

ISSN 0235-0084

**КЫРГЫЗ РЕСПУБЛИКАСЫ  
ИЛИМДЕР АКАДЕМИЯСЫНЫН  
КАБАРЛАРЫ**

---

**ИЗВЕСТИЯ  
АКАДЕМИИ НАУК  
РЕСПУБЛИКИ  
КЫРГЫЗСТАН**

**ХИМИЯ-ТЕХНОЛОГИЯ  
ЖАНА БИОЛОГИЯ ИЛИМДЕРИ  
ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ  
И БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ**

---

**1**

**1992**

4445

КЫРГЫЗ РЕСПУБЛИКАСЫ  
ИЛИМДЕР АКАДЕМИЯСЫНЫН

# КАБАРЛАРЫ

# ИЗВЕСТИЯ

АКАДЕМИИ НАУК  
РЕСПУБЛИКИ КЫРГЫЗСТАН

ХИМИЯ-ТЕХНОЛОГИЯ  
ЖАНА БИОЛОГИЯ ИЛИМДЕРИ  
ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ  
И БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

СЕРИЯ ҮЧ АЙДА БИР ЧЫГАТ  
СЕРИЯ ВЫХОДИТ ЕЖЕКВАРТАЛЬНО

1992  
ИЗДАТЕЛЬСТВО



№ 1  
БИШКЕК

Главный редактор  
академик РАСХН и АН Респуб. Кыргыз.  
А. М. Мамытов

#### РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Акад. АН Республ. Кыргыз. К. С. Сулайманкулов (зам. гл. редактора), чл.-корр. АН Республ. Кыргыз. М. М. Токобаев (зам. гл. редактора), акад. АН Республ. Кыргыз. А. А. Алтымышев, акад. АН Республ. Кыргыз. У. А. Асанов, чл.-корр. АН Республ. Кыргыз. В. А. Афанасьев, чл.-корр. АН Республ. Кыргыз. П. П. Валуйский, докт. биол. наук П. А. Ган, чл.-корр. АН Республ. Кыргыз. Б. И. Иманакун, акад. РАМН и АН Республ. Кыргыз. М. М. Миррахимов, чл.-корр. АН Республ. Кыргыз. С. И. Сороко, докт. биол. наук А. С. Цеканов, Л. М. Стрельникова (ответственный секретарь).

PROCEEDINGS OF THE KYRGHYZSTAN ACADEMY  
OF THE SCIENCES: CHEMICAL-TECHNOLOGICAL  
AND BIOLOGICAL SCIENCES

Журнал основан в 1966 г.

Технический редактор Р. Р. Хусаинова

© Издательство «Илим», 1992 г.

Подписано к печати 25.03.94. Формат 70×108<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага тип. № 2.  
Высокая печать. Литературная гарнитура. Объем усл. п. л. 10,15, уч.-изд. л. 9,16  
Тираж 200 экз. Заказ 55.

Адрес редакции: 720071, Бишкек, Чуйский проспект, 265 а, тел. 25-38-74  
Типография Академия наук Республики Кыргызстан,  
720001, Бишкек, ул. Пушкина, 144

#### ХИМИЯ

УДК 669.1:661.872.92.094.58.7

Г. Э. Усубалиева, А. А. Джиенбекова, Ф. М. Абдукаримова

#### ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ДИОКСИДА КРЕМНИЯ ИЗ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ

Цель экспериментального изучения кинетики выщелачивания состоит в определении зависимости скорости процесса от основных технологических параметров — температуры и концентрации реагентов, установления лимитирующей стадии, что необходимо для отыскания оптимальных условий выщелачивания.

Известные методики экспериментального определения кажущейся энергии активации и порядка процесса выщелачивания в общих чертах схожи и описываются следующей общей схемой (в скобках приведены значения определения порядка процесса) [1]:

1. Экспериментальное изучение зависимости степени выщелачивания  $\alpha$  от продолжительности процесса  $\tau$  для нескольких температур (нескольких концентраций щелочи) при постоянстве всех остальных параметров процесса.

2. Определение скорости процесса  $da/d\tau$  из полученной зависимости для каждой температуры  $T$  (концентрация щелочи) при одинаковой для всех  $T$  ( $C_{\text{NaOH}}$ ) степени выщелачивания.

3. Определение энергии активации (порядка) процесса по тангенсу угла наклона прямой в координатах  $\ln da/d\tau - 1/\tau$  ( $\ln da/d\tau - \ln C_0$ ). Теоретические предпосылки этого положения следующие:

а) скорости обратимого процесса, каковые являются наиболее распространенными в гидрометаллургии [2] описываются следующим формально-кинетическим уравнением:

$$da/d\tau = K(C_0 - \nu G_0 \cdot \alpha)^n \varphi(\alpha), \quad (1)$$

где  $C_0$  и  $G_0$  — начальные концентрации реагента и количество выщелачиваемого материала;  $\nu$  — параметр, учитывающий изменение концентрации реагента;  $\varphi(\alpha)$  — функция, учитывающая величину поверхности;  $\alpha$  — степень выщелачивания;

б) отношение скоростей выщелачивания, определенных при различных температурах и постоянстве всех остальных параметров процесса есть:

$$\frac{(da/d\tau)_{T_1, ai}}{(da/d\tau)_{T_2, ai}} = \frac{K(T_1)(C_0 - \nu G_0 ai)^n \varphi(ai)}{K(T_2)(C_0 - \nu G_0 ai)^n \varphi(ai)} = \frac{K(T_1)}{K(T_2)} \quad (2)$$

отношение констант скорости, т. е.

$$\ln \frac{(da/d\tau)_{T_1, ai}}{(da/d\tau)_{T_2, ai}} = \ln \frac{K(T_1)}{K(T_2)} = - \frac{E}{P} \left( \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right);$$

$$\Delta \ln (da/d\tau)_{ai} = - \frac{E}{P} \Delta \left( \frac{1}{T} \right).$$

Итак, тангенс угла наклона прямой в координатах  $\ln (da/d\tau)_{ai} - \frac{1}{T}$  и есть величина  $-\frac{E}{P}$ .

Аналогично и в случае определения порядка процесса. Отношение скоростей выщелачивания, определенных при различной начальной концентрации щелочи и большом его избытке  $C_0 \gg G_0$ , из уравнения [1] следует:

$$\frac{(da/d\tau)_1}{(da/d\tau)_2} = \frac{C_{01}^n}{C_{02}^n} \text{ или } \Delta \ln(da/d\tau)_{1,ai} = n \Delta \ln C_1.$$

Приведенной общей схемой мы и пользовались в исследованиях. В качестве объекта брали отходы производства с размерами частиц меньше 0,074 мм, выщелачивающий реагент — растворы едкого натра, приготовленные из реактива марки ч. д. а. Соотношение жидкой и твердой фаз принимали во всех экспериментах равным 5. Пульпу помещали в автоклавы емкостью 50 мл, по достижении заданной температуры, которая поддерживалась в течение всего эксперимента с точностью  $\pm 5^\circ\text{C}$  и фиксации времени с точностью  $\pm 60$  с, автоклавирование проводили при частоте вращения 50—60 об/мин. По истечении заданного времени содержимое автоклавов отфильтровывали и проводили химический анализ фильтрата на количественное содержание  $\text{SiO}_2$  желатинным методом. Сопоставляя содержание  $\text{SiO}_2$  в фильтрате с содержанием  $\text{SiO}_2$  в исходной руде, рассчитывали степень выщелачивания. Содержание  $\text{SiO}_2$  в исходной руде, определенное этим же методом с вероятностью 90%, находится в доверительном интервале  $16,323 \pm 0,024$ . Найденные значения степени выщелачивания представлены в табл. 1 и 2 в виде доверительных границ для среднего из трех значений при степени риска 0,1.

Изучена зависимость степени выщелачивания  $\alpha$  от времени  $\tau$  для определения кажущейся энергии активации (порядка) процесса (табл. 1 и 2 и рис. 1 и 2). Степенной характер зависимостей обусловил применение степенного регрессивного анализа экспериментальных данных. Суть такого анализа заключается в определении параметров  $b_0$  и  $b_1$  эмпирической зависимости:  $\alpha = b_0 \tau^{b_1}$ , описывающей связь между некоторым числом  $N \geq 4$  пар значений  $\alpha_i$  и  $\tau_i$ , обеспечивая при этом наименьшую среднеквадратичную погрешность. Подробно основы этого анализа представлены в [3]. Параметры функции находили по следующим формулам:

$$b_1 = \frac{\sum_{i=1}^N \ln \tau_i \sum_{i=1}^N \ln \alpha_i - N \sum_{i=1}^N \ln \tau_i \ln \alpha_i}{\left( \sum_{i=1}^N \ln \tau_i \right)^2 - N \sum_{i=1}^N (\ln \tau_i)^2}$$

$$b_0 = \exp \left[ \frac{1}{N} \left( \sum_{i=1}^N \ln \alpha_i - b_1 \sum_{i=1}^N \ln \tau_i \right) \right].$$

Дифференцирование этих уравнений по времени при одинаковом для всех температур (начальных концентрациях щелочи) степени выщелачивания  $\alpha_i$  дает значение скоростей процесса. Полученные таким образом значения скоростей  $da/d\tau$  представлены в табл. 3 и 4.

На рис. 3 приведена дальнейшая последовательность действий по общей схеме, а именно: определены тангенсы угла наклона прямых. В изучаемом интервале температур значения энергии активации следующие: в области низких температур — 1,15 ккал/моль, а в области высоких — 7,97 ккал/моль.

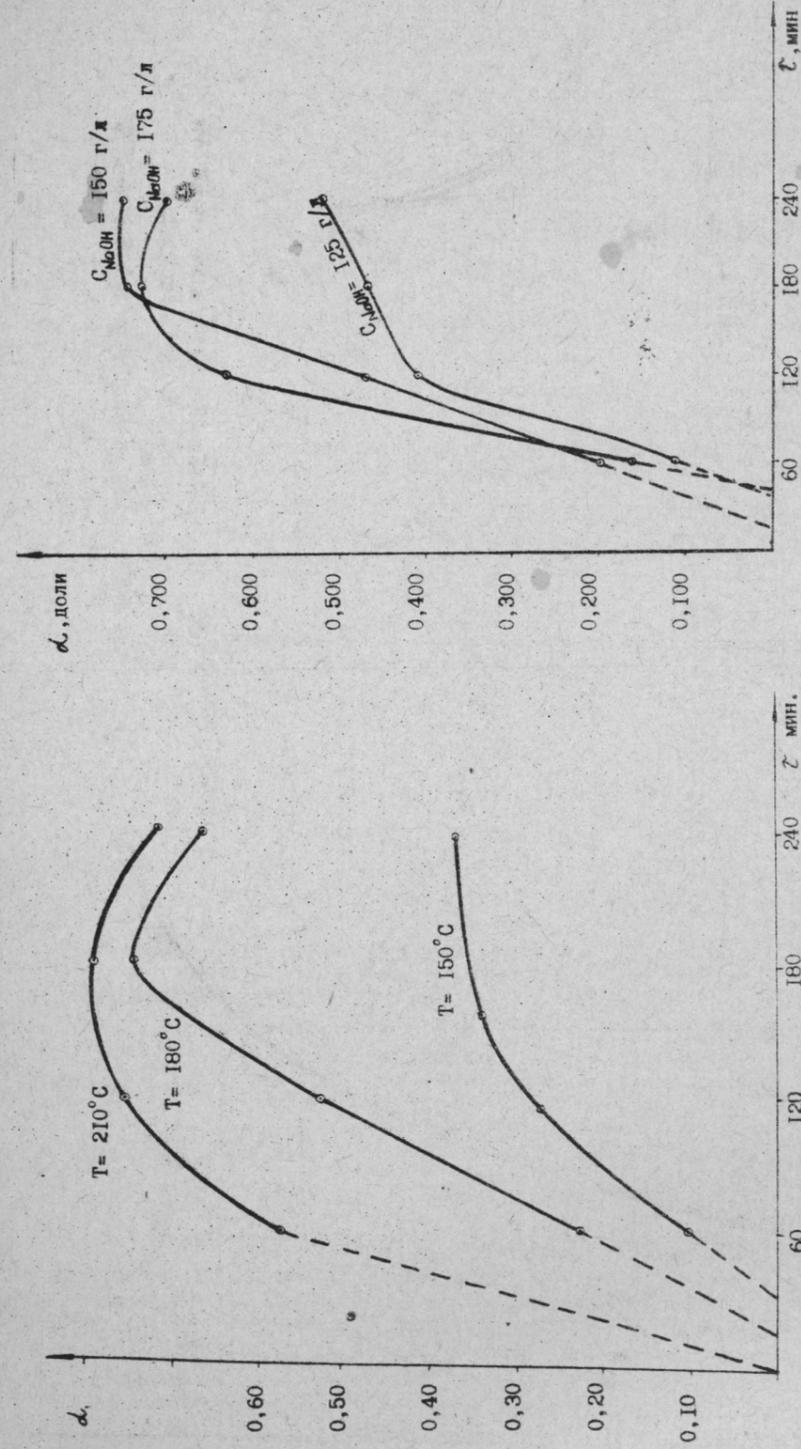


Рис. 1. Зависимость степени выщелачивания  $\alpha$  от времени  $\tau$  при различных температурах.  
Рис. 2. Зависимость степени выщелачивания  $\alpha$  от времени  $\tau$  при различных концентрациях щелочи.

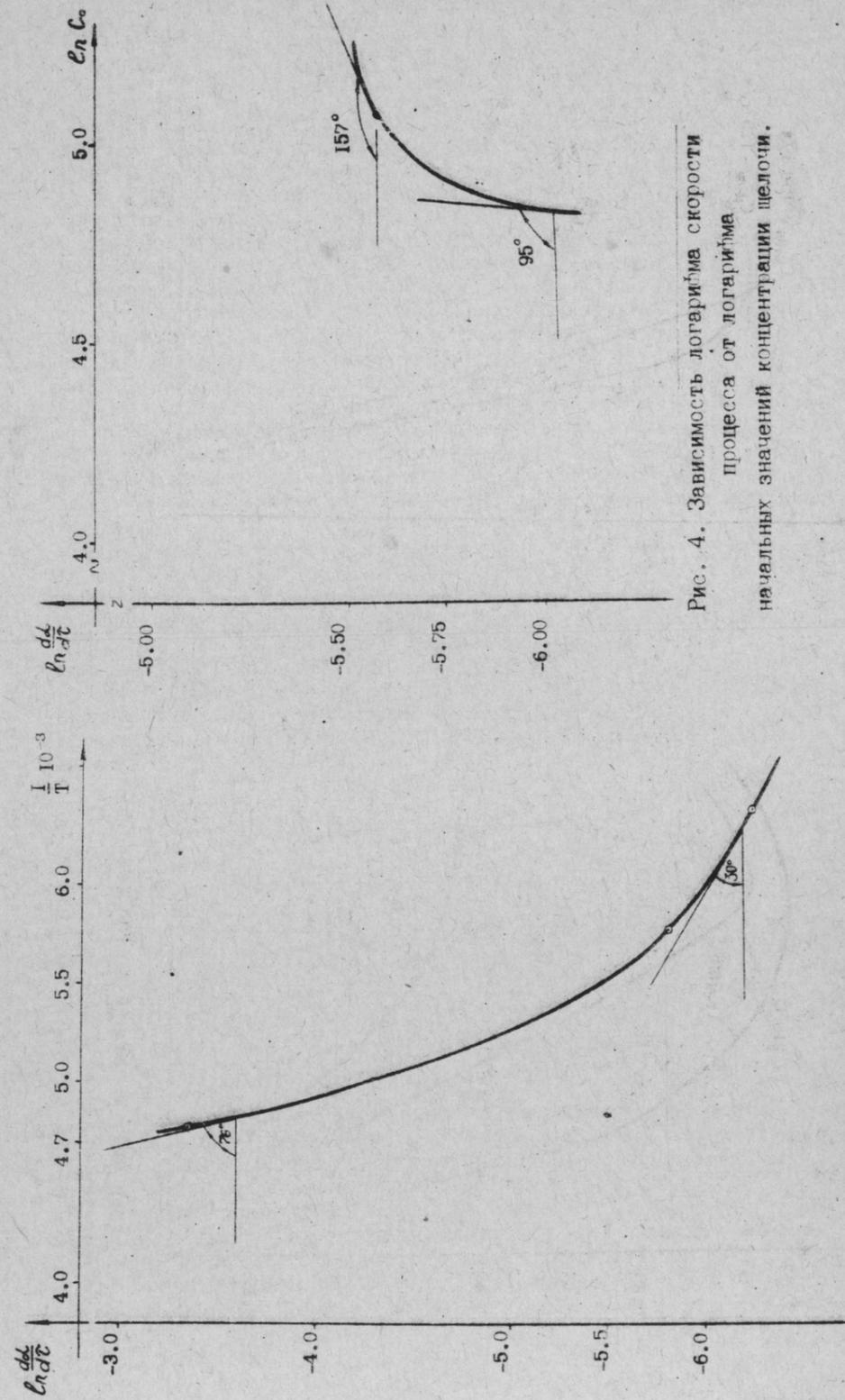


Рис. 3. Зависимость логарифма скорости от обратных температур.

Рис. 4. Зависимость логарифма скорости процесса от логарифма начальных значений концентрации щелочи.

Таблица 1

Результаты изучения зависимости степени выщелачивания от времени при различных температурах

T, °C	τ, мин.	α, доли	C <sub>NaOH</sub> , г/л
150	60	0,104+0,004	150
150	120	0,284+0,073	150
150	180	0,370+0,070	150
150	240	0,402+0,029	150
180	60	0,228+0,029	150
180	120	0,530+0,150	150
180	180	0,750+0,024	150
180	240	0,670+0,184	150
210	60	0,575+0,134	150
210	120	0,761+0,039	150
210	180	0,800+0,089	150
210	240	0,724+0,080	150

Таблица 2

Результаты изучения зависимости степени выщелачивания от времени при различных концентрациях щелочи

C <sub>NaOH</sub> , г/л	τ, мин.	α, доли	T, °C
125	60	0,114+0,018	180
125	120	0,410+0,022	180
125	180	0,470+0,037	180
125	240	0,521+0,102	180
150	60	0,199+0,022	180
150	120	0,470+0,018	180
150	180	0,748+0,016	180
150	240	0,749+0,163	180
150	60	0,165+0,013	180
175	120	0,630+0,008	180
175	180	0,731+0,190	180
175	240	0,702+0,029	180
175			180

Таблица 3

Результаты степенного регрессивного анализа экспериментальных данных, полученных при различных температурах

T, °C	Аналитический вид зависимости степени выщелачивания от времени	Значение скорости при αi=0,3
150	α=0,008	0,737
180	α=0,005	0,739
210	α=0,192	0,277

$(d\alpha/d\tau)\alpha_i = -6,392$   
 $(d\alpha/d\tau)\alpha_i = -5,583$   
 $(d\alpha/d\tau)\alpha_i = -3,263$

Таким образом, при низких температурах процесс протекает во внешнедиффузионной области. Ускорение процесса возможно увеличением интенсивности перемешивания; это лишь в ограниченной степени приводит к ускорению выщелачивания, поскольку с повышением турбулизации пульпы твердые частицы все в большей степени увлекаются в поток вместе с прилегающим к ним диффузионным слоем, и толщина этого слоя не уменьшается. Повышение температуры приводит к переводу процесса в промежуточную область. При проведении процесса

Таблица 4

Результаты степенного регрессивного анализа экспериментальных данных, полученных при различных концентрациях щелочи

$C_{\text{NaOH}}$ , г/л	Аналитический вид зависимости степени выщелачивания от времени	Значение скорости $\alpha t=0,5$
125	$\alpha=0,013$	0,730
125	$\alpha=0,008$	0,871
125	$\alpha=0,019$	0,719

при температурах свыше  $240^\circ\text{C}$  получается коллоидный раствор, осложняющий дальнейший химический анализ.

На рис. 4 представлено определение порядка процесса. В области низких концентраций щелочи порядок процесса составляет 6,31, а в области высоких концентраций — 0,43. Таким образом, поскольку в области низких концентраций порядок процесса больше на единицу, то повышение концентрации приводит к переходу от кинетического режима к диффузному. Область высоких концентраций щелочи характеризуется порядком процесса меньше единицы, так что дальнейшее повышение концентраций щелочи должно привести к переходу от диффузионной к кинетической области. Экспериментально это подтвердить не удалось, поскольку при концентрациях щелочи свыше 175 г/л так же, как и в случае высоких температур, получается коллоидный раствор.

Таким образом, изучение кинетики процесса автоклавного выщелачивания диоксида кремния из железосодержащих отходов производства показало, что оптимальным является проведение процесса при  $180^\circ\text{C}$  в течение 180 мин. щелочью NaOH с концентрацией 150 г/л.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Зеликман А. Н., Вольдман Г. М., Белявская Л. В. Теория гидрометаллургических процессов. — М.: Металлургия, 1975.
2. Гидрометаллургия. — М.: Наука, 1976. — С. 20—29.
3. Дьяконов В. П. Справочник по алгоритмам и программам на языке Бейсик для персональных ЭВМ. — М.: Наука, 1987.

Институт неорганической и физической химии  
АН Республики Кыргызстан

Поступила  
25 июня 1990 г.

УДК 546.562.226+547.681.3

Р. Рапкова, М. Я. Нифадьева, М. К. Кыдынов

## О КОМПЛЕКСАХ ПИПЕРАЗИН-СУЛЬФАТА С СОЛЯМИ МЕТАЛЛОВ

Взаимодействие пиперазина и его производных с неорганическими солями, судя по литературным данным, изучено недостаточно. Известные соединения пиперазина с галогенидами, роданидами двухвалентных металлов получены препаративным путем из неводных этанольных и метанольных растворов. Так, галогениды Zn, Cu, Cd, Hg, Co, Ni, Pt образуют с пиперазином комплексы двух типов — простые, с соотношением компонентов 1:1 и 1:2, и ацидокомплексы из кислых неводных растворов [1—8]. Первые не растворимы в воде, лиганд в них, как указывают авторы, может служить мостиком между молекулами соли, проявляя

Таблица 1  
Удельная масса, растворимость в воде (25°C) и результаты термодериватографического исследования соединений

Соединения	Удельная масса, г/см <sup>3</sup>	Растворимость в воде, %	Эндоэф-фект, °C	Убыль массы, %	Содержание воды, %	Химические превращения
$\text{C}_4\text{H}_{12}\text{N}_2\text{SO}_4$	1,672	45,00	350	72	—	Разложение — $5\text{H}_2\text{O}$
$\text{ZnSO}_4 \cdot \text{C}_4\text{H}_{12}\text{N}_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	1,820	17,90	120 180 350	20 3,07	23,82	$\text{H}_2\text{O}$ Разложение
$\text{CdSO}_4 \cdot \text{C}_4\text{H}_{12}\text{N}_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	1,989	41,86	65 235 330	18 4	21,58	$5\text{H}_2\text{O}$ $\text{H}_2\text{O}$ Разложение
$\text{CuSO}_4 \cdot \text{C}_4\text{H}_{12}\text{N}_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	1,776	12,44	130 200 330	20,8 3,99	23,92	$5\text{H}_2\text{O}$ $\text{H}_2\text{O}$ Разложение
$\text{MnSO}_4 \cdot \text{C}_4\text{H}_{12}\text{N}_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	1,746	24,85	120 260 350	20 4	24,38	$5\text{H}_2\text{O}$ $\text{H}_2\text{O}$ Разложение
$\text{CoSO}_4 \cdot \text{C}_4\text{H}_{12}\text{N}_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	1,748	8,68	200 360	23,75	24,16	$6\text{H}_2\text{O}$ Разложение
$\text{NiSO}_4 \cdot \text{C}_4\text{H}_{12}\text{N}_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	1,790	14,90	180 340	24	24,18	$6\text{H}_2\text{O}$ Разложение

Примечание. В этиловом спирте, ацетоне, четыреххлористом углероде соединения практически растворимы.

монодентатность, а также образовывать циклы в форме ванны в качестве бидентатного основания. Ацидокомплексы содержат комплексные ионы, хорошо растворимы в воде. Из насыщенных водных растворов получены гидратированные ацидокомплексы хлоридов магния, кальция, стронция с гидроксидом пиперазина (1:1) [9—10].

В настоящей работе описаны координационные соединения сернокислых солей двухвалентных металлов с пиперазин-сульфатом ( $C_4H_{12}N_2SO_4$ ). Последний применяется в нашей стране в качестве эффективного антигельминтного средства, поэтому можно ожидать, что при взаимодействии пиперазин-сульфата с солями биометаллов могут быть получены новые лекарственные препараты. Соединения состава  $MeSO_4 \cdot C_4H_{12}N_2SO_4 \cdot 6H_2O$ , где  $Me = Mg, Zn, Cd, Cu, Mn, Co, Ni$ , установлены в тройных системах  $MeSO_4 - C_4H_{12}N_2SO_4 - H_2O$  при 25, 50, 75°C [11—13]. На основании данных диаграмм растворимости они выделены в кристаллическом виде и изучены.

Комплексы хорошо растворимы в воде, незначительно — в этиловом спирте, не растворимы в ацетоне, четыреххлористом углероде. Значения удельной массы близки между собой, что свидетельствует о подобии кристаллических структур, но индивидуальны для каждого аддукта (см. табл. 1).

Термодериватографический анализ соединений проводили на дериватографе системы Ф. Паулик, И. Паулик и Л. Эрдеи (Венгрия) при нагревании до 1000°C скоростью 10 град/мин. Убыль массы регистрировали в мг и пересчитывали в массовых процентах от первоначального веса (см. табл. 1). Анализируя полученные данные, необходимо отметить, что кривая ДТА исходного пиперазин-сульфата (рис. 1) имеет один эндотермический эффект разложения при 350°C с потерей 72% массы вещества и два экзоэффекта окисления продуктов распада при 420 и 550°C с образованием газообразных окислов азота, углерода, серы. Все соединения при нагревании подвергаются предварительной дегидратации, причем кобальтовое и никелевое — в одну стадию, остальные — ступенчато. Убыль массы вещества, регистрируемая на кривых ТГ, хорошо согласуется с теоретически рассчитанным процентным содержанием воды, с показаниями диаграмм растворимости и результатами химического анализа. На рис. 2 и 3 приведены термодериватограммы комплексов пиперазин-сульфата с сульфатами меди, никеля. На первой обозначены эндоэффекты удаления кристаллизационной воды: пять молекул — при 130°, одной — при 200°. Разложение оставшегося продукта распада происходит при 330°. Дегидратация шестиводного пиперазин-сульфата сернокислого никеля осуществляется в одну стадию при 180°C. За процессами обезвоживания следует разложение комплексов при 330—360°C и окисление продуктов распада (375—650°).

ИК спектроскопическое исследование твердых образцов соединений проведено на спектрофотометре UR-20 в области частот 400—3000  $cm^{-1}$ , в которой активны колебания сульфат-ионов, аминной и амидной групп, молекул кристаллизационной воды (см. табл. 2). Как видно из табл. 2, на спектре пиперазин-сульфата вместо полос поглощения NH-групп пиперазина определены частоты дважды протонированного амина в области 2850—2960  $cm^{-1}$  [14], претерпевшие лишь незначительные изменения на спектрах комплексов. Широкая область валентных колебаний гидроксильных групп молекул кристаллизационной воды на спектрах медного и цинкового соединений расщеплена на компоненты, в то время как на спектрах кобальтового и никелевого комплексов она только несколько сужена. Можно предположить, что данное расщепление свидетельствует о наличии различных по прочности водородных связей — двух типов молекул воды [15] на медном и цинковом комплексах, что подтверждается последовательным удалением их при нагревании из гидратированных соединений.

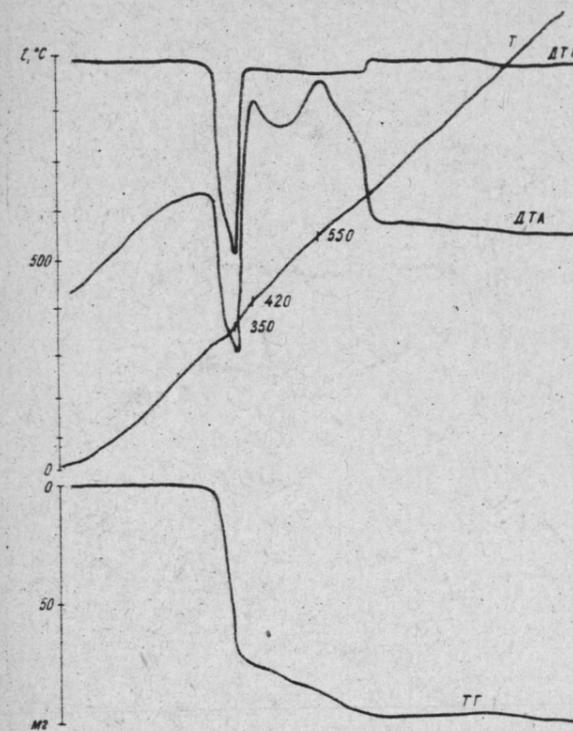


Рис. 1. Дериватограмма пиперазин-сульфата.

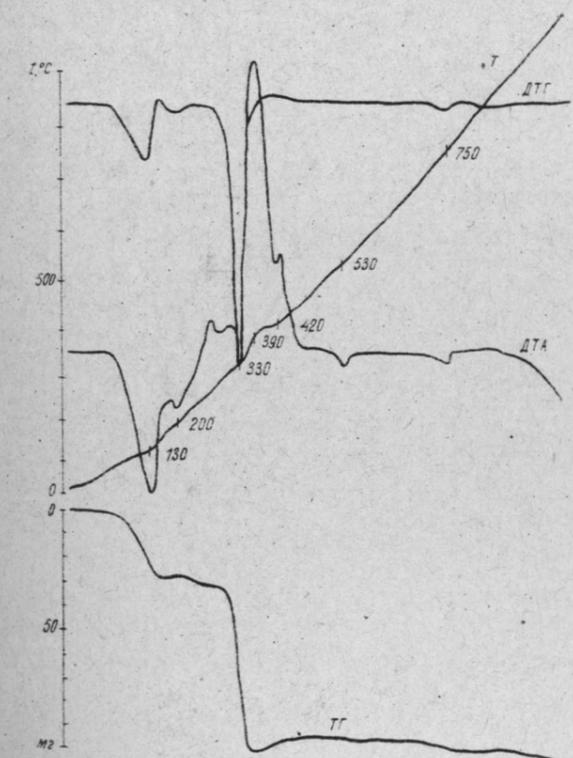


Рис. 2. Дериватограмма комплексного соединения пиперазин-сульфата с сернокислой медью.

