опытов, М., "Колос", 415 с., 1979.
5. *Мельник И.А.* Зерновые культуры, 4, 9-11, 1997.

Поступила 05.III.2007

Биолог. журн. Армении, 1-2 (59), 2007

УДК 633.1:11

ВЛИЯНИЕ ГЕНОВ ГИБРИДНОЙ КАРЛИКОВОСТИ НА ОНТОГЕНЕТИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ ГИБРИДНЫХ РАСТЕНИЙ ПШЕНИЦЫ ТИПА *HYBRID DWARFNESS*

Р.Р. САДОЯН*, В.А. ПОГОСЯН**

**Научный центр земледелия и защиты растений, Эчмиадзин*
***Армянский педагогический университет, Ереван*

Взаимодействие комплементарных доминантных генов гибридной карликовости оказывает многостороннее влияние на онтогенетическое развитие гибридных карликов. У гибрида Dwarf I депрессия по морфологическим показателям сопровождается существенными изменениями структурных элементов анатомического строения листа. Карликовые гибриды Dwarf I и Dwarf II отличаются интенсивным синтезом и большим накоплением хлорофилла. Высокий уровень его не обеспечивает нормальную жизнедеятельность гибридных растений. Возможно, это является результатом накопления неактивных молекул хлорофилла. Гибрид типа Dwarf III по содержанию хлорофилла существенно не отличается от родительских форм. Интенсивность синтеза и накопление хлорофилла в листьях гибридных растений определяется типом депрессивности.

Հիբրիդային գաճաճության դոմինանտ գեների կոմպլեմենտացիան բազմակողմանի ազդեցություն է թողնում գաճաճ հիբրիդների անհատական զարգացման վրա: Dwarf I հիբրիդի մորֆոլոգիական հատկանիշների ճնշվածությունը ուղեկցվում է տերևի անատոմիական կառուցվածքի էական փոփոխություններով: Ցորենի Dwarf I և Dwarf II գաճաճ հիբրիդները բնորոշվում են քլորոֆիլի ինտենսիվ սինթեզով և մեծ կուտակումով: Քլորոֆիլի բարձր պարունակությունը չի ապահովում հիբրիդային բույսերի նորմալ կենսագործունեությունը, որը հավանաբար քլորոֆիլի ոչ ակտիվ մոլեկուլների կուտակման արդյունք է: Քլորոֆիլի պարունակությամբ Dwarf III տիպի հիբրիդն էականորեն չի տարբերվում ծնողական ձևերից: Գաճաճ հիբրիդների տերևներում քլորոֆիլի ինտենսիվ սինթեզի և կուտակման ընթացքը պայմանավորված է հիբրիդային ճնշվածության տիպով:

The complementation of the hybrid dwarfness dominant genes has multilateral influence on the ontogenetic development of the dwarf hybrids. The depression of the Dwarf I morphological features is accompanied by the significant changes of the leaf anatomical structure. The wheat hybrids of the Dwarf I and Dwarf II type are characterized by the intensive synthesis and accumulations of chlorophyll. The high content of chlorophyll does not provide the normal vital activity of the hybrid plant which is perhaps the result of the accumulation of the non-active molecules. With the contents of the chlorophyll the Dwarf III hybrid is not significantly differ from the parental types. In the dwarf hybrid leaves the process of the chlorophyll intensive synthesis and accumulation is conditioned by the type of hybrid depression.

Ген - гибридная карликовость - хлорофилл

В селекции поиск высокоурожайных сортов предъявляет определенные требования к содержанию пигментов. Установлена прямая взаимосвязь между

содержанием пигментов, скоростью роста, развития растений и продуктивностью. Поглощение энергии света растениями зависит от содержания и физиологической активности зеленых пигментов [11,12]. Однако прямой корреляции между этими показателями нет, так как фонд активных молекул пигмента увеличивается непропорционально. Количественный же уровень хлорофилла обусловлен скоростью синтеза и распада его молекул. Интенсивность указанных процессов зависит от условий существования и генетической структуры гибридных растений [3].

Изучением флуоресценции хлорофилла у 23 видов полиплоидного ряда пшеницы выявлены видовые особенности фотосистемы II. Установлено значительное варьирование ее параметров в группе диплоидов. Предполагается, что в ходе эволюции произошли структурные преобразования фотосистемы пшеницы [6].

Генетические факторы, при определенном сочетании приводящие к нарушению регуляторных механизмов в жизнедеятельности, в том числе и в синтезе зеленых пигментов, широко распространены в роде *Triticum* и обусловливают возникновение различных типов депрессии. Наиболее распространенной формой депрессивности является гибридная карликовость, которая возникает в F_1 при скрещивании нормальных растений. Оплодотворение и образование семян происходят нормально. В зависимости от генотипа исходных форм в разных фазах развития гибридные растения приобретают характерные черты габитуса dwarfness с различным уровнем жизнедеятельности.

Гибридная карликовость детерминируется взаимодействием трех доминантных генов, которые имеют различную степень доминантности (D_1>D_2>D_3) и фенотипического проявления: Dwarf I, Dwarf II, Dwarf III (13). Каждый тип гибридной карликовости варьирует внутри себя по степени депрессии, что зависит не только от множественных аллелей генов гибридной карликовости, различий генетической среды [13], но и от чувствительности этих генов к факторам внешней среды [10].

Взаимодействие генов гибридной карликовости оказывает многостороннее влияние на онтогенетическое развитие гибридных растений. В ходе индивидуального развития карликовых гибридов наблюдаются глубокие изменения и в физиолого-биохимических процессах [8]. Прослеживание активности хлорофиллазы в фазах трубкования и колошения в листьях родительских растений выявило ее синтетическую, а у гибрида Dwarf I гидролитическую активность. Авторы пришли к выводу, что в жизнедеятельности гибрида важное значение имеет активность метаболизма корневой системы и, в частности, каталазы. Из-за низкого уровня ее активности в корнях у гибридов, в отличие от родительских форм, синтез хлорофилла протекает очень медленно. Одним из проявлений депрессивности у Dwarf I является коррелятивное снижение мощности корневой системы.

Известно, что число и размеры устьиц сильно зависят не только от условий произрастания, но и от внутренних взаимоотношений жизненных процессов в самом растении [1]. В изменении этих параметров важное

значение имеет и генотип растений.

Показано, что у пшеницы с увеличением плоидности заметно увеличивается размер замыкающих клеток устьиц и клеток эпидермиса, а число устьиц на единицу листовой поверхности уменьшается [4].

В отличие от других типов депрессивности, гибридные карлики характеризуются образованием множества темно-зеленых листьев. В связи с этим изучались особенности синтеза и накопления зеленых пигментов у гибридов типа dwarfness (I, II, III). У гибрида Dwarf I сильная депрессия по морфологическим показателям сопровождается изменениями элементов анатомического строения листа. С целью выявления этих изменений проводились исследования гибрида Dwarf I и его родительских форм.

Материал и методика. Гибридные семена F_1 получены путем принудительного опыления. Растения выращивали в 5-килограммовых вазонах. Проводили сравнительное изучение высоты растений, длины листьев. Измерение поверхности листьев провошли методом высечек [7]. Изучение числа устьиц на единицу площади, их длины и площади эпидермальных клеток выполнено по Полаччи [7].

Динамику содержания пластидных пигментов изучали в фазах кущения, стеблевания, колошения, цветения. Опыт поставлен в шестикратной повторности. Количественное определение пигментов проводили по Роббелену [2]. Оптическую плотность вытяжек хлорофилла измеряли на СФ 26 при длине волн: хлорофилл *a* - 663нм, хлорофилл *b* - 644нм.

Результаты и обсуждение. Симптомы карликовости типа Dwarf I проявляются в фазе 1-2 листьев. Растения развиваются замедленным темпом, с жесткими, темно-зелеными, утолщенными листьями, приобретают хохолкообразный вид и погибают. Результаты исследований показали, что гибрид Dwarf I характеризуется сильной депрессией морфологических признаков (табл. 1). По высоте он уступает родительским формам примерно 5 раз, по длине листьев 2,3-2,4, а площади листьев- 6,2 раза.

Таблица 1. **Морфологические изменения у гибрида Dwarf I и его родительских форм**

N	Образец	Высота растений, см	Длина листа, см	Площадь листьев, $см^2$
1	Frisco ♀	106±2,6	24,0±0,32	78,5±2,5
2	Dwarf I (Frisco x Amby) F_1	20,04±2,25	10,25±0,63	12,55±2,4
3	Amby ♂	99,0±2,5	23,4±0,6	76,9±2,8

Одновременно меняется и анатомическое строение листа. При сильном уменьшении длины и площади листьев число устьиц сократилось в 2,1-2,6 раза, а длина и площадь клеток эпидермиса увеличились (табл. 2).

Такая предетавленность устьичного аппарата свидетельствует о том, что комплементация генов гибридной карликовости ($D_1D_2D_3$) приводит к изменениям морфоструктурной организации мезофилла листа.

Изучение динамики содержания хлорофилла *a*, *b* у летального гибрида Dwarf I (Frisco x Amby F1) в онтогенезе выявило большие различия в темпе их синтеза и накопления (табл. 3).

Таблица 2. Элементы анатомического строения листа гибрида Dwarf I и его родительских форм

N	Образец		Площадь клеток эпидермиса, мм²	Устьица	
				длина, мкм	число на 1 мм²
1	Frisco ♀	в/п*	0,372	55,2±0,8	58,6±1,53
		н/п**	0,602	49,6±0,95	44,8±1,05
2	Dwarf I (Frisco x Amby)F_1	в/п	1,233	65,1±0,1	25,1±0,88
		н/п	1,449	61,9±1,13	17,4±0,5
3	Amby ♂	в/п	0,362	50,3±1,04	55,7±1,02
		н/п	0,510	46,6±1,3	41,6±1,34

* верхняя поверхность, ** нижняя поверхность

Во всех фазах развития у этого гибрида содержание хлорофилла выше, чем у родительских форм. Его максимальный уровень достигается в фазе стеблевания в основном за счет синтеза хлорофилла *a*. В итоге общее содержание хлорофилла в листьях этих гибридов превышало родительские формы примерно в 2,5 раза.

Таблица 3. Динамика содержания хлорофилла у гибридного карлика типа Dwarf I, мг/г сыр.веса

Фаза развития	Frisco ♀				Dwarf I F_1				Amby ♂			
	Хлорофилл											
	a	*b*	*a+b*	*a/b*	*a*	*b*	*a+b*	*a/b*	*a*	*b*	*a+b*	*a/b*
Кущение	1,08± 0,08	0,39± 0,03	1,47	2,75	2,4± 0,17	0,53± 0,02	2,93	4,52	1,05± 0,08	0,38± 0,03	1,43	2,73
Стеблевание	1,62± 0,2	0,59± 0,04	2,20	2,75	4,49± 0,25	0,97± 0,03	5,46	4,60	1,67± 0,13	0,61± 0,04	2,28	2,74
Колошение	1,93± 0,12	0,715± 0,05	2,65	2,7	3,67± 0,24	1,62± 0,06	5,30	2,36	1,91± 0,11	0,7± 0,04	2,61	2,73
Цветение	1,9± 0,12	0,65± 0,05	2,55	2,91	2,8± 0,22	1,47± 0,1	4,27	1,90	1,85± 0,14	0,64± 0,04	2,5	2,88

Известно, что при сокращении расстояния между корнями и листьями усиливается обмен между ними [5]. У гибрида Dwarf I отсутствие стебля и формирование розеточных листьев чрезвычайно сближает корень и листья. Возможно, это является одной из причин усиленного синтеза хлорофилла у Dwarf I.

В фазе колошения у родительских форм отмечается максимальное содержание зеленых пигментов, а у гибридных растений, в связи с началом вымирания, наблюдается небольшой спад суммы хлорофилла *a* и *b* за счет снижения *a*. В противоположность этому уровень хлорофилла *b* достигает максимума.

В фазе цветения содержание хлорофилла у гибрида и его родительских форм снижается. Тем не менее, гибрид по этому показателю превосходит родительские формы в 1.7 раз. В соответствии с происходящими изменениями по фазам развития меняется и соотношение *a/b*. В фазах колошения и цветения соотношение хлорофилла *a/b* закономерно уменьшается, что,

вероятно, связано со старением листьев и сравнительно интенсивным разрушением хлорофилла *a* [5].

Взаимодействие сильных аллелей доминантных комплементарных генов карликовости приводит к нарушению эндогенной регуляции роста, раннему прекращению онтогенетического развития гибридных растений в состоянии травянистых пучков (Dwarf I). В семенах этого гибрида обнаружены вещества антигиббереллиновой природы, а в листьях в фазе трубкования родительских форм наблюдается накопление ингибирующих веществ, количество которых увеличивается в фазе колошения [9]. Предполагается, что накопление ингибирующих веществ препятствует переходу гибридных растений от кущения в следующую фазу развития.

Растения полулетальной формы гибридной карликовости Dwarf II, в отличие от Dwarf I, завершают репродуктивное развитие, образуя небольшое количество щуплых зерновок. Морфологические различия гибрида и его родительских форм представлены в табл. 4.

Таблица 4. **Морфологические показатели гибрида Dwarf II и его родительских форм**

Образец	Высота растений, см	Продуктивная кустистость, шт/раст.	Длина главного колоса, см	Число зерен с главного колоса, шт
Amby ♀	104,9±1,55	4,2±0,25	9,1±0,32	36,0±1,1
Amby x Дельфи F_1	28,7±1,07	5,6±0,43	8,1±0,29	5,2±0,4
Дельфи ♂	124,5±1,62	4,4±0,16	10,9±0,24	42,0±0,7

С начала онтогенеза в фазах кущения и стеблевания у гибрида (Amby x Дельфи) F_1 наблюдается большое накопление хлорофилла, превышающее уровень родительских форм в 1,6-1,8 раза (табл. 5). В этих фазах отмечается интенсивный синтез хлорофилла *a* и некоторое повышение уровня хлорофилла *b*. В фазах колошения, цветения соотношение хлорофилла *a* и *b* значительно снижается (2,8-2,9), хотя сохраняется их повышенное содержание по сравнению с родительскими формами. В этом случае усиленный синтез хлорофилла не обеспечивает нормального развития гибридного организма. Обсуждая возможные физиологические нарушения при проявлении гибридной карликовости, исследователи выяснили, что в семенах гибридов

Таблица 5. **Динамика содержания хлорофилла у гибридного карлика типа Dwarf II, мг/г сыр.веса**

Фаза развития	Amby ♀				Dwarf II F_1				Frisco ♂			
	Хлорофилл											
	a	*b*	*a+b*	*a/b*	*a*	*b*	*a+b*	*a/b*	*a*	*b*	*a+b*	*a/b*
Кущение	1,05±0,08	0,38±0,03	1,43	2,73	2,12±0,15	0,5±0,04	2,62	4,4	1,1±0,08	0,38±0,02	1,48	2,90
Стеблевание	1,67±0,13	0,61±0,04	2,28	2,74	3,0±0,21	0,74±0,03	3,74	4,0	1,74±0,04	0,61±0,04	2,35	2,85
Колошение	1,91±0,11	0,70±0,04	2,61	2,73	4,56±0,28	1,65±0,09	6,21	2,8	1,96±0,11	0,73±0,03	2,70	2,68
Цветение	1,85±0,14	0,64±0,04	2,50	2,88	4,4±0,24	1,52±0,08	5,92	2,9	1,88±0,11	0,66±0,04	2,54	2,85

типа dwarfness (Dwarf II, Dwarf III) имеется сравнительно высокий уровень гиббереллиноподобных веществ. В листьях этих же гибридов в фазе трубкования, наряду со стимуляторами роста, обнаруживаются и ингибиторы, количество которых в фазе колошения очень незначительно [9].

Растения гибрида типа Dwarf III (витальная форма) до фазы кущения развиваются нормально. При полном кущении они характеризуются обильным побегообразованием и светло-зелеными листьями. В конце вегетации гибрид отличается множеством тонких стеблей, мелких колосьев и зерен (табл. 6).

Таблица 6. Морфологические показатели гибрида Dwarf III и его родительских форм

Образец	Высота растений, см	Продуктивная кустистость, шт/раст.	Длина главного колоса, см	Число зерен с главного колоса, шт
Дельфи ♀	124,5±1,62	4,4±0,16	10,9±0.24	42,0±0,68
Дельфи х Бенгаленсе F_1	115,1±2,24	6,7±0,33	7,2±0,32	28,1±0,72
Бенгаленсе ♂	128,7±1,4	4,1±0,24	9,3±0.22	43,0±0.61

Изучение динамики содержания хлорофилла у витального гибрида типа Dwarf III выявило некоторые различия в темпе его синтеза и накопления (табл. 7).

Таблица 7. Динамика содержания хлорофилла у гибридного карлика типа Dwarf III, мг/г сыр.веса

Фаза развития	Дельфи ♀				Dwarf III F_1				Бенгаленсе ♂			
	Хлорофилл											
	a	*b*	*a+b*	*a/b*	*a*	*b*	*a+b*	*a/b*	*a*	*b*	*a+b*	*a/b*
Кущение	1,10± 0,08	0,38± 0,02	1,48	2,90	0,93± 0,05	0,33± 0,01	1,26	2,8	1,12± 0,01	0,39± 0,03	1,50	2,88
Стеблевание	1,74± 0,11	0,61± 0,04	2,35	2,85	1,33± 0,09	0,46± 0,03	1,80	2,9	1,7± 0,13	0,64 0,04	2,30	2,83
Колошение	1,96± 0,11	0,73± 0,03	2,70	2,68	1,92± 0,14	0,71± 0,06	2,63	2,7	1,9± 0,16	0,71± 0,05	2,61	2,67
Цветение	1,88± 0,11	0,66± 0,04	2,54	2,85	1,87± 0,12	0,67± 0,02	2,54	2,7	1,85± 0,16	0,65± 0,04	2,50	2,84

В фазах кущения и стеблевания гибридные растения задерживаются в росте и отстают от родительских форм по содержанию хлорофилла. Перед колошением они быстро поднимаются в росте. В фазе колошения содержание хлорофилла у них повышается, достигая уровня родительских форм, а цветения - у всех образцов наблюдается снижение его уровня.