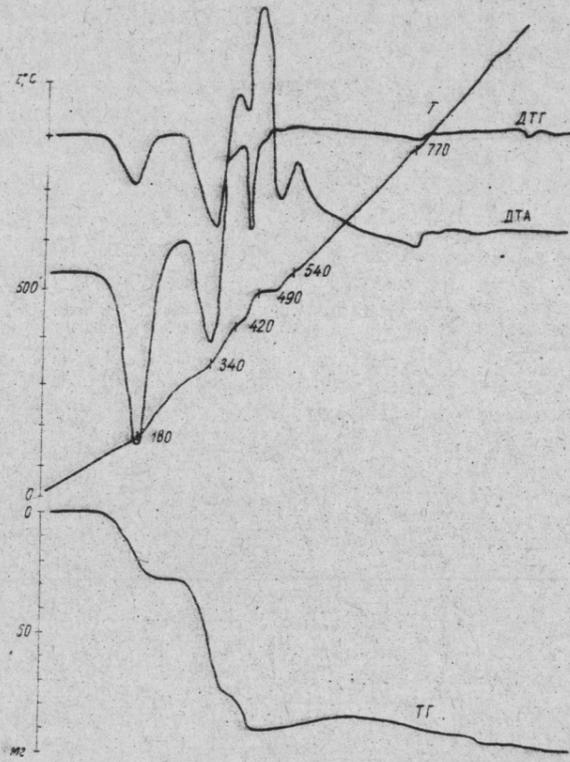


Рис. 3. Дериватограмма комплексного соединения пиперазин-сульфата с серноокислым никелем.

Таблица 2

Основные колебательные частоты на ИК-спектрах исходных компонентов и комплексов

Соединение	Отнесение
$C_4H_{12}N_2SO_4$	600 620
$CuSO_4 \cdot 5H_2O$	590 610 625
$CuSO_4 \cdot 6H_2O$	580 590 620
$ZnSO_4 \cdot 7H_2O$	590 610 630
$ZnSO_4 \cdot 6H_2O$	600 620
$CoSO_4 \cdot 7H_2O$	620
$CoSO_4 \cdot 6H_2O$	630
$NiSO_4 \cdot 7H_2O$	615 660
$Y_4SO_4 \cdot 2$	630
$Y_3SO_4 \cdot 2$	960 980
$Y_3SO_4 \cdot 2$	1100 (широк.)
$\delta H_2O$	1630
$\gamma (C_4 H_{12}N_2) + 2$	2820 3020
$\gamma H_2O$	3200 3500
$Y_2SO_4 \cdot 2$	970 1050
$Y_3SO_4 \cdot 2$	990 1020
$Y_4SO_4 \cdot 2$	1110 1150
$\delta H_2O$	1610
$\gamma (C_4 H_{12}N_2) + 2$	2790 3000
$\gamma H_2O$	3270 3450
$Y_2SO_4 \cdot 2$	970 1050
$Y_3SO_4 \cdot 2$	990 1020
$Y_4SO_4 \cdot 2$	1110 1150
$\delta H_2O$	1610
$\gamma (C_4 H_{12}N_2) + 2$	2780 2820
$\gamma H_2O$	3100 3250
$Y_2SO_4 \cdot 2$	960 1000
$Y_3SO_4 \cdot 2$	990 1020
$Y_4SO_4 \cdot 2$	1110 1150
$\delta H_2O$	1640
$\gamma (C_4 H_{12}N_2) + 2$	2780 2820
$\gamma H_2O$	3100 3250
$Y_2SO_4 \cdot 2$	960 1000
$Y_3SO_4 \cdot 2$	990 1020
$Y_4SO_4 \cdot 2$	1110 1150
$\delta H_2O$	1650
$\gamma (C_4 H_{12}N_2) + 2$	2780 2820
$\gamma H_2O$	3100 3250

Примечание.  $\gamma_2 SO_4 \cdot 2$  — не идентифицирована на ИК-спектре

и карбидообразования. В [4] показано, что при электроэрозии вольфрама в хлорсодержащих средах происходит образование хлоридов пяти- и шестивалентного вольфрама, причем максимальная хлорируемость вольфрама в четыреххлористом углероде составляет 13%. В то же время, несмотря на малое содержание углерода в составе молекул диэлектрических сред ( $CCl_4$ ,  $CHCl_3$ ), вольфрам проявляет большую склонность к карбидообразованию. В процессе электроэрозии твердых сплавов могут образовываться также соответствующие хлориды кобальта и титана. Этим обуславливается выбор диэлектрических жидкостей.

Продукты электроэрозии сплавов ВК, ТК представляют собой гетерогенную систему, состоящую из твердой и жидкой фазы. Твердые продукты отделяли от жидкой фазы фильтрованием и промывали водой и раствором  $HCl$  для отделения карбидных соединений от хлоридных. Из жидкой фазы хлориды металлов осаждали путем гидролиза.

Содержание вольфрама, кобальта и титана в продуктах электроэрозии, в виде хлоридных соединений, определяли гравиметрическим методом. Вольфрам осаждали с помощью 8-оксихинолина [5], кобальт —  $\alpha$ -нитрозо —  $\beta$  — нафтолом [6], а весовой формой определения титана является его двуокись  $TiO_2$  [7].

Для определения количества металлов, связанных с хлором, электроды взвешивали до и после электроэрозионного процесса. По разности весов определяли количество ( $P$ ) эродированного сплава. Теоретическое количество металла ( $m_{теор}$ ), содержащегося в продуктах электроэрозии в виде хлоридных соединений устанавливали исходя из химического состава и количества разрушенного сплава.

$$m_{теор} = N \cdot P, \quad (1)$$

где  $N$  — весовая доля металла в составе твердого сплава. По результатам химического анализа вычисляли степень связывания металлов ( $\eta$ ) с хлором в условиях электроэрозии.

$$\eta = \frac{m}{m_{теор}} \cdot 100 \% \quad (2)$$

где  $m$  — количество металла, найденное на основе химического анализа.

Карбидные фазы продуктов электроэрозии твердых сплавов ВК, ТК исследовали методом рентгенофазового анализа. Дифрактограммы снимали на дифрактометре ДРОН-2,0 на медном отфильтрованном излучении.

Результаты химического анализа показывают, что при электроэрозии сплавов в четыреххлористом углероде или хлороформе происходит хлорирование компонентов сплава, причем с хлором активно взаимодействует связующий металл — кобальт (табл. 1). Наибольший выход хлоридных продуктов наблюдается в четыреххлористом углероде.

Методами химического анализа и электронной спектроскопии установлено, что хлоридным продуктом кобальта является  $CoCl_2$ , а для

Таблица 1

Хлорируемость компонентов сплавов ВК и ТК при электроэрозии их в четыреххлористом углероде и хлороформе при энергии единичного разряда 0,1 Дж

Твердые сплавы	Количество металлов, связанных с хлором, %					
	Четыреххлористый углерод			Хлороформ		
	Co	W	Ti	Co	W	Ti
ВК8	98,62	3,20	—	82,76	2,99	—
ВК10	97,50	3,15	—	83,83	3,01	—
ВК12	96,50	3,25	—	83,95	2,92	—
ВК20	98,35	2,73	—	90,02	2,53	—
T15K6	97,64	2,82	20,72	94,45	2,71	18,57

титана —  $TiCl_3$ , который в присутствии влаги и кислорода гидролизует-ся и окисляется до  $TiOCl_3$ .

В табл. 2, 3 представлены результаты расчета дифрактограмм продуктов электроэрозии сплавов В и ТК в четыреххлористом углероде.

Из таблиц 1, 2, 3 видно, что в процессе электроэрозии твердые сплавы претерпевают физико-химические изменения. Карбидный продукт электроэрозии сплава ВК в хлорсодержащих углеводородах, независимо от соотношения компонентов сплава, состоит из двух фаз. Основной фазой является монокарбид вольфрама  $WC$  с гранцентрированной

Таблица 2

Результаты расчета дифрактограммы продуктов электроэрозии твердого сплава ВК20 в  $CCl_4$  при энергии единичного разряда 0,1 Дж

Экспериментальные данные		Фазовый состав				
I	d, Å	WC		W <sub>2</sub> C		
		hkl	a, Å	hkl	a, Å	c, Å
15	2,5938			100	2,995	
100	2,4461	111	4,237			
17	2,3690			002		4,738
53	2,2769			101	2,998	4,738
57	2,1193	200	4,239			
7	1,7541			102	3,000	4,736
37	1,4972	220	4,235	110	2,994	
6	1,3494			103	2,998	4,738
24	1,2786	311	4,241			
10	1,2686			112	3,000	4,734
6	1,2532			201	3,000	4,734
8	1,2244	222	4,241			
3	1,0599	400	4,240			
7	0,9718	331	4,236			
8	0,9478	420	4,239			

Таблица 3

Результаты расчета дифрактограммы твердого продукта электроэрозии сплава T15K6 в  $CCl_4$  при энергии единичного разряда 0,1 Дж.

Экспериментальные данные		Фазовый состав	
I	d, Å	(Ti, W)C	
		hkl	a, Å
100	2,4538	111	4,250
65	2,1253	200	4,250
35	1,5028	220	4,250
44	1,2821	311	4,252
36	1,2272	222	4,251
17	1,0622	400	4,249
35	0,9748	331	4,249
38	0,9503	420	4,250
34	0,8681	422	4,252
36	0,8180	333	4,250

кубической решеткой типа  $NaCl$  с параметром  $a=4,238$  Å. Вторая фаза представляет собой полукарбид вольфрама  $W_2C$  с гексагональной решеткой с параметрами  $a=2,998$  Å и  $c=4,736$  Å. Продукт электроэрозии сплава ТК в четыреххлористом углероде состоит из одной фазы с кубической решеткой типа  $NaCl$  с параметром  $a=4,250$  Å. Отсюда предпола-

гаем, что данная фаза представляет собой твердый раствор монокарбидов вольфрама и титана (TiW)C.

Таким образом, при электроэрозии сплавов ВК и ТК в хлорсодержащих углеводородах происходит отделение карбидных фаз твердых сплавов от связующего металла — кобальта.

Карбидные продукты, полученные при электроэрозии твердых сплавов ВК и ТК, подвергали отжигу в атмосфере водорода при 1400°C. Отоженный продукт электроэрозии сплава ВК20 становится однофазным и состоит из монокарбида вольфрама с простой гексагональной решеткой (табл. 4).

Таблица 4

Результаты расчета дифрактограммы отоженных продуктов электроэрозии сплава ВК20 в CCl<sub>4</sub> при 1400°C в атмосфере водорода

Экспериментальные данные		Фазовый состав		
I	d, Å	WC		
		hkl	a, Å	c, Å
34	2,8430	001		2,843
90	2,5291	100	2,920	
100	1,8856	101	2,909	2,843
29	1,4553	110	2,911	
9	1,4213	002		2,843
35	1,2949	1111	2,909	2,843
21	1,2600	200	2,910	
33	1,2372	102	2,909	2,840
37	1,1516	201	2,909	2,840

При отжиге карбидного продукта электроэрозии сплава Т15К6 происходит диспропорционирование твердого раствора (Ti,W)C на гексагональный монокарбид вольфрама WC и на твердый раствор (Ti, W) C, а значение периода кристаллической решетки этого раствора составляет a = 4,305 Å (табл. 5).

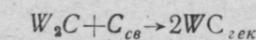
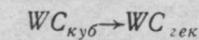
Таблица 5

Результаты расчета дифрактограммы отоженных твердых продуктов электроэрозии сплава Т15К6 в CCl<sub>4</sub> при 1400°C в атмосфере водорода

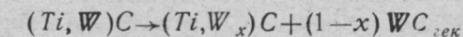
Экспериментальные данные		Фазовый состав				
I	d, Å	WC			(Ti,W)C	
		hkl	a, Å	c, Å	hkl	a, Å
73	2,8352	001		2,835		
98	2,5193	100	2,909		111	4,306
10	2,4864				200	4,305
12	2,1526					
100	1,8715	101	2,904	2,826	220	4,304
9	1,5219					
25	1,4536	110	2,907			
11	1,4136	002		2,827		
7	1,2979				311	4,305
36	1,2903	111	2,903	2,929		
17	1,2580	200	2,906			
5	1,2426				222	4,304
34	1,2332	102	2,906	2,831		
30	1,1479	201	2,903	2,829		

Процесс электроэрозии характеризуется высокими электронными температурами. Поэтому под действием высоких температур возможно происходит разложение карбида WC твердых сплавов ВК и ТК. Затем продукты этого распада взаимодействуют с молекулами диэлектрической среды четыреххлористым углеродом или хлороформом с образованием повторно карбидов. При электроэрозии сплава ВК образуются моно- и полукарбиды вольфрама, а в случае сплава ТК образуется твердый раствор (Ti,W)C. Одной из особенностей процесса электроэрозии является закаленность образующихся продуктов, так как частицы из плазмы искрового разряда с температурой более десяти тысячи градусов попадают в диэлектрическую жидкость с практически комнатной температурой. Этими условиями обуславливается образование и сохранение кубического монокарбида вольфрама при электроэрозии сплава ВК в углеродсодержащих средах. Кубический карбид WC и карбид титана TiC изоморфны, поэтому карбидный продукт электроэрозии сплава ТК является однофазным и состоит из твердого раствора (Ti,W)C. Как известно [8], монокарбид вольфрама с кубической решеткой образуется при температурах выше 2500°C и сохраняется при высокоскоростной закалке.

Отжиг продуктов электроэрозии сопровождается фазовыми и химическими превращениями. При отжиге продуктов электроэрозии сплава ВК происходит переход кубического монокарбида в гексагональный в результате перестройки кристаллической решетки, а полукарбид вольфрама также образует гексагональный монокарбид при взаимодействии с рентгеноаморфным свободным углеродом, образовавшимся при термическом разложении молекул диэлектрических жидкостей в процессе электроэрозии, в виде сажи, содержание которого в продуктах составляет до 5 вес. %.



По литературным данным [3, 9, 10], растворимость кубического монокарбида WC в карбиде титана зависит от температуры. При 2600—2700°C между карбидами WC и TiC наблюдается полная растворимость, а с понижением температуры растворимость WC в TiC уменьшается. Этим объясняется диспропорционирование твердого раствора (Ti,W)C при отжиге.



Таким образом, отоженные продукты электроэрозии сплавов ВК и ТК представляют собой готовые к использованию в качестве исходных компонентов для получения соответствующих твердых сплавов методом порошковой металлургии.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Berkowitz A. E., Walter G. L. Spark erosion: A method for producing rapidly quenched fine powders // G. Mater. Res., 1987, 2. — P. 277—288.
2. Асанов У. А., Сатывалдиев А., Кудайбергенов Т. Т., Сакавов И. Е. Электроэрозионный синтез карбидных соединений металлов подгруппы хрома. — Фрунзе: Илим, 1989. — 192 с.
3. Третьяков В. И. Основы металловедения и технологии производства спеченных твердых сплавов. — М.: Металлургия, 1976. — С. 142—180.
4. Сатывалдиев А., Асанов У. А., Утиров Б. У. Изучение процесса хлорирования молибдена и вольфрама в плазме искрового разряда // Изв. АН КиргССР, 1983, № 3. — С. 36—39.
5. Бусев А. И. Аналитическая химия вольфрама. — М.: Наука, 1976. — С. 92—93.
6. Файнерберг С. Ю., Филиппова Н. А. Анализ руд цветных металлов. — М.: Металлургиздат, 1963. — С. 362.

8. Сторм Э. Тугоплавкие карбиды. — М.: Атомиздат, 1970, — С. 163—164.  
 9. Schmidtman E., Knotek O., Lugschneider E., Gronsfield G. Hochdruck — Hochtemperatur-Untersuchungen an Kubischen Wolfram-Titan-Mischcarbiden // Planseeber. Pulvermet., 1980, № 3. — P. 138—148.  
 10. Холлек Х. Двойные и тройные карбидные и нитридные системы переходных металлов. — М.: Металлургия, 1988. — С. 318.

Кыргызский государственный университет

Поступила 4 сентября 1991 г.

УДК 547.233'121.2'122.6'173.2 (045)

И. Е. Сакавов, С. Т. Актанова, Б. С. Намазова, А. А. Лайлиева

### ТРОЙНАЯ СИСТЕМА ИЗ СУЛЬФАТА КОБАЛЬТА, НИКОТИНАМИДА И ВОДЫ ПРИ 25°C

Соединения никотинамида с солями микроэлементов проявляют себя как катализаторы многих биохимических процессов, поэтому их изучению уделяют большое внимание как зарубежные, так и отечественные исследователи.

В предыдущих работах нами было описано взаимодействие хлоридов кальция, магния, бария с никотинамидом [1—3]. Эта работа является продолжением ранних исследований и посвящена изучению реакций взаимодействия сульфата кобальта с никотинамидом в водной среде методом растворимости при 25°C.

Равновесие устанавливали через 6—8 ч. По известным методикам проводили анализ на содержание: кобальта — комплексонометрически [4], азота амидного — по Кьелдалю [4], сульфата-иона — весовым методом [4]. Результаты эксперимента представлены в таблице и на рис. 1. Изотерма растворимости характеризуется тремя ветвями кристаллизации. Из насыщенных водных растворов при концентрации 24,55—24,84%  $\text{CoSO}_4$  и 0—0,53%  $\text{C}_6\text{H}_6\text{N}_2\text{O}$  (точки 1,2) выделяется семиводный сульфат кобальта  $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ . Точка 3 является эвтонической и содержит в жидкой фазе 25,96%  $\text{CoSO}_4$ , 1,38%  $\text{C}_6\text{H}_6\text{N}_2\text{O}$ . Затем начинается процесс кристаллизации соединения  $2\text{CoSO}_4 \cdot 3\text{C}_6\text{H}_6\text{N}_2\text{O} \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , конгруэнтно растворяющегося в воде (точки 4—13). Состав этого соединения, найденный химическим анализом, следующий: 38,65% сульфата кобальта, 45,68% никотинамида и 15,67% воды, что хорошо согласуется с данными диаграммы растворимости, 38,62% сульфата кобальта, 45,65% никотинамида и 15,73% воды. Выделение нового соединения в твердую фазу заканчивается при составе раствора 2,87%  $\text{CoSO}_4$  и 43,89%  $\text{C}_6\text{H}_6\text{N}_2\text{O}$ , что соответствует переходной точке 14. Дальнейшее увеличение концентрации лиганда ведет к кристаллизации в твердую фазу никотинамида (точки 15,16).

Следует отметить, что концентрационные пределы выделения нового соединения по исходным компонентам очень широки: от 25,09% до 2,95%  $\text{CoSO}_4$  и от 1,36% до 43,12%  $\text{C}_6\text{H}_6\text{N}_2\text{O}$ , что дает возможность синтезировать соединение в пределах ликвидуса, не опасаясь нарушить его стехиометрический состав.

Комплекс получен в кристаллическом виде, определены некоторые физико-химические свойства, удельная масса кристаллов, растворимость в органических растворителях. Исследована термическая устойчивость в интервале температуры 20—1000°C. Плотность кристаллов определяли пикнометрическим методом по объему вытесняемой жидкости. Соединение  $2\text{CoSO}_4 \cdot 3\text{C}_6\text{H}_6\text{N}_2\text{O} \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  имеет  $d = 1,08 \text{ г/см}^3$ .

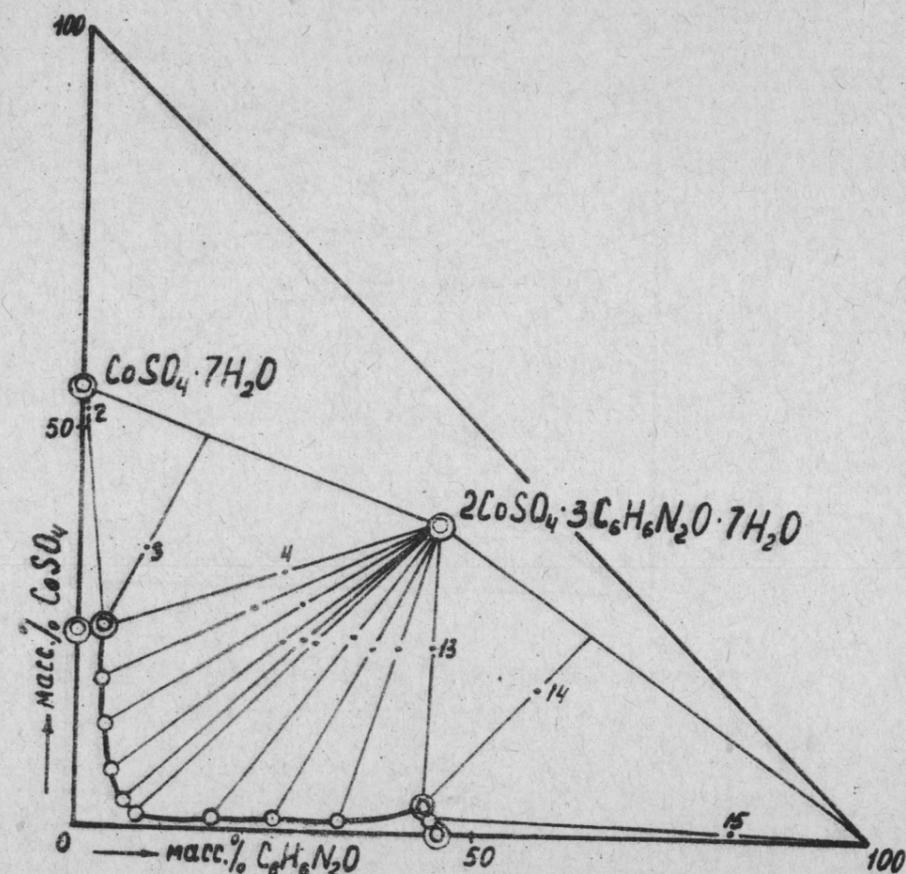


Рис. 1. ИЗОТЕРМА РАСТВОРИМОСТИ СИСТЕМЫ

$\text{CoSO}_4 - \text{C}_6\text{H}_6\text{N}_2\text{O} - \text{H}_2\text{O}$  при 25°C.

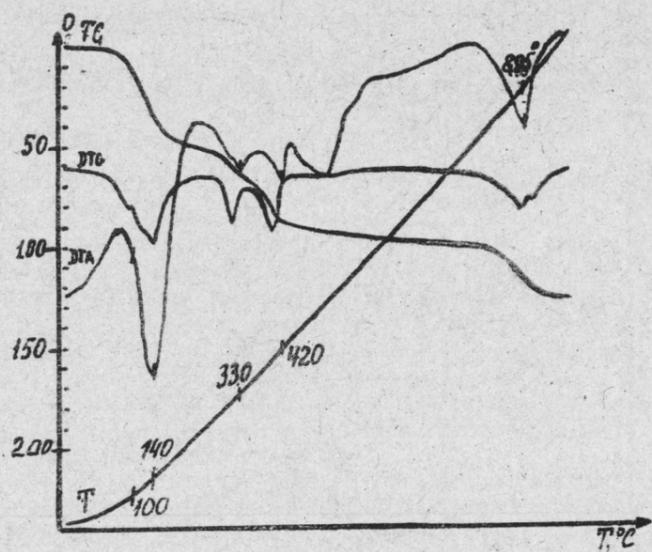


Рис. 2. Дериwатограмма  $2\text{CoSO}_4 \cdot 3\text{C}_6\text{H}_6\text{N}_2\text{O} \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ .

Данные по растворимости в системе  $\text{CoSO}_4 - \text{C}_6\text{H}_6\text{N}_2\text{O} - \text{H}_2\text{O}$  при  $25^\circ\text{C}$

№ точки	Состав жидкой фазы, масс. %				Состав твердой фазы, масс. %				Твердая фаза
	$\text{CoSO}_4$	$\text{C}_6\text{H}_6\text{N}_2\text{O}$	$\Sigma$ солей	$\text{H}_2\text{O}$	$\text{CoSO}_4$	$\text{C}_6\text{H}_6\text{N}_2\text{O}$	$\Sigma$ солей	$\text{H}_2\text{O}$	
1	24,55	—	24,55	75,45	55,16	—	55,16	44,84	A
2	24,84	0,53	25,37	74,63	53,29	0,18	53,47	46,53	»
3	25,96	1,38	27,34	72,66	37,61	7,50	45,11	54,89	A+B
4	25,09	1,36	26,45	73,55	32,64	25,40	58,04	41,96	Б
5	18,59	1,19	19,78	80,22	28,26	22,32	50,58	49,42	»
6	12,97	1,93	14,90	85,10	28,59	28,68	57,27	42,73	»
7	7,41	2,79	10,20	89,80	23,45	24,38	47,83	52,17	»
8	2,58	3,95	6,53	93,47	23,62	27,92	51,54	48,46	»
9	2,10	7,91	10,01	89,99	23,95	29,82	53,77	46,23	»
10	2,45	17,13	19,58	80,42	24,40	34,22	58,62	41,38	»
11	2,19	25,41	27,60	72,40	23,00	36,64	59,64	40,36	»
12	2,52	33,80	36,32	63,68	23,54	40,51	64,05	35,95	»
13	2,95	43,12	46,07	53,93	23,24	44,57	67,81	32,19	»
14	2,87	43,89	46,76	53,24	18,21	57,54	75,75	24,25	»
15	1,22	44,00	45,22	54,78	0,44	82,11	82,55	17,45	»
16	—	46,60	46,60	54,40	—	—	—	—	»

A —  $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ .  
 Б —  $2\text{CoSO}_4 \cdot 3\text{C}_6\text{H}_6\text{N}_2\text{O} \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ .  
 С —  $\text{C}_6\text{H}_6\text{N}_2\text{O}$ .

Определение растворимости проводили методом разности масс. Комплекс незначительно растворяется в этаноле (0,31%), ацетоне (0,16%) и не растворим в бензоле, толуоле, четыреххлористом углероде и хлороформе.

Термогравиметрический анализ исследовали на дериватографе типа Q 1500 Д системы В. Паулик, И. Паулик, Л. Эрдей при скорости нагрева 10°/мин. Чувствительность гальванометров ДТА 100 мВ, ДТ — 1 мВ, эталон-прокаленная окись алюминия. Дериватограмма  $2\text{CoSO}_4 \cdot 3\text{C}_6\text{H}_6\text{N}_2\text{O} \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  характеризуется рядом термоэффектов (рис. 2). В эндотермическом эндозэффекте с минимумом при 100°С соединение одновременно с плавлением начинает разлагаться. Следующие эндозэффекты при 140, 330, 420°С соответствуют дегидратации и удалению никотинамида. На термограмме нет четких границ убыли массы для каждой молекулы воды и лиганда. Однако общая потеря массы, найденная равной 88,0 мг по кривой термогравиметрии, хорошо сходится с теоретическими расчетами 87,0 мг, что отвечает семи и трем молекулам воды и никотинамида соответственно. Промежуточный продукт  $\text{CoSO}_4$  начинает диссоциировать выше 600°С. Процесс разложения комплекса заканчивается с образованием  $\text{CoO}$ .

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Намазова Б. С., Актанова С. Т., Сакавов И. Е., Лайлиева А. А. // Изв. АН КиргССР. — 1983. — № 5.
2. Сакавов И. Е., Актанова С. Т., Акунова З., Лайлиева А. А., Намазова Б. С. // ЖНХ. — 1986. — Т. 31. — Вып. 2.
3. Сакавов И. Е., Актанова С. Т., Намазова Б. С., Лайлиева А. А. // Изв. АН КиргССР. — 1987. — № 3.
4. Шарло Г. Методы аналитической химии. — М.: Химия, 1969. — Т. 2.

Институт неорганической  
и физической химии  
АН Республики Кыргызстан

Поступила  
18 июля 1990 г.