Таким образом, интенсивность накопления хлорофилла в листьях гибридов определяется типом депрессивности. Карликовый гибрид Dwarf I отличается усиленным синтезом и большим накоплением хлорофилла, что не способствует нормальному завершению онтогенеза гибридных растений. Предполагается, что увеличение ингибирующих веществ в фазе трубкования родительских форм приводит к усилению распада и ослаблению синтеза

хлорофилла *a*. У гибрида Dwarf II близкое расстояние полярно расположенных ассимилирующих систем – корней и листьев, низкий уровень ингибиторов, высокий уровень содержания хлорофилла не обеспечивают нормального хода роста и развития, и они сильно отстают от родительских форм по высоте, зернообразованию и темпу развития (15-20 дней). Вероятно, в этом случае, как и в предыдущем (Dwarf I), у гибридов происходит синтез и накопление неактивных молекул хлорофилла. У витального гибрида Dwarf III, в отличие от Dwarf I и Dwarf II, снижение содержания ингибиторов и повышение уровня хлорофилла наравне с родительскими формами полностью обеспечивают нормальную жизнедеятельность гибридного организма.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Александров В.Г.* Анатомия растений. "Высшая школа", М., 117-118, 1966.
2. *Гавриленко В.Ф., Ладыгина М.Б., Хандобина Л.М.* Большой практикум по физиологии растений. М. "Высшая школа". 392с, 1975.
3. *Генкель П.А.* Физиология сельскохозяйственных растений. Т-IV-физиология пшеницы. Изд. Моск. Ун-та, 553 с., 1965.
4. *Дорофеев В.Ф., Градчанинова О.Д.* Тр. по прикл. бот. генет. и сел. Л., *44*, вып. 1, 57-75, 1971.
5. *Казарян В.О.* Физиологические аспекты эволюции от древесных к травам. Л., Наука, 87, 94, 181, 251, 1990.
6. *Лазаревич С.В.* Весці Акад. аграр. наук Беларуси, 1: 37-39, 1998.
7. Практикум по физиологии растений. Под ред. Третьякова Н.Н., М., 1990, Агропромиздат с. 63, 116, 163.
8. *Садоян Р.Р., Давтян В.А.* Мат-лы XV международного симпозиума "Нетрадиционное растениеводство. Эниология. Экология и здоровье". III с'езд селекционеров. 273-274, 3-10 сентября, Алушта, Симферополь, 2006.
9. *Саркисян Н.С., Петросян А.С.* Тр. АрмНИИЗ, сер. "Пшеница", 1, 28-36, 1978.
10. *Саркисян Н.С., Петросян А.С., Казарян М.Х., Бабаджанян Г.А.* Сб.Науч.Тр. АРМ НИИЗ. Технология возделывания, селекция и семеноводство полевых культур. 1980.
11. *Чайка М.Т., Савченко Г.Е.* Биосинтез хлорофилла в процессе развития пластид. Минск, изд. "Наука и техника", 167с., 1981.
12. *Шульгин И.А.* Растение и солнце, Ленинград, 1973;
13. *Hermsen J.G.* Hybrid dwarfness in wheat. Euphytica, 16.1. 134-162, 1967.

Поступила 04.IV.2007

Биолог. журн. Армении, 1-2 (59), 2007

УДК 712.4 (479.25)

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗЕЛЕНЫХ НАСАЖДЕНИЙ ГОРОДА ГЮМРИ

Ж.А. ВАРДАНЯН*, А.С. ХАЧАТРЯН**, С.С. АЛЕКСАНЯН**

*Институт ботаники НАН РА, 0044, Ереван
**Гюмрийский государственный педагогический институт им. М. Налбандяна, 3126

Зеленые насаждения Гюмри после энергетического кризиса 1990-х годов заметно сократились и на сегодня не могут полноценно выполнять свои функции. Насаждения учебных, дошкольных, лечебных учреждений и жилых кварталов, а также уличные насаждения Гюмри не эффективны. Сегодня наиболее эффективными являются парковые насаждения. Для повышения эффективности зеленых насаждений рекомендуется ассортимент декоративных деревьев и кустарников, отвечающих современным городским условиям.

Գյումրի քաղաքի կանաչ տնկարկները 1990-ական թվականների էներգետիկ ճգնաժամից հետո նշանակալից չափերով կրճատվեցին և այսօր չեն կարող լիարժեքորեն կատարել իրենց դերը: Գյումրի քաղաքի ուսումնական, նախադպրոցական, առողջապահական հաստատությունների և բնակելի թաղամասերի կանաչ տնկարկները, ինչպես նաև փողոցային տնկարկները արդյունավետ չեն: Այսօր համեմատաբար արդյունավետ են հանդիսանում զբոսայգիների տնկարկները: Տնկարկների արդյունավետությունը բարձրացնելու համար առաջարկվում է դեկորատիվ ծառերի և թփերի ցանկատեսակ, որը համապատասխանում է ժամանակակից քաղաքային պայմաններին:

Green plantings of Gyumri after an energy crisis of 1990's were appreciably reduced and for today can not high-grade carry out the functions. Plantings of educational, preschool, medical establishments and inhabited quarters, and also street plantings Gyumri are not effective. For today, the most effective are park plantings. For increase of efficiency of green plantings for each category of plantings the assortment decorative trees and bushes adequate is recommended to modern city conditions.

Зеленые насаждения - рекомендуемый ассортимент

Зеленые насаждения являются неотъемлемой частью городской планировочной структуры и выполняют в ней определенные, весьма важные функции: микроклиматорегулирующую, санитарно-гигиеническую, декоративно-планировочную, рекреационную.

Защитные примагистральные полосы города Гюмри состоят только из одного ряда кустарников, или из деревьев, расположенных далеко друг от друга. Многие участки улиц вообще лишены декоративных насаждений. На примагистральных полосах в основном растут такие пылезадерживающие древесные виды, как вяз, липа, тополь, клен, бирючина и т. д. Состояние примагистральных насаждений хорошее.

Самый большой жилой квартал Ани (6 тысяч квартир), построенный

после землетрясения 1988 года, расположен в северной части города. Декоративные насаждения молодые, немногочисленные и состоят из следующих видов: клен ясенелистный, тополь белый, тополь пирамидальный, ясень обыкновенный, вишня обыкновенная, смородина золотистая, бирючина обыкновенная, роза собачья и т.д. Их состояние хорошее. Три общеобразовательные школы, расположенные в квартале Ани, единственные в городе, где площади зеленых насаждений пришкольных участков соответствуют нормам.

Зеленые насаждения детских садов, лечебных учреждений, техникумов, колледжей и др. в основном находятся в хорошем состоянии.

Материалы и методика. Исследования проводились в течение 2005-2006 годов в уличных, парковых насаждениях, в насаждениях учебных заведений и предприятий города Гюмри, Ширакской области. С помощью визуального обследования выявлен видовой состав и состояние насаждений различных категорий.

Результаты и обсуждение. Как показали исследования, ассортимент древесно-кустарниковых растений, растущих в Гюмри, немногочисленен. Такие дымогазоустойчивые древесно-кустарниковые виды как вяз гладкий, вяз мелколистный, клен ясенелистный, тополь пирамидальный, тополь Болле, ясень обыкновенный, бирючина обыкновенная, дерн белый, жимолость татарская, карагана древовидная, сирень обыкновенная, смородина золотистая, спирея Ванутта, туя западная и т.д. встречаются во всех типах насаждений Гюмри и хорошо растут.

Ель колючая, сосна обыкновенная в уличных насаждениях чувствуют себя хуже, чем в парковых насаждениях.

Такие относительно дымогазоустойчивые древесно-кустарниковые виды, как береза бородавчатая, липа мелколистная, рябина обыкновенная, тополь белый, даже в магистральных уличных насаждениях, хорошо растут.

На ответственных участках улиц и магистралей, у входов в здания растут недекоративные деревья, такие как робиния лжеакация, клен ясенелистный и т.д. В уличных насаждениях довольно часто встречаются плодово-ягодные древесно-кустарниковые виды: вишня, груша, яблоня, смородина и т.д.

На территориях детских садов довольно часто встречаются жимолость татарская, бирючина обыкновенная, снежноплодник, чьи плоды не съедобны; роза собачья, чьи колючки небезопасны для детей. Аналогичная ситуация наблюдается и на территориях других детских учреждений. Кроме того, на территориях школьных участков, которые расположены на магистральных улицах, растут плодовые деревья, чьи плоды весьма опасны, т.к. содержат канцерогенные вещества.

В насаждениях на территориях лечебных учреждений изредка встречается сосна обыкновенная, фитонцидные свойства которых весьма полезны. Наиболее часто встречаются тополь пирамидальный, осина, ива козья. Их семена, разлетаясь, вызывают аллергическую реакцию, что в лечебных учреждениях недопустимо.

В парковых насаждениях, где наиболее благоприятные условия для

произрастания растений, ассортимент декоративных видов довольно скудный. Наибольшее число состоит из недекоративных видов, таких как робиния лжеакация, клен ясенелистный. Такие высокодекоративные древесно-кустарниковые виды, как дуб черешчатый, бархат амурский, липа мелколистная, клен полевой, клен остролистный, рябина обыкновенная, бересклет бородавчатый, боярышник, калина обыкновенная и т.д. встречаются в ограниченном количестве.

На придомовых участках в основном растут плодово-ягодные виды древесных растений.

Исследования показали, что наиболее эффективными зелеными насаждениями являются парковые, т.к. их площадь больше и состояние лучше. Вместе с тем, парки, которые нуждаются в восстановлении, находятся вблизи магистральных улиц и при их даже частичном восстановлении площадь парковых насаждений увеличится еще больше, что в свою очередь увеличит их эффективность.

Целесообразно повысить также эффективность уличных насаждений. На тех участках, где из-за застроек осталось мало зеленых территорий, можно применять нестандартные методы озеленения – контейнерное, вертикальное и т.д.

Увеличение зеленых территорий г. Гюмри целесообразно проводить как восстановлением разрушенных в годы энергетического кризиса парков, так и созданием новых зеленых объектов в тех городских зонах, где не рекомендуется строительство зданий и строений по причине сильной сейсмоактивности.

Условия произрастания деревьев и кустарников в городе надо считать экстремальными, и поэтому при современном уровне урбанизации для повышения эффективности зеленых насаждений различных категорий необходимо выбрать ассортимент древесно-кустарниковых видов, отвечающих современным городским условиям.

Для озеленения **магистральных улиц** г. Гюмри рекомендуется применять *дымогазоустойчивые* древесно-кустарниковые виды. А на **второстепенных улицах**, кроме этих видов, рекомендуется применять *относительно дымогазоустойчивые* древесно-кустарниковые виды [4].

Магистральные трассы районного значения, такие как Гюмри-Азатан, Гюмри-Джаджур, Гюмри-Маисян, можно сказать, не озеленены. На этих трассах встречаются поросли тополя и вяза, очень редко взрослые деревья. Трассы проходят рядом с сельскохозяйственными полями, которые нуждаются в защите от отрицательных факторов. Поскольку однорядные посадки создают незначительный эффект изоляции (снижение концентрации выхлопных газов не превышает 20%), более целесообразно проводить двухрядные посадки (концентрация выхлопных газов снижается до 44%), трех- или четырехрядные посадки (концентрация снижается до 35%, пыли – 1%), [4]. Посадка деревьев в шахматном порядке создает более плотный экран. В первом ряду рядом с проезжей частью целесообразно высадить наиболее устойчивые древесно-кустарниковые виды, а во втором – относительно устойчивые.

Таблица 1. Ассортимент древесно-кустарниковых растений, рекомендуемых для использования в различных категориях зеленых насаждений города Гюмри

Название видов	Ареал естественного произрастания	Декоративность	Категории зеленых насаждений					
			магистральные улицы	второстепенные улицы	лечебные учреждения	детские учреждения	внутриквартальные	парковые
	Хвойные деревья							
1. Биота восточная	Китай, Корея, Маньчжурия	+	+	+	+	+	+	+
2. Ель серебристая	Сев. Амер.	+	+	+	+	-	-	+
3. Ель колючая	Сев. Амер.	+	+	+	+	-	-	+
4. Ель обыкновенная	Южн. Урал	-	-	+	+	-	-	+
5. Лиственница сибирская	Сибирь, обширная территория бывшей СССР	+	+	+	+	-	-	+
6. Можжевельник казацкий	Евр.ч. России, Крым, Кавказ, Южн. Урал, Сибирь, Казахстан, Сев. Монголия	+	+	+	+	+	-	+
7. Можжевельник обыкновенный	Сев. и сред. Евр., Евр.ч России, Сев. Амер.	-	-	+	+	+	-	+
8. Сосна Банкса	Сев. Амер.	-	-	+	+	-	-	+
9. Сосна горная	Зап. Европа	+	+	+	+	-	-	+
10. Сосна обыкновенная	Зап. Европа, Евр.ч. России, Сибирь	-	-	+	+	-	-	+
11. Туя западная	Сев. Амер.	+	+	+	+	-	+	+
	Лиственные деревья							
12. Абрикос обыкновенный	Зап. и Вост. Тянь-Шань, Тибет, Сев. Китай	+	+	+	-	-	+	+
13. Айва продолговатая	Кавказ, Ср. Азия, Туркмения	+	+	+	-	-	+	+
14. Айлант высочайший	Китай	+	+	+	+	+	-	+
15. Береза бородавчатая	Вост. Европа, Сибирь, Алтай, Кавказ	+	+	+	+	+	+	+
16. Береза бумажная	Вост. и ср. ч. Сев. Америки	+	+	+	+	+	+	+
17. Береза Литвинова	Кавказ	+	+	+	+	+	+	+
18. Вишня обыкновенная	В культуре	+	+	+	-	-	+	+
19. Вяз гладкий	Европа, Крым, Предкавк., Англия	+	+	+	-	-	-	+
20. Вяз приземистый	ДВ, Китай, Сибирь	+	+	+	-	-	-	+
21. Вяз шершавый	Европа	-	-	+	-	-		
22. Гледичия обыкновенная	Сев. Америка	+	+	+	-	-	-	+
23. Граб обыкновенный	Крым, Кавказ, Мал., Азия, Иран, Средиземноморье,	+	+	+	-	-	-	+
24. Груша обыкновенная	Зап. и Вост. Европа, Ср. Азия, Англия	+	+	+	-	-	+	+

25. Дуб летний	Зап. Евр., Крым, Кавказ	-	-	+	-	-	-	+
26. Ива белая	Евразия	+	+	+	-	-	-	+
27. Ива козья	Ср. Азия	+	+	+	-	-	-	+
28. Ива ломкая	Европа, Сев. Азия	+	+	+	-	-	-	+
29. Катальпа прекрасная	Сев. Амер.	-	-	+	-	-	-	+
30. Каштан конский обыкновенный	Юг. Балк. п-ова	+	+	+	-	-		
31. Клен гиннала	ДВ, Китай, Корея	+	+	+	-	+	+	+
32. Клен полевой	Евр. ч. России, М. Азия	+	+	+	-	+	+	+
33. Клен татарский	Евразия	+	-	+	-	+	+	+
34. Клен остролистный	Европа, Кавказ, Скандинавия	-	-	+	-	+	-	+
35. Клен ямир	Кавказ, Зап. Евр., М. Азия	-	-	+	-	+	-	+
36. Клен ясенелистный	Сев. Амер.	+	+	+	-	-	-	+
37. Лещина обыкновенная	Скандинавия, Вост. Европа, Кавказ, Сев. Иран, Мал. Азия	-	-	+	-	+	+	+
38. Липа кавказская	Крым, Кавказ, Мал. Азия, Сев. Иран	+	+	+	-	-	-	+
39. Липа крупнолистная	Зап. и Вост. Европа	+	+	+	-	-	-	+
40. Липа мелколистная	Зап. и Вост. Европа, Крым, Кавказ, Урал, Зап. Сибирь	+	+	+	-	-	-	+
41. Лох узколистный	Евразия	+	+	+	-	+	+	+
42. Миндаль обыкновенный	Ср. Азия, Иран, Афганистан, М. Азия	-	-	+	+	+	+	+
43. Осина	Вост. Европа, Крым, Кавказ, ДВ, Казахстан	+	-	+	+	-	-	+
44. Орех грецкий	Балканы, Мал. Азия, Ср. Азия	+	+	+	+	+	+	+
45. Птелея трехлистная	Сев. Америка	-	-	+	+	+	-	+
46. Робиния клейкая	Сев. Америка	+	+	+	-	-	-	+
47. Робиния лжеакация	Сев. Америка	+	+	+	-	-	+	+
48. Рябина обыкновенная	Зап. и Вост. Европа, Крым, Кавказ, Мал. Азия, Сев. Африка	+	+	+	-	-	+	+
49. Слива колючая, терн	Евразия	-	-	+	-	+		
50. Слива культурная	В культуре	+	-	+	-	-	+	+
51. Слива растопыренная	Евразия	-	-	+	-	-	+	+
52. Тополь бальзамический	Сев. Америка	+	+	+	-	-	-	+
53. Тополь белый	Евразия	+	+	+	-	-	-	+
54. ТопольБолле	Ср. Азия	+	+	+	-	+	+	+
55. Тополь канадский	Сев. Америка	+	+	+	-	-	-	+
56. Тополь лавролистный	Сибирь	+	+	+	-	-	-	+
57 Тополь пирамидальный	Афганистан	+	+	+	-	-	-	+
58. Тополь серебристый	Вост. Европа, Крым, Кавказ, Мал. Азия, Балк. п-ов	+	+	+	-	-	-	+
59. Тополь черный, осокорь	Зап. и Вост. Европа, Кавказ, Вост. Сибирь	+	+	+	-	-	-	+
60. Черешня обыкновенная	Сев. Амер.	+	+	+	-	-	+	+
61. Шелковица белая	Япония, Китай, Индия	+	+	+	-	-	-	+
62. Яблоня домашняя	Австрия	+	+	+	-	-	+	+
63. Яблоня ягодная	Китай	+	+	+	-	-	+	+
64. Ясень обыкновенный	Евразия	+	+	+	-	-	-	+
65. Ясень зеленый	Сев. Амер.	+	+	+	-	-	-	+

	Лиственные кустарники							
66. Барбарис обыкновенный	Балканы	+	+	+	+	-	+	+
67. Барбарис Тунберга	Япония, Китай	+	+	+	+	-	+	+
68. Бархат амурский	ДВ. Китай, Корея	+	+	+	+	+	-	+
69. Бересклет Бунге	Китай	+	+	+	-	-	+	+
70. Бересклет европейский	Европа, Крым, Кавказ, Мал. Азия, Скандинавия	+	+	+	-	-	+	+
71. Бирючина обыкновенная	Центр. Европа	+	+	+	-	-	+	+
72. Боярышник колючий	Зап. Европа	+	+	+	-	-	-	+
73. Боярышник черный	Зап. Европа	+	+	+	-	-	+	+
74. Будлея Давида	Япония, Корея	+	+	+	-	+	+	+
75. Бузина красная	Зап. и Вост. Европа, Предкавказье	+	+	+	-	-	+	+
76. Жестер Палласа	Кавказ, Мал. Азия, Иран	+	+	+	-	-	+	+
77. Жимолость обыкновенная	Зап. Европа, Скандинавия	+	+	+	-	-	+	+
78. Жимолость татарская	Евразия	+	+	+	-	-	-	+
79. Калина обыкновенная	Европа, Кавказ, Сибирь, Ср. Азия, Мал. Азия, Сев. Африка	+	+	+	-	-	+	+
80. Карагана древовидная	Сибирь, Монголия	+	+	+	-	-	+	+
81. Кизильник блестящий	Даурия, Вост. Сибирь	+	+	+	-	-	+	+
82. Пузыреплодник калинолистный	Сев. Амер.	+	+	+	-	-	+	+
83. Малина обыкновенная	Евразия, Ср. Азия	+	-	+	-	-		
84. Роза многоцветковая	Китай, Корея, Япония	+	+	+	-	-	+	+
85. Роза морщинистая	ДВ. Сев. Китай, Корея, Япония	+	+	+	-	-	+	+
86. Роза собачья	Евразия	+	+	+	-	-	-	+
87. Свидина белая	Сев. Евразия	+	+	+	-	-	+	+
88. Свидина кроваво-красная	Прибалтика, Юг России, Крым, Кавказ, М. Азия	+	-	+	-	-	+	+
89. Сирень венгерская	Европа	+	+	+	-	+	+	+
90. Сирень обыкновенная	Центр. Европа	+	+	+	-	+	-	+
91. Смородина золотая	Сев. Амер.	-	-	+	-	-	+	+
92. Смородина черная	Прибалтика, Сев-Вост. Европа	-	-	+	-	-	-	+
93. Снежноплодник белый	Сев. Амер.	+	+	+	-	-	+	+
94. Спирея Бумольда	Гибрид	+	+	+	-	-	+	+
95. Спирея Вангутта	Центр. и Зап. Китай	+	+	+	-	-	+	+
96. Сумах дубильный	Кавказ, Крым, М. Азия, Ирак, Средиземноморье	+	+	+	-	-	+	+
97. Форзиция промежуточная	В культуре	+	+	+	-	-	+	+
98. Черемуха обыкновенная	Зап. и Вост. Европа, Кавказ, Турция, Афганистан, Гималаи	+	+	+	+	+	+	+
	Вечнозеленые кустарники							
99. Самшит вечнозеленый	Алжир, Сев. и Вост. Испания, Юж. и Центр. Франция, Македония	+	+	+	+	-	+	+
	Лианы							
100. Виноград культурный	Европа, Зап. Азия, Сев. Африка,	+	-	+	+	-	+	+
101. Виноград девичий пятилисточковый	Сев. Америка	+	+	+	+	-	-	+

Ассортимент древесно-кустарниковых растений при **лечебных учреждениях** рекомендуется составлять в основном из фитонцидных растений. Ассортимент древесно-кустарниковых растений при **детских учреждениях** рекомендуется составлять из неколючих и неядовитых растений. А при детских учреждениях, расположенных вблизи магистральных улиц, из неплодовых видов во избежание отравления токсичными веществами, накапливающимися в плодах и ягодах. Ассортимент древесно-кустарниковых растений, рекомендуемых для использования в различных категориях зеленых насаждений г. Гюмри, показан в табл. 1 [1, 2].