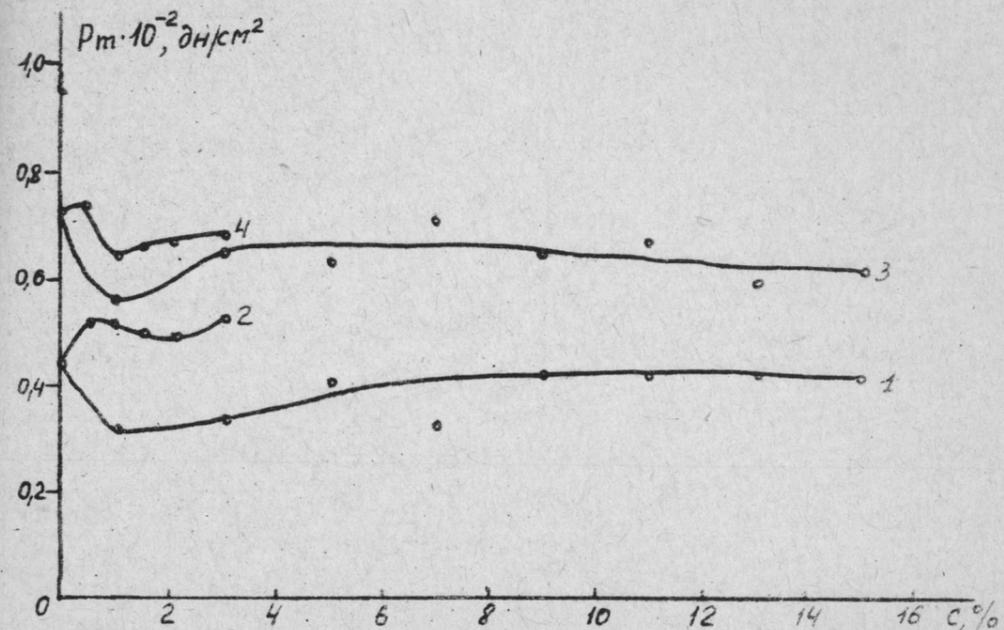
УДК 541.182:667.6

Ч. А. Усупбаева, Ж. Турдуева, К. Ш. Шатемиров, О. Б. Белеков

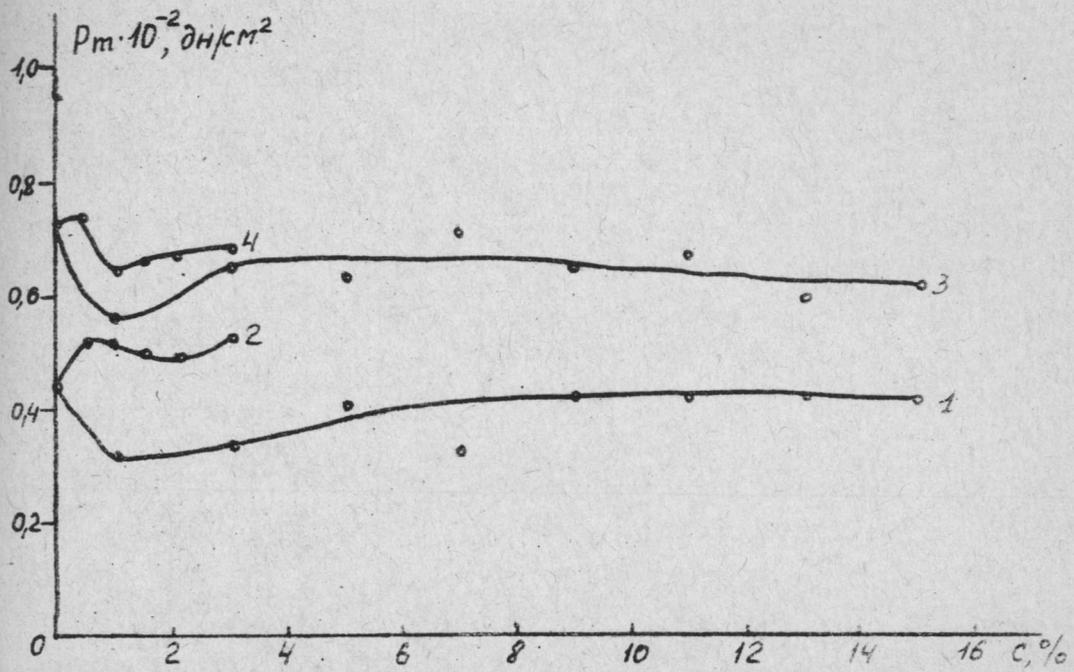
#### УПРУГО-ПЛАСТИЧНО-ВЯЗКИЕ СВОЙСТВА ЭМУЛЬСИЙ С ДОБАВКАМИ ТВЕРДЫХ ЭМУЛЬГАТОРОВ

Изученные эмульсии составляют основу краски для маркировки овец. Цель настоящей работы — выяснить и количественно оценить влияние добавок глины, которая является одновременно красящим компонентом и полиминеральным наполнителем, и железного сурика, взятого для усиления интенсивности окраски, на упруго-пластично-вязкие свойства и устойчивость возникающей в эмульсии коагуляционной структуры. Методами физико-химической механики исследованы пластическая прочность  $R_m$  и процессы структурообразования системы шерстный жир — керосин — вода, взятых в соотношениях 0,7:1:4,3 и 1:1:4 соответственно, с различными добавками указанных эмульгаторов.

Пластическая прочность  $R_m$  эмульсий измерена при 21—22°С. Установлено, что при меньшем содержании жира в системе, т. е. при соотношении Ж:К:В=0,7:1:4,3 значение  $R_m$  меньше, чем при соотношении 1:1:4. Введение в исходную эмульсию 0,5% железного сурика приводит к некоторому упрочнению коагуляционной структуры, а в интервале 1—2% добавок система, наоборот, немного разжижается, а уже при 3%-ной концентрации сурика  $R_m$  вновь начинает возрастать (кривые 2,4 на рисунке). При обоих соотношениях компонентов характер кривых



Зависимость пластической прочности  $R_m$  эмульсий от концентрации твердого эмульгатора  $c$ : 1, 2 — для соотношения Ж:К:В=0,7:1:4,3; 3, 4 — для соотношения Ж:К:В=1:1:4; 1, 3 — с добавками глины; 2, 4 — с добавками железного сурика.



Зависимость пластической прочности  $P_m$  эмульсий от концентрации твердого эмульгатора  $c$ : 1, 2- для соотношения Ж:К:В=0,7:1:4,3; 3, 4- для соотношения Ж:К:В=1:1:4; 1, 3- с добавками глины; 2, 4 - с добавками железного сурика.

Таблица 1

## Упруго-пластично-вязкие свойства эмульсий с добавками железного сурика

Эмульсия + желез. сурик, %	Структурно-механические										$E_e \cdot 10^{-3}$ эрг/см <sup>2</sup>
	константы, дн/см <sup>2</sup>			$\eta_l \cdot 10^{-6}$ ,			характеристика				
	$E_1 \cdot 10^{-3}$	$E_2 \cdot 10^{-3}$	$R_{K1}$	п	з	$R_{K1}$	$\lambda$	$P \cdot 10^6, c^{-1}$	$\Theta_{1,c}$		
Исходная (без желез. сурика)	32,4	116,6	325	16,50			0,21	19,34	662	11,2	
Исх. + 0,5	72,5	77,5	310	4,09			0,48	75,80	109	4,3	
Исх. + 1	26,9	66,6	145	5,70			0,28	25,43	297	4,6	
Исх. + 1,5	40,0	65,0	107	3,69			0,38	29,00	149	3,3	
Исх. + 2	21,1	85,0	140	6,25			0,20	22,65	364	4,5	
Исх. + 3	25,0	38,8	130	3,33			0,39	39,00	219	2,8	
Соотношение жир: керосин: вода (ж:к:в) = 0,7:1:4,3											
Ж:К:В = 1:1:4											
Исходная	34,4	113,7	263	26,84			0,23	20,25	826	13,5	
Исх. + 0,5	115,2	383,0	1000	29,06			0,23	36,48	398	32,9	
Исх. + 1	57,2	229,1	500	15,52			0,20	32,21	339	14,4	
Исх. + 1,5	15,3	68,4	265	4,69			0,18	56,50	375	3,7	
Исх. + 2	42,0	95,8	210	6,43			0,30	32,65	220	5,7	
Исх. + 3	50,0	132,3	375	15,20			0,27	24,67	418	12,4	

Таблица 2

## Уруго-пластично-вязкие свойства эмульсий с добавками глины

Эмульсия + глина, %	Структурно-механические						$E_{\sigma} \cdot 10^{-3}$ , эрг/см <sup>3</sup>
	константы, дн/см <sup>2</sup>			$\eta_1 \cdot 10^{-6}$ , пз	характеристики		
	$E_1 \cdot 10^{-3}$	$E_2 \cdot 10^{-5}$	$R_{K1}$		$\lambda$	$\Theta_1, c$	
Исходная (без добавок глины)	32,4	116,6		16,50	0,21	19,34	11,2
Исх. + 1	36,7	33,4	325	5,48	0,52	30,7	4,3
Исх. + 3	23,4	63,3	165	3,00	0,56	46,6	2,7
Исх. + 5	25,0	39,4	140	6,70	0,38	19,4	4,8
Исх. + 7	45,0	122,0	280	15,03	0,26	18,6	11,4
Исх. + 9	37,5	88,2	240	14,21	0,29	16,88	10,1
Исх. + 11	46,8	175,0	320	25,72	0,21	12,44	16,9
Исх. + 13	79,6	21,0	350	18,76	0,78	18,65	9,8
				Ж:К:В = 0,7:1:4,3			
Исходная	34,5	113,7	263	26,84	0,23	20,25	13,5
Исх. + 1	26,3	83,3	228	6,00	0,24	39,90	4,8
Исх. + 5	48,6	87,5	330	11,28	0,36	29,33	9,4
Исх. + 7	62,5	111,1	350	18,01	0,36	19,43	14,1
Исх. + 9	64,2	173,0	360	45,01	0,27	7,99	25,6
Исх. + 11	52,6	117,6	340	16,25	0,31	20,61	12,7
Исх. + 13	48,4	145,8	275	17,90	0,25	16,85	13,0
Исх. + 15	101,5	119,0	350	24,06	0,46	14,80	19,0
				Ж:К:В = 1:1:4			

Таблица 3

## Уруго-пластично-вязкие свойства краски

Эмульсия	Структурно-механические						$E_{\epsilon} \cdot 10^{-3}$ , эрг/см <sup>3</sup>
	константы, дн/см <sup>2</sup>			$\eta_1 \cdot 10^{-5}$ , пз	характеристики		
	$E_1 \cdot 10^{-3}$	$E_2 \cdot 10^{-3}$	$R_{K1}$		$\lambda$	$\Theta_1, c$	
Исходная	32,4	116,6	325	16,50	0,21	19,34	11,2
Исх. + 9% глины + 0,5% ж. с.	29,4	158,7	410	45,01	0,16	8,88	17,2
Исх. + 9% глины + 2% ж. с.	55,0	152,7	490	24,80	0,26	19,78	18,3
				Ж:К:В = 0,7:1:4,3			
Исходная	34,5	113,7	263	26,84	0,23	20,25	13,5
Исх. + 9% глины + 0,5% ж. с.	53,5	230,7	575	35,25	0,19	16,31	23,5
Исх. + 9% глины + 2% ж. с.	72,7	160,0	700	36,00	0,31	19,44	26,6

$R_{тн}$  — концентрация твердого эмульгатора одинаковой. При введении небольших добавок глины (1—3%) эмульсия также разжижается, а начиная с концентрации 5%  $R_{тн}$  возрастает и в интервале 9—15% добавок глины остается практически постоянным (кривые 1,3 имеют горизонтальный участок), по величине не превышая пластическую прочность исходной эмульсии.

Изучение упруго-пластично-вязких свойств показывает (табл. 1—3), что исходная эмульсия является достаточно устойчивой системой, что подтверждается высокими значениями периода истинной релаксации  $\Theta_1$  (до 600—800 с) и низкими величинами статической пластичности  $P_c$ . При обоих соотношениях компонентов введение железного сурика в количестве 0,5% приводит к упрочнению коагуляционной структуры (табл. 1). Возрастает величины модулей сдвига быстрой  $E_1$  и медленной  $E_2$  эластических деформаций, статического предела текучести  $R_{к1}$ . По-видимому, при этой концентрации железного сурика создаются условия для оптимального адсорбционного модифицирования поверхности частиц имеющихся в шерстном жире примесями в виде карбоновых кислот, в результате образуется более компактная прочная коагуляционная структура [1]. Значения указанных параметров в системе с большим содержанием жира выше. В интервале добавок 1—2% железного сурика система разжижается, о чем свидетельствует значительное уменьшение величин параметров  $E_1$ ,  $E_2$ ,  $R_{к1}$  наибольшей пластической вязкости  $\eta_1$  условного модуля деформации  $E\xi$ , характеризующего энергию связи частиц. В этом случае примесей типа карбоновых кислот, по-видимому, уже недостаточно для образования компактной коагуляционной структуры, и она формируется не во всем объеме эмульсии, а локально. Наблюдения показали, что введение железного сурика в концентрациях более 3% нецелесообразно, так как цвет эмульсии при этом уже не изменяется.

Структурно-механические параметры коагуляционной структуры эмульсий с добавками красной глины месторождения Кен-Кол (табл. 2) в количестве 1—5% также характеризуются по сравнению с исходной эмульсией более низкими величинами модулей сдвига  $E_1$ ,  $E_2$ , наибольшей пластической вязкостью  $\eta_1$ , предела текучести  $R_{к1}$ . Ослабляется и интенсивность взаимодействия частиц в объеме системы  $E\xi$ , уменьшается период истинной релаксации  $\Theta_1$ , являющийся одним из критериев устойчивости дисперсных систем. При увеличении добавок глины более 5% эти параметры несколько возрастают.  $\Theta_1$  также увеличивается, достигнув критерияльного значения (400 и более секунд), а статическая пластичность  $P_c$ , наоборот, уменьшается, т. е. в интервале концентраций 7—15% наблюдается тенденция к возрастанию устойчивости эмульсий за счет, вероятно, образования коагуляционной структуры во всем объеме системы [2].

Сопоставление структурно-механических характеристик ( $\Theta_1$ ,  $P_c$ ) эмульсий с малыми добавками (1—3%) глины и 0,5%-ной концентрацией железного сурика показывает, что последняя, несмотря на высокие прочностные свойства коагуляционной структуры, отличается низкой величиной периода истинной релаксации  $\Theta_1$  и повышенной пластичностью  $P_c$ , что свидетельствует о ее меньшей устойчивости.

В краске (табл. 3), т. е. в системе, содержащей и глину, и железный сурик, структурно-механические параметры коагуляционной структуры, характеризующие ее прочность ( $E_1$ ,  $E_2$ ,  $R_{к1}$ ) и устойчивость ( $\Theta_1$ ,  $E\xi$ ,  $\eta_1$ ), значительно возрастают.

Таким образом, на основании определения упруго-пластично-вязких свойств можно сделать вывод о том, что при введении в изучаемую систему глины в количестве 9—15% и железного сурика в количестве 0,5—2% она приобретает устойчивость, а цвет эмульсии становится дос-

точно интенсивным. Структурно-механический анализ подтвердил правильность найденного эмпирическим путем интервала добавок твердых эмульгаторов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Таубман А. Б., Корецкий А. Ф. Стабилизация эмульсий твердыми эмульгаторами и коагуляционное структурообразование // Усп. коллоидн. хим. — М.: Наука, 1973. — С. 255—262.
2. Круглицкий Н. Н. Физико-химические основы регулирования свойств дисперсий глинистых минералов. — Киев: Наукова думка, 1968. — 320 с.

Институт неорганической  
и физической химии  
АН Республики Кыргызстан

Поступила  
3 июля 1990 г.

УДК 547.917

Ф. В. Пишугин, В. Е. Кузнецов, З. Ш. Шаршеналиева

#### МЕХАНИЗМ ОКИСЛИТЕЛЬНЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ О—НИТРОЭФИРОВ ЦИКЛИТОВ

Миоинозит и его производные (простые и сложные эфиры) при микробиологическом окислении образуют родизоновую и кроконовую кислоты [1]. Под действием концентрированной азотной кислоты при нагревании образуется смесь продуктов, среди которых выделяют гексагидроксибензол, тетрагидрокси-*p*-бензохинон, родизоновую кислоту, трихиноил. В обоих случаях окислительному расщеплению подвергается С—Н—связь. Для эфиров инозита, в которых С—Н—связь активирована сложноэфирной группой, реакции окисления, по-видимому, будут протекать в мягких условиях под действием более слабых окислителей.

Нами изучались реакции взаимодействия гекса—О—нитрата миоинозита (ГНИ) с аммиаком и аминами различной структуры и основности. Схема превращений ГНИ представлена ниже.

Механизм химических превращений доказывался путем выделения промежуточных продуктов и последующей их идентификацией. Превращения промежуточных продуктов в конечные исследовали методом УФ-спектроскопии (рис.).

На рисунке видно, что для продуктов I и II со временем уменьшаются максимумы поглощения в области 440, 480 нм и появляются и возрастают максимумы в области 270 и 362 нм. По-видимому, максимуму в области 270 нм может отвечать промежуточный анион III, который в растворе находится в равновесии с продуктом IV. Окисление промежуточного аниона в продукт IV с отщеплением  $CO_2$  является самой медленной стадией при окислении ГНИ в кроконат.

Установлено, что роль окислителя в ходе превращения продуктов I и II в IV играют  $NO_2^-$ -ионы, и присутствия кислорода, как показано ранее [2], не требуется.

В случае взаимодействия ГНИ с первичными аминами в безводных растворителях образуются диимины тетрагидрокси-*p*-бензохинона (продукты V). В условиях эксперимента диимины в кроконаты не окисляются.

1. Тетрааммонийная соль тетрагидрокси-*p*-бензохинона (продукт I). В насыщенный раствор 2,25 г (5 ммоль) ГНИ в метаноле пропустили сухой аммиак при охлаждении реакционной смеси до 0—5°C. Образующийся осадок отфильтровывали и промывали метанолом. Выход 81,6% (0,98 г). Т. пл. свыше 250°C с разложением. ИК-спектр в  $KBr$  ( $\nu$ ,  $cm^{-1}$ ): 1680, 1520 (C=O, C—O<sup>-</sup>), 2600—2800, 1420 ( $NH_4$ ). Вычислено: С, 30,0; Н, 6,66; N, 23,3. Найдено: С, 30,0; Н, 4,24; N, 24,78.

При обработке тетрааммонийной соли концентрированной соляной кислотой и анилином образуется 1,4-дифенилиминотetraгидрокси-п-бензохинон дигидрат [3]. Вычислено: С, 60.3; Н, 5.02; N, 7.82. Найдено: С, 61.0; Н, 4.73; N, 7.7.

2. Родизонат диэтиламония (продукт II).

К насыщенному раствору 4.28 г (9.5 ммоль) ГНИ в метаноле медленно добавляли при интенсивном перемешивании и охлаждении до 0°C 7.5 мл сухого диэтиламина. Образующийся осадок отфильтровывали и перекристаллизовывали из водного метанола. Выход 88% (2.4 г.). Тпл. свыше 250°C с разложением. ИК-спектр в КВг ( $\nu, \text{см}^{-1}$ ): 1510 (C=O, C—O-), 2300—2700 ( $\text{NH}_2$ ). Вычислено: С, 53.16; Н, 7.59; N, 8.86. Найдено: С, 53.42; Н, 7.93; N, 8.83.

3. Кроконат диэтиламония (продукт IV).

Продукт получали при окислении родизоната в водно-ацетонном растворе при доступе воздуха. Структура кроконата доказана методом рентгеноструктурного анализа.

4. 1,4-добензилиминотetraгидрокси-п-бензохинон (продукт V).

К насыщенному раствору 4.5 г (10 ммоль) ГНИ в метаноле медленно добавляли при интенсивном перемешивании и охлаждении до 0°C 6.5 мл сухого бензиламина. Образующийся осадок отфильтровывали, промывали спиртом и водой. Выход 70% (2.45 г.). Тпл. свыше 250°C с разложением. ИК-спектр в КВг ( $\nu, \text{см}^{-1}$ ): 1670 (C=N). Вычислено: С, 68.57; Н, 5.14; N, 8.0. Найдено: С, 68.27; Н, 5.32; N, 8.15.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Weiss E. and Bucher W. // *Helv. Chim. Acta.* — 1963. — V. 46. — P. 1121.
2. West R. *Oxocarbons* // Academic Press Inc. — N. Y. — 1980. — P. 3.
3. Hoglan F. A. and Bartow E. // *J. Am. Chem. Soc.* — 1940. — V. 62. — P. 2397—2400.

Институт органической химии  
АН Республики Кыргызстан

Поступила  
20 сентября 1990 г.

УДК 547.458.82:543.422.5.

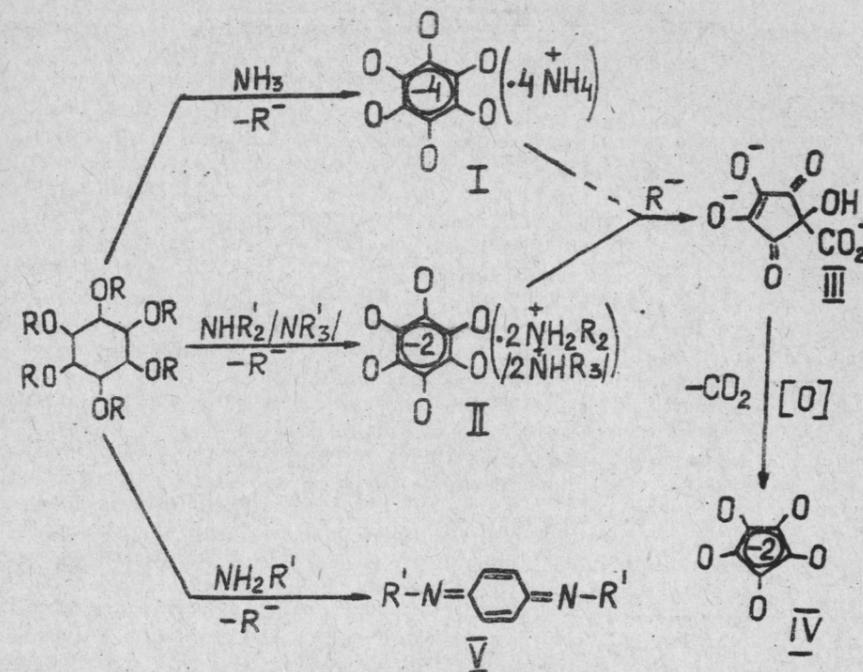
Г. Н. Осмонканова, Т. И. Усманов, Р. И. Сарыбаева

#### ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАМЕСТИТЕЛЕЙ В АЦЕТАТАХ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ МЕТОДОМ ЯМР<sup>13</sup>С

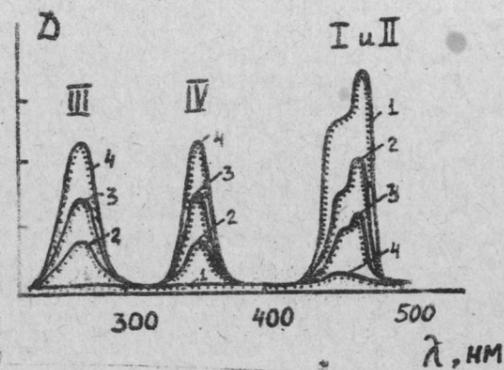
Исследования ацетатов целлюлозы, имеющих промежуточную степень замещения, методом ЯМР<sup>13</sup>С, позволяющим количественно оценить расположение ацетатных групп по трем углеродным атомам С-6, С-2, С-3, дает наиболее полную информацию и на сегодняшний день занимает одно из доминирующих положений.

На протяжении многих лет для изучения распределения заместителей в производных полисахаридов использовали различные методы химической деструкции, окисления, реакций между функциональными группами различных звеньев и пиролиза в сочетании с анализом полученных продуктов с помощью физических методов — масс-спектроскопии и газовой хроматографии. Однако применение этих методов связано с определенными трудностями — громоздкостью анализа, неадекватностью полученных экспериментальных данных с теоретически рассчитанными, значительными затратами времени, к тому же точность результатов подобных экспериментов невелика.

В данной работе излагаются результаты исследований спектров ЯМР<sup>13</sup>С растворов ацетатов целлюлозы, полученных в присутствии



где  $R = \text{NO}_2$ ,  $R' = \text{Alk}, \text{Ar}$



УФ-спектры продуктов I, II, III, IV и изменение оптической плотности водно-щелочных растворов I и II со временем в присутствии кислорода:  
1 — начальный момент времени,  $\tau = 0$ ; 2 —  $\tau = 15$  мин.; 3 —  $\tau = 30$  мин.; 4 —  $\tau = 60$  мин.

$\text{SbCl}_5$  и  $\text{SnCl}_4$ , количественной оценки расположения ацетатных групп у 2-го, 3-го и 6-го углеродных атомов.

Уксуснокислые эфиры целлюлозы были получены путем ацелирования хлопковой целлюлозы уксусным ангидридом с использованием в качестве катализаторов  $\text{SbCl}_5$  и  $\text{SnCl}_4$ . Для этого предварительно активированную этиленгликолем и отжатую от избытка активирующего агента целлюлозу заливали ацилирующей смесью уксусный ангидрид — кислота Льюиса (модуль ванны 1:45). Концентрация катализатора 0,5—1 моль на одно ангидроглюкозное звено целлюлозы. Ввели процесс при комнатной температуре в течение 5 минут в гомогенной среде. Выделяли продукт высаждением в раствор этиловый спирт: вода (1:1). Степень замещения полученных ацетатов составляла 2,50—2,60, средняя степень полимеризации 200.

С целью определения распределения ацетильных групп у атомов С-2, С-3 и С-6 методом ЯМР<sup>13</sup>С спектроскопии готовили растворы ацетатов целлюлозы в  $\text{CD}_2\text{Cl}_2 + \text{CD}_3\text{OD}$  (9:1) при комнатной температуре, регистрировали на приборе АМ-300 «Bruker», частоте для ядер <sup>13</sup>С — 75,42 МГц в режиме развязки от протонов <sup>1</sup>С {H} с использованием техники Фурье-преобразования. Концентрация исследованных растворов 15÷200 мг/мл, химические сдвиги сигналов ЯМР<sup>13</sup>С отсчитывали относительно центрального сигнала ядер <sup>13</sup>С метилхлорида, приводили в  $\beta$ -шкалу относительно тетраметилсилана (ТМС) по формуле:  $\delta = \delta^1 + 53,61$  м. д., где  $\delta^1$  — химические сдвиги ядер <sup>13</sup>С исследуемого образца относительно метилхлорида, м. д., 53,61 — химический сдвиг метилхлорида относительно ТМС, м. д.

С целью получения количественной информации о распределении ацетатных групп у С-2, С-3 и С-6 атомов в  $\beta$ -D-глюкопиранозном звене использовано отношение интенсивностей сигналов ядер углеродов карбонильных групп к суммарным сигналам <sup>13</sup>С пиранозного кольца.

На рис. 1 представлен спектр ЯМР<sup>13</sup>С триацетата целлюлозы (ТАЦ). Как известно, ТАЦ стереорегулярный полимер, в котором глюкозные остатки с тремя ацетатными группами у С—2, С—3 и С—6 атомов соединены с помощью  $\beta$ -1,4-гликозидных связей, он имеет 12 неэквивалентных атомов углерода. При полном подавлении спин-спиновой взаимодействия ядер <sup>13</sup>С с ядрами <sup>1</sup>Н следует ожидать 12 сигналов ядер углерода. В действительности же, в спектре ЯМР<sup>13</sup>С ТАЦ присутствуют 11 резонансных линий в области  $\delta = 21 \div 171$  м. д.

В области  $\delta = 20 \div 21$  м. д. наблюдаются 2 резонансных сигнала ядер <sup>13</sup>С от метильных групп, присутствующих в ТАЦ. Один сигнал не расщеплен и имеет вдвое большую интенсивность, чем остальные 10 сигналов.

Отнесение сигналов ядер углерода карбонильных и метильных групп в спектрах ЯМР<sup>13</sup>С сделано на основании [1], а отнесение сигналов ядер <sup>13</sup>С пиранозных колец произведено на основании [2]. Сигнал ядер С-1 расположен в самом слабом поле в пиранозном кольце, и положение этого сигнала в спектрах ЯМР<sup>13</sup>С совпадает с низкомолекулярными аналогами, сигнал же от 6-го атома углерода также совпадает с высокой точностью с модельными аналогами-октаацетат целлобиозой. Отнесение сигналов ядер углерода в спектре ТАЦ к С—2, С—3 и С—6 атомам вызывает определенное затруднение, так как из-за одинакового локального окружения ядер углерода не всегда наблюдается расщепление этих сигналов, а в некоторых случаях сигналы этих ядер совпадают по химическим сдвигам. В спектрах ЯМР<sup>13</sup>С ТАЦ характерно четкое проявление углеродных атомов карбонильных групп ( $\delta = 169 \div 171$  м. д.). Необходимо отметить, как видно из рис. 1, что в данном случае эти сигналы имеют хорошую разрешенность.

При сравнении спектров ЯМР<sup>13</sup>С ТАЦ со спектром его низкомолекулярного аналога — октаацетата целлобиозы — обнаруживается [3], что

Таблица 1

Соединение	C=O	углеродные атомы ядер $^{13}\text{C}$ пиранозного цикла										CH <sub>3</sub>	
		C-1	*C-1	C-2	C-3	C-4	*C-4	C-5	C-6	*C-6	C-6	*C-6	
Триацетат целлюлозы	170,95**	—	100,91	71,95	73,15	—	76,38	72,86	—	62,37	20,88	20,86	
	170,51**	—	100,95	72,00	73,20	72,91	76,42	72,90	62,15	62,41	20,90	20,68	
	169,98**	—	100,93	72,01	73,20	72,98	76,42	72,91	62,00	62,42	20,90	20,68	
ДАЦ $\nu=2,65$	170,98	101,10	100,93	72,01	73,20	72,98	76,42	72,91	62,00	62,42	20,90	20,68	
	170,54	101,11	100,91	71,98	73,16	72,32	76,39	72,00	61,91	62,40	20,87	20,65	
ДАЦ $\nu=2,50$	170,98	101,10	100,93	72,01	73,20	72,98	76,42	72,91	62,00	62,42	20,90	20,68	
	170,54	101,10	100,95	72,92	73,12	72,35	76,42	72,02	61,92	62,43	20,90	20,68	

\* Сигналы ядер  $^{13}\text{C}$ , связанных с замещенными OH-группами.  
 \*\* Сигналы ядер  $^{13}\text{C}$  C=O групп, расположенных у углеродных атомов C-6, C-2 и C-3 соответственно.