Деревья и кустарники распределены по флористическим областям происхождения (табл. 2) [1, 3].

Таблица 2. **Распределение деревьев и кустарников по флористическим областям происхождения и жизненным формам**

Флористические области распространения	Хвойные	Лиственные деревья	Лиственные кустарники	Лианы	Вечнозеленые кустарники
Северная Америка	7	13	3	1	1
Восточная Азия (ЮВ. Япония, Китай)	2	8	12	0	0
Европа	2	8	10	1	1
Евразия (Европ. часть России, Вост. Европа, Зап. Европа, Сибирь)	4	16	9	0	0
Сибирь	0	1	1	0	0
Кавказ, Малая Азия	1	5	7	1	0
Средняя Азия	0	7	0	0	0
Средиземноморье	0	1	1	0	0
Гималаи	0	0	1	0	0
Гибриды и садовые формы	0	2	3	1	0

Исходя из данных, показанных в табл. 2, можно сделать вывод, что подавляющее большинство ассортимента древесно-кустарниковых растений, рекомендованного для использования в различных категориях зеленых насаждений г. Гюмри, произрастает в следующих флористических областях: Евразия, Восточная Азия, Северная Америка.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аннотированный каталог деревьев и кустарников ботанических садов и дендропарков АрмССР, Бюллетень ботанического сада №27. Изд-во АН Арм ССР, Ереван, 1985.
2. *Арутюнян Л.В.* Бюллетень ботанического сада Изд-во АН Арм ССР, Ереван, 1966.
3. *Варданян Ж.А.* Деревья и кустарники Армении в природе и культуре, Институт ботаники АН Армении, Ереван, 2003.
4. *Грохольская В.С.* О подборе ассортимента древесных растений для озеленения населенных мест. Академия строительства и архитектуры СССР. М., 1962.

Поступила 14.III.2007

Համառոտ հաղորդագրություններ • Краткие сообщения • Short communications

Биолог. журн. Армении, 1-2 (59), 2007

УДК 575.224.4:579.77

ПОЛУЧЕНИЕ МУКОИДНЫХ ШТАММОВ У *LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS* С ПОМОЩЬЮ *p*-ФТОРФЕНИЛАЛАНИНА

А.А. БАРСЕГЯН, Н.Г. ГРИГОРЯН, А.В. МАРУТЯН, Г.Г. ОГАНЕСЯН

Институт микробиологии НАН Армении, 2201 Абовян, Армения

On solid media *Lactobacillus acidophilus* INMIA-9602 forms plane, crumby colonies. In presence of p-fluorophenylalanine (FPA; 1.5×10^{-4} M) the colonies become moderately mucoid. Approximately 15% clones keep their mucoidy through many generations. Fermented milk from mucoid mutants characterized by pleasant taste and stable, dense clot.

Молочнокислые бактерии - внеклеточные полисахариды - мукоидные мутанты - p-фторфенилаланин - Lactobacillus acidophilus

Внеклеточные полисахариды (ВПС), продуцируемые молочнокислыми бактериями (МКБ), предотвращают синерезис при ферментации молока, придают приятный вкус и улучшают текстуру молочных продуктов [4]. Бактериальные штаммы, обильно синтезирующие ВПС, на твердых средах образуют мукоидные (ослизненные) колонии. Синтез ВПС зависит как от генетических, так и от внешних факторов, таких как состав питательных сред, температура, влажность, pH, физиологическое состояние клеточной популяции и др. [2, 5]. Наибольший выход ВПС наблюдается при низких температурах, когда бактериальный рост сильно замедлен [6]. Способные включаться в структуру белков аналоги аминокислот, приводящие к их термолабильности, ранее были использованы для изучения контроля биосинтеза ВПС [7]. В присутствии субингибирующих доз таких аналогов, в частности *p*-фторфенилаланина (ФФА), клетки *Escherichia coli* на синтетической среде образовывали мукоидные колонии. Была показана способность ФФА не только стимулировать биосинтез ВПС, но и индуцировать образование стабильных мукоидных мутантов у *Streptococcus cremoris* [2].

Широко известный лечебно-профилактический кисломолочный продукт "Нарине" обладает сильно тягучей консистенцией, однако культура *Lactobacillus acidophilus* ИНМИА-9602, служащая закваской для получения этого продукта, не образует слизистых колоний на твердых питательных средах, в том числе приготовленных на молочной основе.

Целью настоящей работы было изучение влияния ФФА на биосинтез ВПС и индукцию мукоидных мутантов у *L. acidophilus* ИНМИА-9602.

Материал и методика. Культуру *L. acidophilus* ИНМИА-9602 получили из РЦДМ, г. Абовян РА. Питательные среды, использованные в работе: $LAPT_g$ [2], ESM (Enriched skimmed milk) [3] и MIA (Milk indicator agar) [1]. Среды $LAPT_g$ и ESM при необходимости уплотняли 1,5%-ным агаром. Для индукции мукоидных колоний бульонную культуру высевали на чашки со средами, содержащими различные концентрации ФФА, и инкубировали при разных температурах.

Результаты и обсуждение. *L. acidophilus* ИНМИА-9602 на агаризованных средах образует плоские, рыхлые колонии. Для получения мукоидных мутантов, 12-часовую культуру *L. acidophilus* ИНМИА-9602 титром $5\text{-}8\text{x}10^7$ высевали на ФФА, содержащий среды $LAPT_g$, ESM и MIA, с таким расчетом, чтобы на чашках выросло не более 50-и колоний, и инкубировали при 28° и 37°. Так как перенос с высокой температуры на более низкую способствует повышению продукции ВПС [5], часть чашек после 5 ч выдерживания при 37° переносили на 28°. Ориентировочные дозы ФФА был взяты из литературы, их меняли с таким расчетом, чтобы они замедляли, а не подавляли рост клеток. Таковыми оказались концентрации $8{,}0\text{x}10^{-5}$М и $1{,}5\text{x}10^{-4}$М. Выросшие колонии были подразделены на немукоидные, плоско-рыхлые (ПР), слабомукоидные, гладковыпуклые (ГВ) и умеренно мукоидные (УМ) (табл.).

Таблица. **Частота получения мукоидных мутантов *L. acidophilus* ИНМИА-9602 в зависимости от состава питательной среды, температуры и концентрации ФФА**

Среды	Концентрация ФФА, М	Количество выросших колоний	Доля ПР, ГВ и УМ колоний, выросших на различных средах и разных температурах, %								
			37°			28°			37° → 28°		
			ПР	ГВ	УМ	ПР	СМ	УМ	ПР	СМ	УМ
$LAPT_g$	0	672	100	0	0	100	0	0	100	0	0
	$8{,}0\text{x}10^{-5}$	586	100	0	0	100	0	0	98	2	0
	$1{,}5\text{x}10^{-4}$	644	100	0	0	96	4	0	92	8	0
ESM	0	532	100	0	0	99	1	0	98	2	0
	$8{,}0\text{x}10^{-5}$	618	99	1	0	97	3	0	63	35	0
	$1{,}5\text{x}10^{-4}$	590	98	2	0	79	19	2	49	45	6
MIA	0	623	100	0	0	98	2	0	96	4	0
	$8{,}0\text{x}10^{-5}$	584	97	3	0	95	5	0	40	58	2
	$1{,}5\text{x}10^{-4}$	620	84	16	0	54	40	6	22	63	15

Как видно из табл., на всех средах среднее количество выросших колоний, независимо от температуры и концентрации ФФА, было примерно одинаково, тогда как соотношение ПР, ГВ и УМ колоний сильно варьировало в зависимости от состава питательной среды. Наибольший выход мукоидных мутантов был отмечен на среде MIA, тогда как на среде $LAPT_g$ вовсе отсутствовали мукоидные колонии.

Другим важным фактором, влияющим на выход слизистых колоний,

оказалась температура. Так, в отсутствие ФФА все выросшие при обеих температурах колонии в основном были ПР, но при температурном переносе с 37° на 28° на средах ESM и MIA 2-4% становились ГВ. При указанных температурах образования мукоидных колоний без ФФА не наблюдалось. Добавление ФФА приводило к образованию ГВ колоний на средах LAPT и ESM, а на среде MIA - к образованию также около 2% УМ колоний. Наибольший выход УМ колоний был зафиксирован при концентрации ФФА $1.5x10^{-4}$М на среде MIA, около 6% при 28° и более 15% при температурном переносе. Соответственно увеличивался также выход ГВ колоний, до 50%-60%.

Для проверки стабильности мукоидной морфологии колоний отобранные УМ клоны трижды пересевали на исходные среды без ФФА. В этих условиях среди отобранных штаммов более 60% сохраняли мукоидную морфологию. Закваски, приготовленные с использованием мукоидных культур, придавали приятный вкус и улучшали текстуру заквашенного молока. Большинство мутантов обладало более высокой молокосвертывающей активностью по сравнению с исходной культурой.

Таким образом, было показано, что с помощью *p*-фторфенилаланина у штамма *L. acidophilus* ИНМИА-9602 можно получать стабильные мукоидные клоны, обладающие более высокими технологическими показателями, чем родительский штамм.

ЛИТЕРАТУРА

1. *De Vuyst L., Bart Degeest* FEMS Microbiology Reviews, *23*, 153-177, 1999.
2. *Forsen R., Veli-Mies Haiival* FEMS Microbiology Letters, *70*, 2., 409-413, 1981.
3. *Gamar-Nourani L., Blondeau K., Simonet M.* J. Appl. Microbiology, *85*, 4, 664-671, 1998.
4. *Grobben G.J., Smith M.R., Sikkema J., de Bont J.A.M.* Appl. Microbiol. Biotechnol. *46*, 279-285, 1996.
5. *Kang S., Markovitz A.* J.Bacteriol. *93*, 2, 584-591, 1967.
6. *Vaningelgem F., Medana Zamfir, Fernanda Mozzi, Tom Adriany, Marc Vancanneyt, Jean Swings, Luc De Vuyst* Appl. Environ. Microbiol. *70*, 2 , 900-912, 2004.
7. *Vedamuthu E.R., Neville, J.M.* Appl. Environ. Microbiol. *51*, 677-682, 1986.

Поступила 17.IV.2007

Հայաստանի Գիտությունների Ազգային Ակադեմիա, Հայաստանի Կենսաբանական Հանդես
Национальная Академия Наук Армении, Биологический Журнал Армении
National Academy of Sciences of Armenia, Biological Journal of Armenia

Биолог. журн. Армении, 1-2 (59), 2007

УДК 612.821.6

ОБ ИЗМЕНЕНИЯХ ПОВЕДЕНИЯ МЫШЕЙ ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ ГИМЕНОЛЕПИДОЗЕ

Г.Т. САРКИСОВ, Ф.А. ЧУБАРЯН, Р.А. ПЕТРОСЯН, Л.М. КАРАПЕТЯН

Институт зоологии НАН Армении 375014, Ереван

The behaviour of white mice in the test of «anxiety» (light-dark box) in a month after their infestation by helminths *Hymenolepis diminuta* was investigated. Experiments have shown an increased level of «anxiety» at infested animals.

Гименолепидоз - модель «тревожности» - белые мыши

Среди симптомов, наблюдаемых в клинике при гельминтозе [3], можно выделить два типа нарушений, имеющих отношение к высшей нервной деятельности.

1. Нарушения при организации мотивационно-эмоциональных реакций.

2. Нервно-психические расстройства (подавленность психической деятельности, спутанность мыслей, нарушения памяти, общее понижение интеллекта).

Однако вопрос о влиянии инвазии гельминтами на высшую нервную деятельность (поведение) животных остается практически неизученным. В этой связи представляют особый интерес данные об ослаблении серотонинергической системы у инвазированных гельминтами животных [2], что предполагает влияние инвазии на определенные формы поведения.

В настоящем сообщении представлены результаты проведенных нами исследований влияния экспериментального гименолепидоза на поведение животных.

Материал и методика. Опыты проводились на 8 беспородных белых мышах (возраст 3-4 месяца).

Предварительно тестировали поведение животных в черно-белой камере (модель «тревожности») [4]. Мышь помещали в камеру, разделенную на два отсека – большой светлый (60 лк) и малый темный. В течение 300 с регистрировали латентный период ухода из большого отсека, число переходов между отсеками и время пребывания в каждом из них. Полученные данные служили контролем. Далее животных подвергали экспериментальному заражению *Hymenolepis diminuta*, в дозе 50 яиц per os.

Так как результаты овоскопических исследований фекалий на 20 и 25 дни после заражения оказались негативными, всех животных повторно заразили в дозе 25 яиц per os.

Перед вскрытием повторно тестировали поведение всех подопытных животных в черно-белой камере. Контрольное вскрытие мышей через месяц после повторной инвазии выявило заражение у 4-х особей, т.е. экстенсивность инвазии составляла 50% при интенсивности 2-6 экз. Показатели поведения инвазированных мышей сравнивались с контрольными данными. Поведенческие показатели, полученные на незразившихся мышах при повторной инвазии, служили дополнительным контролем, что позволяло исключить

возможное влияние привыкания, возникающего вследствие повторного тестирования поведения животных в одних и тех же условиях опыта.

При статистической обработке результатов использовали непараметрический критерий «*U*» Манна-Уитни.

Результаты и обсуждение. Сравнение показателей поведения зараженных при повторной инвазии и контрольных животных показало, что инвазия гельминтами существенным образом не влияла на отдельные показатели поведения мышей в черно-белой камере (время пребывания в отсеках, латентный период) (рис. 1.) Вместе с тем, анализ указанных показателей выявил значительное увеличение у инвазированных животных вариабельности времени пребывания в отсеках, по сравнению с контрольной группой. Так, если до экспериментального заражения коэффициент вариации (V) времени пребывания в черном отсеке составлял 27,63%, то у инвазированных мышей - 71,9% ($p < 0,05$).

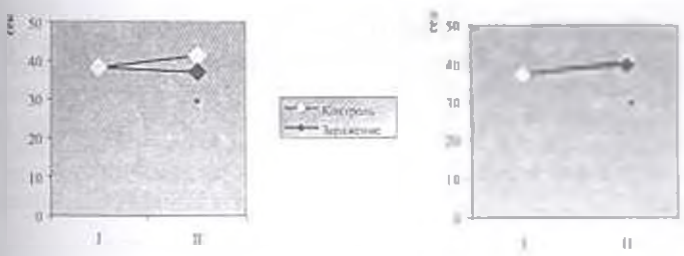


Рис. 1. Время пребывания в черном отсеке (А) и латентный период ухода из большого отсека (Б). I – до экспериментального заражения; II – перед вскрытием животных. * - $p > 0.05$

Кроме того, у инвазированных мышей было выявлено уменьшение числа переходов, по сравнению с контролем (рис. 2), что можно рассматривать как усиление тревожности [1,4]. Заметим, что уменьшение переходов между черным и белым отсеками обычно отмечается у мышей под влиянием психогенов – препаратов, вызывающих тревогу [5].

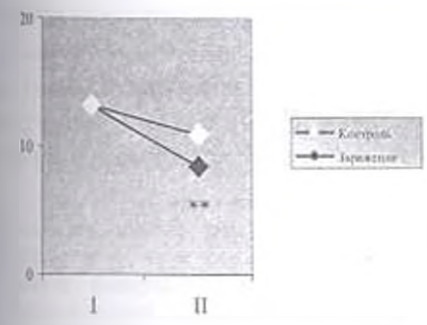


Рис. 2. Число переходов между отсеками I – до экспериментального заражения; II – перед вскрытием животных. ** - $p < 0.01$

Таким образом, полученный материал предполагает постановку вопросов, которые могут служить основой для дальнейших исследований.

1. Можно ли наблюдаемые изменения поведения квалифицировать как ранние проявления заболевания животного или же как проявления защитной реакции организма.

2. При проведении исследований мы столкнулись с фактом повышенной устойчивости

к гименолепидозу у мышей. Очевидно, следует допустить, что наблюдаемое проявление резистентности к инвазии является врожденным, иначе генетически обусловленным феноменом. Вместе с тем, нельзя исключить, что и определенные внешние раздражители в процессе взаимодействия животного с окружающей средой способны инициировать изменения иммунного состояния организма. В частности, вызывает определенный интерес вопрос о влиянии изменений в организме животного, вызванных эмоциональным стрессом, на его устойчивость к гельминтозу.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Лапин И.П.* Эксп. клин. фармакол., *63*, 3, 58-62, 2000.
2. *Теренина Н.Б., Мовсесян С.О., Малютина Т.А.* Актуальные проблемы паразитологии. Труды института паразитологии РАН. *XLII*, 280-282, 2000.
3. *Чебышев Н.В., Богоявленки Ю.К., Гришина Е.А.* Гельминтозы. Медицина. 240с., 1998.
4. *Crawley J.N.* Pharmacol. Biochem. Behav. *15*, 4, 695-699, 1981.
5. *Crawley J.N., Skolnic P., Paul S.M.* Neuropharmacology. *23*, 5, 531-537, 1984.

Поступила 11.X 2006

Հայաստանի Գիտությունների Ազգային Ակադեմիա, Հայաստանի Կենսաբանական Հանդես
Национальная Академия Наук Армении, Биологический Журнал Армении
National Academy of Sciences of Armenia, Biological Journal of Armenia

Биолог. журн. Армении, 1-2 (59), 2007

УДК 577.856:612.017

О СОДЕРЖАНИИ БЕЛКА ПРОТЕОЛИПИДОВ В ТКАНЯХ ИММУННОЙ СИСТЕМЫ

Т.И. КАЗАРЯН, Л.Г. КИРАКОСЯН, К.Г. МАНУКЯН, К.Л. ЛЕВОНЯН, А.А. СТЕПАНЯН

Институт биохимии им. Г.Х.Буниятяна НАН РА, 0014, Ереван

The content of hydrophobic integral membrane proteins - proteolipids (PL) was studied in tissues of immune system of some representatives of mammalia. It was shown that PL are present in quite definite amounts, comparable with other organs, in all tissues of immune system studied. Concentration of PL proteins (PLP) was higher in lymphatic node (cattle) – 1,73 mg/g of fresh tissue, somewhat lower in spleen (2,5, 4,0 months old rats) and nearly 4-5 times lower in thymus of rats (2,5, 4,0 months old) and rabbits (3,0, 5,0 months old). Per cent of PLP in total proteins of immune system tissues was somewhat higher than in majority of other organs.

Ткани иммунной системы - белки протеолипидов

Типично внутренним гидрофобным мембранным белкам – протеолипидам (ПЛ) и связанным с ними липидам придается важная роль в структуре и функциях клеточных мембран нервной ткани (особенно миелина, очень богатого этими соединениями) и других тканей животных, а также растительных и микробных клеток [3, 5, 7]. В настоящее время накопился ряд данных, свидетельствующих о том, что ПЛ белки (ПЛБ) миелина, наряду с основными белками, являются антигенами экспериментального аллергического энцефаломиелита у животных и возможными антигенами – мишенями в аутоиммунном ответе при рассеянном склерозе у человека [3, 5]. В связи с изложенным, в ходе исследований, направленных на выявление характерных особенностей ПЛ из разных органов и их субклеточных образований, представляло интерес изучение особенностей ПЛ, выделенных из тканей иммунной системы. В настоящем сообщении представлены полученные нами данные относительно содержания ПЛБ в селезенке, тимусе и лимфатическом узле некоторых представителей млекопитающих.

Материал и методика. В опыте использовали тимус и селезенку 2,5- и 4,0-месячных беспородных белых крыс, тимус 3- и 5-месячных кроликов и лимфатический узел (подмышечный) крупного рогатого скота. Ткани на льду тщательно очищали от крови и оболочек, размельчали до однородной кашицы и гомогенизировали в стеклянном гомогенизаторе с 19-кратным по отношению к массе ткани объемом смеси хлороформ : метанол 2:1. Из гомогената брали пробы для определения общего белка ткани, после чего гомогенат фильтровали через стеклянный фильтр N 2. Полученные липидные экстракты, содержащие ПЛ, промывали по методике, описанной ранее [2]. Из промытых липидных экстрактов брали пробы для определения ПЛБ. Содержание ПЛБ и общего белка ткани определяли по методу [6]. Хлороформ и метанол, применявшиеся в опытах,

были дважды перегнаны. Статистическую обработку результатов проводили по критерию Стьюдента-Фишера.

Результаты и обсуждение. Исследования показали, что ПЛ присутствуют в совершенно определенных количествах во всех изученных тканях иммунной системы (табл.1). Поскольку данные для тимуса и селезенки взятых в опыт двух возрастных групп крыс (2,5 и 4-месячных), а также тимуса 3 и 5-месячных кроликов в общем совпадали, они рассчитаны вместе. Содержание ПЛБ было выше в лимфатическом узле (крупный рогатый скот), несколько ниже в селезенке (крыса) и в четыре и более раз ниже в тимусе половозрелых крыс и кроликов. Из таблицы видно, что на долю ПЛБ приходится лишь небольшой процент суммарных белков исследованных тканей. Содержание ПЛБ было сравнительно выше в суммарных белках лимфатического узла – около 2%. В селезенке и тимусе оно было значительно ниже.

Таблица 1. **Содержание ПЛБ и общего белка в тканях иммунной системы некоторых представителей млекопитающих**

Орган Животное Возраст	Общий белок, мг/г влажной массы	ПЛБ	
		мг/г влажной массы	мг/100 мг общего белка
Селезенка			
Крыса (2,5, 4 мес.)	159,81±4,43 (9)*	1,38±0,11 (8)	0,86
Тимус			
Крыса (2,5, 4 мес.)	67,04±2,29 (9)	0,45±0,03 (10)	0,67
Кролик (3, 5 мес.)	58,45±1,11 (12)	0,35±0,01 (8)	0,60
Лимфатический узел			
Крупный рогатый скот	83,76±1,21 (14)	1,73±0,18 (7)	2,06

* В скобках число опытов.

Приводим для сравнения некоторые из полученных нами ранее данных относительно содержания ПЛБ в различных органах крысы [1]. Концентрация ПЛБ была высокой в головном мозге – 5,45 мг/г влажной массы, несколько низкой в сердце - 4,35 мг/г, затем в почках - 2,88 мг/г. В печени содержание ПЛБ было ниже, чем в почках - 2,08 мг/г, в надпочечниках оно равнялось 1,11 мг/г, а в скелетной мышце (смешанной) - 0,52 мг/г влажной массы. ПЛБ составляли относительно высокий процент от общих белков ткани только в головном мозге - 4,78%. В других органах их содержание в суммарных белках было значительно ниже: в сердце - 2,4%; почках - 1,8%; печени - 1,1%, надпочечниках - 0,87%, а в скелетной мышце - 0,28%.

Сопоставление этих данных с представленными в настоящей работе результатами (табл.1) показывает, что в тканях иммунной системы содержатся вполне сравнимые с другими изученными органами количества ПЛ. Содержание ПЛБ в лимфатическом узле крупного рогатого скота было лишь несколько ниже, чем в печени крысы, а в селезенке оно было выше, чем в надпочечниках. Интересно отметить, что содержание ПЛБ в суммарных белках лимфатического узла (2,06%) было выше соответствующих показателей

для почек, печени, надпочечников и скелетной мышцы крысы. В тимусе также процент ПЛБ в общих белках был выше по сравнению с другими тканями, имеющими сходное содержание ПЛБ в мг/г влажной массы. Дальнейшие исследования покажут, с какими клеточными элементами тканей иммунной системы связано это сравнительно высокое содержание ПЛБ в их суммарных белках.

Полученные данные относительно содержания ПЛБ в тканях иммунной системы представляют интерес в связи с работами последних лет, где показана экспрессия ПЛБ миелина в клетках этих тканей. Долгое время полагали, что белки миелина присущи только центральной нервной системе, так как находятся за гемато-энцефалическим барьером и не могут войти в контакт с иммунной системой. Однако в настоящее время показана экспрессия изоформы главного ПЛБ миелина – белка ДМ-20 в селезенке и тимусе 28-недельного эмбриона человека [8], а также экспрессия главного ПЛБ миелина в тимусе и лимфатическом узле взрослых Balb/c мышей. Экспрессия ПЛБ в тимусе выявлялась в основном в макрофагах и в меньшей степени в В-клетках, а в лимфатическом узле, наоборот, в В-клетках, но и в присутствующих в небольшом количестве макрофагах [9]. Показано также, что экспрессия миелиновых антигенов, в частности главного ПЛБ миелина в тимусе, играет ключевую роль в восприимчивости и резистентности мышей определенных линий к аутоиммунным заболеваниям центральной нервной системы [4].

Данных относительно содержания ПЛБ в тканях иммунной системы нами в литературе не обнаружены. Можно думать, однако, что в этих тканях, кроме миелиновых ПЛ, присутствуют, несомненно, и ПЛ других клеточных мембран, дальнейшее выделение и изучение которых будет способствовать выявлению особенностей химического строения клеточных и субклеточных элементов тканей иммунной системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Киракосян Л.Г., Манукян К.Г., Левонян К.Л.* Биолог. журн. Армении, *34*, 8, 789-794, 1981.
2. *Манукян К.Г., Левонян К.Л., Степанян А.А., Киракосян Л.Г., Казарян Т.И.* В сб.: Вопросы биохимии мозга, *12*, 68-80, Ереван, 1977.
3. *Манукян К.Г., Степанян А.А., Левонян К.Л., Казарян Т.И., Киракосян Л.Г.* Нейрохимия, *15*, 1, 36-44, 1998.
4. *Kuchroo V.K., Illes Z., Reddy J.* J. Neurochem. *85*, Suppl. 1, CO1-04, 2003.
5. *Lees M.B.* Neurochem. Res. *23*, 3, 261-271, 1998.
6. *Lees M.B., Paxman S.* Anal. Biochem. *47*, 2, 184-192, 1972.
7. *Lees M.B., Sakura D.J., Sapirstein V.S., Curatolo W.* Biochim. Biophys. Acta, *553*, 2-3, 96-107, 1979.
8. *Pribyl T.M. Campagnoni C.W., Kampf K., Kashima T., Handley V.W., McMahon J., Campagnoni A.T.* J. Neurochem. *64*, Suppl. S4B, 1995.
9. *Pribyl T.M., MacKenzie-Graham A., Kampf K., Campagnoni C., Vaskuhe R.*, Campagnoni A.T. J. Neurochem. *69*, Suppl. S84A, 1997.

Поступила 22.XI.2006

Հայաստանի Գիտությունների Ազգային Ակադեմիա, Հայաստանի Կենսաբանական Հանդես
Национальная Академия Наук Армении, Биологический Журнал Армении
National Academy of Sciences of Armenia, Biological Journal of Armenia

Биолог. журн. Армении, 1-2 (59), 2007

УДК 577.3

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО ПОЛЯ НА ЭЛЕКТРОКИНЕТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ЭРИТРОЦИТОВ

Г.А. ПОГОСЯН, Г.В. СААКЯН, Г.Г. АРЦРУНИ

НИЦ ЕрГМУ им. М. Гераци, 0025

The *in vitro* influence of electrostatic field with 200 kV/m tension on the electrophoretic motility of red cells of white outbreed rats was investigated. The electrokinetic potential of cells and the membrane surface charge were calculated. The electrokinetic potential of cells and the membrane surface charge are changed under the influence of electrostatic field with 200 kV/m tension.

Электростатическое поле - электрокинетический потенциал - поверхностный заряд

Исследования электрофоретической подвижности эритроцитов (ЭФПЭ) позволяют оценить их электрокинетический потенциал и судить о величине поверхностного заряда на мембране эритроцита. К настоящему времени известно, что изменение ЭФПЭ в основном связано либо с экранированием отрицательно заряженных поверхностных остатков, либо с перераспределением зарядов по глубине гликокаликса, сопровождающимся изменением влияния отдельных групп на величину электрокинетического потенциала [6, 7].

Ранее нами был предложен механизм действия внешних электростатических полей (ЭСП) на мембранные структуры, согласно которому при наложении внешних ЭСП происходит изменение объемной плотности зарядов в пределах бислоя, перераспределение плотности зарядов на поверхности слоев с различной проводимостью [1], что, несомненно, должно привести к изменениям ЭФПЭ и поверхностного заряда на мембране эритроцита.

В представленной работе приводятся данные по исследованию *in vitro* влияния внешних ЭСП на электрокинетический потенциал и поверхностный заряд эритроцитов.

Материал и методики: Объектом исследования служила стабилизированная оксалатом натрия эритроцитарная масса крови белых беспородных крыс массой 120-150 г. Использованные в опытах эритроциты дважды отмывали 0,9 %-ным раствором хлористого натрия, а затем буфером Серенсена центрифугированием при 1500 об/мин в течение 5 мин. В каждой серии экспериментов эритроцитарную массу подвергали 10-минутному воздействию внешних ЭСП напряженностью 200кВ/м в специальной камере [2] при комнатной температуре. Контролем служили эритроциты, находящиеся в тех же условиях в течение 10 мин без ЭСП-воздействия. ЭФПЭ оценивали под микроскопом по

общепринятой методике [14] ξ- потенциал вычисляли по формуле:

$$\xi = 140\varpi,$$

где ϖ – электрофоретическая подвижность клетки. Значение поверхностного заряда σ эритроцитов вычисляли по формуле:

$$\sigma = \eta\varpi / r + 1/k,$$

где η - вязкость дисперсной среды, r - средняя величина радиуса противоиона, 1/k- толщина двойного электрического слоя.

Результаты обрабатывали статистически с использованием t-критерия Стьюдента.

Результаты и обсуждения: Как следует из табл.1, *in vitro* действие внешнего ЭСП напряженностью 200 кВ/м на эритроциты белых беспородных крыс приводит к изменению их ξ-потенциала и поверхностного заряда. Так, на протяжении 60 мин измерений после действия поля исследуемые параметры для контрольных эритроцитов направленно снижаются, что как по величине, так и по темпу снижения полностью соответствуют имеющимся литературным данным [5, 8, 9]. Иная картина наблюдается при измерении тех же параметров у эритроцитов, подвергшихся воздействию ЭСП. Сразу после воздействия поля на первой минуте измерения ξ-потенциал эритроцитов снижается по сравнению с контролем на 47,1%, а поверхностный заряд на 47,3%. На 15 минуте после воздействия достоверных изменений исследуемых параметров нет, на 30 минуте у опытных образцов наблюдается незначительное снижение ξ-потенциала и поверхностного заряда. Однако на 60 минуте после воздействия имеет место повышение значения исследуемых параметров на 33,3%.

Таблица 1. ξ - потенциал и поверхностный заряд эритроцитов сразу, через 15, 30 и 60 мин после действия ЭСП напряженностью 200 кВ/м, [ξ] = 1 мВ, [σ] = 1 эл. стат. ед./см²

	Контроль		Опыт	
	ζ	σ	ξ	σ
Сразу	$2,1\times10^{-2}$ n=7	$0,0035\times10^{4}$ n=7	$0,94\times10^{-2}$** n=8 t= 25,6	$0,00156\times10^{4}$** n=8 t= 25,6
15 мин	$1,73\times10^{-2}$ n=8	$0,002\times10^{4}$ n=8	$1,74\times10^{-2}$ n=7 t=0,14	$0,00288\times10^{4}$ n=7 t=0,02
30 мин	$1,80\times10^{-2}$ n=7	$0,0028\times10^{4}$ n=8	$1,50\times10^{-2}$** n=8 t=1,8	$0,0025\times10^{4}$** n=8 t=2,16
60 мин	$1,39\times10^{-2}$ n=8	$0,0023\times10^{4}$ n=8	$1,75\times10^{-2}$** n=8 t=2,32	$0,0029\times10^{4}$** n=8 t=2,32

*p<0,001; **p<0,01

Говорить о конкретных механизмах воздействия внешних ЭСП на эритроцитарную мембрану преждевременно. Однако, исходя из полученных экспериментальных результатов, можно сказать, что *in vitro* действие внешних ЭСП приводит к перераспределению зарядов на поверхности эритроцитов.

В литературе имеется большое количество работ, посвященных влиянию

ЭСП на искусственные и естественные мембранные структуры [10, 11, 13], в которых авторы объясняют эффекты ЭСП поляризацией отдельных компонент биологических мембран. Однако, как нами отмечалось ранее [1], в такой сложной и неоднородной с точки зрения электростатики системе, как эритроцитарная мембрана, помимо поляризации отдельных компонентов, при наложении внешних ЭСП большое значение имеют изменения объемной плотности зарядов в пределах бислоя, что, несомненно, будет приводить к перераспределению плотности зарядов на поверхности слоев. Увеличение значений исследуемых параметров на 60 минуте после действия ЭСП, возможно, является следствием остаточного эффекта поляризации и деполяризации липидных молекул при наложении внешнего ЭСП, и окончательный поверхностный заряд устанавливается через определенный промежуток времени после действия поля. Несомненно, наблюдаемые в данной работе изменения, могут быть причиной структурно-функциональных перестроек эритроцитарных мембран при наложении внешнего ЭСП [3, 4, 12, 15].

ЛИТЕРАТУРА

1. *Арцруни Г.Г.* Мед. наука Армении, XL (3), 70-80, 2000.
2. *Арцруни Г.Г.* Камера для изучения действия ЭСП на мелкие лабораторные животные. Удостов. на рац. предложение, № 134, 1983.
3. *Арцруни Г.Г.* Глобус науки, 1(1), 33-37, 2001.
4. *Арцруни Г.Г., Тадевосян Ю.В., Бадикян Т.Б.* Мед. наука Армении, XLI (1), 51-56, 2004.
5. *Гильмутдинов Р.Я.* Автореф. докт. дис., Казань, 1994.
6. *Голант М.Б., Шашлов В.А.* Применение миллиметрового излучения низкой интенсивности в биологии и медицине. М: ИРЭ АН СССР, 127-132, 1985.
7. *Голант М.Б.* Биофизика, *XXXIV*, 2, 339-348, 1989.
8. *Харамоненко С.С., Ракитянская А.А.* Электрофорез клеток крови в норме и патологии. Минск: Беларусь, 1974.
9. *Трещинский А.Н., Мицук И.И.* Анестезиол. и реаниматол., 4, 17-21, 1981.
10. *Crooes J.T., Boxer S.G., McConnel H.M.* Proc. Nat. Acad. Sci. USA, 3; 95(3), 935-938, 1998.
11. *Kutnik K., Wang R.* J. Biophysics, 57(4), 672-676, 1990.
12. *Kinosita K.Y., Tsong T.T.* Proc. Nat. Acad. Sci. USA, 74(5), 1923-1927, 1977.
13. *Radhakrishnan A., McConnel H.M.* Proc. Nat. Acad. Sci. USA, 1; 97(3), 1073-1080, 2000.
14. *Sukharikov V.L., Mussauer H., Zimmerman U.* J. Membr. Biol. 1, 163 (3), 235-245, 1998.
15. *Stoltz J.F., Donner M.* Jurk. J. of med. Sciences, *15*, 1, p.26, 1991.

Поступила 19.1.2007

Հայաստանի Գիտությունների Ազգային Ակադեմիա, Հայաստանի Կենսաբանական Հանդես
Национальная Академия Наук Армении, Биологический Журнал Армении
National Academy of Sciences of Armenia, Biological Journal of Armenia

Биолог. журн. Армении, 1-2 (59), 2007

УДК 591-128

РОЛЬ ТАУРИНА В РЕГУЛЯЦИИ ТЕМПЕРАТУРНОГО ГОМЕОСТАЗА ЖИВОТНЫХ

Р.А. АРУТЮНЯН, А.В. ВОСКАНЯН, С.Ш. МАРТИРОСЯН, М.В. АНТОНЯН

Институт физиологии им. акад. Л.А.Орбели НАН РА, 375028, Ереван

The taurine evokes the hypothermic effect acted on chemical and physical mechanisms of thermoregulation that drives to decrease of activity of contractive thermogenesis in skeletal muscles and noncontractive thermogenesis in visceral organs. Then the taurine operated at adrenergic mechanism of peripheral blood vessels the vasodilatation is evoked.