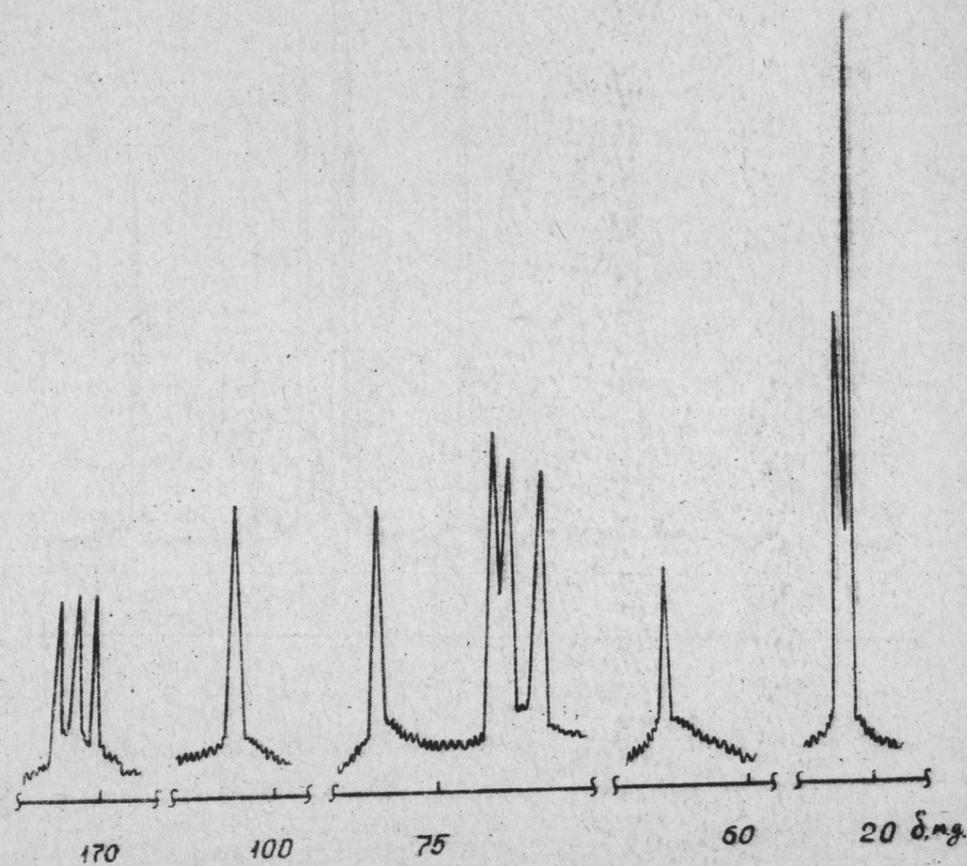


Рис. 1. Спектр ЯМР  $^{13}\text{C}$  ТАЦ (с.в. = 2,96.,  $\text{C}_{\text{CP}} = 380.$ , 75,42 МГц)  
 в растворе  $\text{CD}_2\text{Cl}_2:\text{CD}_3\text{OD}$  (9:1)

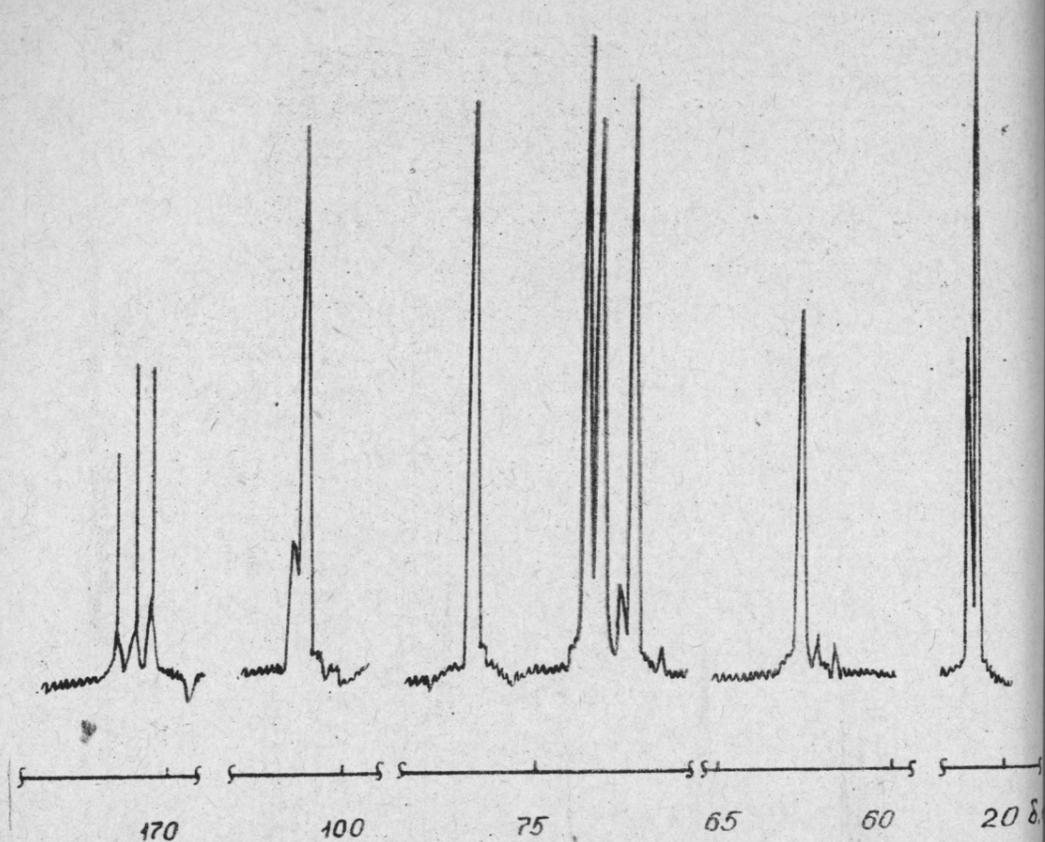


Рис. 2. Спектры ЯМР<sup>13</sup>С ДАЦ (с.в. = 2,50., 75,42 МГц) в растворе  $CD_2Cl_2 : CD_3OD$  (9:1)

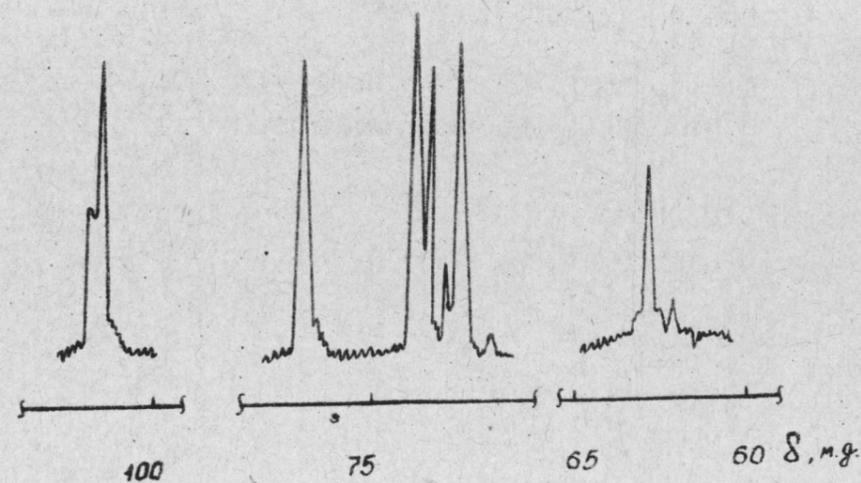


Рис. 3. Спектры ЯМР<sup>13</sup>С ТЗАЦ в растворе  $CD_2Cl_2 : CD_3OD$  (9:1)

для модели характерно появление сигналов ядер <sup>13</sup>С пиранозного кольца двух мономерных звеньев, тогда как для ТАЦ проявляются сигналы от единичного элементарного звена макромолекулы. Капоном и др. [4] показано, что для полного моделирования ЯМР<sup>13</sup>С спектра ТАЦ необходимо располагать ацетатами олигосахаридов, содержащих в себе не менее 8—10 элементарных звеньев.

При изучении спектров ацетатов целлюлозы и их олигомеров методом ЯМР<sup>13</sup>С спектроскопии большой научный и практический интерес представляет получение количественной информации об общей степени замещения. Для получения этих данных может быть использовано отношение интенсивностей сигналов ядер углеродов карбонильных ( $\delta = 169 \div 171$  м. д. —  $y_1$ ) или метильных групп ( $\delta = 20 \div 21$  м. д. —  $y_3$ ) и атомов углерода <sup>13</sup>С пиранозного кольца ( $62 \div 101$  м. д. —  $y_2$ ):

$$\begin{aligned} \text{Степень замещения} &= 6 y_1 / y_2 & \text{(I)} \\ \text{Степень замещения} &= 6 y_3 / y_2 & \text{(II)} \end{aligned}$$

Формула 1 может быть применена и для расчета распределения ацетатных групп, расположенных у 2-го, 3-го и 6-го углеродных атомов, путем интегрирования интенсивностей резонансных сигналов карбонильных групп, поскольку ядерным эффектом Оверхаузера можно пренебречь при количественном изучении спектров ЯМР<sup>13</sup>С [5]. Отнесение сигналов трех углеродов ядер С=О групп ко 2-му, 3-му и 6-му углеродным атомам сделано на основании работы [6].

Спектр ЯМР<sup>13</sup>С диацетата целлюлозы (ДАЦ), представленный на рис. 2, имеет сложный характер, тогда как в результате неполного замещения гидроксильных групп характеризуется не только 12 неэквивалентными атомами углерода (как ТАЦ), но содержит еще три углеродных атома в положении 2\*, 3\*, 6\*, связанных с незамещенными гидроксильными группами

Таким образом, ДАЦ содержит до 15 неэквивалентных атомов углерода. При полной развязке от протонов {<sup>1</sup>H—<sup>13</sup>C} следует ожидать в спектре все сигналы, однако наблюдается лишь 14 резонансных линий от ядер <sup>13</sup>С. Качественный анализ показал, что спектр ДАЦ так же, как и спектр ТАЦ, состоит из трех областей, Vis: область ядер <sup>13</sup>С карбонильных групп ( $\delta = 169—171$  м. д.), область резонанса ядер атомов углерода пиранозного кольца, локализирующаяся при  $\delta = 102—62$  м. д., и область метильных групп  $\delta = 20—21$  м. д. В области резонанса ядер атомов углерода карбонильных групп ацетата целлюлозы присутствуют три четких сигнала ядер <sup>13</sup>С карбонильных групп. Отнесение этих сигналов сделано на основании работы [7], в которой изучены спектры ЯМР<sup>13</sup>С 2,3-ди-О-ацетата целлюлозы, олигомеров и широкого круга низкомолекулярных модельных соединений ацетатов целлюлозы. Итоговое отнесение положения сигналов ядер <sup>13</sup>С в ацетатах целлюлозы приведено в табл. 1, количественные данные о распределении заместителей в ацетатах целлюлозы — в табл. 2.

Учитывая повышенное разрешение сигналов ядер <sup>13</sup>С ацетатов целлюлозы в области пиранозного кольца, возможен иной подход для характеристики распределения О-ацетильных групп в ангидроглюкозном звене — по сигналам кольцевых углеродных атомов.

Представленные на рис. 3 спектры ЯМР<sup>13</sup>С с подавлением протонов образцов ЧЗАЦ имеют сложную мультиплетную структуру. Сигналы, соответствующие 1-му (100—102 м. д.), 2-му, 3-му, 4-му, 5-му (70—77 м. д.) и 6-му (60—62 м. д.) атомам углерода, могут быть отнесены на основании химических сдвигов соответствующих углеродов целлоолигосахаридов [4, 8], к целлюлозе [9,10] и триацетату целлюлозы [1]. Очевидно, что интенсивности соответствующего сигнала С—6 уменьшаются по мере увеличения \*С—6. В триацетате целлюлозы положению сигнала \*С—6 соответствует полностью замещенная ОН-группа у С—6 атома.

Таблица 2

Количественный структурный анализ степени замещения и распределения ацетатных групп в ацетатах целлюлозы, найденные из спектров ЯМР<sup>13</sup>C в растворе

Образец	Общая степень замещения		Количество замещенных ацетатных групп на одно элементарное звено		
	Химич. метод	ЯМР <sup>13</sup> C	C-6	C-3	C-2
ТАЦ	2,90	2,88	0,88	1,00	1,00
ДАЦ	2,63	2,60	0,75	0,85	1,00
	2,50	2,50	0,72	0,83	0,95
НЗАЦ	1,70	1,64	0,44	0,56	0,64
	1,38	1,33	0,40	0,43	0,50

Таким образом, пики \*C-6 и C-6 могут быть отнесены к 6-му углеродному атому замещенных и незамещенных глюкозных остатков в положении 6.

Известно, что 1-й и 4-й углеродные атомы ангидроглюкозного звена не имеют ОН-группы. Тем не менее ацетилирование гидроксильных групп целлюлозы приводит к химическому сдвигу резонансов, расположенных рядом ядер углерода C-1 и C-4, в область высоких полей. Как видно из спектра, интенсивность \*C-1 и \*C-4 увеличивается с ростом общей степени замещения, тогда как интенсивности C-1 и C-4 уменьшаются.

Ранее в работах [11, 12] было высказано предположение, что ацетилирование ОН-группы в углеводах ведет к смещению химического сдвига в область высоких полей сигналов β-углеродного атома (проявление так называемого «β»-эффекта), тогда как химический сдвиг γ-углеродного атома незначителен (>0,3 м. д.). Кроме того, отношение уменьшения и возрастания площадей пиков C-1, \*C-1 и C-4, \*C-4 аналогично тому, что мы наблюдаем для C-6 и \*C-6. На основании этого, пики C-1 δ=101,100 м. д.) и \*C-1 (δ=100,91 м. д.) были отнесены к углеродным атомам в незамещенных и замещенных глюкозных остатках при положении C-2 соответственно. Подобно этому сигналы C-4 (δ=72,91) и \*C-4 (δ=76,40) были отнесены к 4-му углеродному атому незамещенных и замещенных остатков при C-3. Таким образом, соответствующие отношения интенсивностей пиков \*C-1/C-1, \*C-4/C-4 и \*C-6/C-6 могут быть взяты в качестве степеней замещения при трех положениях гидроксильных групп у C-2, C-3 и C-6 атомах ангидроглюкозного звена (табл. 3). При сравнении полученных данных о распределении ацетатных групп в

Таблица 3

Распределение ацетатных групп, по данным ЯМР<sup>13</sup>C, в ацетатах целлюлозы из области ядер<sup>13</sup>C пиранозного кольца

Образец	Общая степень замещения		Количество замещенных ацетатных групп на одно элементарное звено		
	Хим. метод	ЯМР <sup>13</sup> C	C-6	C-3	C-2
ТАЦ	2,90	2,88	0,92	1,00	1,00
ДАЦ	2,63	2,60	0,80	0,89	1,00
	2,50	2,50	0,72	0,83	0,85
НЗАЦ	1,70	1,64	0,44	0,56	0,64
	1,38	1,33		Сигналы вырождены	

элементарном звене (табл. 2 и 3) наблюдается вполне удовлетворительное согласие двух методов.

Таким образом, полученные экспериментальные данные по исследованию распределения звеньев в ацетатах целлюлозы методом ЯМР<sup>13</sup>C в растворе дают возможность количественно оценить распределение ацетильных групп у 2-го, 3-го и 6-го углеродных атомов ангидроглюкозного звена полимера.

## ЛИТЕРАТУРА

- Gagnaire D. Y., Taravel F. R., Vignon M. R. Attribution des signaux de resonance magnetique nucleaire <sup>13</sup>C de disaccharides peracetates dans la serie du D-glucose // Carbohydr. Res. 1976. — V. 51, — № 2. P. 157—168.
- Dorman D. E., Roberts I. D. Nuclear Magnetic Resonance spectroscopy. Carbon-13 spectra of some pentose and hexose aldopyranoses // J. Amer. Chem. Soc. — 1970. — V. 92. — № 5. — P. 1355—1361.
- Усманов Т. И., Сулейманова Р. Т., Каримова У. Г., Ташипулатов Ю. Т. Сравнительное исследование методом ЯМР-спектроскопии распределения заместителей в ацетатах целлюлозы, полученных различными способами. Сообщение 2. Спектроскопия ЯМР<sup>13</sup>C // Химия древесины. — 1987. — № 3. — С. 81—87.
- Capon B., Rycroft D. S., Thomson I. W. The <sup>13</sup>C NMR Spectra of peracetylated cello-oligosaccharides // Carbohydr. Res. — 1979. — V. 70. — № 1. — P. 145—149.
- Rondall I. C. Polymer sequence determination: <sup>13</sup>C NMR method. — New York, Academic Press. 1977. — P. 176.
- Усманов Т. И., Сулейманова Р. Т., Каримова У. Г., Ташипулатов Ю. Т. Исследование распределения звеньев ацетатов целлюлозы методом ЯМР-спектроскопии // Высокомол. соед. — 1986. — Т. 28А. — № 7 — С. 1490—1497.
- Усманов Т. И., Усманов Х. У., Сулейманова Р. Т. Исследование распределения заместителей в 2,3-ди-О-ацетате целлюлозы // Химия древесины. — 1982. — № 3. — С. 7—10.
- Inove J., Chujo R. The <sup>13</sup>C NMR spectra of (1→4) — linked β — D-glucosaccharides // Carbohydr. Res. — 1978. — V. 60. — № 2. — P. 367—370.
- Gagnaire D., Mancier D., Vincendon M. Cellulose organic Solutions. Polym. Chem. Ed. — 1980. — V. 18. — P. 13—25.
- Cast J. C., Atalla R. H., Mckelvey R. D. The <sup>13</sup>C NMR Spectra of the Xylo — and Cello-digosaccharides // Carbohydr. Res. — 1980. — V. 84. — № 1. — P. 137—146.
- Shashkov A. S., Sviridov A. F., Chizhov O. S., Kovas P. The <sup>13</sup>C — NMR spectra of methyl (methyl-O-methyl-α-D-glucopyranosid) uronates // Carbohydr. Res. — 1978. — V. 62. — № 1. — P. 11—17.
- Katsuyuki O., Hitochi S. Conformational change of cellulose triacetate in solution // J. Polym. Sci., Polym. Lett. Ed. — 1973. — V. 11. — № 6. — P. 421—425.

Институт органической химии  
АН Республики Кыргызстан

Поступила  
18 апреля 1991 г.

УДК 662. 62:662.61.001.57 (04)

А. П. Кебец, З. К. Маймекон, С. Б. Иманакунон

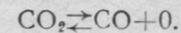
### ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НА ЭВМ ПРОЦЕССА ГОРЕНИЯ ЖИДКОГО ТОПЛИВА И ВОДОМАЗУТНЫХ ЭМУЛЬСИЙ

Процесс горения органического топлива весьма сложный, что объясняется главным образом его химическим составом. Количественный и качественный состав образующихся продуктов горения зависит от многих факторов: температуры горения, количества окислителя (воздуха) скорости его подачи и т. д., причем количество токсичных выбросов (оксидов серы, азота и углерода) неразрывно связано с аэродинамикой процесса [1].

Для более детального изучения процесса образования и состава газовых выбросов, влияния на них температуры, количества окислителя и содержания воды в топливе (для процесса сжигания водомазутных эмульсий) нами использовано физико-химическое моделирование

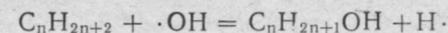
на ЭВМ по универсальной программе определения равновесных параметров многокомпонентных систем «Астра-3 [2]. Влияние микропримесей (минеральные частицы, соединения ванадия и т. д.) в расчетах не учитывалось.

Поскольку расчеты проводятся в равновесных условиях, то предполагалось, что процесс горения полностью завершен и все окислительно-восстановительные процессы закончены. Поэтому в присутствии избытка воздуха следует ожидать наличия очень малого количества в дымовых газах такого восстановителя, как СО, содержание которого в равновесной системе может быть связано с термической диссоциацией диоксида углерода:



По этой же причине в системе отсутствуют продукты неполного сгорания (углеводороды нефти, сажа).

Увеличение содержания в топливе воды (в случае горения водомазутных эмульсий) приводит к тому, что в газовой фазе содержится большее количество таких частиц, как  $\text{O}\cdot$ ,  $\text{H}\cdot$ ,  $\cdot\text{OH}$ . Образование и участие в горении радикалов может быть выражено реакциями, протекающими по цепному механизму:



и



Поэтому наличие в системе свободных радикалов определяет скорость и полноту протекания процессов горения топлива, что, в конечном итоге, обеспечивает снижение выбросов продуктов неполного окисления (оксида углерода, углеводородов нефти, сажи).

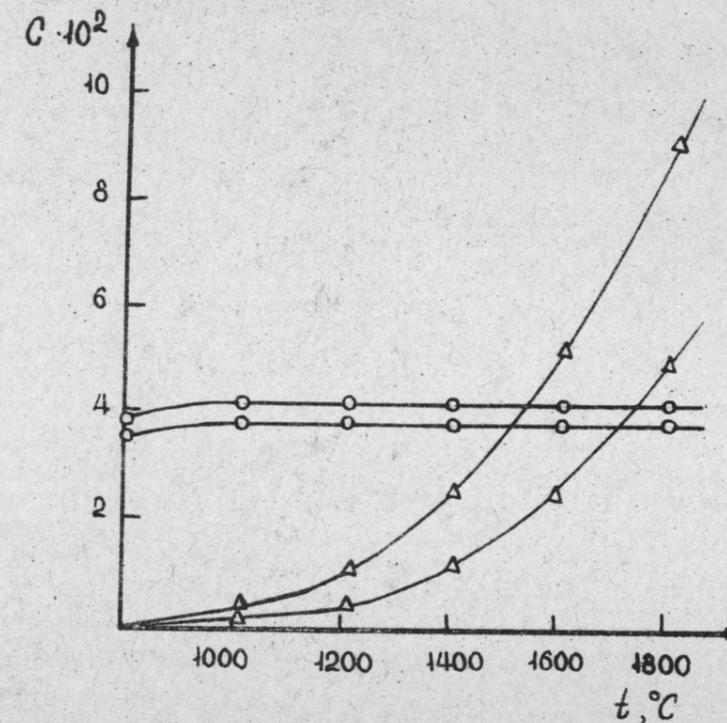
Известно, что процесс образования оксидов азота — эндотермический [3] и содержание их, в том числе основного компонента — оксида азота, в дымовых газах повышается с увеличением температуры. Это же явление наблюдается с ростом количества окислителя в зоне горения. Концентрация же диоксида серы в дымовых газах практически не зависит от вышеуказанных причин и определяется в основном содержанием серы в исходном топливе. Поэтому соотношение  $\text{SO}_2:\text{NO}$  в газовых выбросах зависит в основном от температуры горения топлива и количества окислителя. В результате обработки данных моделирования процессов горения жидкого топлива и ВМЭ методами регрессионного анализа получены эмпирические уравнения, связывающие соотношение  $\text{SO}_2:\text{NO}$  (F), температуру горения (T) и альфа-фактор (A):

$$T = 1722,463 F^{-0,166} A^{-1,012} \quad (1)$$

$$A = 560,493 T^{-0,847} F^{-0,143} \quad (2)$$

$$F = 1,6595 \cdot 10^{19} A^{-6,083} T^{-5,936} \quad (3)$$

В процессе проведения природоохранных мероприятий на котельной аэропорта «Манас» выявлено, что при горении мазута  $F=3,0-3,5$ , а при горении ВМЭ —  $8,0-8,5$ ; последнее установлено введением воды и снижением температуры горения топлива. Например, при альфа, равном 1,05, горение мазута протекает при  $1250-1300^\circ\text{C}$ , а ВМЭ — при  $1100-1150^\circ\text{C}$  (рис.). Кроме того, с увеличением количества окислителя в системе растут концентрации свободных радикалов ( $\text{H}\cdot$ ,  $\cdot\text{OH}$ ,  $\text{O}\cdot$  и т. д.) (таблица), что интенсифицирует процесс окисления и уменьшает количество продуктов неполного сгорания компонентов. Однако этот процесс сопровождается увеличением количества оксидов азота и снижением КПД котла (главным образом за счет потерь тепла на



Равновесные концентрации оксидов азота ( $\Delta$ ) и диоксида серы ( $\circ$ ) (моль/кг) в зависимости от температуры горения жидкого топлива. Альфа фактор: 1 — 1,02; 2 — 1,10.

Состав газовой фазы при горении водомазутной эмульсии  
в зависимости от значения альфа. Содержание воды 10%, температура 1200°C

Компоненты, моль/кг	Альфа			
	1,02	1,05	1,10	1,25
O·	$6,14 \cdot 10^{-6}$	$9,39 \cdot 10^{-6}$	$1,28 \cdot 10^{-5}$	$1,89 \cdot 10^{-5}$
O <sub>2</sub>	0,147	0,345	0,64	1,39
H·	$6,62 \cdot 10^{-7}$	$5,29 \cdot 10^{-7}$	$4,44 \cdot 10^{-7}$	$3,44 \cdot 10^{-7}$
H <sub>2</sub>	$8,31 \cdot 10^{-5}$	$5,29 \cdot 10^{-5}$	$3,72 \cdot 10^{-5}$	$2,24 \cdot 10^{-5}$
·OH	$8,81 \cdot 10^{-4}$	$1,07 \cdot 10^{-3}$	$1,23 \cdot 10^{-3}$	$1,41 \cdot 10^{-3}$
·HO <sub>2</sub>	$4,25 \cdot 10^{-7}$	$7,94 \cdot 10^{-6}$	$1,23 \cdot 10^{-6}$	$2,08 \cdot 10^{-6}$
H <sub>2</sub> O	4,29	4,17	3,99	3,54
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	$5,14 \cdot 10^{-8}$	$7,66 \cdot 10^{-8}$	$9,97 \cdot 10^{-8}$	$1,31 \cdot 10^{-7}$
S·	$2,66 \cdot 10^{-13}$	$1,10 \cdot 10^{-13}$	$5,72 \cdot 10^{-14}$	$2,32 \cdot 10^{-14}$
SO	$1,43 \cdot 10^{-7}$	$9,12 \cdot 10^{-8}$	$6,43 \cdot 10^{-8}$	$3,85 \cdot 10^{-8}$
SO <sub>2</sub>	$4,09 \cdot 10^{-2}$	$3,98 \cdot 10^{-2}$	$3,81 \cdot 10^{-2}$	$3,37 \cdot 10^{-2}$
SO <sub>3</sub>	$1,17 \cdot 10^{-4}$	$1,74 \cdot 10^{-4}$	$2,27 \cdot 10^{-4}$	$2,96 \cdot 10^{-4}$
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	$2,09 \cdot 10^{-9}$	$3,03 \cdot 10^{-9}$	$3,79 \cdot 10^{-9}$	$4,38 \cdot 10^{-9}$
N·	$8,68 \cdot 10^{-13}$	$8,68 \cdot 10^{-12}$	$8,70 \cdot 10^{-13}$	$8,74 \cdot 10^{-13}$
N <sub>2</sub>	25,34	25,39	25,47	25,67
NO	$5,09 \cdot 10^{-3}$	$7,80 \cdot 10^{-3}$	$1,06 \cdot 10^{-2}$	$1,58 \cdot 10^{-2}$
NO <sub>2</sub>	$4,35 \cdot 10^{-6}$	$1,02 \cdot 10^{-5}$	$1,89 \cdot 10^{-5}$	$4,13 \cdot 10^{-5}$
N <sub>2</sub> O	$3,11 \cdot 10^{-7}$	$4,76 \cdot 10^{-7}$	$6,51 \cdot 10^{-7}$	$9,68 \cdot 10^{-7}$
NH·	$4,90 \cdot 10^{-13}$	$3,91 \cdot 10^{-13}$	$3,29 \cdot 10^{-13}$	$2,56 \cdot 10^{-13}$
HNO	$2,35 \cdot 10^{-9}$	$2,87 \cdot 10^{-9}$	$3,28 \cdot 10^{-9}$	$3,77 \cdot 10^{-9}$
HNO <sub>2</sub>	$1,21 \cdot 10^{-7}$	$2,25 \cdot 10^{-7}$	$3,50 \cdot 10^{-7}$	$5,93 \cdot 10^{-7}$
CO	$2,26 \cdot 10^{-4}$	$1,44 \cdot 10^{-4}$	$1,01 \cdot 10^{-4}$	$6,08 \cdot 10^{-5}$
CO <sub>2</sub>	4,67	4,54	4,35	3,86
CO <sub>2</sub> H	$7,21 \cdot 10^{-11}$	$5,60 \cdot 10^{-11}$	$4,50 \cdot 10^{-11}$	$3,09 \cdot 10^{-11}$
SOH	$3,37 \cdot 10^{-7}$	$1,36 \cdot 10^{-6}$	$6,77 \cdot 10^{-8}$	$2,43 \cdot 10^{-8}$
H <sub>2</sub> SO	$2,13 \cdot 10^{-10}$	$8,62 \cdot 10^{-10}$	$4,28 \cdot 10^{-11}$	$1,45 \cdot 10^{-11}$

нагрев избытка воздуха). Поэтому повышение значения альфа-фактора в процессе горения жидкого топлива выше 1,02—1,05 экономически нецелесообразно.

Таким образом, полученные результаты по физико-химическому моделированию процессов горения мазута и водомазутных эмульсий позволяют прогнозировать состав газовой фазы, в частности, содержание оксидов азота и серы, а также производить оценку режима горения жидкого топлива и наметить пути его оптимизации с целью уменьшения затрат топлива и количества вредных веществ в атмосферу.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Сигал И. Я. Защита воздушного бассейна при сжигании топлива. — Л.: Недра, 1977. — 296 с.
2. Синярев Г. Б., Ватолин Н. А. и др. Применение ЭВМ для термодинамических расчетов металлургических процессов. — М.: Недра, 1982. — 254 с.
3. Свойства неорганических соединений. Справочник / Ефимов А. И. и др. — Л.: Химия, 1983. — 392 с.

Институт неорганической и физической химии  
АН Республики Кыргызстан

Поступила  
29 июня 1991 г.

## БИОХИМИЯ

УДК 577.154.33:636.086.6:664.764 (04)

П. П. Валуйский, Н. А. Маркович, В. С. Тыщенко

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛИГНОЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ ОТХОДОВ  
ДЛЯ ПРОДУКЦИИ ЦЕЛЛЮЛАЗ *TRICHODERMA LIGNORUM*

Развитие животноводства в значительной степени зависит от состояния кормовой базы, обеспечения животных высококачественными и полноценными кормами. Сложившаяся в последние годы ситуация в кормопроизводстве привела к использованию лигноцеллюлозных отходов в кормлении жвачных животных. Однако практика показывает, что использование нативных отходов растениеводства (соломы пшеницы, сухих стеблей кукурузы, гузапан) часто не дает положительного эффекта, а затраты не окупаются продукцией животноводства. Данное обстоятельство явилось одной из предпосылок к появлению качественно нового направления в кормопроизводстве — микробиоцонверсии растительного сырья [1—3, 4].

При переработке в грубые корма отходов сельского хозяйства широко используют препараты целлюлолитических ферментов или добавляют целлюлолитические микроорганизмы, которые в процессе силосования не только расщепляют полисахариды лигноцеллюлозных отходов, но и обогащают корм липидами, белками, ферментами, витаминами, летучими жирными кислотами, аминокислотами и другими продуктами их жизнедеятельности [1, 3, 5, 7].

Целлюлазы продуцируются бактериями, грибами, актиномицетами, простейшими, насекомыми и моллюсками, однако источниками целлюлаз для практического применения, как правило, служат грибы, поскольку они быстро растут на простых средах и секретируют ферменты, которые легко выделить [8].

Линейные молекулы целлюлозы, главного компонента клеточной стенки растений, построены из 1,4-связанных остатков  $\beta$ -D-глюкозы. Ее содержание в тканях растений варьирует от 20 до 98%. По оценкам специалистов, количество целлюлозы во всем мире составляет около  $7 \times 10^{11}$  т, причем рост растений обеспечивает дополнительные  $4 \times 10^{10}$  т ежегодно [9]. Микрофибриллы целлюлозы связаны с другими молекулами такими, как пектин, лигнин и гемицеллюлозы. Перспективный источник целлюлозы — отходы деревообрабатывающей промышленности и сельского хозяйства, наиболее дешевым из которых является солома.

Для гидролиза целлюлозы используют кислоты и целлюлолитические ферменты. Хотя гидролиз кислотой более полный, катализ целлюлазами более эффективный: одна молекула фермента при 50°C совершает работу  $10^8$  молекул кислоты в сходных условиях [10]. Фермент специфически гидролизует  $\beta$ -1,4-связи, тогда как кислота атакует все типы гликозидных связей и, следовательно, все типы полисахаридов. Более того, при температурах и концентрациях кислоты, необходимых для гидролиза, образуются продукты, токсичные для последующей ферментации животными [5].

Ферментный комплекс, расщепляющий целлюлозу, состоит из 1,4- $\beta$ -D-глюкан-4-глюканогидролазы (эндо- $\beta$ -глюканазы; КФ 3.2.1.4), преимущественно гидролизующей внутренние гликозидные связи целлюлозного субстрата, 1,4- $\beta$ -D-глюканцеллобиогидролазы (экзоцеллобио-

гидролазы; КФ 3.2.1.91), отщепляющей целлобиозу от невосстанавливающих концов цепей целлюлозы,  $\beta$ -глюкозидазы (целлобиазы; КФ 3.2.1.21), которая расщепляет целлобиозу, образующуюся под действием эндо- и экзоглюканазы, до глюкозы [11]. Для полного гидролиза нерастворимой целлюлозы необходимо синергическое действие всех компонентов ферментативного комплекса [12, 13]. Как правило, в ферментных препаратах содержатся и гемицеллюлазы, быстро гидролизующие гемицеллюлозы, так как они менее устойчивы к действию ферментов, чем целлюлоза. Аморфная целлюлоза также быстро гидролизует, но скорость гидролиза снижается по мере того как возрастает доля кристаллической целлюлозы [13].

Чувствительность лигноцеллюлозных субстратов к ферментативному гидролизу зависит от размера частиц, площади поверхности, степени кристалличности и степени лигнификации. Различные физические и химические предобработки могут заметно повышать степень деградации [14, 15], однако требуют дополнительных затрат.

Целлюлолитические ферменты применяют при получении глюкозных сиропов для непосредственного использования или выращивания дрожжей, в фармацевтической и пищевой промышленности, производстве алкогольных напитков, метана и других областях. Известно, что с помощью процессов ферментации сельскохозяйственных отходов, образующихся за год в США, можно произвести метан, обеспечив 10% национальной потребности, а твердые остатки обеспечили бы достаточное питание для крупного рогатого скота, высвободив зерно для пищевых потребностей 700 млн человек с уровнем потребления 2400 кал/чел./день [9]. В питании животных целлюлазы находят применение для улучшения переваримости обычного фуража и для приготовления кормов из отходов сельского хозяйства [1—3]. Поскольку продукция фермента — главный ценообразующий фактор гидролиза целлюлозы, необходимо улучшить выход и продуктивность фермента, чтобы сделать процесс экономически выгодным. Ферментные препараты, используемые для силосования, чаще получают глубинным культивированием, тогда как при силосовании кормов с применением культур целлюлолитических микроорганизмов целесообразно выращивать их в поверхностных условиях на твердых средах.

В связи с этим мы исследовали образование целлюлаз в поверх-

Культуру гриба *T. lignorum* 19 поддерживали на агаре Чапека. Поверхностные культуры на твердых средах выращивали в колбах Эрленмейера с 10 г пшеничных отрубей (влажность 50%), пшеничной соломы (влажность 75%) или 5 г фильтровальной бумаги (влажность 80%). Отруби и пшеничную солому предварительно измельчали на лабораторной мельнице и просеивали через почвенное сито с размером отверстий 1 мм. Фильтровальную бумагу нарезали полосками, шириной 1—1,2 см. Увлажненные среды автоклавировали при 1,5 ат 40 мин. Колбы инокулировали 2 мл водной суспензии спор ( $67,5$  млн. спор/мл) и ставили в термостат на 7,14 и 20 сут. при 28—30°C. По окончании культивирования определяли ферментативную активность следующим образом: биомассу заливали 150 мл дистиллированной воды, перемешивали в течение 1 ч при комнатной температуре на магнитной мешалке, центрифугировали при 4500 об/мин 20 мин., надосадочные жидкости использовали для проведения анализов. Определяли скорость осахаривания соломы, активность по фильтровальной бумаге и эндоглюканазную активность.

Скорость осахаривания соломы определяли инкубацией при 50°C 50 мг мелкоизмельченной соломы в 0,05 М ацетатном буфере, pH 4,5, содержащем 0,1 М NaCl и 0,02% азид натрия, с 0,1 мл ферментной вытяжки в течение 1 ч при постоянном перемешивании (конечный объем 5 мл). В фильтратах опытных и контрольных проб определяли редуцирующие сахара методом Сомоджи-Нельсона [16, 17]. Рассчитывали скорость гидролиза в мкмоль/мин на 1 г сухого веса биомассы.

Активность по фильтровальной бумаге оценивали методом Мандельс-Вебера [18] с последующим определением восстанавливающих сахаров по Сомоджи-Нельсону [16, 17] и выражали в международных единицах на 1 г сухого веса биомассы.

Вискозиметрическую активность измеряли при 40°C, pH 4,5 в 0,05 М Na-ацетатном буфере, содержащем 0,1 М NaCl и 0,02% азид натрия, и рассчитывали в международных единицах [19].

ностных культурах гриба *T. lignorum* на твердых средах, состоящих из отходов растениеводства: соломы и отрубей пшеницы.

Активность эндоглюканазы в отношении окрашенной растворимой КМН — ОЦ = 41 (НПО «Фермент», Вильнюс) определяли при 40°C в соответствии с методикой [19, 20]. За условную единицу активности по окрашенному субстрату принимали количество фермента, которое в вышеописанных условиях эксперимента развивало окраску, соответствующую 2,27 ед. оптической плотности, с тем чтобы 1 ед. активности эндоглюканазы *T. lignorum* 19 по окрашенному субстрату соответствовала 1 ед. вискозиметрической.

Исследованиями общей целлюлолитической активности по Мандельс-Веберу поверхностных культур *T. lignorum* 19 на пшеничных отрубях в качестве субстрата роста выявлена наибольшая активность на 7-е сутки культивирования. К 14-м суткам активность снижается в 3,2 раза, на 20-е сохраняется лишь 3,7% активности. Сходные изменения наблюдаются и для культуры на пшеничной соломе: максимальная активность — на 7-е сутки культивирования, на 14-е она уменьшается в 4,5 раза, на 20-е остается лишь 0,006% от максимальной величины. При культивировании на фильтровальной бумаге, несмотря на отсутствие минеральных солей, все-таки наблюдается слабый рост гриба, однако суммарная целлюлолитическая активность — ниже чувствительности метода.

Ключевым ферментом целлюлолитического комплекса является 1,4-β-эндоглюканаза, ее активность обнаружена во всех культурах с 7-го по 20-й день, причем самая высокая — на 20-й день культивирования. При увеличении сроков культивирования до 20 дней количество эндоглюканазы возрастает в 1,4—1,6 раза по сравнению с семидневным сроком для всех культур: на пшеничных отрубях, соломе и фильтровальной бумаге.

Таблица 1

Скорость осахаривания соломы культурами гриба *T. lignorum* 19, выращенными на различных средах (мкмоль/мин на 1 г сухого веса биомассы)

Субстрат роста	Продолжительность культивирования (сут.)		
	7	14	20
Пшеничные отруби	20,02	15,36	11,10
Пшеничная солома	3,47	4,39	1,45
Фильтровальная бумага	4,12	7,03	0,89

Таблица 2

Целлюлолитическая активность поверхностных культур *T. lignorum* 19 на различных средах

Субстрат роста	Активность по фильтровальной бумаге (МЕ/г сухого веса)			Активность эндоглюканазы по окрашенному субстрату (ус. ед./г сухого веса)		
	Продолжительность культивирования (сут.)					
	7	14	20	7	14	20
Пшеничные отруби	17,18	5,35	0,64	30,63	38,37	45,47
Пшеничная солома	1,63	0,36	0,01	4,92	5,69	6,86
Фильтровальная бумага	0,00	0,00	0,04	11,10	11,22	17,23

Культура на пшеничных отрубях обнаруживает наибольшую скорость гидролиза полисахаридов соломы на 7-е сутки культивирования. К 20-му дню роста она снижается в 1,8 раза. В то же время скорость

осахаривания соломы продолжает нарастать с 7-го по 14-й день и только затем снижается при выращивании гриба *T. lignorum* 19 на пшеничной соломе и фильтровальной бумаге.

Следует отметить, что культура на пшеничных отрубях дает лучший выход исследуемых ферментов целлюлолитического комплекса. Поскольку культуры на отрубях и соломе обнаруживают достаточно высокую скорость осахаривания соломы на 20-е сутки культивирования, можно ожидать, что при силосовании соломы с использованием биомассы *T. lignorum* 19, выращенной на отрубях, процессы гидролиза полисахаридов корма продолжатся в течение 3—4 недель.

Таким образом, пшеничные отруби и солома могут быть эффективно использованы в качестве субстратов роста при поверхностном культивировании *T. lignorum* 19, поскольку являются источником необходимого количества пластического материала (углерода, азота, минеральных солей). Установленные особенности образования целлюлолитических ферментов *T. lignorum* 19 при росте на различных субстратах позволили разработать технологию получения матричной культуры и ферментированных кормов, которые легли в основу практических рекомендаций [9]. Для получения более качественных кормовых средств целесообразно дополнительное введение минеральных солей.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. А. с. 704588 СССР, МКИ<sup>2</sup> А 23 К 1/165. Способ получения кормов из растений / Ташпулатов Ж., Абдуллаев Т., Джалалова Х., Юсупова И. Х. (СССР) № 2640152/30—15; Заяв. 07.07.78; Опубл. 25.12.79; № 47. — С. 26.
2. Ахмедов Г. А., Ицгигин Б. Б. Применение ферментов микробного синтеза при получении высокопитательных кормов из соломы // Биосинтез ферментов микроорганизмами: Тез. докл. 3 Всесоюз. конф. Кабулетти, 21—23 апреля 1986 г. — Пушкино, 1986. — С. 12.
3. Валуйский П. П., Ташпулатов Ж. Т., Денисова И. С. и др. Применение гриба Триходерма лигнорум — 19 для ферментативной обработки растительного сырья // Изв. АН Кирг. ССР. Хим.-технол. и биол. науки. — 1989. — № 2. — С. 22—26.
4. Ramamurthy V., Kothari R. M., Bhojan J. Application of fungal cellulases in improving the milk yield // Biotechnol. Lett. — 1987. — V. 9. — № 5. — P. 369—372.
5. Linko M. Ongoing activities in Europe in the field of enzymatic hydrolysis // Anaerob. Dig. and Carbohydrate Hydrolysis Waste: Proc. Inf. Symp. EEC Programme Recycl. Urban and Ind. Waste, Luxemburg, 8—10 May, 1984. — London; New York, 1984. — P. 100—111.
6. Заявка 2582014 Франция, МКИ СР 19/00 С 05 11/08. Procédé pour accélérer la fermentation de la biomasse, à base de matières cellulosiques / Ostre L., Ostre L. (Франция). № 8502764; Заяв. 26.02.85; опубл. 21.11.86.
7. Pitt R. E. A model of cellulase and amylase additives in silage // J. Dairy Sci. — 1992. — V. 73. — № 7. — P. 1788—1799.
8. Coughlan M. P., Folan M. A. Cellulose and cellulases: food for thought, food for the future? // Int. J. Biochem. — 1979. — V. 10. — № 2. — P. 103—108.
9. Stephens G. R., Heichel G. H. Agricultural and forest products as sources of cellulose // Biotechnol. Bioeng. Symp. — 1975. — V. 5. — P. 27—42.
10. Reese E. T. Enzymatic hydrolysis of cellulose // Appl. Microbiol. — 1956. — V. 4. — № 1. — P. 39—45.
11. Клесов А. А. Ферменты целлюлозного комплекса // Проблемы биоконверсии растительного сырья. — М.: Наука, 1986. — С. 93—136.
12. Lützen N. W., Nielsen M. H., Oxenboell K. M. et al. Cellulases, their application in the conversion of lignocellulose to fermentable sugars // Phil. Trans. R Soc Lond B. — 1983. — V. 300. — P. 283—291.
13. Mandels M., Andreotti R., Reche C. Measurement of saccharifying cellulose // Biotechnol. Bioeng. Symp. — 1976. — V. 6. — P. 21—33.
14. Millet M. A., Baker A. J., Satter L. D. Pretreatment to enhance chemical, enzymatic and microbiological attack of cellulosic materials // Biotechnol. Bioeng. Symp. — 1975. — V. 5. — P. 193—219.
15. Nystrom J. Pretreatments to enhance enzymatic and microbiological attack of cellulosic materials // Biotechnol. Bioeng. Symp. — 1975. — V. 5. — P. 221—224.
16. Nelson N. A photometric adaptation of the Somogyi method for the determination of glucose // J. Biol. Chem. 1944. — V. 153. — № 2. — P. 375—380.
17. Somogyi M. Determination of reducing sugar // J. Biol. Chem. — 1952. — V. 195. — № 1. — P. 19—28.
18. Mandels M., Weber J. Production of cellulases // Cellulases and their application. Wash.: DC, 1969. — P. 391.

19. Тихомиров Д. Ф., Столбова В. В., Прабаракан К., Клесов А. А. Использование растворимой окрашенной карбоксиметилцеллюлозы для измерения активности эндо-1,4-β-глюконазы (целлюлазы) // Биотехнология. — 1989. — Т. 5. — № 4. — С. 518—524.
20. Рабинович М. Л., Савицкене Р. Ю., Герасимас В. Б. и др. Окрашенные субстраты целлюлазы. Область применения // Биоорганическая химия. — 1985. — Т. 11. — № 10. — С. 1330—1342.

Институт биохимии и физиологии  
АН Республики Кыргызстан

Поступила  
3 февраля 1992 г.

УДК 577.1:637.173+636.3:612.1

Т. А. Корчубекова, Г. М. Алешина, Т. Ч. Чекиров,  
В. Н. Кокряков, К. Уракунова

### ЛАКТОФЕРРИН МОЛОКА И СЫВОРОТКИ КРОВИ ОВЕЦ

Лактоферрин — железосодержащий гликопротеид, выделенный почти во всех внешних секретах млекопитающих [1]. Столь широкое распространение данного белка обусловлено биологической целесообразностью, так как лактоферрин (ЛФ) обладает как бактериостатическим [2, 3], так и бактерицидным действием на многие патогенные микроорганизмы [4, 5]. Кроме того, он принимает участие в регуляции гранулоцитопозеза [6, 7], модулирует киллерные способности моноцитов [8]. Как биологический хелатор, лактоферрин участвует в детоксикации организма от вредного воздействия ионов тяжелых металлов [9].

Перечисленные многогранные биологические свойства ЛФ в последнее время привлекают внимание исследователей. К настоящему времени ЛФ выделен из молока многих млекопитающих [10—15], установлены его основные физико-химические и иммунологические параметры. Однако ЛФ овец почти не изучен, имеется лишь единичная работа зарубежных авторов [16]. Между тем, исследование свойств лактоферрина овец имеет важное значение в выяснении взаимоотношений в системе мать-плод-новорожденный в плане передачи материнского иммунитета потомству.

Мы перед собой ставили задачу разработать методику выделения лактоферрина из молока и нейтрофильных гранулоцитов крови овец, изучить его некоторые физико-химические и биологические свойства, отработать способы количественного определения уровня ЛФ в сыворотке крови овцематок и ягнят, а также в молочном секрете в динамике — до и после ягнения.

Опыты проводили на 60 суягных и лактирующих овцематках кыргызской тонкорунной породы первого класса 2-й и 3-й лактации. Молочный секрет собирали у овцематок в последние периоды суягности (начиная с 34-го дня и вплоть до ягнения) и в различные периоды лактации. Образцы крови у взрослых овцематок получали из яремной вены, у ягнят — из кончика хвоста.

ЛФ выделен из 4 л сборного овечьего молока по модифицированному методу Массона [10]. Цельное молоко обезжирили при 1000 г в течение 30 мин, добавили СП Сефадекса С-50. Несвязавшиеся белки удаляли промыванием сефадекса на воронке Бюхнера дистиллированной водой, а затем 0,01 М Na фосфатным буфером, pH 7,5. Промытый сефадекс упаковывали в колонку (1,8 x 30 см). Элюцию белков осуществляли ступенчатым градиентом ионной силы, создаваемым увеличивающейся концентрацией NaCl в исходном буфере. ЛФ элюировался с СП-сефадекса при 0,2—0,3 М концентрации NaCl. Эту фракцию концентрировали на аппарате для ультрафильтрации фирмы «Amicon» (фильтр XM-50) и фракционировали на Сефадексе G-100, уравновешенном 0,01 М Na фосфатным буфером с 1 М NaCl. Фракции, выходящие в объеме элюции 152—156 мл, содержат чистый ЛФ. Все процедуры выполняли при 4°C. Средний выход белка 60 мкг на 1 мл молока овцы.

Для выделения ЛФ из нейтрофильных гранулоцитов (НГ) получали фракцию лейкоцитов крови овец, обогащенную НГ, методом, описанным Кокряковым и др. [17]. Лейкоциты гомогенизировали в 0,3 %-ном растворе бромистого цетилтриметиламмония (ЦТАБ) в 0,01 М фосфатном буфере, pH 7,5. Нерастворимый материал осаждали центрифугированием при 20000 г в течение 60 мин. Для полного извлечения белков экстракцию из осадка повторяли. Полученные экстракты объединяли и наносили на колонку

(1,8 x 24 см) с КМ-целлюлозой CM-32, уравновешенной 0,01 М Na фосфатным буфером, pH 7,2—7,6. Элюцию белков проводили с помощью увеличивающейся молярности NaCl (0,1; 0,15; 0,2) в исходном буфере. При этом получали фракции, содержащие ЛФ, которые концентрировали на аппарате для ультрафильтрации фирмы «Amicon» (Голландия, фильтр XM-50). Сконцентрированный препарат фракционировали на колонке Сефадекса У-100, элюцию проводили 0,01 М Na фосфатным буфером с 1 М NaCl. Фракции, выходящие в объеме 172—174 мл, содержат чистый ЛФ. Все операции шли при 4°C. Аналитический электрофорез в ПААГ при кислых значениях pH осуществляли по методу Панийма и Чоккли [18], молекулярную массу — методом электрофореза в присутствии ДС-Na [19], углеводный состав (нейтральные сахара) — фенолсульфатным методом [20]. Антисыворотку к ЛФ получали иммунизацией кроликов по схеме, описанной Кокряковым и др. [21]. Количественное содержание ЛФ в пробах определяли по методу радиальной иммунодиффузии по Манчини [22], общую концентрацию белка — по методу Лоури.

Иммунохимический анализ лактоферринов из молока и НГ овец показал, что полученные препараты имеют одну четкую полосу преципитации, без дополнительных линий, при взаимодействии с антисывороткой, что свидетельствует о иммунохимической чистоте белков. Электрофоретический анализ полученных белков при кислых значениях pH также обнаружил только один компонент.

Молекулярная масса, определенная методом электрофореза в ПААГ в присутствии ДС-Na, составляет  $75\,000 \pm 1500$  Да, что близко по значениям для ЛФ человека и свиньи [23]. В качестве стандартных метчиков использовали белки фирмы «Seriva», ФРГ: лизоцим яичный (молекулярная масса 14 000 Да), карбоангидразу (молекулярная масса 29 000 Да), овальбумин (молекулярная масса 45 000 Да), бычий сывороточный альбумин (молекулярная масса 68 000 Да), фосфоорилазу В (молекулярная масса 92 500 Да).

Количество гексоз в полученных препаратах составляет 3,3% или 14 остатков на молекулу белка. Эти значения довольно близки к таковым для ЛФ молока свиньи и человека (14 и 12 соответственно), но отличаются от содержания нейтральных сахаров ЛФ коровы (24 остатка на молекулу белка) [23]. Сравнительный анализ иммунохимических свойств ЛФ, полученных из молока и НГ овец, показал абсолютную идентичность этих белков.

Используя очищенный ЛФ овцы и моноспецифическую антисыворотку к нему мы обнаружили, что ЛФ овцы не имеет общих антигенных детерминант с ЛФ человека, с ЛФ коровы дает перекрестную реакцию, что свидетельствует об их эволюционной близости.

Количественный анализ лактоферрина в молочном секрете овец в динамике показал, что самая высокая концентрация ЛФ содержится в молочном секрете суягных овцематок, полученном за 34—13 дней до ягнения, и составляет  $437 \pm 58$  мкг/мл (табл. 1), что почти в 8 раз больше по сравнению с его уровнем в молоке ( $p < 0,001$ ). Возможно, это связано с активной инфильтрацией НГ в ткани молочной железы в период дифференцировки ее секреторных клеток. По мере приближения срока ягнения количество ЛФ в молочном секрете имеет тенденцию к уменьшению и за 4—1 день до ягнения составляет  $330 \pm 38$  мкг/мл ( $p < 0,05$ ). Сразу после ягнения концентрация ЛФ в молозиве уменьшается более чем в 2,5 раза по сравнению с его содержанием в молочном секрете и составляет  $164 \pm 32$  мкг/мл ( $p < 0,001$ ). Такое резкое снижение уровня ЛФ, вероятно, связано с изменением метаболизма ткани молочной железы, вызванного родовым процессом, который сопровождается резким изменением нейроэндокринного статуса овцематки.

Через сутки после ягнения количество ЛФ в молозиве уменьшается почти в три раза и составляет  $62 \pm 6,2$  мкг/мл ( $p < 0,001$ ). Данный уровень ЛФ в молоке в основном поддерживается в течение всего периода лактации, хотя и наблюдается небольшая тенденция к его уменьшению. Первичное повышение уровня ЛФ в молочном секрете овец за месяц до ягнения можно объяснить активной инфильтрацией лимфоидных клеток,

в том числе НГ, в ткань молочной железы. Можно предположить также, что в начальной стадии дифференцировки секреторных клеток могут экспрессироваться именно те участки ДНК, которые ответственны за синтез ЛФ, а с установлением нормальной лактации эти клетки переключаются на синтез специфических белков молока. Даже при таком допущении остается неизвестным источник синтеза этого белка при установившейся лактации. Для окончательного выяснения данного вопроса необходимо провести специальные исследования с мечеными аминокислотами, или иммуногистохимический анализ срезов ткани на ультраструктурном уровне.

Таблица 1

Содержание ЛФ в молочном секрете овцематок, мкг/мл

Сроки взятия пробы	п	М±м
До ягнения, день		
34—13	14	437±58,0
12—5	22	283±47,0
4—1	13	330±38,0
Сразу после ягнения	26	164±32,0
После ягнения, сутки	34	62±6,2
2	18	62±9,9
3	15	56±11,0
4	15	68±9,0
5	15	78±13,0
6	9	54±8,3
7	9	43±6,0
8	10	47±5,3
9—10	8	53±5,5

Таблица 2

Содержание ЛФ в сыворотке крови овцематок и ягнят, мкг/мл

Экспериментальные животные	п	М±м
Овцематки	8	92±1,2
Ягнята до кормления	8	51±3,9
через сутки после кормления	5	45±1,2
10 дней	10	264±14,0
30 дней	10	170±11,2
45 дней	10	271±12,0

Необходимо отметить, что содержание ЛФ среди особей одной породы значительно варьирует, некоторые овцы имеют величины около нуля. Аналогичные данные приводятся в работе S. Tsuji, G. Hirata и др. [24], которые исследовали содержание ЛФ в молозиве различных пород крупного рогатого скота и установили, что многие коровы мясных пород не содержат его. Следовательно, содержание данного белка в молочном секрете коррелирует с породными особенностями экспериментальных животных.

Изучение содержания ЛФ в сыворотке крови ягнят (табл. 2) выявило, что его уровень сразу после рождения до первого кормления почти на 45% ( $51,0 \pm 3,9$ ) меньше, чем в сыворотке крови матери ( $92,0 \pm 1,2$ ) ( $p < 0,001$ ). Это, возможно, свидетельствует о непроницаемости плацентарного барьера для данного белка так же, как и для других факторов иммунитета. Через сутки после приема молозива уровень ЛФ в сыворотке крови ягнят практически не изменяется, несмотря на то, что в молозиве содержится значительное количество этого белка ( $164,0 \pm 32,0$  мкг/мл). Данный факт свидетельствует, возможно, с одной стороны, о необ-

ходимости участия молозивного ЛФ в защите самой молочной железы и желудочно-кишечного тракта новорожденных ягнят от патогенных возбудителей, именно в первые дни их жизни, с другой стороны, — об отсутствии в кишечном эпителии ягнят специфических рецепторов, захватывающих ЛФ, или об очень высоком уровне катаболизма данного белка в первые дни постнатального развития ягнят вообще, в желудочно-кишечном тракте в частности.

Резкое увеличение его (в 2—3 раза) в сыворотке крови ягнят по сравнению с материнским уровнем ( $p < 0,001$ ) мы обнаружили на 10-й, 30-й и 45-й дни постнатального развития. Очевидно, это связано с резкой активацией кровяных клеток и их дифференцировкой, вызванной мощной антигенной стимуляцией иммунной системы сразу после внутриутробного развития ягнят, или какими-то другими факторами, вызывающими усиление синтеза лактоферрина собственными нейтрофилами новорожденных ягнят.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Masson P. L., Heremans J. F. Lactoferrin in milk from different species // *Comp. Biochem. Physiol.*, 1971. — V. 39. — B. P. 119—129.
2. Blank B. La li, ses relations avec les aspects physiologiques du metabolisme du fer // *Protides Biol. Fluids Proc. Collog. Bruges*, —1966. — V. 14. — P. 125—131.
3. Masson P. L., Heremans J. F. Studies on li, the iron binding protein of secretion // *Protides Biol. Fluids Proc. Collog. Bruges*. —1966. — V. 14. — P. 115—124.
4. Arnold R. R., Brewer M., Ganthier J. J. Bactericidal activity of human li: sensitivity of a variety of microorganisms // *Infect. Immun.* —1980. — V. 28. — № 3. — P. 893—898.
5. Bortner C. A., Miller R. D., Arnold R. R. Bactericidal effect of lactoferrin on *Legionella pneumophila* // *Infection and Immunity*. —1986. — V. 51. — № 2. — P. 373—376.
6. Bagby G., Bennett R. Feedback regulation of granulopoiesis: polymerisation of lactoferrin abrogates its ability to inhibit CSA production // *Blood*. —1982. — V. 60. — № 1. — P. 108—112.
7. Broxmeyer H. E., Smithyman A., Eges K. R. et al. Identification of lactoferrin as a granulocyte-derived inhibitor of colonystimulating activity production // *J. Exp. Med.* —1978. — V. 148. — P. 1052—1067.
8. Horwitz D. A., Bakke A. C. et al. Monocyte and NK cell cytotoxic activity in human adherent cell preparations: discriminating effects of interferon and lactoferrin // *J. Immunol.* —1984. — V. 132. — № 5. — P. 2370—2374.
9. Sabbiani E., Rade J. Relationships between iron and vanadium metabolism: the association of vanadium with bovine lactoferrin // *Toxicological Lett.* —1980. — V. 5. — № 6. — P. 381—387.
10. Masson P. L. La lactoferrine, protéine des sécrétions externes et des leucocytes neutrophiles. —Bruxelles. Arscia. —1970. — P. 232.
11. Groves M. L. The isolation of a red protein from milk // *J. Amer. Chem. Soc.* —1960. — V. 82. — № 12. — P. 3345—3350.
12. Oram J. D., Reiter B. Inhibition of bacteria by lactoferrin and other iron-chelating agents // *Biochim. Biophys. Acta*. —1968. — V. 170. — № 3. — P. 351—365.
13. Roberts T. K., Baurse J. C. The isolation and characterization of lactoferrin from sow milk and boar seminal plasma // *J. Reprod. Fert.* —1975. — V. 42. — № 3. — P. 579—582.
14. Mare lactoferrin: purification analysis and N-terminal sequence determination / Jalles J., Doua A., amiguet P., Jolles P. // *FEBS Lett.* —1984. — V. 176. — № 1. — P. 185—188.
15. Kinkade J. M., Miller W. W. K., Segars F. M. Isolation and characterization of murine lactoferrin // *Biochim. Biophys. Acta*. —1976. — V. 446. — № 3. — P. 407—418.
16. Baer A., Oroz M., Blanc B. Isolation and partial characterization of ovine lactoferrin // *Experientia*. —1979. — V. 35. — № 12. — P. 1554—1555.
17. Кокряков В. Н., Борисов А. И., Слепиков С. В., Лызлова С. Н. // *Биохимия*. —1982. — Т. 47. — № 1. — С. 100—107.
18. Panyim S., Chalkly R. High resolution acrylamide gel electrophoresis of histones // *Arch. Biochem. and Biophys.* —1969. — V. 130. — P. 337—346.
19. Weber K., Osborn M. The reliability of molecular weight determination by dodecylsulfate-polyacrylamide gel electrophoresis // *J. Biol. Chem.* —1969. — V. 244. — № 16. — P. 4406—4412.
20. Dubois M., Gilles K. A., Hamilton J. K. // *Anal. Chem.* —1956. — V. 28. — № 3. — P. 350—356.

21. Кокряков В. Н., Алешина Г. М., Слепенков С. В., Яковлева М. Ф., Пигаревский В. Е. О степени структурной гомологии лактоферринов молока и нейтрофильных гранулоцитов // Биохимия. — Т. 53. — № 11. — С. 1837—1842.

22. Mancini G., Carbonara A., Heremans J. Immunochemical quantitation of antigens by single radial immunodiffusion // Immunochemistry. — 1965. — V. 2. — P. 235—254.

23. Алешина Г. М. Физико-химические и антимикробные свойства лактоферринов нейтрофильных гранулоцитов и молока // Автореф. канд биол. наук. — Л., 1986.

24. Tsuji S., Hirata J., Mukai F., Ohtagaki S. // J. Dairy Sci. — 1990. — V. 73. — № 1. — P. 125—127.

Институт биохимии и физиологии  
АН Республики Кыргызстан

Поступила  
13 февраля 1992 г.