Гомеостаз - таурин - термогенез - теплоотдача

В последнее время интерес к таурину среди исследователей сильно возрос. Доказано, что он, являясь свободной небелковой аминокислотой, принимает участие во многих физиологических функциях организма. Установлено, что таурин стабилизирует клеточные мембраны и управляет клеточными потоками ионов клетки. Он модулирует активность ГАМК-рецепторов [6]. Показано, что при действии яда гюрзы нарушаются отдельные стороны метаболизма, а медикация организма определенной дозой таурина ослабляет токсическое действие яда [7].

Выявлено, что на фоне светового повреждения сетчатки глаз у крыс введенный перорально таурин оказывает выраженный протективный эффект [2]. Доказана также протекторная роль таурина при лечении нейросенсорной тугоухости [3].

Что касается его терморегуляторной роли, то этот вопрос в литературе освещен недостаточно. Существующие единичные работы [4, 5] показывают, что центральное введение таурина в организм тормозит как механизмы теплопродукции, так и механизмы теплоотдачи.

Настоящее исследование посвящено изучению влияния таурина на активность некоторых показателей температурного гомеостаза: сократительный и несократительный термогенез, тонус периферических сосудов, а также теплообразование в организме и теплоотдачу.

Материал и методика. Эксперименты носили хронический характер и проводились на бодрствующих крысах со средней массой 260 г. В течение первых 30 мин проводили регистрацию исходных показателей, затем внутривенно вводили таурин в дозе 0,2 мл 5%-ного раствора на 100 г массы животного. Далее термографирование продолжалось в течение 75 мин. Всего проведено 20 опытов на 7 крысах.

Сократительный мышечный термогенез и несократительный желудочно-кишечный термогенез определяли методом беспрерывной регистрации температурных показателей бедренных мышц и ободочной кишки с точностью 0,01°, а теплоотдачу – по формуле

$H_{рк}$ = M x C x ($T_я$ - $T_к$), теплообразование в организме - по формуле Q = M x S x ϑ, где $H_{рк}$ – показатель радиационно-конвекционной теплоотдачи в кал/г массы тела. C – удельная теплоемкость тканей тела, равная 0,8 кал/г°C, Q – среднее количество теплообразования в организме в кал/г массы тела. $T_я$ и $T_к$, соответственно, температуры «ядра» и кожных сосудов «оболочки» тела [1].

Регистрацию исследуемых показателей проводили медно-константановыми термодатчиками диаметром 100 мкм на 12-канальном самопишущем потенциометре типа ЭПП-09-М3. Он подключался к выходу фотоэлекрического усилителя типа Ф-116/2 с чувствительностью 0,01°.

«Рабочие» спаи термопар, регистрирующие мышечный термогенез, с помощью инъекционной иглы вводились в мякоть бедренных мышц на глубину 1,5-2 см, а для регистрации кишечного термогенеза термопару вводили в ободочную кишку на глубину 5-6 см. Температуру периферической крови измеряли с поверхности кожи хвостовой артерии.

Результаты и обсуждение. В результате экспериментов выявлен достоверный гипотермический эффект таурина. Температура ободочной кишки, как видно из табл. 1, через 75 мин после введения таурина оказалась ниже исходного на 0,66° ($p<0.05$), а скелетной мускулатуры – на 0.24°. Из данных таблицы видно, что хотя таурин индуцировал слабую вазодилятацию кожных кровеносных сосудов и повышал их температуру на 1,8°, этого оказалось недостаточным для увеличения теплоотдачи. Действительно, если в контроле количество тепла, выделенное радиационно-конвекционным путем, составляло 0.57 кал/г массы тела, то через 75 мин после введения таурина оно составляло 0.41 кал/г массы тела.

Таблица 1. **Влияние таурина на температурные показатели «ядра» и «оболочки» тела крыс**

Органы, температура	Контроль	Таурин, 0.2 мл/100 г массы тела									
		15'	Δt	30'	Δt	45'	Δt	60'	Δt	75'	Δt
Кишок	37,25	37.22	-0.03	37.17	-0.12	36.92	-0.33	37.10	-0.14	36.59	0.66
Мышц	36,29	36.36	0.07	36.23	-0.06	36.14	-0.15	36.10	-0.19	36.05	-0.24
Сосудов	27,00	26.9	-0.01	27.00	-	26.8	-0.02	26.62	-0.38	28.80	1.80

Таурин действовал и на химические механизмы терморегуляции, снижая процессы теплообразования в организме. Если до введения таурина теплообразование составляло в среднем 29.76 кал/г массы животного, то через 75 мин после введения таурина оно составляло 29.27 кал/г массы тела, т.е. было на 0.49 кал/г ниже исходного (табл. 2).

Таблица 2. **Влияние таурина на теплообразование и теплоотдачу у крыс, кал/г**

Показатели	Контроль	Через 75 мин после введения таурина	
Теплообразование	29.76	29.27	ΔQ = - 0.49
Теплоотдача	0.57	0.41	ΔQ = - 0.16

Резюмируя полученные результаты, можно заключить, что таурин вызывает гипотермический эффект, действуя на химические и физические механизмы терморегуляции, снижая активность сократительного термогенеза

в соматических мышцах и несократительного термогенеза в висцеральных органах и уменьшая общее теплообразование в организме.

Кроме того, таурин действует на адренергические рецепторы кровеносных сосудов и вызывает слабую вазодилятацию.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Иванов К.П.* Биоэнергетика и температурный гомеостаз. Л-д. «Наука», с. 286, 1982.
2. *Погосян Л.А.* Автореф. канд. дисс. Ереван, с. 20, 2006.
3. *Ханбабян А.М.* Вестник МАНЭБ, *10*, 5, 184-186, 2005.
4. *Blygh J. et al.* J. Physiol. *212*, 2, 377-392, 1971.
5. *Feldberg W., Mayers R.D.* J. Physiol. *17*, 3, 226-237, 1964.
6. *Quezetemont E., Grant K.A.* Behav. Pharmacol. 15 (7), 495-501, 2004.
7. *Voskanyan A.V.* Effect of aspirin, heparin and taurine on Levantine viper venom toxicity in rats *in vivo*. The 15th Taurine Meeting, June 12-15, 2005, Tampere, Finland.

Поступила 20.III.2007

Հայաստանի Գիտությունների Ազգային Ակադեմիա. Հայաստանի Կենսաբանական Հանդես
Национальная Академия Наук Армении. Биологический Журнал Армении
National Academy of Sciences of Armenia. Biological Journal of Armenia

Биолог. журн. Армении, 1-2 (59), 2007

УДК 595: 752.3: 591.463.2.068.2

ПОЛОВАЯ СИСТЕМА САМЦОВ КАРМИНОНОСНЫХ ЧЕРВЕЦОВ РОДА *PORPHYROPHORA* В СВЕТЕ МОРФОЛОГИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ РЕДУКЦИИ ОРГАНОВ

Л.П. МКРТЧЯН

Институт зоологии НАН Армении, 0014, Ереван

Reduction of the testes, formation of a new organ - seminal pouch also the progressive development of the penis, lead to intensifying of the insemination function in "ephemeral" males of the genus *Porphyrophora*.

Род Porphyrophora - редукция семенников - эволюция

На примере араратской кошенили *Porphyrophora hamelii* Brandt, пшеничной кошенили *P.tritici* (Bod.), половые органы которых были изучены в онтогенезе [4], и других видов кармононосных червецов [5, 7] этот род можно представить как заключительное звено в цепи эволюционных преобразований половых органов кокцид семейства Margarodidae.

Как было показано ранее [4, 5, 6], семенники араратской кошенили редуцируются в ходе перемещения половых клеток - сперматоцист в семенные пузырьки, которые, слившись на последних стадиях онтогенеза, образуют единый семенной мешок, куда поступают и, где завершив свое развитие, депонируются семенные пучки (рис. 1).

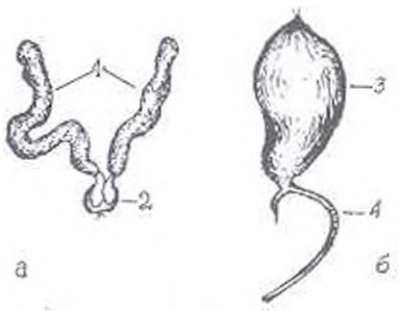


Рис.1. Схема половых органов самцов араратской и пшеничной кошенили (*Porphyrophora*)

а - половые органы личинок самцов, б. половые органы взрослых самцов. 1. семенники, 2. семенные пузырьки, 3. семенной мешок, 4. пенис с эякуляторным протоком

Изучение особенностей размножения самцов этого вида [3] и других представителей указанного рода [13] (кратковременность спаривания и короткая продолжительность жизни) приводит к мысли о целесообразности редукции семенников, главная функция которых (сперматогенез) постепенно ослабевает, сменяясь второстепенной (депонирование семенных пучков в семенном мешке), которая превращается в главную.

Обычно превращение одной из второстепенных функций в главную неизбежно проходит через интенсификацию этой функции.

Образование нового, такого специализированного максимально упрощенного аппарата (семенной мешок со зрелыми семенными пучками, находящимися в состоянии готовности к осеменению и длинный склеротизированный пенис) у самцов этого рода приводит к интенсификации половой функции, позволяющей в считанные секунды (10 - 30 сек) осеменить самку и число оплодотворенных самок довести за 2-3 ч активной жизни до нескольких десятков. После опустошения семенного мешка самец погибает, завершив свою миссию обеспечения потомства.

Это отвечает положениям теории Северцова о том [10], что орган начинает атрофироваться тогда, когда он перестает быть биологически полезным животному, что имеет место, когда животное переходит в такую новую среду, в которой данный орган перестает быть нужным, или когда функция его замещается функцией какой-либо его части или какого-либо другого органа.

Из существующих принципов филогенетического изменения органов, сопровождающихся редукцией [11], в данном случае действует принцип смены функций Дорна. По-видимому, в процессе эволюции у самцов рода *Porphyrophora* отпала необходимость в семенниках, которые находились бы все время в активном состоянии сперматогенеза. Такая функция свойственна животным, у которых наблюдается длительный период спаривания (многофазная половая стадия с периодической половой функцией). Ведь взрослая форма многих насекомых, обычно тех, которым свойственна афагия, характеризуется сильно специализированной половой стадией. У млекопитающих специализация выражена гораздо слабее. На примере насекомых ведущая питательная функция личинок сменяется половой функцией взрослых форм [2].

Если орган ни в один из периодов его существования не бывает полезен животному, то он редуцируется путем рудиментации, когда же орган полезен в период эмбрионального развития или в период молодости, а затем становится бесполезным, он редуцируется путем афанизии [10].

Редукция семенников у кокцид рода *Porphyrophora* идет по способу афанизии [8], так как они закладываются и развиваются до известной стадии нормально, затем редуцируются и у взрослых самцов полностью исчезают, не оставляя рудиментов, в отличие от другого рода - (*Neomargarodes*) - промежуточного между рудиментацией и афанизией типа редукции, данного Федотовым [12] на примере редукции крыльев самок зимней пяденицы для короткокрылых клопов. У *Neomargarodes* семенники закладываться по способу афанизии, а редуцируются с сохранением рудимента (рис. 2). Эти изменения в онтогенезе являются источником для филогенетической редукции органов.

Изучение других родов семейства *Margarodidae* [9] показало, что половые органы взрослых самцов соответствуют таковым на промежуточных стадиях онтогенеза *P. hamelii* Brandt (неполная редукция семенников, отсутствие развитого пениса), в силу чего эякуляторный проток находится внутри семенного мешка в гуще семенных пучков (рис. 3) и выбрасывается

из него во время копуляции. Ведь в онтогенезе могут иметь место такие типы изменений органов и их функций, как и в филогенезе, т.е. указанные изменения в онтогенезе могут рекапитулировать подобные же процессы, происходящие в филогенезе [2].

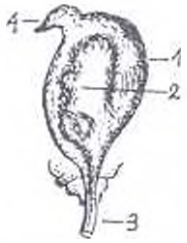


Рис. 2. Схема половых органов самцов рода *Neomargarodes*. 1. семенной мешок, 2. эякуляторный проток, 3. пенис, 4. рудимент семенника.

Рис. 3. Сводная схема половых органов самцов родов *Drosicha*, *Marchalina*, *Icerya*. 1. семенной мешок, 2. эякуляторный проток, 3. пенис.

Было выявлено, что эволюция половых органов самцов сем. *Margarodidae* шла в двух направлениях [9, 14]: регрессивном (редукция семенников) и прогрессивном (удлинение и хитинизация пениса), что соответствует данным о том, что эволюция большинства органов кокцид шла в направлении редукции (рудиментация задних крыльев, редукция жилкования передних крыльев, потеря дорсальных глазков и функционирующих ротовых органов) и что прогрессивная специализация отличает лишь наружные половые органы (удлинение и склеротизация пениса [11]).

Итак, мы видим, что самый специализированный половой аппарат присущ самцам рода *Porphyrophora*. Он, по-видимому, и является конечным этапом эволюции половых органов самцов сем. *Margarodidae*.

На основании вышеизложенного можно отметить, что род кармионосных червецов является моделью, где сочетаются процессы и регрессивного, и прогрессивного характера, и что сплетение этих двух эволюционных процессов приводит к такой трансформации структуры половой системы, которая способствует интенсификации половой функции и имеет приспособительное значение в эволюции "эфемерных" самцов указанного рода.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Данциг Е.М.* Кокциды Дальнего Востока СССР, 360, Л., Наука, 1980.
2. *Махотин А.А.* Взаимоотношение типов филогенетического и онтогенетического изменения органов. 99. АНСССР, 36.1, 1940.
3. *Мкртчян Л.П.* Биолог. журн. Армении, 29,8, 44-51, 1976.
4. *Мкртчян Л.П.* Зоол. журн. Армении, 56.4, 638-642, 1977.
5. *Мкртчян Л.П.* Энтомол. обозр., 61.4, 764-768, 1982.
6. *Мкртчян Л.П., Саркисов Р.П.* Биология и размножение араратской кошенили. 156. АНАрм.ССР, Ереван, 1985.
7. *Мкртчян Л.П.* Биолог. журн. Армении, 39.11, 966-967, 1986.
8. *Мкртчян Л.П.* Мат-лы Всесоюзн. конф. "Проблемы эволюции", 83-84, М., 1988.
9. *Мкртчян Л.П.* Энтомол.обозр., 77.1, 46-53, 1998.

10. *Северцов А.Н.* Общие вопросы эволюции, 530 АНСССР, 3, М., Л., 1945.
11. *Северцов А.Н.* Морфологические закономерности эволюции, 536. АНСССР М., Л., 1949.
12. *Федотов Д.М.* Успехи совр.биол., 13.2. 354-370,1940.
13. *Iakubski A.W.,* Uber Morphologie und Biologie der polonischen Cochenille (Margarodes polonicus). 10th Intern. Gongr.Zool., 2, 1076-1096.
14. *Mkrtchian, L.P., Sarkissov, R.N.* Proceedings of the VIII International Symposium on Scale Insect Studies. Entomologic, 33, 167-168, 1999.

Поступила 27.11.2007

Биолог. журн. Армении, 1-2 (59), 2007

УДК 619.616.995.121-021.3

ԳՅՈՒՂԱՏՆՏԵՍԱԿԱՆ ԿԵՆԴԱՆԻՆԵՐԻ ԷԽԻՆՈԿՈԿՈԶԸ ԵՐԵՎԱՆԻ ՀԱՐԱԿԻՑ ՇՐՋԱՆՆԵՐՈՒՄ

Հ.Զ. ՆԱՂԱՇՅԱՆ, Վ.Վ. ԳՐԻԳՈՐՅԱՆ, Վ.Բ. ԱՆԴՐԻԱՍՅԱՆ, Օ.Վ. ՇՀԵՐԲԱԿՈՎ, Ա.Ռ. ՀԱԿՈԲՅԱՆ, Լ.Հ. ԳՐԻԳՈՐՅԱՆ

Հայաստանի պետական ագրարային համալսարան, 0009, Երևան

Animal hydatidosis is an extremely distributed disease in Yerevan and its suburbs. Our research has shown that the dominant was an infestation of internal organs and hypodermal tissue of cattle by hydatids. The highest prevalence of hydatidosis in all animals has been registered in winter and spring.