## БИОЛОГИЯ

УДК 628.353.153

А. В. Балыкин, К. З. Каракеев

### ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ БАКТЕРИОПЛАНКТОНА ОЗЕРА ИССЫК-КУЛЬ

Озеро Иссык-Куль — высокогорный водоем со своеобразными физико-географическими, гидрологическими и климатическими особенностями [1, 2, 3]. Многие исследователи относят его к олиготрофным водоёмам по величинам первичной продукции планктона, по содержанию органического и хлорофила «а» в сестоне, а также активности бактериопланктона [4, 5]. В настоящее время реальную угрозу водоёму создает интенсивное развитие народного хозяйства и рекреационная индустрия. Считают, что главной причиной эвтрофикации служит повышение нагрузки на единицу поверхности и объема озера поступающих биогенных элементов. Однако, на наш взгляд, вопрос гораздо сложнее. В озеро с площади водосбора могут поступать разнообразные вещества и химические соединения неизвестной этиологии, воздействие которых на экосистему непредсказуемо. Как полагает Г. Г. Винберг [6], механизм эвтрофирования далеко не прост и охватывает явления самых различных уровней интеграции. Известно, что чистая вода и её санитарное качество есть продукт жизнедеятельности всех организмов, населяющих водоём. Особая роль в этих процессах принадлежит микроорганизмам. Благодаря высокой устойчивости к экстремальным факторам окружающей среды и физиолого-биохимическим особенностям, микроорганизмы принимают участие в круговороте и минерализации белков, углеводов, углеводородов, клетчатки, окислов металлов, синтетических органических соединений. В естественных условиях микроорганизмы образуют ассоциации, характерные для того или иного водоёма. Исследования по изучению бактериопланктона озера Иссык-Куль немногочисленны. Они касаются оценки активности бактерий Тюпского залива при помощи радиоуглеродного метода [5]. Установлено, что активность бактериальных популяций, утилизирующих ацетат, оказалась более чувствительным показателем трофии водоёма, чем численность гетеротрофов. Впервые получены данные о биомассе и численности бактериопланктона восточной части озера Иссык-Куль и Тюпского залива. В разные годы проведены исследования по экологии, видовому составу, физиологии и биохимии микроорганизмов литорали и пелагиали Иссык-Куля [7, 9]. Авторы приходят к выводу, что по наличию в воде определенных групп микроорганизмов можно судить об активности процессов минерализации органического вещества в озере. Выявлены были изменения в структуре микробных сообществ литорали под воздействием антропогенных факторов. Изучены также процессы биологического самоочищения воды от аллохтонной микрофлоры и кишечных бактерий с участием бделловибрионов и бактерий-антагонистов [10, 11]. В настоящей работе представлены сведения, касающиеся роли антропогенных факторов в формировании структурно-функциональных взаимосвязей бактериопланктона озера Иссык-Куль.

Для исследования микробиологической характеристики озера определяли: общее количество микроорганизмов на мембранных фильтрах № 2 с диаметром пор 0,23 мк «Сынпор», численность гетеротрофов на РПА, коли-индексные показатели на среде Эндо и мембранных фильтрах

№ 2. Анализы проб воды осуществляли по методикам А. И. Родиной [12], С. И. Кузнецова [13], В. И. Романенко [14], Н. А. Лаптевой, С. И. Кузнецова [15].

Пробы воды отбирали в прибрежной зоне у кромки берега — до 10 м, 50, 100, 200, 500 и 1000 м от берега, в основном по северному побережью от г. Ыссык-Куль до устья р. Тюп на 18 станциях. Воду из пелагиали — по разрезу Чолпон-Ата — устье р. Тон, а также по всей акватории Иссык-Куля. Посевы воды проводили тотчас после взятия проб на протяжении всех сезонов года, идентификацию культур — до рода и вида по определениям Берджи [16] и Н. А. Красильникова [17].

Для нас особый интерес представлял вопрос о механизме формирования структуры микробных сообществ в прибрежных акваториях озера, т. е. зонах наиболее интенсивного антропогенного воздействия. Известно, что именно в литорали происходит наиболее интенсивный поток аллохтонных соединений, в том числе и микроорганизмов. Именно здесь мы отмечаем своего рода наслоение аллохтонных и автохтонных микроорганизмов и формирование специфических доминантных групп. Вполне понятно, что усиление антропогенных нагрузок на экосистему водоёма прямо влияет на структуру микробных сообществ и других гидробионтов, на гидрохимический режим, а в итоге — на санитарное качество воды. Подобная закономерность прослеживается на примере бактериопланктона оз. Иссык-Куль в сезонной динамике. Об этом говорит изучение общей численности микроорганизмов, численность гетеротрофов и коли-индекса.

Общая численность микроорганизмов — важнейший показатель трофии водоёма. Её анализ показал, что в сезонной динамике на протяжении ряда лет отмечена определенная закономерность. В зимний период времени (декабрь-март) обычно отмечались наиболее низкие показатели общей численности (ОЧ), хотя для других акваторий показатели сильно отличались. В Тюпском и Рыбачинском заливах ОЧ достигала 600—1100 тыс. кл./мл воды, в других литоральных участках северного побережья — 400—600 тыс. кл./мл. Отмечено уменьшение численности от кромки берега в открытую часть озера. Наивысшие значения ОЧ зафиксированы в июле-сентябре и составляли 800—1200 тыс. кл./мл (литораль). Повышенное содержание в воде бактерий мы связываем с усилением стрессовых нагрузок на экосистему озера в результате антропогенной деятельности, усилением солнечной активности, повышением температуры воды. В пелагиали сезонные колебания ОЧ выражены не так заметно, и, как правило, не превышали 150—250 тыс. кл./мл, что характерно для типично олиготрофных водоёмов.

Известно, что гетеротрофные микроорганизмы являются тонкими индикаторами на поступление органических соединений и коммунально-бытовых сточных вод. Прибрежные акватории озера Иссык-Куль испытывают наиболее сильные стрессовые нагрузки, особенно в разгар рекреационного сезона. В Тюпском, Рыбачинском, Чолпон-Атинском заливах, устьях рек Тон, Тоссор численность гетеротрофов постоянно высока на протяжении всего года. В локальных участках содержалось до 10—13 тыс. кл./мл, что говорит об интенсивном поступлении продуктов хозяйственной деятельности человека. В пелагиали в 1 мл воды отмечаются единичные клетки гетеротрофных микроорганизмов. Установлена прямая связь между численностью гетеротрофов и коли-индексными показателями. В вышеназванных акваториях высевали до 6—9 тыс. кл. *Escherichia coli*. Если в июле-августе в воде у рекреационных учреждений в районе Чок-Тал, Тамчи, Бостери, Чолпон-Ата количество гетеротрофов достигло 5—10 тыс. кл./мл, то уже в ноябре-декабре — всего десятки клеток. Литораль озера является своего рода «буферной зоной» на пути проникновения загрязнений в водоём, что хорошо прослеживается на примере Рыбачинского залива при изучении коли-индекса. Так, числен-

ность *E. coli* у кромки берега в августе 1990 г. составляла 4,5 тыс./мл, в 50 м — 75—90 кл./мл, 100 м — 5—15 кл., 200 м — единичные клетки, 500 м — 0,1000 м — 0. Фактический материал, полученный нами на протяжении ряда лет, свидетельствует об увеличении численности бактериопланктона в литорали (см. таблицу).

Численность бактериопланктона литорали оз. Иссык-Куль у кромки северного побережья (данные усредненные)

Год	Общая численность микроорганизмов, тыс. кл./мл		Численность гетеротрофов, кл./мл		Коли-индекс, кл./мл <i>E. coli</i>	
	Пределы колебаний	Среднее	Пределы колебаний	Среднее	Пределы колебаний	Среднее
1980	600—750	675	300—650	425	95—130	112
1983	480—700	590	500—1000	800	300—1000	650
1986	680—800	740	650—1000	1325	210—5000	2605
1989	750—900	825	900—3650	2275	350—5100	2725
1991	800—900	850	850—5500	3175	500—4100	2300

Приведенные в таблице данные показывают довольно значительное увеличение численности гетеротрофов и энтеробактерий. Мы связываем это прежде всего с интенсификацией хозяйственной деятельности человека в Иссык-Кульском регионе. Отмечены локальные очаги загрязнения, откуда круглогодично выделяются энтеробактерии и фекальные стрептококки рода *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Proteus*, *Sterecoccus*. Представители этих бактерий зачастую доминируют в составе микробных сообществ устьевых акваторий р. Тюп, Тон, Джергалан и др.

Из микробных сообществ воды озера Иссык-Куль выделены также микроорганизмы, принадлежащие к родам *Pseudomonas*, *Saripa*, *Bacillus*, *Flavobacterium*, *Alcaligenes*, *Caulobacter*, *Micrococcus*, *Mycobacterium*, *Achromobacter*.

Бактерии рода *Pseudomonas* широко распространены по всей толще воды озера Иссык-Куль. Штаммы этой группы выделяли из всех экологических зон и глубин. Наибольшее число видов приурочено к эпиплимниону и термоклину. Штаммы идентифицированы как *Pseudomonas putida*, *Ps. aeruginosa*, *Ps. fluorescens*, *Ps. oleovorans*, *Ps. liquefaciens*, *Ps. speiciens*. В пелагиали псевдомонады составляют 20—28% от всех выделяемых культур, в литорали — до 15%. Помимо видов рода *Pseudomonas*, в водоёме доминируют микроорганизмы рода *Micrococcus*, *Sarcina*, *Flavobacterium*, *Caulobacter*. Их выделяли из всех слоёв водной толщи. Следует отметить, что в прибрежных акваториях, где в сильной степени сказывается антропогенное воздействие, преобладали бактерии родов *Bacillus*, *Streptococcus*, *Micrococcus*, *Proteus*, *Enterobacter*, *Alcaligenes*, *Escherichia*.

Как правило, это типичная аллохтонная микрофлора, которая привносится в озеро с площади водосбора. Интенсивное и постоянное поступление в прибрежные акватории аллохтонных веществ влияет на формирование специфических по структуре микробных сообществ. Прослеживается четкое изменение бактериального фона под воздействием хозяйственной деятельности человека. На долю энтеробактерий, спорных и других аллохтонных групп бактерий приходится до 75—80% от числа выделенных культур, с преимущественным доминированием 3—4 видов. Для сравнения в пелагиали озера численность гетеротрофных микроорганизмов была на несколько порядков ниже. Отмечено видовое разнообразие (17) видов. Доминировали роды *Pseudomonas*, *Caulobacter*, *Micrococcus*, *Achromobacter*.

В осенне-зимний период, когда антропогенное воздействие на экосистему озера сводилось к минимуму, отмечено качественное и количествен-

ное изменение в структуре бактериопланктона литорали за счёт типично водных видов. Энтеробактерии практически не выделялись. Результаты наших исследований показывают, что восстановление структуры микробных сообществ озера после стрессовых воздействий происходит, по нашим наблюдениям, в течение 20—25 дней. Система гомеостатирует. Численность несвойственных для неё видов снижается до минимума. Следовательно, можно говорить о функциональной устойчивости микробных сообществ водоёма к потоку аллохтонных веществ антропогенного происхождения. Это положение не относится к акваториям оз. Иссык-Куль, которые испытывают круглогодичные антропогенные нагрузки (Тюпский, Рыбачинский валивы).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Букин В. М. Сравнительный анализ морфометрических характеристик озера Иссык-Куль // Изв. АН Кирг. ССР. — Фрунзе: Илим, 1972. — № 5.
2. Кодяев Г. В. Морфометрическая характеристика Иссык-Куля // Изв. ВГО. — Т. 105. — 1973. — Вып. 4.
3. Забиров Р. Д., Коротаев В. Н. Положение и морфометрия озера // Озеро Иссык-Куль. — Фрунзе: Илим, 1978. — С. 12—20.
4. Бульон В. В. Первичная продукция планктона в Тюпском заливе озера Иссык-Куль // Гидробиол. исслед. на р. Тюп и Тюпском заливе озера Иссык-Куль // Тр. ЗИН АН СССР. — Л. 1977. — С. 20—31.
5. Фурсенко М. В., Балыкин А. В., Белова М. В. Бактериопланктон реки Тюп, Тюпского залива и восточной части озера Иссык-Куль // Тр. ЗИН АН СССР. — Л., 1977. — С. 42—57.
6. Винберг Г. Г. Евтрофирование озер и первые итоги гидробиологических исследований на р. Тюп и Тюпском заливе озера Иссык-Куль // Гидробиол. исслед. на реке Тюп и Тюпском заливе озера Иссык-Куль — Л.: ЗИН АН СССР, 1977. — С. 132.
7. Балыкин А. В. Эколого-физиологическое изучение микрофлоры оз. Иссык-Куль в связи с проблемами антропогенного евтрофирования // Гидробионты в загрязненной среде. — Фрунзе: Илим, 1982. — С. 95—106.
8. Балыкин А. В., Гуцалюк Н. В. Изучение микрофлоры прибрежных акваторий озера Иссык-Куль в связи с вопросами антропогенного воздействия // Тез. докл. Всесоюз. совещ. по лимнол. горных водоёмов. — Ереван: Изд-во АН Арм. ССР, 1984. — С. 19—20.
9. Балыкин А. В. Микроорганизмы в загрязненной среде. — Фрунзе: Илим, 1990.
10. Балыкин А. В. Изучение бактерий-антагонистов озера Иссык-Куль // Изв. АН Кирг. ССР. — 1977. — № 3. — С. 64.
11. Ламбина В. А., Афиногенова А. В., Балыкин А. В. Распространение бделловидных в прибрежной зоне озера Иссык-Куль и их взаимоотношения с бактериями-хозяевами // Биолог. науки. — 1986. — № 10. — С. 87—90.
12. Родина А. Г. Методы водной микробиологии. — М. — Л.: Наука, 1965.
13. Кузнецов С. И. Роль микроорганизмов в круговороте веществ в озёрах. — М.: Изд-во АН СССР, 1952. — С. 1—300.
14. Романенко В. И. Размножение бактерий в природной воде // Биол. внутренних вод: Информ. бюлл. — Л., 1973. — № 7.
15. Лаптева Н. А., Кузнецов С. И. Автохтонная микрофлора пресных водоёмов // Микробиологические и химические процессы деструкции органического вещества в водоёмах. — Л., 1979.

Иссык-Кульский  
научный центр

Поступила  
18 ноября 1991 г.

УДК 633.2.033

К. И. Исаков

### ПАСТБИЩА: СОСТОЯНИЕ, ПРОБЛЕМЫ, РЕШЕНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ

#### 3. Комплексные методы освоения и мелиорации пастбищ \*

Освоение и мелиорация пастбищ должны осуществляться комплексным методом, состоящим из ряда последовательных интегрированных приемов. Основными его элементами являются:

\* Начало см.: Изв. АН Республики Кыргызстан. Хим.-техн. и биол. науки. — 1991. — № 4.

а) организация на новом уровне пастбищных территорий и агропроизводственной группировки земель; деление массива, отведенного для фермы, или мощности комплекса, на загоны и крупные пастбищные блоки с помощью постоянной и мобильной изгородей;

б) создание сбалансированных материально-энергетических ресурсов питания кормовых лугопастбищных растений (внесение органических и минеральных удобрений, орошение и др.);

в) системное использование растительности пастбищ с полным учетом биоэкологических особенностей кормовых лугопастбищных растений (соблюдение нормальной нагрузки скота, величины коэффициента полноты использования, оптимальных сроков начала и кратности стравливания, пастбищеоборота и др.).

Освоение пастбищ должно проводиться поэтапно, т. е. по отдельным долинам, котловинам или массивам, имеющим обособленную границу, а в пределах хозяйств создание и организация кормовой базы должны осуществляться для мощности конкретных ферм или овцеводческих комплексов.

И еще. Мелиорация пастбищ долин, котловин или сыртов должна проводиться строго дифференцированно, с учетом региональных особенностей почв и растительности. Поэтому большую роль здесь играет правильный выбор методов мелиорации. То, как осуществляется этот выбор, во многом предопределяет успех дела и поэтому само по себе является серьезной исследовательской проблемой.

Нет необходимости расписывать региональные особенности методов комплексного освоения и мелиорации всех пастбищ республики. Для подтверждения мысли об обязательности дифференцированного подхода отметим лишь общие принципы освоения пастбищных ресурсов, например Сусамыра, Сонкеля и равнинных территорий вдоль рек, речек, родников, рельефные условия которых позволяют проводить орошение.

#### Сусамыр

Необходимо разработать перспективный план и проектно-сметную документацию комплексного освоения и мелиорации пастбищ долины. Основой плана должна стать новая безотгонная система ведения овцеводства со всеми вытекающими отсюда последствиями. На определенном этапе становления сельского хозяйства республики отгонный тип ведения овцеводства был оправданным. С образованием новых совхозов, проводивших чересполосицу земельных угодий, отгонная система начала тормозить развитие и интенсификацию животноводства. Пастбища при этом стали усиленно деградировать, а на значительных территориях многие процессы эрозии почв и деградации растительности уже приняли необратимый характер. Переход части отрасли в фермерские хозяйства также не укладывается в рамки отгонной системы (это просто не под силу отдельному фермеру). Ко всему этому надо добавить и огромные прямые и косвенные затраты на перегоны, повторяющиеся дважды в год. При этом животные теряют до 20—30% живой массы, часть поголовья, особенно весной, даже погибает.

Все это обуславливает необходимость перехода к безотгонной системе ведения овцеводства.

Основными элементами новой безотгонной системы ведения овцеводства являются:

1. Кормовая база. Овцы круглый год должны обеспечиваться кормами, получаемыми на едином массиве с ограниченной площадью пастбищ и пахотных земель. Пастбища, примыкающие к ферме или комплексу, необходимо осваивать комплексным интегрированным методом. Максимальное расстояние до внешней границы пастбищной территории, входящей в комплекс и ограниченной постоянной изгородью, — 8—10 км.

Пахотные земли заняты под многолетние травы и травосмеси, продукция которых используется исключительно в зимний стойловый период.

2. Овцеводческий комплекс или ферма с жильем для людей. Мощность комплекса — 2000—4000 овцематок (2—4 отары). Это обусловлено особенностями пастбищ: большая нагрузка приводит к полной их деградации, поскольку в любом комплексе пастбища дают не менее 50—60% годового баланса кормов.

На комплексе осуществляются заложенные в новой технологии принципы ведения овцеводства, а именно: а) концентрация поголовья овец (круглый год) на ограниченной земельной площади, с высокоинтенсивной системой пастбищного хозяйства и кормопроизводства; б) глубокая и принципиально новая внутривладельческая специализация; в) организация всех производственных процессов по принципу промышленного поточного производства с повторяющимися циклами; г) более совершенная организация труда с посменной работой и нормированным рабочим днем, превращающая труд чабана в разновидность труда рабочего на промышленном производстве.

Таким образом, основными элементами безотгонной системы являются строительство новых ферм, овцеводческих комплексов, или переоборудование функционирующих, и организация при них кормовой базы.

Возникает вопрос, возможно ли применение такой технологии ведения овцеводства в республике? Безусловно. Только применять её, размещать и строить овцеводческие комплексы, создавать при них кормовую базу надо с учетом местных природно-климатических условий и определяемых ими особенностей кормовой базы. Обязательным должно быть наличие пахотных земель для возделывания кормовых трав и травосмесей (Каракуджур и др.).

Внедрение безотгонной системы в какой-то мере облегчит решение демографической ситуации в республике (рассредоточение населения вокруг городов и др.).

#### *Сонкель*

Высокогорная котловина озера Сонкель издревле служила летними пастбищами (джайлоо). Так пастбища использовались тысячелетиями. Поэтому биоэкологические особенности роста и развития доминантов и основных компонентов растительности полностью отражали продукты эволюции именно таких сезонных антропогенных влияний на пастбища: основные кормовые растения в целом успевали проходить почти все фенологические фазы роста и развития, в том числе и фазы плодоношения и образования семян.

Вегетационный сезон короткий, кормовые травы образуют очень мало органических веществ — корма. Поэтому стратегия управления и комплексной мелиорации пастбищных ресурсов котловины должна базироваться на отгонной системе ведения овцеводства.

Для восстановления растительности деградированных пастбищ в системе комплекса мер, и прежде всего в системе пастбищеоборота, должен предусматриваться отдых. Региональные особенности растительности котловины обуславливают два альтернативных варианта отдыха — полный и частичный:

полный отдых предоставляется пастбищам, растительность которых сильно деградирована (южные и восточные части котловины);

при втором варианте полный отдых заменяется осенним умеренным стравливанием. Во время активной вегетации растительность полностью отдыхает. Выпас скота проводится осенью, лишь после того, как основные кормовые растения закончат фазу плодоношения, образования и осыпания семян. В целом этот путь восстановления растительности деградированных пастбищ является экстенсивным. Процесс восстановления может затянуться на годы.

Большинство кормовых растений, в том числе и доминанты степных и лугостепных пастбищ (овсяница валлисская, мятлик расползающийся, птилагростис монгольский, овсец тянь-шаньский и др.) в суровых условиях высокогорий не образует генеративных органов (или образует их не каждый год). Но при внесении минеральных удобрений и системном использовании отложение запасных веществ в органах растений увеличивается, резко повышается образование генеративных побегов. Так, на опытных делянках, где вносились фосфорные и азотные удобрения (хребет Киргизский Алатао), генеративных побегов у овсяницы на 76% больше, чем на контрольных участках, а в высокогорной долине Аксай на удобренных участках в среднем получено по 25 кг/га семян овсяницы, в то время как на контроле — по 3 кг/га.

Поэтому отдых, предоставляемый растительности, в системе пастбищеоборота надо сочетать с внесением оптимальных норм минеральных и органических удобрений. В этом случае растительность восстанавливается сравнительно быстро и создаются условия длительного управления пастбищными ресурсами котловины.

#### *Организационные вопросы*

Необходимо:

разработать комплексный план работ, очередность и этапность их выполнения;

проводить широкую разъяснительную работу среди населения, работников и специалистов животноводства, точно и ёмко называть проблему, например, «Восстановление пастбищ Сонкеля» или просто «Сонкель»;

провести организацию территорий внутренних пастбищ, полный учет потенциальных возможностей кормовых угодий, улучшение пастбищ и сенокосов, заготовку страховых запасов корма, сена и др., т. е. надо как можно лучше подготовить внутренние пастбища для размещения скота на период предоставления отдыха пастбищам Сонкеля;

подготовить в западной и северной частях котловины две посадочные площадки для самолета и навесы для минеральных удобрений (в восточной части они имеются); подвезти необходимые количества минеральных удобрений, подготовить все запасы овечьего навоза, накопившиеся на стойбищах;

в том году, когда по плану намечено предоставить отдых пастбищам, необходимо полностью закрыть доступ скота в котловину; «перекрывать» все перевалы, поставить усиленные посты.

#### *Равнинные пастбища*

Равнинные пастбища расположены в долинах рек и речек, на прилегающих к родникам и другим источникам воды территориях. Они встречаются везде, в том числе и в долине Сусамыр или котловине озера Сонкель.

Благодаря равнинному рельефу и близости водных источников, на этих пастбищах издавна содержится большое количество скота, что привело к снижению их продуктивности, а на значительной площади — к деградации растительности. Для повышения продуктивности равнинных пастбищ разработан очень простой, но агробиологически высокоэффективный комплексный метод мелиорации, состоящий из трех последовательных интегрированных приемов: а) орошения; б) внесения органических и минеральных удобрений, особенно азотных, и в) нормированное использование растительности по системе сенокоса или пастбищеоборота.

Республика богата водными источниками: их около 900 (реки, речки, родники). Суммарный годовой сток 51 млрд м<sup>3</sup>. Удивительно, но

факт: столько воды зарождается и протекает по территории республики, но для орошения пастбищ вода практически не используется. Между тем площадь пастбищ, пригодная к орошению, составляет 1566,0 тыс. га. При орошении можно получить дополнительно 18043,6 тыс. ц сухого пастбищного корма, или 8308,6 тыс. ц корм. ед. Площадь сенокосов, рельеф которых позволяет осуществлять орошение, 55,5 тыс. га. При мелиорации суммарная прибавка составит 824,1 тыс. ц сена, или 420,3 тыс. ц корм. ед. Эти цифры характеризуют размеры потенциальных ресурсов. Дело в том, что площади даны в разрезе рек (более 600!), а для крупных рек (Кызыл-Суу и др.) — и с учетом основных притоков. При разработке проектно-сметной документации с привязкой к источникам орошения, с учетом обеспеченности водой, а также почвенных, геологических и сельскохозяйственных условий, суммарная площадь пастбищ и сенокосов несколько сократится (в некоторых случаях даже наполовину). И в этом случае орошение является одним из основных радикальных приемов мелиорации и повышения продуктивности пастбищ и сенокосов. Использование горных рек, речек и родников позволяет:

во-первых, приостановить, затем стабилизировать прогрессирующую деградацию растительности пастбищ и сенокосов;

во-вторых, повысить биопродукционный потенциал горных и высокогорных кормовых лугопастбищных растений;

в-третьих, способствует трансформации сухой степной растительности в высокопродуктивные сенокосы из луговых растений.

Процесс олуговения и коренного изменения видового состава травостоя можно в значительной степени ускорить, если орошать пастбища на фоне органических и минеральных удобрений. Так, при орошении и внесении минеральных удобрений ( $N_{80-300}P_{60-200}$ ) низкорослые (18—20 см) и низкопродуктивные (6,2 ц/га) типчаково-разнотравные среднегорные степи долины Сусамыр на третий — четвертый годы трансформировались в высокотравные (100—115 см) и высокопродуктивные (36,0 ц/га) луговые сенокосы; степные низкотравные высокогорные пастбища Тонских сыртов на второй — третий годы превратились в лугостепные с преобладанием мезофильных луговых и мезоксерофильных лугостепных кормовых растений.

Аналогичные результаты получены почти по всему Тянь-Шаню: на Иссык-Кульских сыртах, в высокогорных долинах Аксай, Арпа, котловине озера Сонкель и др. Мало того, эти закономерности оказались общими и проявляются повсеместно, если имеются а) сходные абиотические условия среды, б) набор видов, которые встречаются в повторяющихся сочетаниях в составе определенных типов растительности пастбищ, а именно: доминанты — дерновинные ксерофильные узколистные злаки, компоненты — мезофильные или мезоксерофильные растения, встречающиеся, как правило, единичными, к тому же угнетенными экземплярами; могут присутствовать и в почве в виде покоящихся семян или зерновок данного года и прошлых лет.

Применение на таких типах растительности комплексного метода мелиорации формирует сходные группировки, а именно: луговые типы. Процесс олуговения протекает постепенно примерно по такой схеме: луговые мезофильные виды растений сравнительно лучше отзываются на созданные почвенные условия, разрастаются; увеличивается численность особей отзывчивых видов на единицу площади, растет интенсивность побегообразования; сначала они становятся основными компонентами, затем поднимаются и до ранга субдоминанта и доминанта растительности. В основе всех этих изменений лежат главным образом ценоотические факторы, складывающиеся после повышения влажности почвы и внесения удобрений.

Универсальность этой закономерности подтвердилась и при комплексном освоении сенокосов малых рек, и степных косимых пастбищ межсочных котловин степной зоны Казахского мелкосопочника. Так,

при мелиорации пастбищ и сенокосов межсочных котловин комплексным методом продуктивность в среднем (1981—1991 гг.) повысилась на 1585,0 кг/га, или на 745,0 корм. ед. (контроль — 545,0 кг/га и 240,1 корм. ед.), растительность сухих ковыльных степей трансформировалась в высокопродуктивные пастбища и сенокосы из ломкоколосника ситникового.

Нет двух одинаковых рек. В справедливости этого афоризма я много раз убеждался, собирая в течение четверти века материал по выявлению площадей пастбищ и сенокосов, пригодных к орошению, в водосборах более чем 600 горных рек.

Общим для всех является то, что потенциальные ресурсы (земли, пастбища, сенокосы) в бассейне той или иной реки должны осваиваться комплексными интегрированными методами. В проектно-сметной документации должны детально отражаться техника и способы орошения, применение удобрений и система использования растительности мелиорированных земель с полным учетом региональных биоэкологических особенностей основных кормовых растений.

На первых порах для орошения целесообразнее использовать воды малых рек и речек, родников, стоки талых вод. Малое орошение, как показали опытные работы, дает немедленный эффект, затраты, как правило, окупаются сравнительно быстро. «Затраты — прибыль» мелиорации пастбищ крупными ирригационными сооружениями требуют уточнения, прогнозирования и экологической экспертизы.

Поэтому концепция управления больших речных бассейнов должна развиваться на несколько других принципах и основываться прежде всего на базе небольших насосных установок, позволяющих на первых порах использовать и воды крупных рек.

Реальных инвестиций требует и малое орошение. И, надо полагать, немалых. Для республики, каким бы острым ни был дефицит бюджетов и какими бы скудными ни были возможности увеличения национального дохода, развитие ирригации может служить единственным средством накормить растущее население и пережить время, пока будет произведена перестройка в экономике, осуществлен переход к рыночной экономике.

#### 4. Стратегия управления пастбищными ресурсами

Выше отмечалось, что растительность — автотрофные первичные продуценты, создающие органическое вещество — корм, энергию, и потому она является ежегодно возобновляемым ресурсом Тянь-Шаня. Для того, чтобы этот гигантский цех правильно и бесперебойно работал, надо сохранить существующую растительность на месте её современного произрастания. Эти виды подбирались, размещались и достигли климатического равновесия в ходе длительной эволюции. Тысячелетиями трудилась Природа над созданием высокогорных типчаковых степей или красочного субальпийского разнотравного луга, которых ныне уже нет, если не считать отдельных фрагментов. Поэтому в суровых условиях высокогорий только они могут произрастать и при этом сохранять полезную (к тому же бесплатную) функцию экосистемы. Даже если бы была возможность воссоздать экосистему с точно тем же видовым составом, который был прежде, она неизбежно стала бы эволюционировать по иному, поскольку генетическая конституция слагающих её популяций отличалась бы от исходной.

Поэтому стратегия управления пастбищными ресурсами должна основываться на признании такого фундаментального факта, что растительность является не только живой частью экосистемы (причем первоосновой), но и функционирует при этом по своим собственным законам.