էխինոկոկոզ - լյարդ - թուշտ - ցեստոդ

Թրթուրային էխինոկոկոզը խրոնիկական ինվազիոն հիվանդություն է, որով հիմնականում վարակվում են գյուղատնտեսական և վայրի կենդանիները, ինչպես նաև մարդը:

Թրթուրային էխինոկոկոզի հարուցիչը *Echinococcus granulosus larvae*-ն է, որը տեղակայվում է կենդանիների բոլոր ներքին օրգաններում և հյուսվածքներում, հատկապես լյարդում և թոքերում, իսկ սեռահասուն որդը մսակերների բարակ աղիներում:

Թրթուրային էխինոկոկոզը անասնապահությանը պատճառում է զգալի տնտեսական վնաս, որն արտահայտվում է բոլոր տեսակի կենդանիների մթերատվության անկմամբ, մատղաշների աճի ու զարգացման դանդաղեցմամբ, իսկ մորթից հետո ախտահարված օրգանների խոտանմամբ: Անհրաժեշտ է ընդգծել, որ էխինոկոկոզով վարակված կենդանիների մսեղիքը կորցնում է իր սննդային արժեքը [1, 3]:

Ներկայումս էխինոկոկոզն աշխարհում ամենատարածված ինվազիոն հիվանդություններից մեկն է: Այս հիվանդությունը հանդիպում է նաև մեր երկրում [2, 4]: Էխինոկոկոզի տարածմանը նպաստում են քափառող և տնային պայմաններում պահվող շների գլխաքանակի կտրուկ աճը, առանց անասնաբուժասանիտարական փորձաքննության, պատահական վայրերում իրականացվող կենդանիների մորթը ու մսեղիքի վաճառքը և, որ ամենակարևորն է, ազգաբնակչության անտեղյակությունը էխինոկոկոզի վարակման ուղիների և հատկապես կանխարգելիչ տարրական կանոնների մասին:

Ելնելով վերոհիշյալից աշխատանքի նպատակն էր պարզաբանել Հայաստանի հարակից շրջաններից Երևան վաճառքի բերված տարբեր տեսակի գյուղատնտեսական կենդանիների մսեղիքի և ներքին օրգանների թրթուրային էխինոկոկոզի ախտահարվածության աստիճանը:

Նյութ և մեթոդ: Աշխատանքները կատարվել են 2003-2004թթ. Հայաստանի պետական ագրարային համալսարանի համաճարակաբանության և մակաբուծաբանության ամբիոնում. Նմուշները վերցվել են Երևանի թիվ 1 և 2 շուկաներից, ուր մսեղիքը հիմնականում բերվում է քաղաքին հարակից Արմավիրի, Արարատի, Արագածոտնի և Կոտայքի տարածաշրջաններից: Կենդանիների մսեղիքում և ներքին օրգաններում Էխինոկոկի թշտեր հայտնաբերելու նպատակով կատարվել է դիտում և շոշափում, իսկ որոշ դեպքերում խորը կտրվածքներ: Հետազոտվել է ներքին օրգանների 176 նմուշ: Հաշվի է առնվել թշտերի մեծությունը, նրանց մեջ պարունակվայի առկայությունը, օրգաններում ու հյուսվածքներում նրանց տոկոսային քանակությունը, ինչպես նաև կենդանատեսակը և տարվա եղանակը:

Արդյունքներ և քննարկում: Կատարված հետազոտությունների արդյունքում պարզվել է, որ Երևանի հարակից շրջաններում (Արմավիրի, Արարատի, Կոտայքի, Արագածոտնի մարզեր) գյուղատնտեսական կենդանիների էխինոկոկոզը բավական տարածված հիվանդություն է, որը պայմանավորված է գյուղական վայրերում և տնտեսությունների տարածքում մեծ թվով թափառող շների առկայությամբ, իսկ մյուս կողմից արոտավայրերի, ինչպես նաև կենդանիների կերակրման նկատմամբ անասնաբուժասանիտարական հսկողության բացակայությամբ: Ամենակարևոր հանգամանքը այն է, որ գյուղական բնակավայրերի բնակչությունը, և հատկապես անասնապահությամբ զբաղվող անձիք, տեղեկացված չեն էխինոկոկոզով վարակման ճանապարհների, և կանխարգելիչ միջոցառումների մասին:

Ներքին օրգանների հետազոտման ժամանակ պարզվել է, որ տավարի մոտ էխինոկոկոզով հիմնականում ախտահարվում են թոքերը (50%), այնուհետև լյարդը (32%), իսկ այդ տեսակի կենդանիների մոտ թոքերի և լյարդի համատեղ ախտահարումը կազմում էր 25%:

Ոչխարների մոտ թոքերի էխինոկոկային ախտահարումը կազմում էր 25%, իսկ լյարդինը 20%: Նշված կենդանատեսակի մոտ թոքերի և լյարդի համատեղ ախտահարումը կազմում էր 15%: Ոչխարների մոտ էխինոկոկի բշտեր հայտնաբերվել են նաև երիկամներում (4 դեպք) և սրտում (1 դեպք):

Խոզերի մոտ էխինոկոկի բշտերը հիմնականում հայտնաբերվում է լյարդում և փայծաղում, իսկ ախտահարվածությունը կազմում է 15%:

Հատկանշական է, որ բոլոր տեսակի կենդանիների մոտ էխինոկոկոզով ախտահարված ներքին օրգանները ծավալով մեծացած էին, իսկ պարենքիման ապաճած: Նրանցում հայտնաբերվել են տարբեր մեծության և զարգացման աստիճանում գտնվող մեկ կամ մեկ տասնյակի հասնող բշտեր:

Միաժամանակ որոշվել է նաև մսեղիքի էխինոկոկոզով վարակվածության աստիճանը՝ կախված տարվա եղանակներից: Հայտնաբերվել է, որ աշնանը բոլոր տեսակի գյուղատնտեսական կենդանիների վարակվածությունը կազմում է 20%, մինչդեռ ձմռան և գարնան ամիսներին այն ավելանալով հասնում է 30 – 35%: Ձմռան և գարնան ամիսներին ախտահարման այսպիսի բարձր տոկոսները հավանաբար պայմանավորված են նրանով, որ ամռանը և աշնանը էխինոկոկոզով վարակված կենդանիների մոտ ձմռան և գարնան ամիսներին բշտերը հասցնում են լիովին ձևավորվել, զարգանալ և հետազոտողի աչքի համար դառնալ ավելի լավ տեսանելի:

Անհրաժեշտ է ընդգծել, որ առաջին անգամ մեր կողմից էխինոկոկի բշտեր պատահականորեն հայտնաբերվել են նաև տավարի ենթամաշկային բջջանքում:

Այսպիսով, հետազոտությունների արդյունքում պարզվեց էխինոկոկոզ

հիվանդությունը բավականին տարածված է Երևանի հարակից շրջաններում, բարձր է այդ հիվանդության նոր տարածաշրջաններ ընդգրկելու հնարավորությունը, էխինոկոկոզի նման տարածվածությունը խիստ վտանգավոր է ազգաբնակչության առողջության համար:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. *Артеменко Ю.Г., Чикунова Л.И.* Бюллетень ВИГИС, вып. 44, 5-8, 1986.
2. *Давидянц В.А., Джамбазян М.П., Ермолин Г.А.* Ж. экспер. и клин. мед.АН Армении. *22*, 3, 230-233, 1982.
3. *Скворцова Ф.К., Артеменко Ю.Г.* Бюллетень ВИГИС, вып. 47, 69-72, М., 1987.
4. *Чубарян Ф., Боячян Г., Петросян Р., Арутюнова Л.* Мат-ы региональной научн. конф. "Исследование и охрана животного мира Южного Кавказа". Ереван, 165-166, 2003.

Поступила 05.III.2007

Հայաստանի Գիտությունների Ազգային Ակադեմիա, Հայաստանի Կենսաբանական Հանդես
Национальная Академия Наук Армении, Биологический Журнал Армении
National Academy of Sciences of Armenia, Biological Journal of Armenia

Биолог. журн. Армении, 1-2 (59), 2007

УДК 619:616.5:636.22/.28

ՏԱՎԱՐԻ ՀԻՊՈԴԵՐՄԱՏՈԶԻ ԿԱՆԽԱՐԳԵԼՄԱՆ ՆՈՐ ԵՂԱՆԱԿ

Հ.Ջ. ՆԱՂԱՇՅԱՆ, Մ.Ա. ՄԽԻԹԱՐՅԱՆ

Հայաստանի պետական ագրարային համալսարան, Երևան, 0009

The pieces of leather 10 x 1.5 cm barked and soaked by the 60% emulsion of neocidole, have been sewed to the basic part of the tail since the start of gadfly flight till its finish to prevent the cattle hypodermatosis. It prevents the oviposition of mature female gadflies and appearance of hypodermatosis in calves.

Հիպոդերմատոզ - տավար - բոռ - թրթուր

Հայաստանում և հարևան երկրներում մեծ տարածում ունի ենթամաշկային բոռի թրթուրներից հարուցվող հիպոդերմատոզ հիվանդությունը:

Հիպոդերմատոզը խրոնիկական հիվանդություն է, որը արտահայտվում է հարուցիչի թրթուրների տեղակայման վայրերում առաջացող բորբոքային երևույթներով, օրգանիզմի ընդհանուր թունավորման և մթերատվության անկման նշաններով: Հայտնի է, որ հիպոդերմատոզով հիվանդ կովերի մոտ կաթի կորուստը տարեկան կազմում է 90-200 կգ, մսինը՝ 13-18 կգ, իսկ կաշեհումքինը՝ 8% [1-3]: Հիվանդությունը հարուցվում է ենթամաշկային բոռի երկու տեսակների *Hypoderma bovis* (սովորական բոռ) և *H. lineatum* (ներակրափողային բոռ) թրթուրների կողմից:

Կանխարգելիչ համալիր միջոցառումների բացակայության հետևանքով հիվանդությունը տարեց-տարի ոչ միայն կրկնվում է միևնույն տարածքներում, այլև ընդարձակում է իր ընդգրկման տարածքները:

Հիպոդերմատոզը կանխարգելման նպատակով աշխարհում, այդ թվում նաև Հայաստանի որոշ ֆերմերային տնտեսություններում, օգտագործում են սիստեմային պրեպարատներ, որոնց ազդեցությունը հիմնականում ուղղված է բոռի առաջին աստիճանի թրթուրների դեմ: Այս նպատակով օգտագործվում են քլորոֆոս, հիպոդերմին քլորոֆոս, նեգուվոն, դիոքսաֆոս ֆոսֆորօրգանական պատրաստուկները: Այս պատրաստուկների բացասական ազդեցությունը կայանում է նրանում, որ նրանք ընդունակ են օրգանիզմում կուտակվելու և հետագայում կաթով արտազատվելու հատկությամբ: Հետևաբար, 1997թ Ռուսաստանի Դաշնության Առողջապահության նախարարության կողմից դրանց օգտագործումը արգելվել է: Հայաստանում թվարկված պատրաստուկներից ներկրվում է միայն քլորոֆոսը:

Ներկայումս աշխարհում մեծ տարածում են ստացել ազդման լայն շրջանակով օժտված հակամակաբուծային ավերմեկտինի հիմքի վրա պատրաստվող պատրաստուկները [4, 5]: Ռուսաստանի Դաշնությունում լայն տարածում են ստացել ավերսեկտ, ավերտին և ռուստոմեկտին պատրաստուկները: Հատկապես նշում ենք ռուսական արտադրության պատրաստուկների մասին,

քանի որ մակաբույծների նկատմամբ օգտագործվող և գրանցված համարյա բոլոր պատրաստուկները Հայաստան ներկրվում են միայն Ռուսաստանից:

Թեև վերը նշված պատրաստուկներն օժտված են լավ հակաբոռային հատկությամբ, սակայն դրանք Հայաստանի ֆերմերային տնտեսություններում լայն կիրառում չեն ստացել միայն այն պատճառով, որ դրանցով կենդանիների մշակումն աշխատատար է (մշակումները կատարում են բոռերի թռիչքի ընթացքում մի քանի անգամ) և այդ պատրաստուկների օգտագործման հրահանգում նշված է, որ նրանք կովի կաթով արտազատվում են մշակումից հետո 4-6 շաբաթվա ընթացքում և դրանց մնացորդային քանակները երկար ժամանակ հայտնաբերվում են նաև մսեղիքում:

Վերջին տարիների ընթացքում տնային կենդանիների մոտ մակաբուծվող միջատների նկատմամբ հաջողությամբ կիրառվում են միջատասպան նյութեր պարունակող վզկապները: Հիմք ընդունելով այդ վզկապների արդյունավետությունը, մեր կողմից փորձ կատարվեց հիպոդերմատոզի նկատմամբ կիրառել միջատասպան կամ միջատներին վանող նյութեր պարունակող կաշվի շերտեր:

Աշխատանքի նպատակն էր մշակել և արտադրության մեջ ներդրման նպատակով առաջարկել տավարի հիպոդերմատոզի կանխարգելման նոր եղանակ:

Նյութ և մեթոդ: Հետազոտությունները կատարվել են 2005-2006 թթ. Արագածոտնի մարզի Ավան գյուղի ֆերմերային տնտեսություններում: Այս և տարածաշրջանի այլ տնտեսություններում տավարի հիպոդերմատոզը յուրաքանչյուր տարի զգալի վնաս է պատճառում ֆերմերներին: Հետևաբար, հիպոդերմատոզը կանխարգելելու նպատակով մենք փորձեցինք միջատասպան նյութերով մշակված կաշվե կտորները ամրացնել ոչ թե կենդանիների պարանոցին, ինչպես դա արվում է շների և կատուների մոտ, այլ պոչի հիմքին, քանի որ ենթամաշկային բոռը իր ծվերն ամրացնում է տավարի պոչի հատվածի և ազդրերի հետին մակերեսի մազերին:

Որպես միջատասպան նյութ ընտրվեց մեծ քանակներով ներկրվող և բարձր միջատասպան արդյունավետությամբ օժտված նեոցիդոլ պատրաստուկը: Կենդանիներին մշակելուց առաջ հաշվի է առնվել, թե այդ տարածաշրջանում, կախված կլիմայական պայմաններից, երբ է սկսվում և ավարտվում բոռերի թռիչքը: Հիպոդերմատոզի նկատմամբ, դեռևս Խորհրդային տարիներից գործող կանխարգելիչ միջոցառումների հրահանգում, տավարին միջատասպան և միջատներին վանող պատրաստուկներով առաջարկվում էր մշակել գարնանը երրորդ աստիճանի թրթուրների կենդանիների մաշկից դուրս գալու և աշնանը առաջին աստիճանի թրթուրների կենդանիների մաշկի տակ ներդրվելու ժամանակ, իհարկե, միջատներին վանող պատրաստուկներով հարկադիր մշակումներ կատարվում էր ողջ արոտային պահվածքի ընթացքում:

Հիպոդերմատոզը կանխարգելման նպատակով փորձերը կատարվել են նույն տարում ծնված հորթերի վրա, որոնք նախօրոք բաժանվել են 4 խմբի, յուրաքանչյուրում 10 կենդանի:

1 խմբի կենդանիները մշակվել են հետևյալ կարգով. տավարի դաբաղած կաշվի 10 սմ երկարության և 1.5 սմ լայնության կտորները նախօրոք 15 օր տևողությամբ պահվել են նեոցիդոլ պատրաստուկի 60%-անոց, 50մլ յուղային լուծույթում, այնուհետև կաշվի կտորները լուծույթից հանվել և սենյակային ջերմաստիճանի պայմաններում չորացվել են: Հուլիսի սկզբին (բոռերի թռիչքի սկզբին) նույն տարում ծնված հորթերի պոչի հիմքի մաշկին կարվել են 10սմ երկարությամբ և 1,5սմ լայնությամբ նեոցիդոլի 60%-անոց յուղային լուծույթով ներծծված կտորները և թողել մինչև հոկտեմբերի վերջը, այսինքն տվյալ տարածաշրջանին բնորոշ բոռերի թռիչքի ավարտը:

Երկրորդ խմբի կենդանիներին արոտային շրջանի սկզբին և ողջ արոտային շրջանում 20 օրը մեկ կատարվել է ցողարկում քլորոֆոսի 1%-անոց ջրային լուծույթով յուրաքանչյուր գլխի համար ծախսելով 16մլ լուծույթ:

Երրորդ խմբի կենդանիներին նախորդին նմանատիպ կատարվել է ցողարկում , սակայն տիգուվոն-10 պատրաստուկի լուծույթով. երկնվազ, 28-30 օր ընդմիջումով յուրաքանչյուր գլխի համար ծախսելով 12մլ լուծույթ:

Չորրորդ (ստուգիչ) խմբում ընդգրկված էին նույն հասակի կենդանիներ, սակայն նրանք միջատասպան ոչ մի պատրաստուկներով չեն մշակվել:

Արդյունքները և քննարկում: Չորս խմբերին պատկանող կենդանիներին

հաջորդ տարվա գարնանը մարտ-հունիս ամիսներին, հիպոդերմատոզի խլվակների հետազոտելիս ստացվեց հետևյալ պատկերը, որի արդյունքները բերված են աղյուսակ 1-ում:

Ինչպես երևում է ներկայացված աղյուսակի թվային պատկերից, հաջորդ տարի

Աղյուսակ 1. Հայտնի և առաջարկվող եղանակներով մշակված հորթերի մաշկում հայտնաբերված հիպոդերմատոզի հարուցիչի խլվակների քանակները M±m, n=10

Կենդանիների խմբերը	Գարնանը մաշկում հայտնաբերված խլվակների քանակները
Առաջին	0
Երկրորդ	4.4±0.31*
Երրորդ	3.2±0.20*
Ստուգիչ	9.7±0.41

Ծանոթություն * p < 0.01

գարնանը կենդանիներին ստուգելիս առաջին խմբի կենդանիների մաշկի վրա հիպոդերմատոզի հարուցիչի երրորդ աստիճանի թրթուրների խլվակներ չեն հայտնաբերվել: Երկրորդ խմբի կենդանիների մոտ խլվակների քանակը համեմատած ստուգիչ խմբի կենդանիների՝ կազմում էր 45.4%, իսկ երրորդինը 33%:

Այսպիսով, նեոցիդոլի 60% յուղային լուծույթի մեջ պահված կաշվե կտորների օգտագործումը, ի տարբերություն անասնաբուժության մեջ ավանդաբար օգտագործվող պատրաստուկների քլորոֆոս և մշակման ձևերի ցողարկում կամ լողացում, արդյունավետ է ու քիչ աշխատատար և, որ ամենակարևորն է, առաջարկվող եղանակը հնարավորություն է տալիս տնտեսությունները մի քանի տարիների ընթացքում լիովին ազատել հիպոդերմատոզ հիվանդության հարուցիչներից:

Անհրաժեշտ է ընդգծել, որ բացի բոռերին վանելու հատկությունից, մեր կողմից փորձարկված եղանակով կենդանիներին մշակելու դեպքում նրանց վրա չեին բարձրանում անասնաբուժության համար չարիք հանդիսացող արոտավայրային տզերը:

Առաջարկվող եղանակի համար ստացվել է արտոնագիր:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. *Նաղաշյան Հ.Ջ.* Մակաբուծաբանություն և կենդանիների ինվազիոն հիվանդություններ. Երևան, «ՍՍՐՎՄՐՊ հրատարակչություն», 322-326, 2003:
2. *Непоклонов А.* Животноводство России, 6, 5, 78-81, 2000.
3. *Окунев А.М.* Сб.науч.тр.ВНИИВЭА 36, 89-92, 1994/1995.
4. *Oksanen A., Nieminen M.* Acta Vet Scand. 4, 39, 483-9, 1998.
5. *Riha J., Minar J., Matouskova O.* Therapy of hypodermyiasis in heifers from the economic point of view. Vet Med (Praha). Apr; 22 (4), 193-200, 1977.

Поступила 05.III.2007

Биолог. журн. Армении, 1-2 (59), 2007

УДК 632.95:543.2

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОСТАТОЧНЫХ КОЛИЧЕСТВ ИНСЕКТИЦИДА КОНФИДОРА В ВОДЕ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРОДУКТАХ

В.С. МИРЗОЯН, Л.А. АДЖЕМЯН, Т.Д. КАРАПЕТЯН, А.С. СТЕПАНЯН

Научный центр земледелия и защиты растений, 1101, Эчмиадзин

An easy and fast test has been designed to determine the residues of the insecticide Confidor in water, cucumber, melon, watermelon, eggplant, gumbo and potato. Sensitivity of the method in water is 0,01 mg/l, in potato, cucumber and soil - 0,02 mg/kg, eggplant and watermelon- 0,04 mg/kg, melon and gumbo - 0,05 mg/kg. The recovery is accordingly 95,0; 85,1; 86,6; 83,3; 83,3; 79,7; 78,3 и 86,7 %.

Тонкослойная хроматография - пестициды - чувствительность и воспроизводимость метода

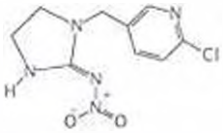
Одной из важных проблем современности является обеспечение населения полноценными продуктами питания. В выполнении этой задачи значительная роль принадлежит применению пестицидов - химических средств защиты растений.

Однако в связи с тем, что современные пестициды являются биологически активными веществами и их остатки после применения легко проникают в защищаемые растения и почву, необходимо контролировать поведение каждого препарата. В частности, нужно определять остаточные количества пестицидов в урожае, почве, воде и других биологических объектах. Для осуществления этой задачи необходимо иметь доступные методы определения остатков пестицидов. Разработка методов с применением газожидкостной хроматографии (GC) и жидкостной хроматографии при высоком давлении (HPLC) требует дорогостоящего оборудования и квалифицированных химиков-аналитиков [2, 3]. В связи с этим нами разработан сравнительно доступный метод для оценки остаточных количеств конфидора в воде и в ряде сельскохозяйственных продуктов при применении хроматографии в тонком слое.

Материал и методика. Общее имя – имидахлоприд, фирменное название – конфидор, адмир, гаучо, премьер. Системный инсектицид для борьбы с сосущими насекомыми (тли, цикадки, колорадского жука, трипсы, белокрылки и др.) на зерновых, картофеле, овощных культурах, фруктовых деревьях, выпускается немецкой фирмой «Баусер».

Действующее вещество конфидора, (2E)-1-[(6-хлорпиридин-3-ил]-N-нитроимидазолидин -2- имин], белое кристаллическое вещество. Растворимость в воде 0,51 г/л, в н-гексане – 0,1 г/л. Температура плавления 136,4-143,8°. МДУ и ПДК в сельскохозяйственных продуктах не установлены. Давление пара $2 \cdot 10^{-7}$ Па ($15 \cdot 10^{-10}$ мм рт. ст.). Эмпирическая формула - $C_9H_{10}ClN_5O_2$. Молекулярная масса 255,7 г/моль.

Химическая структура:



Результаты и обсуждение. Экстракция препарата из анализируемой пробы. **Вода.** 200 мл воды помещают в делительную воронку, прибавляют химически чистый хлористый натрий до образования насыщенного раствора и экстрагируют препарат хлороформом (30 мл) трижды по 15 мин. Хлороформный слой сливают, фильтруют через воронку с безводным сульфатом (б/в) натрия в колбу для отгонки растворителя и отгоняют хлороформ до объёма 0,2-0,5 мл, после чего наносят на хроматографическую пластинку.

Картофель, баклажан, бамия. Мезгу (20-25 г) помещают в колбу с притёртой пробкой, заливают хлороформом до покрытия пробы. Смесь перемешивают на аппарате для встряхивания в течение 1 ч, затем фильтруют. Экстракцию повторяют 2 раза по 15 мин.

Огурцы, арбуз, дыня, вегетативные органы растения. 25 г растёртых в ступке плодов заливают 50%-ным водным раствором ацетона (30-50 мл) и ставят на качалку на 1 ч. Пробу фильтруют через бумажный фильтр, снова заливают растворителем и ставят на качалку на 15 мин, повторяя эту манипуляцию дважды. Объединённые экстракты выпаривают. Остаётся 25-30 мл воды, из которой препарат дважды извлекают хлороформом (30 мл).

Очистка экстрактов. Обычно биологические объекты богаты восковыми веществами и пигментами, которые экстрагируются растворителем наряду с пестицидом и в итоге мешают хроматографированию. Выбор способа очистки зависит от исследуемого биологического объекта.

С целью освобождения от воска применяется очистка ацетонитрилом: сухой остаток растворяют в 3-5 мл ацетонитрила, прибавляют 50 мл дистиллированной воды и 2 г поваренной соли. Смесь вымораживают в морозильнике в течение 10-15 ч. Холодный раствор фильтруют в колбу, куда заранее вливают 30 мл хлороформа. После окончания фильтрации экстракт помещают в делительную воронку и отделяют нижний хлороформный слой. Экстракцию повторяют дважды. Объединённые экстракты пропускают через б/в сернокислый натрий и выпаривают до объема 0,1-0,2 мл.

Сильноокрашенные растворы обесцвечивают, добавляя 5-10 г активированного угля (марки БАУ). Колбу держат в водяной бане или в термостате при 65-70° в течение 30 мин, после чего экстракт фильтруют через складчатый фильтр с б/в сернокислым натрием. Колбочку и фильтр дважды промывают хлороформом. Экстракт выпаривают до 0,1-0,2 мл и наносят на пластинку.

Хроматографирование. На стартовую линию пластинки чешского производства «Silufol-254» микропипеткой количественно переносится остаток упаренного экстракта. Рядом с пробой наносят стандартные растворы

с различным содержанием препарата (2, 5, 10 мкг). После этого пластинку помещают в камеру для хроматографирования, куда за 10 мин до разгонки наливают растворитель - гексан-ацетон (1:1).

После поднятия линии фронта на 10 см пластинку вынимают из камеры, отмечают линию фронта и оставляют несколько минут на воздухе.

Пластинку сначала обрабатывают смесью бромфенолового синего и нитрата серебра (1 мл ацетона растворяют в 50 мг бромфенолового синего и доводят до 10 мл 1%-ным раствором нитрата серебра в 30%-ном водном ацетоне). Через 5 мин после опрыскивания хроматограмму обрабатывают 1%-ным раствором лимонной кислоты или 10%-ным раствором уксусной кислоты. Конфидор проявляется в виде голубых пятен на желтом фоне. Коэффициент распределения (Rf) препарата на пластинке "Silufol-254" составляет 0,34.

Количественное определение производят путем визуального сравнения окраски и размера пятен пробы и стандартных растворов по формуле, предложенной Клисенко и др. [1]:

$$X = A/B,$$

где X - содержание препарата в пробе, мг/кг или мг/л; A – количество препарата, найденное путем визуального сравнения со стандартным раствором, мкг; B – навеска или объем анализируемой пробы, мг или мл.

Таблица 1. Метрологическая характеристика метода

Анализируемый объект	Среднее значение определения, %	Стандартное отклонение	Коэффициент вариации, %	Доверительный интервал при p=0,05	Число параллельных определений	Предел обнаружения, мг/кг или мг/л
Вода	95,0	5,0	5,3	12,4	3	0,01
Картофель	85,1	8,9	10,5	7,8	8	0,02
Баклажаны	83,3	5,8	7,0	14,3	3	0,04
Огурцы	86,6	9,2	10,6	14,6	4	0,02
Дыня	78,3	7,6	9,7	19,0	3	0,05
Арбуз	79,7	10,6	13,3	13,1	5	0,04
Бамия	86,7	3,3	5,8	14,3	3	0,05

Метрологическая характеристика метода представлена в табл. 1.

Результаты исследований показывают, что метод обладает высокой чувствительностью и воспроизводимостью, что даёт возможность применять его при определении микроколичеств конфидора в воде, клубнях картофеля, плодах огурцов, баклажана, дыни, бамии и арбуза.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Клисенко М.А., Лебедева Т.А., Юркова З.Ф.* Химический анализ микроколичеств ядохимикатов. М., Медицина, 1972.
2. Analytical Methods for Pesticides, Plant Growth Regulators, and Food Additives, 2nd edition. New York, Academic Press, Vol. I-XVII, 619,1964.
3. *Aguera A., Almansa E., Malato S., Maldonado M.I., Fernandez-Alba A.R.* Analusis, 26, 245-251, 1998.

Поступила 27.11.2007

Հայաստանի Գիտությունների Ազգային Ակադեմիա, Հայաստանի Կենսաբանական Հանդես
Национальная Академия Наук Армении, Биологический Журнал Армении
National Academy of Sciences of Armenia, Biological Journal of Armenia

Биолог. журн. Армении, 1-2 (59), 2007

УДК 575.174:599.9

ОДОНТОЛОГИЯ АССИРИЙЦЕВ

А.К. ПАЛИКЯН

Институт археологии и этнографии НАН Армении, Ереван, 0025

Morphological peculiarities of dental system of Assyrians are studied for the first time. The elements of the western subtype of the southern gracile type have been revealed.

Ассирийцы - генетика - одонтологические признаки

Происхождение народов - одна из важнейших и актуальных проблем исторической науки. В системе антропологии она рассматривается на основе сопоставления различных данных - соматологии, дерматоглифики, одонтологии, серологии и т.д. Одонтологические расово-диагностические признаки позволяют реставрировать ход этногенеза народа, оценивать степень ее метисации и характер биологических контактов. По мнению Зубова [3], дивергенция человечества на западный и восточный стволы по одонтологическим материалам предполагается уже в верхнем палеолите и предшествует образованию этнических групп.

Имеется ряд исследований, доказывающих наследственную природу тех или иных одонтологических признаков [2, 5, 6]. Посемейное изучение и данные по близнецам выявили ясно выраженный генный контроль, определяющий структуру зубов. Одонтологические признаки имеют простую и сложную формы наследования. Ценность полимерных признаков с точки зрения популяционной генетики заключается в том, что концентрация их в популяции является более устойчивой, вследствие меньшего влияния генетико-автоматических процессов. Использование комплекса одонтологических признаков в этнической одонтологии оправдывается также тем, что они не обнаруживают физиологической корреляции ни между собой, ни с другими расово-диагностическими признаками, применяемыми в антропологии [1].

Наша работа представляет антропологическую характеристику ассирийцев по данным одонтологии.

Материал и методика. Материалом для работы послужили 98 восковых слепков зубов школьников ассирийцев села Верин Двин Арташатского района. Вся выборка была обработана по методике Зубова [1]. Исследовались следующие одонтологические признаки: диастема, краудинг (лингвальный сдвиг), редукция верхнего латерального резца, бугорок Карабелли, лопатообразность резца, дистальный гребень тригонида, коленчатая складка метоконида, редукция гипоконуса на втором верхнем моляре, четырех- и шестибугорковые первые нижние моляры, четырех- и пятибугорковые вторые нижние моляры, а также трехбугорковые вторые верхние моляры.

Результаты и обсуждение. В табл.1 приводятся частоты одонтологических признаков, а также сравнительные данные Кашибадзе [4] относительно грузинской и армянской популяций. При выборе сравнительных материалов учитывали два основных требования: представление территориально смежных этнических групп, а также наиболее типичных одонтологических вариантов населения Закавказья.

Диастему и краудинг удобно рассматривать вместе, так как они отражают величину свободного пространства в челюсти. Высокая частота встречаемости этих признаков наблюдается в "восточных" группах антропологического типа. Частота их, как видно из табл.1, входит в масштаб значений "западных" групп (6.4% и 7.1%).

Характер распределения частот лопатообразных медиальных резцов в разных этнических группах отличается четко выраженной закономерностью: у европеоидов наблюдается низкая частота, не превышающая обычно 15%. К востоку частота зубов этого типа резко возрастает почти до 100%. Малые частоты лопатообразности резцов свидетельствуют о европеоидности ассирийцев.

Таблица 1. **Частоты одонтологических признаков у ассирийцев и в сравниваемых группах, %**

Признаки	Ассирийцы		Армяне		Грузины	
	N	%	N	%	N	%
Диастема	98	6.4	305	9.2	220	9.5
Краудинг	98	7.1	305	10.5	220	11.1
Редукция I^2 (1)	95	14.1	305	19.7	220	14.9
Редукция I^2 (2+3)	95	2.2	305	2.4	220	1.9
Лопатообразные I^1	97	2.8	305	6.8	220	5.7
Бугорок Карабелли	98	43.2	305	44.3	220	41.7
Дистальный гребень тригонида	98	8.4	305	6.4	220	6.7
Коленчатая складка метаконида	98	2.3	305	4.6	220	5.2
Шестибугорковые M_1	98	2.8	305	3.1	220	2.0
Четырехбугорковые M_1	98	12.4	305	13.5	220	11.2
Четырехбугорковые M_2	98	84.4	305	88.0	220	86.0
Пятибугорковые M_2	98	10.5	305	9.0	220	12.9
Трехбугорковые M_2	98	30.3	305	32.2	220	41.1

Дистальный гребень тригонида (dtc) и коленчатая складка метаконида (dw) часто маркируют популяции "восточного" одонтологического ствола, где их встречаемость превышает 50%. У ассирийцев отмечается соответственно 8.4% и 2.3%.

Высокая частота бугорка Карабелли на первом нижнем моляре приходится на европеоидную расу (до 60%). В ассирийской выборке этот признак составляет 43.2%.

Частота шестибугорковых первых нижних и пятибугорковых вторых нижних моляров по европейской шкале занимает промежуточное положение (2.8% и 10.5%).

Четырехбугорковые вторые нижние и четырехбугорковые первые нижние встречаются в основном лишь в европеоидных группах или же в группах, где преобладает европеоидный компонент. В изученной группе эти признаки имеют высокий процент (84.4% и 11.3%).

Редукция резцов обнаруживает межгрупповую вариабильность: он низок в европеоидных группах и высок у монголоидов. У ассирийцев отмечается 2.2%.

Степень редукции гипоконуса на втором верхнем моляре по частоте трехбугорковых форм в изученной выборке достигает 30.3%.

Результаты проведенного анализа, основанного на данных вариаций частот одонтологических признаков, показывают, что ассирийцы характеризуются следующим комплексом: повышенной частотой бугорка Карабелли, краудинга и пониженной концентрацией лопатообразных форм верхних медиальных резцов, шестибугорковых первых нижних моляров, пятибугорковых вторых нижних моляров, а также дистального гребня тригонида и коленчатой складкой метоконида.

Перечисленные особенности составляют морфологическую сущность "западного" подтипа южного гракильного типа европеоидной расы. Популяция ассирийцев имеет важную особенность, а именно она максимально свободна от комплекса "восточных" черт и обнаруживает максимум европеоидности.

Сопоставление частот одонтологических признаков грузинских и армянских групп с ассирийцами выявило морфологическую однородность по перечисленному комплексу признаков (табл.1). Этот факт, по-видимому, отражает близость их формирования во времени, однонаправленность локальных этнических процессов.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Зубов А.А.* Одонтология. Методика антропологических исследований. М., 1968.
2. *Зубов А.А.* Этническая одонтология. М., Наука, 1973.
3. *Зубов А.А., Халдеева Н.И.* Одонтология в современной антропологии. М., 1989.
4. *Кашибадзе В.Ф.* Биолог. журн. Армении, *43*, 4, 285-295, 1990.
5. *Dahlberg A.A.* Human Biology, *35*, 3, 1963.
6. *Kraus B.S.* Amer. J. Phys. Anthropol, *17*, 2, 1959.

Поступила 28.11.2007

Հայաստանի Գիտությունների Ազգային Ակադեմիա, Հայաստանի Կենսաբանական Հանդես
Национальная Академия Наук Армении, Биологический Журнал Армении
National Academy of Sciences of Armenia, Biological Journal of Armenia

Биолог. журн. Армении, 1-2 (59), 2007

УДК 576.852.22:579.873.13

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ КИСЛОМОЛОЧНОГО ПРОДУКТА ЮГОРТ ПРИ ТУБЕРКУЛЕЗЕ МОЧЕВОГО ПУЗЫРЯ И УРЕТРЫ

А.Б. АКОПОВА*, Р.С. ПЕТРОСЯН**

**Институт микробиологии НАН Армении, 2201, г. Абовян*
***Республиканский клинический противотуберкулезный диспансер, 2201, г. Абовян*

Молочнокислые бактерии - югорт - туберкулез мочевого пузыря и уретры

В стационарах урологического профиля имеют место гнойно-воспалительные заболевания (ГВЗ), которые могут быть вызваны как флорой мочи, так и колонизацией внутригоспитальными штаммами вирулентных микроорганизмов. Для лечения и диагностики ГВЗ туберкулеза мочевого пузыря и уретры важное значение имеет обследование бактериуриемии, которое позволяет отличить бактериуриемию, обусловленную загрязнением мочи, от ее истинной формы, связанной с инфекцией мочевых путей, а также антагонистическим действием используемых молочнокислых штаммов бактерий против бактерий туберкулезной палочки.

Принимая молочнокислых бактерий культуры Л-11, состоящей из *Lactobacterium jugorti* и *Streptococcus thermophilus*, мы исходили из наших данных о ее антибактериальных свойствах [1]. Установлено, что нативный югорт и сыворотка с кислотностью 200°Т обладают антибактериальной активностью и подавляют рост *Staphylococcus aureus* и *Escherichia coli* в разведении испытуемого кисломолочного продукта 1:2. При этом антибиотические вещества, продуцируемые молочнокислыми бактериями культуры Л-11, термостойки и не разрушаются при получасовом кипячении, образуя большие радиусы стерильных зон (18-20 мм).

Задачей данного исследования явилось испытание культуры Л-11 молочнокислых бактерий в лечении больных туберкулезом мочевого пузыря и уретры.

Материал и методика. В испытаниях применяли кисломолочный продукт югорт, полученный с применением оригинальных штаммов молочнокислых бактерий *L. yugorti* и *S. thermophhilus* [1].

Антимикробное действие культуры Л-11 на туберкулезную палочку, а также возбудителей внутрибольничных инфекций изучали методом предельных разведений [2].

Был применен чашечный метод, который заключается в посеве определенного количества исследуемого субстрата на чашках Петри с соответствующей твердой питательной средой, на которых затем определяли рост бактериальных колоний. Чашечный метод показал, что в пробирках с ровным гладким сгустком была значительная задержка роста туберкулезной

палочки. В исследованиях мы использовали молоко, сквашенное культурой молочнокислых бактерии с кислотностью - 200° Гернера и содержанием 250-300 млн клеток в 1 мл.

Результаты и обсуждение. По нашим данным, количество молочнокислых бактерий в пределах от 100 млн до 1 млрд в мл обеспечивает эффективное подавление роста туберкулезной и других возбудителей инфекций. Сгусток с наличием жизнеспособных туберкулезных палочек является рваным и неструктурным. Используя кисломолочный продукт с культурой Л-11, мы учитывали, что молочнокислые бактерии данной культуры являются облигатными для организма человека и обладают выраженной антибиотической активностью против грамположительных и грамотрицательных патогенных видов микроорганизмов, а препараты из молочнокислых бактерий являются физиологичными.

Лечение туберкулеза мочевого пузыря и уретры осуществлялось введением метаболитов культуры Л-11 молочнокислых бактерий кисломолочного продукта югорт катетром в мочевой пузырь, через который проводится инстиляция полости пузыря. Время экспозиции составляло 60-120 мин, температура молочной смеси 37-40°. Больным циститом вводили 100-150 мл в течение 6-10 дней, больным уретритом 10-15 мл в течение 7-10 дней. Контрольную группу составляли больные, лечившиеся общепринятыми методами.

В результате указанного способа лечения больных туберкулезом мочевого пузыря установлено, что за краткий период (в течение 6 сут) наблюдается заметное улучшение состояния больного, резко уменьшаются дизурические явления. Обычно при медикаментозном лечении улучшение состояния больного подавалось лечению в течение 6-10 сут, после чего наблюдалась длительная ремиссия. Лабораторные исследования показали изменения pH мочи из шелочной в кислую. pH мочи снизилось с 8 до 7 и 5,4. Заметно уменьшилось содержание лейкоцитов. У больных общепринятым методом лечения бактериурия снизилась с 5-10 млн до 500 тыс. микробных клеток в 1мл, а после лечения культурой Л-11 бактериурия в моче снизилась с 5-10 млн до 5-50 тыс. В конце курса лечения на 10-й день у больных не наблюдалось роста патогенных микроорганизмов, в том числе туберкулезной палочки.