Таким образом, изменились пастбища и сенокосы: снизились уро-

жай и его качество. Площадь кормовых угодий осталась прежней, а количество скота возросло. На этих истерзанных землях по-прежнему выпасается более 16 млн голов скота в переводе на условное овцепоголовье, т. е. на 1 га пастбищ приходится 2 головы. Это самая высокая плотность в стране и в мире.

Вот тут-то и возникают вопросы. Как быть? Что делать? Потому что создалась очень сложная ситуация, я бы сказал, почти патовая. Как сохранить и пастбища, и скот?

Выход один: использовать растительность пастбищ без превышения их оптимальной экологической ёмкости. Для этого надо размещать сельскохозяйственных животных с учетом оптимальных величин нормальной нагрузки скота и коэффициента полноты использования растительности пастбищ. Это, как уже отмечалось, является основополагающим законом сохранения растительности пастбищ и сенокосов.

Исходя из сказанного можно предложить производству следующие рекомендации, соблюдение которых поможет спасти от деградации миллионы гектаров пастбищ:

определять урожайность пастбищ перед самым размещением на них скота;

относительная величина коэффициента полноты использования растительности не должна превышать 50%, т. е. надо изымать или стравливать только половину урожая пастбищ текущего года;

суточная норма зеленого корма для овец тонкорунной породы со средней живой массой 50—60 кг на пустынных пастбищах составляет 6—7 кг, на степных — 7—8, на луговых — 8—9 кг; сухой травы, в зависимости от типа пастбищ, — 2,0—3,5 кг, или 0,94—1,64 корм. ед. Суточная норма зеленой травы для коров со средней живой массой 500—600 кг составляет 50—80 кг; сухой травы — 10—16 кг, или 9,0—14,4 корм. ед.

Используя эти исходные данные, надо вычислить суммарную площадь пастбищ, необходимую для мощности данного овцеводческого комплекса, укрупненной фермы или для всех отар хозяйства, т. е. спланировать размещение скота на выпасах. При этом основной производственной единицей является отара, т. е. план размещения составляют поотарно. Примерно так же переводят на пастбищное содержание гурты крупного рогатого скота или табуны лошадей.

Планирование размещения отар, гуртов и табунов на выпасах описанным выше способом дает возможность переводить животных на пастбища с учетом их фактической вместимости (или ёмкости), а следовательно, соблюдать величину нормальной нагрузки скота и равномерно использовать всю пастбищную территорию хозяйства.

При размещении скота с соблюдением нормальной нагрузки и оптимальной величины коэффициента полноты использования растительности потребуются дополнительная площадь пастбищ. Её нет. Поэтому необходимо проведение комплексного освоения и мелиорации растительности пастбищ и сенокосов. Это повысит продуктивность, а следовательно, ёмкость пастбищ, избавит республику от многочисленных превратностей биологического (засуха, снижение урожая, деградация растительности и др.) и хозяйственного плана (бессистемный выпас и др.) и связанных с этим экономических проблем, усугубляющих положение дел в отрасли.

И, наконец, управление пастбищными ресурсами следует осуществлять не по требованиям экономики, а согласно принципам экологии. Надо оптимизировать отдачу от животноводства путем стратифицирования различных фаз и периодов развития сельскохозяйственных животных в полном соответствии с количеством пастбищных кормов. Но стратификация должна быть тщательно продуманной и гибкой. В одних случаях она может включать откорм скота на убой, при других обстоятельствах —

равномерное размещение его на пастбищах, в том числе на отдаленных угодьях, и т. д. Всё это, конечно, вынужденные меры. Степень негативного воздействия истощенной овцы массой всего лишь 20—30 кг и упитанной, массой 50—60 кг, на деградацию растительности и эрозию почвы почти одинаково, а нам необходимо уберечь от гибели по возможности максимальное поголовье скота, но при этом и сохранить пастбища от деградации. И сделать это надо любой ценой.

Таковы биоэкологические принципы и методы комплексного освоения и мелиорации пастбищ и сенокосов Тянь-Шаня. Было бы неверным считать, что данная работа и вытекающие из нее рекомендации окончательны, предельно завершены и не подлежат никаким изменениям и дополнениям. Быстротечная жизнь, меняющаяся экономическая обстановка в республике будут, безусловно, вносить свои коррективы. От этого нельзя уйти, это диалектика жизни... Но Истина одна. Её мы должны искать все вместе, сообща, ответственно, компетентно и быстро. С надеждой, что материалы, изложенные выше, могут явиться одной из ступеней, приближающих нас к этой цели, и написана эта статья.

Казахский НИИ  
кормопроизводства и пастбищ

Поступила  
18 ноября 1991 г.

УДК 581.526.52:581.116.1(575.23)

Э. Турдукулов, К. Шалпыков

#### ИНТЕНСИВНОСТЬ ТРАНСПИРАЦИИ ГАЛОФИТОВ ЗАПАДНОГО ПРИИССЫККУЛЬЯ

Большая часть территории Западного Прииссыккулья занята каменистой пустыней, представляющей сложный биокомплекс со своеобразной растительностью. В связи с общей аридизацией климата конвергирующее воздействие внешней среды здесь сильно выражено. Растительный покров этого района характеризуется чрезвычайно пестрым составом, в котором встречаются ксерофиты, трагаканты, галофиты и суккуленты. В небольших количествах распространены также некоторые эфемеры и эфемероиды.

Исключительная сухость климата (в среднем за год выпадает менее 110 мм осадков), постоянные и сильные ветры создают крайне неблагоприятные условия, в которых могут существовать лишь немногие растения. Изреженность растительности, бедность ее видового состава, примитивность фитоценозов, как отмечает Е. В. Никитина [1], являются в этих условиях вполне закономерными.

Ассоциация *Reaumuria soongoricum*+*Kalidium caspicum*+*Sympegma Regelii* широко распространена в западной части Иссык-Кульской котловины. Травостой ее крайне разрежен и отличается низкорослостью. На опытном участке, расположенном на склоне юго-восточной экспозиции (вблизи с. Ак-Улен), зарегистрировано всего 12 видов растений. Господствующей жизненной формой в данном сообществе являются в основном полукустарники. Однако встречаются и ксерофитные злаки типа *Cleistogenes squarrosa*.

Доминантами этого фитоценотически устойчивого сообщества, водный режим которых мы изучали, выступают: *Sympegma Regelii*, *Kalidium caspicum*, *Reaumuria soongoricum*, *Zygophyllum Rosovii* и др. Они обладают суккулентностью органов, безлистностью побегов, а некоторые имеют тенденцию к редукции листьев.

По данным А. М. Мамытова [2], здесь в пределах абсолютных высот 1620—1920 м встречаются серо-бурые пустынно-степные каменистые

почвы, которые характеризуются пылевато-песчаным легким и средним механическим составом, бедны органическим веществом (0,5—1,0 %). Предельно-полевая влагемкость колеблется от 13 до 16 %, реакция почвы щелочная (pH=8,0—8,5), содержание карбонатов 4,0—7,0 %, емкость поглощения не превышает 6—7 мг—экв на 100 г почвы. Накопление солей достигает в почве 2—5 %, в том числе хлора — до 0,10 % и SO<sub>4</sub> — до 0,5—0,7 %. Типы засоления хлоридно-сульфатные и сульфатно-хлоридные с преобладанием натрия среди катионов, что создает довольно разнообразные условия для произрастания растений.

Проблеме экологии, морфологии и физиологии галофитов посвящены многочисленные исследования ученых [3—12]. По данным одних авторов, на естественно засоленных почвах физиолого-анатомические изменения идут в направлении галоксеричности, сопровождаясь повышением интенсивности транспирации, тогда как, по данным других, засоленность почвы обуславливает у растений галосуккулентность и снижение транспирации. Б. П. Строгонов [8] утверждает, что это не противоречие, а проявление закономерности, специфических ответных реакций растений на качество засоления почвы.

Галосуккуленты исследуемого нами сообщества обладают широкими экологическими амплитудами в отношении засоленности почвогрунтов. Так, *Sympegma Regelii* может произрастать на почвах разной степени засоления: от выщелоченных до сильносолончаковых, кроме хлоридных; *Reaumuria soongorica* обычна на сульфатно-засоленных каменисто-щебнистых субстратах, а *Kalidium caspicum* явно предпочитает хлоридное засоление почв [3].

Не затрагивая вопросы солеустойчивости этих растений, в данной работе рассмотрим результаты эколого-физиологических исследований, в частности интенсивности транспирации, полученные в течение вегетационных сезонов 1988—1990 гг. Дело в том, что вышеуказанные галофиты произрастают в условиях острого дефицита как атмосферной, так и почвенной влаги. Все без исключения изученные нами биоморфы относятся к омброфитам, т. е. используют для жизнедеятельности только влагу атмосферных осадков. Для нормального существования в таких условиях растение контролирует 3—4 м<sup>2</sup> площади, что и обуславливает изреженность ценозов [14].

Результаты исследований показали, что доминанты симпегмово-поташниково-реомюревого сообщества характеризуются высокой увлажненностью побегов. Абсолютные максимумы содержания воды колеблются по годам от 78,3 до 84,9 %, а минимальные величины — от 47,2— до 70,7 %. При этом наиболее насыщены водой растения, побеги которых суккулентного типа: *Zygophyllum Rosovii*, *Kalidium caspicum* и *Sympegma Regelii* — 81,4—86,3 %. Относительно низка влажность побегов у *Reaumuria soongorica* и *Cleistogenes squarrosa* — 68,6—73,8 %. Диапазоны колебания запасов влаги в органах ассимиляции растений в условиях галофитной пустыни Западного Прииссыккуля довольно узкие. Наибольшие отклонения (19,4—26,6 %) обнаружены у реомюрии и злака змеевки. У суккулентов (*Kalidium caspicum*, *Sympegma Regelii*, *Zygophyllum Rosovii*) арифметическая разница между крайними абсолютными значениями в течение трех лет были в пределах 14,1—15,8 %, что свидетельствует об их более стабильном водном режиме.

В условиях района исследований процесс транспирации является одним из основных факторов жизнедеятельности растений, наиболее чувствительных к смене влагообеспеченности. Анализируя данные таблицы, следует отметить, что общий уровень интенсивности транспирации изученных видов весьма низок. Пожалуй, исключение составляет лишь дерновинный злак *Cleistogenes squarrosa*, максимальные величины потери воды которого достигают 1,97 г/г. ч.

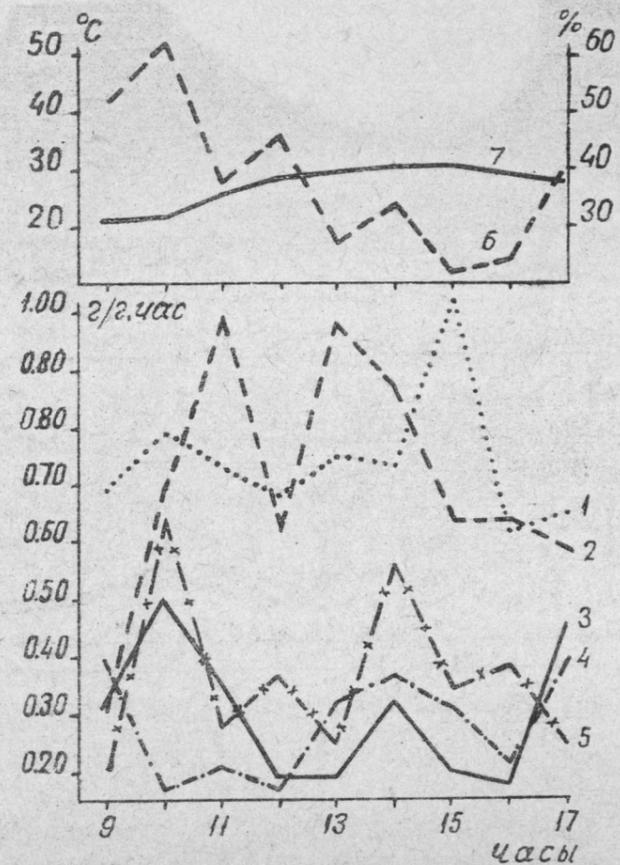


Рис. 1. Дневные изменения интенсивности транспирации у растений галофитной пустыни Западного Прииссыккуля, 8.VII.1990г. 1 - *Cleistogenes squarrosa*; 2 - *Reaumuria soongorica*; 3 - *Zygophyllum Rosovii*; 4 - *Kalidium caspicum*; 5 - *Sympegma Regelii*; 6 - Относительная влажность воздуха; 7 - Температура воздуха на уровне травостоя.

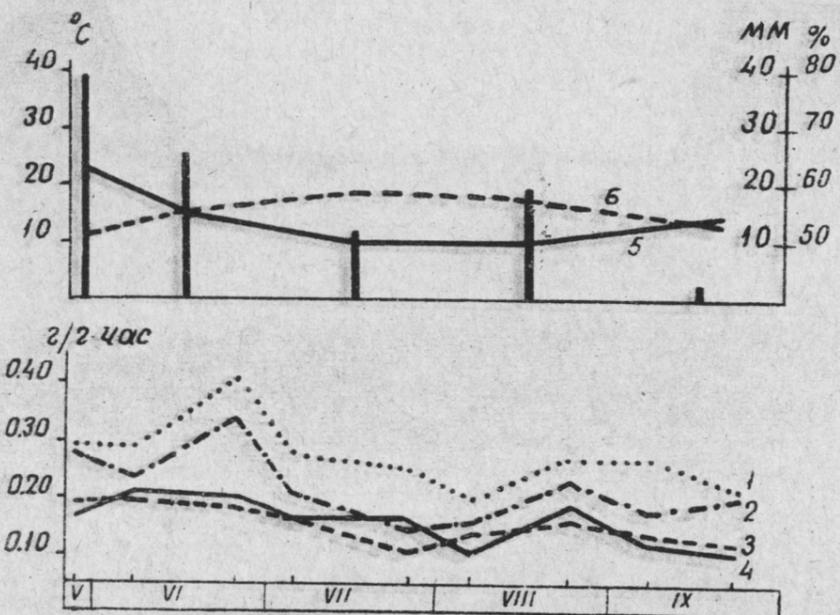


Рис. 2. Сезонные изменения интенсивности транспирации у растений галофитной пустыни Западного Приамурья, 1989 г. 1 - *Reaumuria soongorica*; 2 - *Sympagma regelii*; 3 - *Zygophyllum rosovii*; 4 - *Kalidium caspicum*; 5 - относительная влажность воздуха; 6 - температура воздуха на уровне травостоя. Столбиками указаны осадки.

Интенсивность транспирации растений симпегмово-патошниково-реомюрского сообщества в разные годы

Вид	Год наблюдений	Интенсивность транспирации, г/г. час		
		Абсолютный максимум	Абсолютный минимум	Среднее за сезон
<i>Sympagma Regelii</i>	1988	0,41	0,11	0,26
	1989	0,52	0,06	0,29
	1990	0,77	0,15	0,46
<i>Kalidium caspicum</i>	1988	0,43	0,10	0,26
	1989	0,34	0,07	0,20
	1990	0,65	0,12	0,38
<i>Zygophyllum Rosovii</i>	1988	0,25	0,09	0,17
	1989	0,29	0,06	0,17
	1990	0,54	0,10	0,32
<i>Reaumuria soongorica</i>	1988	0,75	0,14	0,44
	1989	0,55	0,11	0,33
	1990	0,99	0,20	0,59
<i>Cleistogenes squarrosa</i>	1990	1,97	0,51	1,24

Тот факт, что галофиты обладают пониженной транспирацией, и в зависимости от качества засоления почвы изменяется ее интенсивность, отмечено многими исследователями [6—8, 15]. Однако П. А. Генкель и А. А. Шахов [16] утверждают, что засоленные почвы богаты водой вследствие близкого стояния грунтовых вод и капиллярного промачивания почвы. По данным этих авторов, абсолютные величины интенсивности транспирации у галофитов достигают в некоторых случаях 2 г воды на 1 г сырого веса за 1 ч. По-видимому, уровень интенсивности транспирации зависит не только от запаса воды в почве и способности растений к всасыванию ее корневой системой, но и от содержания водорастворимых солей в листьях, создающих повышенное осмотическое давление, от гидрофильности плазмы и т. д. Все это, как справедливо отмечает А. А. Шахов [6], определяет водоудерживающую способность листьев и растений в целом.

Дневной ход интенсивности транспирации изученных нами галофитов (рис. 1) представляет двух-трехвершинную кривую с довольно большими колебаниями в течение дня, не всегда следующими за ходом климатических факторов. В утренние часы у всех видов расход воды на транспирацию незначителен, резкое его увеличение наблюдается с 10—11 ч., затем наступает спад к полуденным часам и в 15—16 ч. наблюдается второй максимум, что свидетельствует о значительной напряженности водного режима этих растений.

В начале вегетационного сезона складываются довольно благоприятные условия для интенсивного расхода влаги. Повышенная транспирация в этот период стимулируется солнечной радиацией. Вместе с тем, ряд экологических факторов весной оказывают ограничивающее влияние на интенсивность транспирации. К числу их следует отнести пониженные температуры в утренние и вечерние часы. Ночные заморозки на поверхности почвы наблюдаются и в конце мая, когда начинается рост и развитие пустынных растений.

Наиболее интересным оказался тот факт, что все виды независимо от жизненной формы, глубины проникновения корневых систем имели сходный характер сезонных изменений расхода воды (рис. 2). Сравнительно высокие величины интенсивности транспирации наблюдались во второй половине июня, когда происходили интенсивные процессы роста и развития растений. С наступлением летних засух в конце июля транспирация значительно снижается. По-видимому, это связано с резким

уменьшением запасов влаги в корнеобитаемых слоях почвы (до 1,5 % на абсолютно сухой вес).

Следует отметить, что у галофитов достаточно четко проявляется изменение отдачи воды по годам в зависимости от характера увлажнения. Так, в более засушливый 1988 г. средняя за сезон интенсивность транспирации составила 0,17—0,44 г/г. час, в благоприятный по увлажнению 1990 г. она возросла до 0,32—0,59 г/г. час (см. таблицу).

Понижению транспирации галофитов под влиянием, с одной стороны, длительной почвенной засухи, которая характерна для района исследований, с другой, — высокой концентрации солей, соответствует увеличение их водоудерживающей способности. Анализ полученных результатов показал, что побеги растений галофитной пустыни Западного Прииссыккуля способны длительно удерживать свой водный запас. Наиболее высокая водоудерживающая способность характерна для галосуккулентов (*Kalidium caspicum*, *Sympegma Regelii*, *Zygophyllum Rosovii*). Потеря воды изолированными побегами за 180 мин. у них не превышает 2—17 %, тогда как у дерновинного злака *Cleistogenes squarrosa* расход водных запасов за это же время составляет 30—32 %.

Таким образом, в результате приспособлений к засолению почвы и ксеротермическим условиям Западного Прииссыккуля, выработанных в процессе эволюции, у галофитов происходят существенные морфофизиологические изменения, которые направлены в сторону экономного расхода воды путем снижения интенсивности транспирации.

Очевидно, своеобразные климатические условия этого района (острый дефицит почвенной влаги, высокая радиация, сильные ветры и т. д.) не в меньшей мере обуславливают у растений галосуккулентность, чем засоленность почвы. Как показали результаты исследований, изученные нами растения имеют высокую степень оводненности (70—89 %) и весьма низкую транспирацию (в среднем за сезон 0,17—0,59 г/г. час). Для них характерна также высокая водоудерживающая способность побегов. По предварительным данным, значения осмотического давления галофитов достигают 18—22 атм. Некоторые из них (*Kalidium caspicum*, *Sympegma Regelii*, *Zygophyllum Rosovii*) по этим признакам не уступают типичным суккулентам.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Никитина Е. В. Флора и растительность пастбищ и сенокосов хребта Киргизский Ала-Тоо. — Фрунзе, 1962.
2. Мамытов А. М. Почвы Киргизской ССР. — Фрунзе: Илим, 1974.
3. Келлер Б. А. Растительность засоленных почв СССР // Растительность СССР. — Т. 2. — М. — Л., 1940.
4. Генкель П. А. Физиология адаптации к засолению // Проблемы ботаники. — М. — Л., 1950. — Вып. 1.
5. Бурый В. А. О растительных объектах для фитомелиорации пастбищ // Изв. АН УзССР. — № 3. — 1952.
6. Шахов А. А. Солеустойчивость растений. — М.: Изд-во АН СССР, 1956.
7. Строгонов Б. П. Растения и засоленные почвы. — М.: Изд-во АН СССР, 1958.
8. Строгонов Б. П. Физиологические основы солеустойчивости растений. — М.: Изд-во АН СССР, 1962.
9. Stocker O. Salzpflanzen. Handwörterbuch der Naturwissenschaften. 2. Aufl. — 1933. — Bd. 8. — Jena.
10. Schrats E. Beiträge zur Biologie der Halophyten. 1. Zur Keimungsphysiologie // Jahrd. F. wiss. Botan. — 1934. — Bd. 80.
11. Magstad O. C. Plant growth relations on saline and alkali soils // Botan. Rev. — 1945. — V. 11. — S. 4.
12. Arnold A. Die Bedeutung der Chlorionen für die Pflanze, insbesondere deren physiologische Wirksamkeit. Eine monographische Studie mit Ausblicken auf das Halophytenproblem // Bot. Studien. Hrsg. von W. Troll u. H. von Guttenberg. — Jena. — 1955.
13. Криницкая Р. Р. Опыт фитондикации почвогрунтов в пустынях и пустынных степях Западного Прииссыккуля и Кочкорской впадины // Материалы Моск. филиала геогр. об-ва СССР/Биогеография. — М., 1970. — Вып. 5.

14. Криницкая Р. Р. Корневые системы растений каменистых пустынь Западного Прииссыккуля // Изв. Киргиз. геогр. об-ва, 1972. — Вып. 9.

15. Аманова Х. Некоторые физиологические особенности хлопчатника на засоленных почвах // Тр. Узб. филиала АН СССР. — Сер. XI. — Вып. 5, 1942.

16. Генкель П. А., Шахов А. А. Экологическое значение водного режима некоторых галофитов // Ботан. — 1945. — Т. 30. — № 4.

Институт биологии  
АН Республики Кыргызстан

Поступила  
14 мая 1991 г.

УДК 576.895.42

П. А. Чиров, А. В. Бочков, С. Н. Рыбин

#### КЛЕЩИ СЕМЕЙСТВА CHEYLETIDAE КЫРГЫЗСТАНА

Фауна хейлетид на территории республики изучена еще крайне недостаточно. Имеются сведения о находках лишь 14 видов этих клещей [1—10]. Исследования, проведенные нами на основании сборов С. Н. Рыбина в Южном и П. А. Чирова в Северном Кыргызстане, а также некоторых материалов из фондовой коллекции Зоологического института РАН (г. Санкт-Петербург), позволили существенно расширить состав видов, относящихся к семейству Cheyletidae, на территории республики.

Ниже приводим данные о хозяевах и местах нахождения всех известных к настоящему времени видов хейлетид, обнаруженных в Кыргызстане (табл.). При описании нового вида размеры клещей даны в микрометрах (мкм). Ноги измеряли без учета кокс и коготков, а для обозначения щетинок использована номенклатура, разработанная Фэном [11] и Эйтно с соавторами [12].

#### СЕМЕЙСТВО CHEYLETIDAE LEACH, 1815

##### Подсемейство Cheyletinae S. Str.

##### 1. *Cheyletus eruditus* (Schrank, 1781)

Материал. Ошская область: 6 самок из помета остроухих ночниц *Myotis blythi* (Tomes); 1 самка с восточной слепушонки *Ellobius tanerei* (Blasius) и 1 самка с туркестанской крысы *Rattus turkestanicus* (Satunin).

##### 2. *Cheyletus trux* Rodendorf, 1940

Материал. Чуйская долина: Бишкек — 44 самца, 54 самки, 42 нимфы; Иссык-Кульская котловина: Каракол — 1 самец, 1 самка; Курменты — 2 самца, 3 самки; Нарынская область: Жеге-Тал — 4 самца, 2 самки, 1 нимфа. Клещи собраны из домашней пыли жилищ.

##### 3. *Cheyletus aversor* Rodendorf, 1940

Материал. Ошская область: 2 самки из гнезда краснохвостой песчанки *Meriones libycus* Lichtenstein; 1 самка с домашней мыши *Mus musculus* L.; 11 самок с туркестанской крысы *Rattus turkestanicus* (Satunin). Иссык-Кульская котловина: 2 самки с тушканчика-прыгуна *Allactaga sibirica* (Forster).

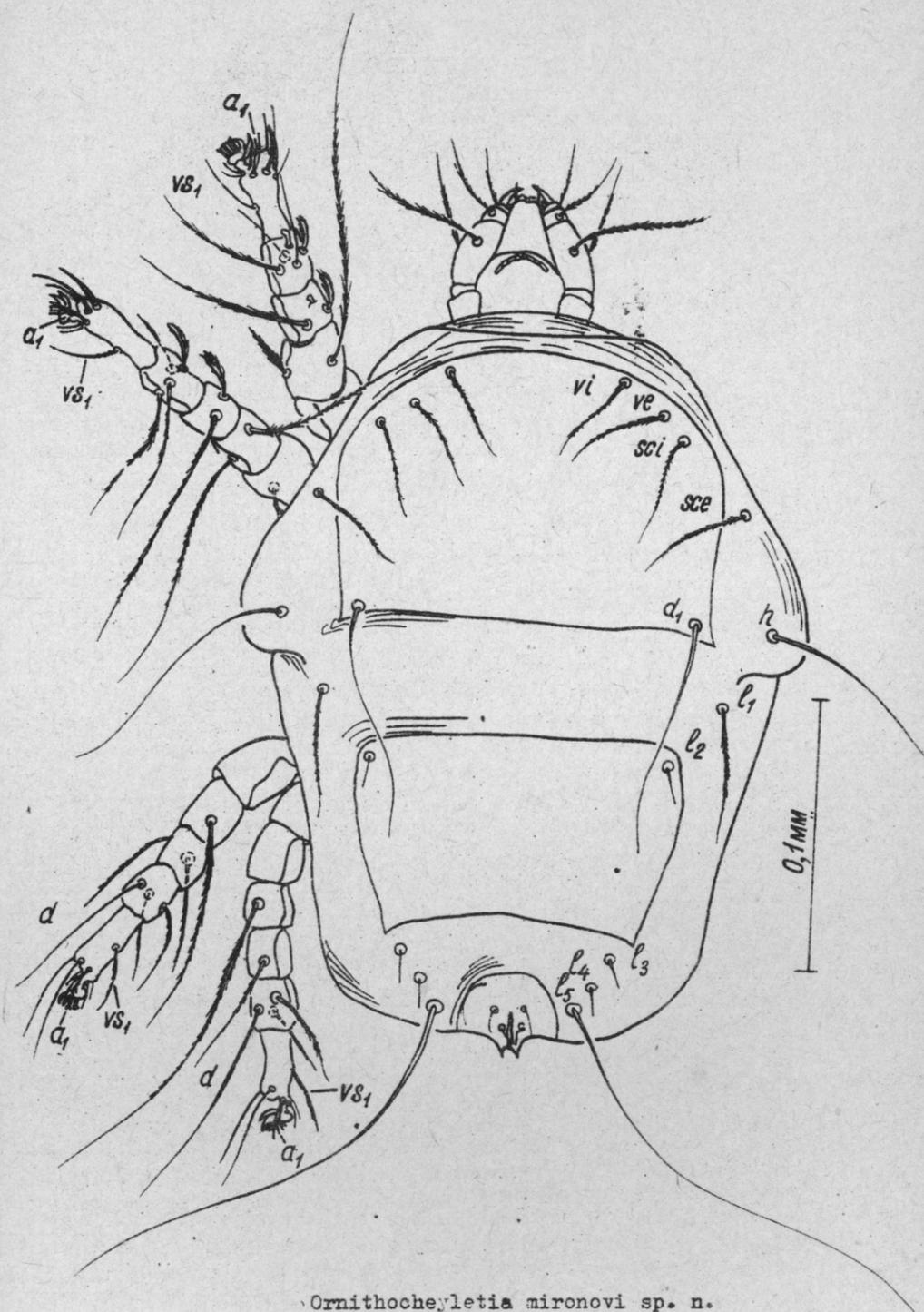
##### 4. *Cheyletus allactaga* Fain et Lukoschus, 1981.

Материал. Иссык-Кульская котловина: 46 самок с 22 особей *Allactaga sibirica*.

Видовой состав и распространение клещей семейства Cheyletidae, обнаруженных в Кыргызстане

Вид	Типовой объект обнаружения или хозяин	Распространение	Ис-точник
<i>Cheyletus eruditus</i> (Schrank)	Космополит	Германия * всесветное	[3, 7]
<i>Ch. trux</i> Rodend.	Зернохранилища	РСФСР, Украина, Белорус- сия, Грузия, Азербайджан, Кыргызстан	[1, 3 6, 13]
<i>Ch. aversor</i> Rodend.	Зерно	РСФСР, Украина, Таджики- стан, Кыргызстан, Болга- рия, Чехословакия, Уганда	[3, 6, 9]
<i>Ch. allactaga</i> Fain et Lukosch.	Гнездо тушканчика- прыгуна	Монголия, Кыргызстан	[9, 14]
** <i>Ch. baloghi</i> Volgin	Гнездо малого сус- лика	Украина	[3]
** <i>Eucheyletia taurica</i> Volgin	Гнездо обыкновенной полевки	Украина, Англия	[3]
** <i>E. bothrophila</i> Volgin	Гнездо рыжей полевки	Украина, Белоруссия	[3]
** <i>E. asiatica</i> Volgin	Муравейник	Украина	[3]
** <i>Cheletonella caucasica</i> Volgin	Гнездо серого хомячка	Армения, Украина, Таджи- кистан	[3]
<i>Cheletopsis mariae</i> Mir., Bochk. et Chir.	Кулик-перевозчик	Кыргызстан	[10]
<i>Ch. charadrii</i> Mir., Bochk. et Chir.	Малый зуек	Кыргызстан	[10]
<i>Ch. impravida</i> Oudem.	Травник	Франция, Казахстан, Кыр- гызстан, Приморский край	[10, 15]
<i>Ch. porneri</i> (Porpe)	Речная крачка	Франция, Казахстан, Кыр- гызстан, Астраханская обл.	[3, 10, 16]
<i>Pavlovskicheyla seme-novi</i> (Kuzin)	Семена хлопчатника	Узбекистан, Кыргызстан	[3, 6]
<i>Cunlifella tuberculi-coxa</i> Volgin	Клоп <i>Agaduslugubus</i>	РСФСР, Эстония, Кыргы- зстан	[3]
<i>Cheletogenes ornatus</i> (Can. et Fanz.)	Древесные растения	Италия, РСФСР, Грузия, Армения, Кыргызстан; КНР, США, Куба, Австралия, Африка	[3]
<i>Bakericheyla</i> (s. str.) <i>chanayi</i> (Berl. et Trt.)	Белая трясогузка	Франция, США; РСФСР, Украина, Узбекистан, Турк- менистан, Кыргызстан	[3, 5]
<i>Ornithocheyletia mironovi</i> sp. n.	Береговая ласточка	Кыргызстан	
<i>Neocheyletiella microghyncha</i> (Berl. et Trt.)	Деревенская ласточка	Франция; РСФСР, Белору- ссия, Кыргызстан	[3, 8, 17]
<i>Eucheyletiella ochotonae</i> (Volgin)	Большеухая пищуха	Кыргызстан, Туркменистан	[3, 4]

\* Первой указывается страна типового местонахождения вида.  
\*\* Виды, отмеченные в фауне Кыргызстана впервые.