Специфическое воспаление быстро подавалось лечению (в течение 6-10 сут), после чего наблюдалась ремиссия (1 год и более). Использование кисломолочного продукта югорт, полученного на основе местных штаммов молочнокислых бактерии, в течение курса лечения не сопровождалось какими-либо вредными воздействиями на организм больного.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Акопова А.Б.* Биолог. журн. Армении, *54*, 3-4, 275-277, 2002.
2. *Скородумова А.М.* Практическое руководство по технической микробиологии молочного дела. М.-Л., Сельхозгиз., 215с., 1933.

Поступила 21.III.2007

ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

Օրիգինալ հոդվածներ

Զաքարյան Ա.Ե., Սարգսյան Ն.Ա., Զաքարյան Ն.Ա., Թոչունյան Ա.Ա. Որոշ հակաուռուցքային պրեպարատների փոխազդեցությունը երկշերտ ֆոսֆոլիպիդային թաղանթների հետ տարբեր իոնային միջավայրերում 3

Գալոյան Ա., Ղազարյան Պ.Ա., Ավետիսյան Ա.Ա., Սիմոնյան Մ.Ա. 2-Ցիան-3,4,4-եռմեթիլ-2-բութեն-4-օլիդ միացության ազդեցությունը մետաղապրոտեինների մակարդակի և ակտիվության վրա *in virto* և *ex vivo* 8

Սիրականյան Մ.Ս., Սիմոնյան Ռ.Ա., Սիմոնյան Ա.Ա. Արյան օքսիդատիվ վնասման մեխանիզմները մոլիբդենի և կադմիումի իոնների ազդեցության ներքո *in vitro* 13

Սարգիսով Գ.Թ., Սարգսյան Ժ.Ս., Կովալ Ի.Ն., Կարապետյան Լ.Մ., Մադաթովա Ի.Ռ., Թումանյան Վ.Հ. Սոճետների վարքագծի անհատական առանձնահատկությունները «բաց դաշտում» և ճառագայթային համաչափ լաբիրինթում 18

Դալյան Ա.Վ. Թքով Na⁺ և K⁺ արտազատման առանձնահատկությունների հետազոտությունը որպես տասներորդ դասարանցիների օրգանիզմի գործառական վիճակի գնահատման մեթոդ մտավոր ծանրաբեռնվածության ժամանակ 22

Դալյան Ա.Վ., Գևորգյան Է.Ս., Մինասյան Ս.Մ., Քսաջիկյան Ն.Ն. Դիմորոների ԷՈՒԳ-ի հիմնական ռիթմերի սպեկտրալ հզորության վերլուծությունը քննաշրջանի ընթացքում 28

Քսաջիկյան Ն.Ն., Գևորգյան Է.Ս., Մինասյան Ս.Մ. Դեռահասների սրտի ռիթմի կարգավորող մեխանիզմները ուսումնական ծանրաբեռնվածության պայմաններում 36

Նալբանդյան Կ.Գ. Վերին Ղվին գյուղի ասորական պոպուլյացիայի դերմատոգլիֆիկական բնութագիրը 43

Կարապետյան Զ.Ս., Սկրտչյան Հ.Ս., Գալստյան Ս.Խ., Հակոբյան Կ.Վ. Կարտոֆիլի ցիստառաջացնող նեմատոդի *(Globodera rostochiensis)* դեմ պայքարի ինտեգրացված մեթոդի փորձարկումը Գեղարքունքի մարզում, Հայաստան 49

Վարդանյան Ա.Հ. Քելեշյան Ա.Դ., Կարապետյան Ժ.Վ., Աղաջանյան Ա.Ե., Սաղյան Ա.Ս. Սննդամիջավայրի pH-ի ազդեցության ուսումնասիրումը L-պրոլինի կենսասինթեզի վրա 57

Ղազանչյան Ն.Լ. Պոլիմերային նյութերի միկրոբային գերաճի առանձնահատկությունները 62

Գևորգյան Ա.Ա. Տիեզերական սարքավորումների պոլիմերային նյութերի միկրոբիոտայի յուրահատկությունները 67

Պարոնյան Ա.Խ. Ջերմուկի հանքային ջրերից անջատված *Rhodopseudomonas palustris* ֆոտոտրոֆ բակտերիայի էկոֆիզիոլոգիական առանձնահատկությունները 73

Վարդանյան Ն.Ա., Մարկոսյան Լ.Ս., Նադոյան Ա.Զ. *Sulfobacillus thermosulfidooxidans subsp. asporogenes*-ի մասնակցությամբ դժվար մշակվող ոսկի պարունակող հանքաքարի տարալվացման պարբերական պրոցեսի բնութագիրը 78

Հակոբյան Ա.Գ., Չիտչյան Կ.Վ., Խաչատուրյան Ա.Ա. Կոմպոստի թերմոֆիլ բացիլների բնութագրումը սնկագործության համար 84

Զաքարյան Ա.Ե., Պողոսյան Գ.Հ., Զաքարյան Ն.Ա. Դեղաբույսերի որոշ հանուկների հակաօքսիդիչ հատկությունները 91

Հովհաննիսյան Հ.Հ. Ընդհանուր թրթռահարման պայմաններում մատուտակի արմատների դերը բջջային իմունիտետի ակտիվացման գործում 97

Աղաջանյան Ա.Խ., Սեմերջյան Գ.Ա., Աղաջանյան Ա.Ա., Սեմերջյան Գ.Գ., Մարտիրոսյան Մ.Ա. Որոշ դեղաբույսերի ամինաթթվային կազմը 103

Գալստյան Ս.Հ. Հանքային պարարտանյութերի ազդեցությունը կարտոֆիլի պալարակուտակման և բերքի վրա 108

Սադոյան Ռ.Ռ., Պողոսյան Վ.Ա. Հիբրիդային գաճաճության գեների ազդեցությունը ցորենի *Hybrid dwarfness* տիպի հիբրիդային բույսերի աճհատական զարգացման վրա 113

Վարդանյան Ժ.Ա., Խաչատրյան Ա.Ա., Ալեքսանյան Ա.Ս. Գյումրի քաղաքի կանաչ տնկարկների արդյունավետության բարձրացման ուղիները 120

Համառոտ հաղորդումներ

Բարսեղյան Ա.Հ., Գրիգորյան Ն.Գ., Մարության Ա. Վ., Հովհաննիսյան Հ.Գ. Lactobacillus acidophilus մոտ մուկոիդ շտամների ստացումը *p*–ֆտորֆենիլալանինի միջոցով 127

Սարգիսով Գ.Ե., Չուբարյան Ֆ.Ա., Պետրոսյան Ռ.Ա., Կարապետյան Լ.Ա. Փորձարարական հիմենոլեպիդոզի ընթացքում մկների վարքագծային փոփոխությունների մասին 130

Դևոզարյան Տ.Ր., Կիրակոսյան Լ.Գ., Մամուկյան Կ.Հ., Լևոնյան Կ.Լ., Ստեփանյան Ա.Ա. Պրոտեոլիպիդների սպիտակուցի պարունակությունը իմմունային համակարգի հյուսվածքներում 133

Պողոսյան Գ.Ա., Սահակյան Գ.Վ., Արծրունի Գ.Գ. էլեկտրաստատիկ դաշտի ազդեցությունը էրիթրոցիտների էլեկտակինետիկ պոտենցիալի վրա 136

Հարությունյան Ռ.Ա., Ոսկանյան Ա.Վ., Սարտիրոսյան Ս.Շ., Սմբատյան Ա.Վ. Տաուրինը որերը կենդանիների հոմեոստազի կարգավորման վրա 139

Սկրտչյան Լ.Պ. Porphyrophora ցեղի արուների սեռական համակարգը օրգանների ռեդուկցիայի տեսության լույսի ներքո 142

Նաղաշյան Հ.Ջ., Գրիգորյան Վ.Վ., Սմբրիասյան Վ.Բ., Շչերբակով Օ.Վ., Հակոբյան Ա. Ռ., Գրիգորյան Լ.Հ. Գյուղատնտեսական կենդանիների էխինոկոկոզը Երևան քաղաքի հարակից շրջաններում 146

Նաղաշյան Հ.Ջ., Սխիքարյան Ա.Ա. Տավարի հիպոդերմատոզի կանխարգելման նոր եղանակ 149

Սիրգոյան Վ.Ս., Ամեմյան Լ.Հ., Կարապետյան Տ.Դ., Ստեփանյան Ա.Ս. Կոնֆիդոր ինսեկտիցիդի մնացորդային քանակների որոշման մեթոդ ջրում և գյուղատնտեսական մթերքներում 152

Պալիկյան Ա.Կ. Ասորիների օդոնտոլոգիական բնութագիրը 155

Սկոպովա Ա.Բ., Պետ»ոսյան Ռ.Ա. Յուղուրտ կաթնաթթվային մթերքի կիրառման փորձը միզապարկի և ուրետրայի տուբերկուլոզի ժամանակ 158

Биолог. журн. Армении, 1-2 (59), 2007

СОДЕРЖАНИЕ

Оригинальные статьи

Закарян А.Е., Саркисян Н.А., Закарян Н.А., Трчунян А.Л. Взаимодействие некоторых противоопухолевых препаратов с бислойными фосфолипидными мембранами в различных ионных средах 3

Галоян Г.М., Казарян П.А., Аветисян А.А., Симонян М.А. Влияние соединения 2-пиан-3,4,4-триметил-2- бутен-4-олида на уровень и активность металлопротеинов тканей *in vitro* и *ex vivo* 8

Сираканян М.С., Симонян Р.М., Симонян М.А. Механизмы оксидативного повреждения крови человека под воздействием ионов молибдена и кадмия *in vitro* 13

Саркисов Г.Т., Саркисян Ж.С., Коваль И.И., Карапетян Л.М., Мадатова И.Р., Туманян В.А. Индивидуальные особенности поведения крыс в «открытом поле» и радиально-симметричном лабиринте 18

Даян А.В. Исследование особенностей экскреции Na^+ и K^+ со слюной как метод оценки функционального состояния организма десятиклассников при умственной нагрузке 22

Даян А.В., Геворкян Э.С., Минасян С.М., Кеаджикян Н.Н. Анализ спектральной мощности основных ритмов ЭЭГ абитуриентов в экзаменационный период 28

Кеаджикян Н.Н., Геворкян Э.С., Минасян С.М. Регуляторные механизмы ритма сердца подростков в условиях учебной нагрузки 36

Налбандян К.Г. Дерматоглифическая характеристика ассирийской популяции села Верин Двин 43

Карапетян Дж.А., Мкртчян Р.С., Галстян С.Х., Акопян К.В. Испытание метода интегрированной борьбы против картофельной цистообразующей нематоды *(Globodera rostochiensis)* в Гегаркуникском марзе, Армения 49

Варданян А.А., Келешян С.К., Карапетян Ж.В., Агаджанян А.Е., Сагинян А.С. Изучение влияния pH ферментационной среды на биосинтез L-пролина 57

Казанчян Н.Л. Особенности микробного обрастания различных полимерных материалов 62

Геворгян С.А. Специфика микобиоты полимерных материалов космической техники 67

Пароян А.Х. Экофизиологические особенности фототрофной бактерии *Rhodopseudomonas palustris* из минеральных источников Джермука 73

Варданян Н.С., Маркосян Л. С., Нагдалян С.З. Характеристика периодического процесса выщелачивания золотосодержащей руды с помощью *Sulfobacillus thermosulfidooxidans subsp. asporogenes* 78

Акопян А.Г., Читчян К.В., Хачатурян А.А. Характеристика термофильных бацилл компостов для грибоводства 84

Закарян А.Е., Погосян Г.А., Закарян И.А. Антиоксидативные свойства экстрактов лекарственных растений 91

Оганесян А.О. Роль корней солодки *Glycyrrhiza glabra* L. в активации клеточного иммунитета в условиях общей вибрации 97

Агаджанян А.Х., Семерджян Г.А., Агаджанян А.А., Семерджян Г.Г., Мартиросян М.С. Аминокислотный состав некоторых лекарственных растений 103

Галстян М.А. Влияние минеральных удобрений на клубнеобразование и урожай картофеля 108

Садоян Р.Р., Погосян В.А. Влияние генов гибридной карликовости на онтогенетическое развитие гибридных растений пшеницы типа *Hybrid dwarfness* 113

Варданян Ж.А., Хачатрян А.С., Алексанян С.С. Пути повышения эффективности зеленых насаждений города Гюмри 120

Краткие сообщения

Барсегян А.А., Григорян Н.Г., Марутян А.В., Оганесян Г.Г. Получение мукоидных штаммов у *Lactobacillus acidophilus* с помощью *p*-фторфенилаланина 127

Саркисов Г.Т., Чубарян Ф.А., Петросян Р.А., Карапетян Л.М. Об изменениях поведения мышей при экспериментальном гименолепидозе 130

Казарян Т.И., Киракосян Л.Г., Манукян К.Г., Левонян К.Л., Степанян А.А. О содержании белка протеолипидов в тканях иммунной системы 133

Погосян Г.А., Саакян Г.В., Арцруни Г.Г. Влияние электростатического поля на электрокинетический потенциал эритроцитов 136

Арутюнян Р.А., Восканян А.В., Мартиросян С.Ш., Антонян М.В. Роль таурина в регуляции температурного гомеостаза животных 139

Мкртчян Л.П. Половая система самцов карминоносных червецов рода *Porphyrophora* в свете морфологической теории редукции органов 142

Нагашян О.З., Мхитарян М.А. Новый метод профилактики гиподерматоза крупного рогатого скота 149

Нагашян О.З., Григорян В.В., Андриасян В.Б., Шербаков О.В., Акопян А.Р., Григорян Л.Г. Эхинококкоз сельскохозяйственных животных в пригородах Еревана 146

Мирзоян В.С., Аджелян Л.А., Карапетян Т.Д., Степанян А.С. Метод определения остаточных количеств инсектицида конфидора в воде и сельскохозяйственных продуктах 152

Пазикян А.К. Одонтология ассирийцев 155

Акопова А.Б., Петросян Р.С. Опыт применения кисломолочного продукта югорт при туберкулезе мочевого пузыря и уретры 158

Biolog. J. Armenia, 1-2 (59), 2007

CONTENTS

Original articles

Zakarian A.E., Sargsyan N.A., Zakarian N.A., Trchounian A.A. Interaction of some anticancer drugs with bilayer phospholipid' membranes in different ionic media 3

Galoyan G.M., Kazaryan P.A., Avetisyan A.A., Simonyan M.A. The influence of 2-cian-3,4,4-trimethyl-2-buten-4-olid compound on the metalloproteins level and activity *in vitro* and *ex vivo* 8

Sirakanyan M.S., Simonyan R.M., Simonyan M.A. The mechanisms of blood oxidative damage under the influence of cadmium and molybdenium ions *in vitro* 13

Sargysov G.T., Sarkisyan J.S., Koval I.N., Karapetyan L.M., Madatova I.R., Tumanyan B.A. Specific features of albino rats behaviour in the «open field» and a radially-symmetric maze 18

Dayan A.V. Research of peculiarities of Na^+ and K^+ excretion with saliva as the method estimation of the functional condition of the organism of senior schoolchildren-entrants at intellectual loading 22

Dayan A.V., Gevorkyan E.S., Minasyan S.M., Ksajikyan N.N. Analysis of spectral power of matriculants EEG general components during the examinational period 28

Ksadjikyan N.N., Gevorkyan E.S., Minasyan S.M. Mechanisms of heart rhythm regulation teenagers in conditions of the academical load 36

Nalbandyan K.G. Dermatoglyphical characteristics of Assyrian population of Verin Dvin village 43

Karapetyan J.A., Mkrtchyan R.S., Galstyan S.Kh., Hakobyan K.V. Integrated control of parasitic cyst nematode *(Globodera rostochiensis)* on potato farms of Gegharkunik marz, Armenia 49

Vardanyan A.A., Keleshyan S.K., Karapetyan J.W., Agadjanyan A.E., Saghiyan A.S. Influence of the fermentation medium pH on the biosynthesis of L-proline 57

Ghazanchyan N.L. The peculiarities of microbial overgrowth of various polymeric materials 62

Gevorgyan S.A. Specificity of mycobiota of polymeric materials from space technique 67

Paronyan A.Kh. Ecophysiological properties of phototrophic bacterium *Rhodopseudomonas palustris* from mineral springs of Jermuk 73

Vardanyan N.S., Markosyan L.S., Naghdalyan S.Z. Characteristics of periodic process of leaching of refractory gold containing ores by *Sulfobacillus thermosulfidooxidans subsp. asporogenes* 78

Hakobyan A.G., Chitchyan K.V., Khachaturyan A.A. Characteristic of thermophilic bacilli of composts for mushrooms production 84

Zakarian A.E., Poghosyan G.H., Zakarian N.A. Antioxidant properties of a number of plant extracts 91

Hovhannisyan H.H. Role of roots *Glycyrrhiza glabra* L. in activation of cellular immunity in conditions of the general vibration 97

Aghajanyan A. Kh., Semerjyan G.A., Aghajanyan A.A., Semerjyan G.G., Martirosyan M.S. Aminoacid composition of some herbal 103

Galstyan M.A. Influence of the mineral fertilizers on tuberization and potato's crop 108

Sadoyan R.R., Poghosyan V.A. Hybrid dwarfness genes influence on ontogenetic development of wheat hybrid plants *Hybrid dwarfness* 113

Vardanyan J.A., Khachatryan A.S., Aleksanyan S.S. Ways of increase of efficiency of green plantings of the city of Gyumri 120

Short communications

Barseghyan A.H., Grigoryan N.G., Marutyan A.V., Hovhannisyan H.G. Isolation of mucoid strains at *Lactobacillus acidophilus* by means of *p*-fluorophenylalanine 127

Sargisov G.T., Chubaryan F.A., Petrosyan R.A., Karapetyan L.M. About changes of behaviour of mice at an experimental hymenolepis 130

Kazarian T.I., Kirakosian L.G., Manukian K.H., Levonian K.L., Stepanian H.A. The content of proteolipids protein in tissues of immune system 133

Poghosyan G.A., Sahakyan G.V, Artsruni G.G. The influence of electrostatic field on the electrokinetic potential of erythrocytes 136

Harutunyan R.A., Voskanyan A.V., Martirosyan S.Sh., Antonyan M.V. The role of taurine in regulation of animals temperature homeostasis 139

Mkrtchian L.P. Sexual system of males of the genus *Porphyrophora* in the light of morphological theory of reduction of organs 142

Naghashyan H.Z., Grigoryan V.V., Andriasyan V.B., Shcherbakov O.V., Hakobyan A.R., Grigoryan L.H. Farm animal hydatidosis in Yerevan suburbs 146

Naghashyan H.Z., Mkhitaryan M.A. New method for prevention of the cattle hypodermatosis 149

Mirzoyan V.S., Adjemian R.H., Karapetyan T.D., Stepanyan A.S. A method of determination of the residues of insecticides confidor in water and in agricultural products 152

Paliklan A.K. Odontological characteristics of the Assyrians 155

Akopova A.B., Petrosyan R.S. Experiment of acido-lactic product yoghurt use at tuberculosis of urinary bladder and urethra 158