*Ornithocheyletia mironovi* sp. n.  
самка дорсально

5. *Cheyletus baloghi* Volgin, 1969

М а т е р и а л. Ошская область: 3 самки с 1 особи *Meriones libycus*.

6. *Eucheyletia taurica* Volgin, 1963

М а т е р и а л. Ошская область: 11 самок с 10 лесных мышей *Arodemus sylvaticus* L.; 1 самка с *M. musculus*; 3 самки с *R. turkestanicus*; 7 самок из гнезда домового воробья *Passer domesticus* (L.) и 142 самки из двух покинутых птичьих гнезд.

7. *Eucheyletia bothrophila* Volgin, 1963

М а т е р и а л. Ошская область: 4 самки с 4 особей *A. sylvaticus*; 1 самка из гнезда *P. domesticus*.

8. *Eucheyletia asiatica* Volgin, 1955

М а т е р и а л. Ошская область: 9 самок с 2 особей *A. sylvaticus*. Нарынская область: 4 самки из муравейника (вид муравьев не определен).

9. *Cheyletonella caucasica* Volgin, 1955

М а т е р и а л. Ошская область: 3 самки из гнезда *P. domesticus*; 1 самка с лесной сони *Dryomys nitedula* (Pall.).

Подсемейство *Ornithocheyletiinae* Volgin

10. *Neocheyletiella microrhyncha* (Berl. et Trt., 1889)

М а т е р и а л. Иссык-Кульская котловина: 5 самцов, 1 самка с береговой ласточки *Riparia riparia* (L.).

Систематические замечания. *Neocheyletiella oudemansi* Volgin 1969 сведен Фэном [17] в синоним *N. microrhyncha* на основании изучения лектотипа последнего.

11. *Bakericheyla chanayi* (Berl. et Trt., 1889)

М а т е р и а л. Ошская область: 2 самца, 12 самок, 5 нимф с *P. domesticus*; 8 самок с полевого воробья *P. montanus*; 12 самок, 6 нимф с индийского воробья *P. indicus* Jard. et Sefby; 3 самца, 25 самок, 3 нимфы с каменки-плясуньи *Oenanthe isabellina* (Temminck.).

12. *Ornithocheyletia mironovi* sp. n. (рис.)

С а м к а (голотип.) Гнатосома имеет типичное для рода строение. Размеры гнатосомы 49x45, паратипов 49—56x45—49. Рострум широкий, закругленный на вершине. Перитремы состоят из 3 пар сегментов. Бедро пальп с 3 щетинками:  $d$ ,  $v_2$  — опушенные,  $v_1$  — гладкие. Колена пальп с 2 опушенными щетинками:  $d$  и  $v$ ; голени пальп с 3 щетинками:  $d$  — опушенные,  $v$  и  $i$  — гладкие.

Идиосома — 247 (238—258) x 168 (157—180). Проподосомальный щит — 89 (87—110) x 78 (69—85) с прямым задним краем и закругленной передней частью. На щите имеются 4 пары боковых опушенных щетинок:  $v_i$ ,  $v_e$ ,  $s_{ci}$  равны 33 (29—40),  $s_{ce}$  — 39 (29—39) и 1 пара гладких срединных щетинок  $d_1$  — 94 (90—98), расположенных в задних углах щита. Плечевые щетинки  $h$  — 112 (90—120) — гладкие, расположены дорсально. Гистеросомальный щит — 56 (56—58) x 78 (67—81) имеет форму неправильного четырехугольника с вогнутым задним краем и несет 1 пару коротких волосовидных щетинок  $l_2$  — 7 (6—12), расположенных в его передних углах. Расстояние между дорсальными щитами идиосомы — 40 (36—46). Латеральные щетинки, расположенные вне гистеросомального щита, —  $l_1$  — 24 (22—25) — опушенные,  $l_3$  и  $l_4$  также же, как  $l_2$  — 112 (102—114), гладкие. Вентральные щетинки идиосомы  $ic_1$ ,  $ic_3$ ,  $ic_4$ ,

g<sub>1-3</sub> гладкие и примерно равны между собой (35—46); g<sub>4</sub>, g<sub>5</sub> — опушенные, g<sub>5</sub> немного короче остальных вентральных щетинок идосомы.

Ноги. Вершины лапок I—II с крупными дорсальными буграми, лапок III—IV с менее выраженными буграми. Щетинка vs на лапках I гладкая, на лапках II—IV опушенная, щетинки a<sub>1-2</sub> метелковидные на лапках всех ног. Щетинка v вертлугов I гладкая, на вертлугах II — опушенная. Щетинки d голени III—IV — гладкие. Самец и приемагинальные фазы неизвестны.

**Дифференциальный диагноз.** Новый вид близок к *Ornithocheyletia volgini* Smiley, описанный с *Petrochelidon pyrrhonta* (Vilillot) из США (18). Самки этих видов различаются следующими признаками: у *O. mironovi* sp. n. щетинки I<sub>3</sub> расположены вне гистеросомального щита, у *O. volgini* они находятся на гистеросомальном щите; у *O. mironovi* sp. n. отношение длины гистеросомального щита к ширине — 1: 1,4, у *O. volgini* это отношение — 1: 0,9.

**Материал.** Иссык-Кульская котловина: голотип самка (T—Ch—№ 53) и паратипы 4 самки с тела *Riparia riparia* (сб. П. А. Чиров. 1989).

Голотип и паратипы хранятся в Зоологическом институте РАН, г. Санкт-Петербург.

Вид посвящен отечественному акарологу Сергею Валентиновичу Миронову.

**Обсуждение.** В результате обработки собственных материалов и данных литературы на территории республики выявлено 11 родов и 20 видов хейлетид, из которых 3 рода и 5 видов оказались новыми для фауны республики и один вид — *Ornithocheyletia mironovi* sp. n. — новым для науки. Кроме того, указывается ряд новых объектов и хозяев нахождения отдельных видов хейлетид.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Адиева Р. Н. Фаунистический комплекс клещей домашней пыли в Киргизии // Энтомол. исслед. в Киргизии. — Фрунзе, 1989. — Вып. 20. — С. 100—106.
2. Бочков А. В., Дубинина Е. В., Чиров П. А. Первая находка клещей подрода *Austromyobia* (Acariiformes, Myobiidae) в фауне СССР // Изв. АН Киргиз. ССР, химико-технолог. и биол. науки. — 1990. — № 1. — С. 55—56.
3. Волгин В. И. Клещи семейства Cheyletidae мировой фауны. — Л.: Наука, 1969. — 432 с.
4. Дубинина Е. В., Бочков А. В. Новые данные об эктопаразитах большеухой пищухи Киргизии // Энтомол. исслед. в Киргизии. — Фрунзе, 1989. — Вып. 20. — С. 107—116.
5. Мадалов Н. М. Фауна клещей воробьев и их гнезд в Киргизии // Тез. докл. Пятого акарологического совещ. — Фрунзе, 1985. — С. 195—196.
6. Родендорф Б. Б. Определитель хищных и пузатых клещей (Cheyletidae и Pedicubidae) // Уч. зап. МГУ: Зоология. — 1940. — Т. 42. — С. 69—98.
7. Rybin S. N., Horacek I., Cerveny J. Bats of Southern Kirghizia: distribution and Faunal status // European bat research. Charles Univ. Press. — Praha, 1989. — P. 421—441.
8. Чиров П. А. Перьевые клещи (Analgoidea) птиц семейства Hirundinidae из Киргизии // Энтомол. исслед. в Киргизии. — Фрунзе, 1982. — Вып. 15. — С. 117—123.
9. Чиров П. А., Транбаев Ж. М. Эктопаразиты тушканчика-прыгуна в Киргизии // Тез. докл. Шестого Всес. совещ. по проблемам теоретич. и прикладной акарологии. — Ашхабад, 1990. — С. 138—139.
10. Миронов С. В., Бочков А. В., Чиров П. А. Клещи рода Cheletopsis (Acariiformes, Cheyletidae) из очинов ржанкообразных птиц Средней Азии // Изв. АН Республ. Кыргызстан. Химико-технол. и биол. науки. — 1991. — № 2.
11. Fain A. Idiosomal and chaetotaxy in the Cheyletidae. // J. Acarol. — 1979. — Vol. 5, № 4. — P. 305—310.
12. Atyeo W. T., Kethley I. B., Perez T. M. Paedomorphosis in Metacheyletia (Acari: Cheyletidae) with the description of a new species // J. Med. Entomol. — 1984. — Vol. 24. — № 2. — P. 125—131.
13. Ефремова Г. А. Обитатели гнезд и эктопаразиты ласточковых птиц Белорусии: Автореф. канд. дисс. — Алма-Ата, 1988. — 18 с.
14. Fain A., Lukoschus F. S. Two new species of Cheyletus Latreille, 1796 (Acari, Cheyletidae, Prostigmata) from Gerbils // Riv. Parasitol. — 1981. — Vol. XLII—№ 1. — P. 121—125.
15. Oudemans A. C. Acarologische Aanteekeningen. XIII. II Entomol. Bericht. Nederl. — 1904. — Vol. 1. — № 19. — P. 169—174.

16. Poppe S. A. Über parasitische milben // Abhandlung naturwiss. Vereine. — Bremen. — 1888. — Vol. 10. — P. 205—240.

17. Fain A. Notes on some poorly known species of the genus Neochyletiella Baker, 1949 (Acari, Cheyletidae) with a key to the genus // System. Parasitol. — 1980. — Vol. 2. — P. 25—39.

18. Smiley P. L. A review of the family Cheyletiellida (Acarina) // Ann. Entomol. Soc. America. — 1970. — Vol. 63. — № 4. — P. 1056—1078.

Институт биологии  
АН Республики Кыргызстан

Поступила  
10 июня 1991 г.

УДК 595.323.2 (575.2)

Л. А. Кустарева, М. М. Токобаев, П. Н. Ан

#### О НАХОЖДЕНИИ ЩИТНЕЙ (CRUSTACEA, NOTOSTRACA) В КЫРГЫЗСТАНЕ

В июне 1991 г. в рыбопродуктивном бассейне на территории Иссык-Кульского научного центра (г. Чолпон-Ата) был найден один экземпляр щитней *Tigriops sauceriformis* L. Рачок оказался самцом, длина тела без хвостовых нитей 13,5 мм, с хвостовыми нитями — 22,1 мм.

Щитни являются обитателями временных водоемов, луж, рыбоводных прудов и многими исследователями считаются серьезными пищевыми конкурентами молоди рыб [1—4], так как подрывают кормовую базу. Кроме того, щитни уничтожают личинок рыб [1], нападая на них и выгрызая мягкие ткани. Однако такое поведение щитней наблюдается лишь при нехватке пищи, также они поедают ослабленных мелких личинок [5]. Молодь рыб, в частности осетра, имеющая вес 180—190 мг, практически недоступна для щитней.

Пищей щитней и, в частности *Tigriops*, являются гниющие растительные остатки, мелкие олигохеты, личинки хирономид, дафнии [1, 6].

Щитни, наряду с другими представителями листоногих рачков *Apostraca* и *Conchostraca* наносят ощутимый вред в рыбоводных хозяйствах, конкурируя из-за пищи с молодь рыб в самый ответственный момент жизни последней и, взмучивая донные отложения, тем самым ухудшают газовый режим прудов.

Меры борьбы с листоногими раками самые различные — от химических до биологических [1, 2, 7]. Наиболее безвредным методом для прочих обитателей водоема в борьбе со щитнями является провокационное заполнение прудов с последующим спуском воды. Это обеспечивает удаление молоди *Tigriops*, выключившейся из отложенных у берега яиц. Пруды заливаются водой на 10—15 дней, за этот период происходит полный выклев науплиев щитней из яиц. Если же провокационное заполнение по каким-либо причинам произвести нельзя, то молодь рыб сажают в пруд через 6—8 дней после его заполнения и к тому времени, когда щитни становятся активными в отношении личинок рыб (через 18—20 дней после заливания пруда), последние становятся для них недоступными.

В водоемах Кыргызстана щитни впервые были обнаружены нами летом 1985 г. в прудах Чуйского рыбхоза (с. Озерное) в массовом количестве (неопубликованные данные). Рачок попал в пруды вместе с молодью сибирского осетра, который был завезен с Иссык-Кульской биологической станции (ныне Иссык-Кульский научный центр) и предназначался для интродукции в Токтогульское водохранилище. Вероятно, вместе с молодью осетра щитень был сначала завезен в рыбоводные бассейны биостанции, а затем и в пруды ГРХ. Спорадическое появление щитней при наступлении благоприятных условий вполне возможно после длительного отсутствия, так как их яйца сохраняют живучесть в условиях высыхания и промерзания.

Таким образом, фауна водоемов Кыргызстана, особенно рыбоводных, пополнилась еще одним вселенцем, совершенно нежелательным и приносящим ощутимый вред рыбоводству.

В работах многих авторов, посвященных изучению *Notostraca*, щитень носит название *Apus cancriformis* Schaffer [1, 2, 6, 8, 9, 10]. В более поздних публикациях этому виду возвращено первоначальное название *Triops cancriformis* (Linne, 1758) [11, 12]. Мы придерживаемся современной таксономии, по которой щитни, обнаруженные в Кыргызстане, относятся к роду *Triops* Linne, 1758 сем. *Triopsidae* отряду *Notostraca*, подклассу *Phyllopoda* классу *Crustacea*.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Богатова И. Б. Роль *Apus cancriformis* Schaffer как вредителя в осетровых хозяйствах // Вопросы ихтиологии. — Вып. 12, 1959. — С. 165—176.
2. Аскеров М. М. Биологическая борьба с листоногими раками в прудах остероных рыбоводных заводов // Вопросы экологии, 1962. — Т. У. — С. 9—10.
3. Вехов Н. В. Жабронгие ракообразные и щитни эфемерных водоемов Хоперского заповедника и его окрестностей // Гидробиол. исслед. в заповедн. СССР. — М., 1989. — С. 72—73.
4. Вехов Н. В., Вехова Т. П. Фауна голых жаброногих (*Anostraca*) и щитней (*Notostraca*) европейской части СССР, Кавказа и Закавказья: Состав, особенности формирования и региональные различия // Деп. в ВИНТИ, № 4495—В90.
5. Аскеров М. К., Сидоров П. А. Биология листоногих раков в прудах остероных рыбоводных заводов и борьба с ними // Тр. Аз. научн.-исслед. рыбохоз. лаб. (АзерНИРЛ). — М., 1964. — Т. IV. — С. 83—97.
6. Чувакин В. С. К биологии *Apus cancriformis* Schaffer // Зап. Болшевск. биол. станц. — 1959. — Вып. 3. — С. 21—24.
7. Теличко Л. П., Гусев Е. Е., Неферов О. М., Шапиро Е. А. Применение анометрина для уничтожения нежелательных ракообразных в рыбоводном пруду // Гидробиол. ж. — Т. 25. — № 5. — 1989. — С. 98—101.
8. Смирнов С. С. Листоногие раки. Жизнь пресных вод СССР. — М., 1940. — Т. 1. — С. 313—330.
9. Липин А. Н. Пресные воды и их жизнь. — М., 1950. — С. 208—211.
10. Яшинов В. А. Практикум по гидробиологии. — М., 1969. — С. 164—172.
11. Flossner D. Krebstiere, Crustacea, Kiemen und Blattfusser, Fischläuse. Die Tierwelt Deutschlands. Т. 60. — Jena. — 1972. — S. 501.
12. Мордухай-Болтовской Ф. Д., Старбогатов Я. И. Класс ракообразных Crustacea. Определитель пресноводных беспозвоночных европейской части СССР. — Л.: Гидрометеониздат, 1977. — С. 213—215.

Институт биологии АН  
Республики Кыргызстан

Поступила  
30 сентября 1991 г.

УДК 599.323.4:591.471.4

Т. Токмергенов

#### СРАВНЕНИЕ ЭКСТЕРЬЕРНЫХ И ЗУБНЫХ МЕТРИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ ХАНГАЙСКОЙ, ГОБИ-АЛТАЙСКОЙ И СЕРЕБРИСТОЙ ПОЛЕВОК

В процессе изучения систематики и таксономии подрода *Alticola* s., str. относимые к этому подроду формы скальных полевков: *semicanus* — хангайская, *barakshin* — гоби-алтайская, *argentatus* — серебристая, либо объединяли в один вид [1—3], либо делили на два, выделяя форму *A. barakshin* [4, 5] и считая при этом форму *semicanus* подвидом *A. argentatus*, либо придавали каждой из форм видовой статус [6, 7].

Сложность систематических отношений между рассматриваемыми формами скальных полевков побуждает к детальному изучению сходства и различий как можно по большему набору признаков.

Целью настоящей работы явился морфометрический анализ экстерьерных признаков и промеров третьего верхнего ( $M^3$ ) и первого нижнего ( $M_1$ ) моляров, т. е. признаков, имеющих традиционно важное значение в систематике этой группы полевков.

Для анализа были использованы коллекции Зоологического музея МГУ (Москва), Зоологического института АН СССР (Санкт-Петербург), Института биологии АН Кыргызстана (Бишкек) и собственные сборы из различных районов Тянь-Шаня и Монголии. Всего было исследовано 701 экз. полевков.

Предварительный анализ хода размножения и определяемой им возрастной структуры показал, что выборки весенних и осенних месяцев отлова однородны в возрастном отношении, тогда как летние выборки (июнь-сентябрь) представлены смесью сеголетов и перезимовавших особей. Удовлетворительного разделения летних выборок на возрастные группы можно добиться по весу тела. При этом в группу сеголетов у серебристой и гоби-алтайской полевков вошли особи с весом тела от 20 до 35 г, у хангайской — от 25 до 45. Особи с весом тела менее 20 г в первом случае и менее 25 — во втором, относились в группу *juvenis* и в анализ не включались. Особи, превышающие по весу тела верхние пределы указанных диапазонов, относились к группе перезимовавших.

Таким образом, в 1-ю возрастную группу вошли летние сеголетки, во 2-ю — осенние сеголетки, в 3-ю — перезимовавшие весенние и в 4-ю — перезимовавшие летние полевки. В нашем материале гоби-алтайская и хангайская полевки представлены только особями 1-й и 4-й возрастных групп, поэтому сравнительная характеристика всех трех форм дается по этим возрастным группам.

Таблица 1

Районы отлова и объемы исследованных выборок

Вид полевков	Районы отлова	Число особей			
		1-я в. гр.		4-я в. гр.	
		♂♂	♀♀	♂♂	♀♀
Серебристая Гоби-алтайская	Тянь-Шань; Памиро-Алай Монгольский Алтай; Северо-Зап. Монголия; Гоби-Алтай; Заалтайская Гоби	170	140	65	60
		50	25	22	25
Хангайская	Центральный, Зап., Вост. Хангай; Восточная Монголия; Сев.-Зап. Монголия; Тува	50	40	27	27

Промеры третьего верхнего и первого нижнего моляров производились окуляр-микроскопом на МБС—9 при увеличении 7х8, в единицах окуляр-микроскопа и приводятся данные измерений. Промеры экстерьерных признаков приведены в миллиметрах.

Результаты расчетов средних арифметических и среднеквадратических внешних промеров приведены в табл. 2.

Оценка по F-критерию Фишера ( $p=0,05$ ) различий в дисперсиях значений изучаемых признаков не выявила их статистической значимости ни при одном попарном сравнении ни для одного признака, кроме длины хвоста (С). Максимальной изменчивостью этот признак обладает у серебристой полевки. В 1-й возрастной группе по вариабильности значений длины хвоста хангайская полевка занимает промежуточное положение (самцы—23,5 и самки—22,6) между серебристой полевкой (самцы—37,2 и самки—29,9) и гоби-алтайской (самцы—9,7 и самки—9,6), статистически недостоверно отличаясь от обеих, различия же между последними статистически достоверны.

Таблица 2  
Морфометрические показатели исследуемых форм полевок

Признак	Хангайская		Гоби-алтайская		Серебристая	
	$\bar{x} \pm m$		$\bar{x} \pm m$		$\bar{x} \pm m$	
	самцы	самки	самцы	самки	самцы	самки
L	106,64 ± 0,957	106,44 ± 1,277	100,74 ± 1,059	99,68 ± 1,781	100,51 ± 0,482	98,3 ± 0,576
	28,53 ± 0,666	28,48 ± 0,743	20,7 ± 0,446	20,67 ± 0,677	41,76 ± 0,443	39,85 ± 0,451
Au	16,52 ± 0,23	16,51 ± 0,286	15,96 ± 0,244	16,19 ± 0,429	14,34 ± 0,104	14,18 ± 0,13
	20,41 ± 0,234	20,4 ± 0,226	18,25 ± 0,185	18,43 ± 0,224	18,31 ± 0,073	18,2 ± 0,1
Pl	12,68 ± 0,102	12,41 ± 0,155	11,74 ± 0,139	12,33 ± 0,16	12,93 ± 0,061	12,93 ± 0,88
	4,6 ± 0,084	4,32 ± 0,151	3,84 ± 0,086	4,15 ± 0,1	5,6 ± 0,049	5,54 ± 0,063
It	6,45 ± 0,071	6,44 ± 0,088	6,46 ± 0,073	6,6 ± 0,135	6,63 ± 0,039	6,52 ± 0,039
L	120,46 ± 0,936	124,48 ± 1,575	114,22 ± 1,55	115,52 ± 1,05	112,26 ± 0,626	113,03 ± 0,855
	29,82 ± 0,634	30,35 ± 0,761	25,73 ± 1,049	25,29 ± 0,846	46,41 ± 0,709	45,76 ± 0,858
Au	17,29 ± 0,29	17,74 ± 0,311	17,95 ± 0,375	17,15 ± 0,379	15,62 ± 0,164	15,62 ± 0,198
	20,79 ± 0,238	20,76 ± 0,218	19,45 ± 0,285	18,79 ± 0,255	18,82 ± 0,159	18,6 ± 0,135
Pl	13,27 ± 0,155	13,69 ± 0,193	13,18 ± 0,124	13,23 ± 0,177	13,76 ± 0,114	13,8 ± 0,124
	4,69 ± 0,125	4,82 ± 0,137	4,45 ± 0,15	4,27 ± 0,129	6,04 ± 0,092	5,97 ± 0,095
It	6,77 ± 0,101	6,86 ± 0,125	7,07 ± 0,118	6,9 ± 0,137	6,9 ± 0,077	6,75 ± 0,081

L — длина тела, C — длина хвоста, Au — высота уха, Pl — длина племента, It — длина третьего верхнего моляра M<sup>3</sup>, It — длина талонуса M<sup>3</sup>, Ip — длина паракопидного отдела M<sub>1</sub>.

Таблица 3

Результаты статистической оценки различий средних экстерьерных и зубных промеров по t — критерию Стьюдента (p=0,05)

Признак	1-я возрастная группа						4-я возрастная группа					
	Самцы			Самки			Самцы			Самки		
	s/a	b/a	s/b	s/a	b/a	s/b	s/a	b/a	s/b	s/a	b/a	s/b
L	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+
C	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Au	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-
Pl	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+
It	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-
Ip	-	+	-	-	+	-	+	+	-	+	+	+

S — хангайская полевка, b — гоби-алтайская, a — серебристая; (+) — наличие статистически значимых различий, (-) — отсутствие.

В 4-й возрастной группе гоби-алтайская (самцы — 24,2 и самки — 15,0) и хангайская (самцы — 11,2 и самки — 16,8) полевки также достоверно различаются по дисперсиям значений этого признака, а серебристая полевка (самцы — 33,1 и самки 50,1) статистически значимо и притом довольно существенно превосходит эти формы полевок по изменчивости длины хвоста.

Результаты статистического анализа попарных различий в средних значениях признаков сравниваемых форм полевок, оцененных по t-критерию Стьюдента, при p=0,05, приведены в табл. 3.

По экстерьерным показателям — длине тела, высоте уха, длине племента, наибольшие значения обнаруживает хангайская полевка, достоверно превышающая средние значения, полученные для серебристой полевки по этим признакам для обоих полов и в обеих возрастных группах. Гоби-алтайская полевка по длине тела и длине племента сходна с серебристой полевкой и в 1-й, и в 4-й возрастных группах, а по высоте уха проявляет сходство с хангайской полевкой.

По длине хвоста наибольшие значения имеет серебристая полевка во всех половозрастных группах, наименьшие — гоби-алтайская. Хангайская полевка имеет промежуточные значения и, статистически значимо отличаясь от обеих форм, тем не менее в целом тяготеет к гоби-алтайской полевке, нежели к серебристой (табл. 2).

При этом независимо от конкретных половозрастных групп длина хвоста изменяется у серебристой полевки от 26 до 60 мм, у хангайской — от 17 до 42 мм и гоби-алтайской — от 11 до 41 мм.

По метрическим признакам M<sup>3</sup> и M<sub>1</sub> не выявлено статистически достоверных различий по длине паракопидного отдела M<sub>1</sub> ни при одном попарном сравнении половозрастных групп исследуемых форм полевок. По длине третьего верхнего моляра (M<sup>3</sup>) в 1-й возрастной группе различия статистически недостоверны между самками хангайской и гоби-алтайской полевок, по другим парам сравнений различия статистически значимы, и наибольшей длиной M<sup>3</sup> обладает серебристая полевка, наименьшее значение у самцов гоби-алтайской полевки. Хангайская полевка имеет промежуточные значения.

В 4-й возрастной группе различия между тремя исследуемыми формами полевок по длине третьего верхнего моляра нивелируются и статистически значимой величины достигают только между самками гоби-алтайской и серебристой полевок.

По длине талонуса M<sup>3</sup> во всех половозрастных группах максимальные значения имеет серебристая полевка. Минимальные значения длины талонуса отмечены у гоби-алтайской полевки, причем самцы 4-й возрастной группы хангайской и гоби-алтайской полевок различаются статис-

тически недостоверно. По прочим половозрастным группам сравнение этих форм дало статистически значимые отличия и значения длины талонуса  $M^3$  хангайской полевки занимают промежуточное положение между серебристой и гоби-алтайской полевками, тяготея в целом, как и в случае с длиной хвоста, к гоби-алтайской полевке.

Таким образом, по рассматриваемым признакам наиболее крупными экстерьерными признаками, за исключением длины хвоста, обладает хангайская полевка, наименьшими — серебристая. Гоби-алтайская полевка по высоте уха сходна с хангайской, а по длине тела и длине племента — с серебристой. По размерам третьего верхнего моляра максимальные значения отмечены у серебристой полевки, минимальные — у гоби-алтайской. Причем в старших возрастных группах различия по длине  $M^3$  нивелируются у всех трех форм полевков, в то время как по длине талонуса  $M^3$  различия более устойчивы.

Наконец, по длине хвоста наибольшие значения у серебристой полевки, наименьшие — у гоби-алтайской. Хангайская полевка, имея большие, чем у гоби-алтайской полевки, значения этого признака, тем не менее сопоставима с ней по размерам хвоста. Причем обращает на себя внимание сравнительно низкая изменчивость длины хвоста гоби-алтайской полевки и, напротив, широкий размах изменчивости этого признака у серебристой полевки. Это единственный из метрических признаков, включая и краниометрические, по которому обнаружены устойчивые различия в значениях дисперсии признака.

Итак, если полагать, что длина тела и длина племента более жестко скоррелированы с общими размерами тела, а высота уха и длина хвоста не должны обнаруживать сколько-нибудь сильной зависимости от изменения в филогенезе общих размеров тела, то сходство по размерам двух последних признаков, а также, вероятно, сходство в изменчивости длины хвоста гоби-алтайской и хангайской полевков должно свидетельствовать об их более близком филогенетическом родстве.

Причем эволюция этих двух форм скальных полевков была сопряжена с дивергенцией в размерах тела в сторону их уменьшения у гоби-алтайской полевки и увеличения у хангайской. Как свидетельство более близкого филогенетического родства этих форм полевков следует рассматривать, вероятно, и сходство в метрических признаках  $M^3$ , в особенности по длине талонуса  $M^3$ .

Таким образом, результаты морфометрии исследованных признаков свидетельствуют о специфике каждой из форм скальных полевков, не противоречащей представлениям о видовом статусе этих полевков, причем хангайская и гоби-алтайская полевки проявляют большее сходство между собой в сравнении с серебристой полевкой.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гептнер В. Г., Россолимо О. Л. Видовой состав и географическая изменчивость азиатских горных полевков рода *Alticola* Blanford, 1881 // Собр. тр. Зоол. муз. МГУ, 1968. — Т. 10. — С. 53—93.
2. Stubbe M., Chotolchu N. Zur Säugetierfauna der Mongolei // Mitt. Zool. Mus. Berlin. — 1968. В. 44. — № 1. — Р. 5—121.
3. Соколов В. Е., Орлов В. Н. Определитель млекопитающих Монгольской Народной Республики. — М.: Наука, 1980. — 351 с.
4. Банников А. Г. Млекопитающие Монгольской Народной Республики. — М.: Изд-во АН СССР, 1954. — 670 с.
5. Громов И. М., Поляков И. Я. Полевки (Microtinae) // Фауна СССР / Млекопитающие. — Т. 3. — Вып. 8. — Л.: Наука, 1977. — 504 с.
6. Россолимо О. Л., Павлинов И. Я. Видовой состав полевков подрода *Alticola* s. str. (Rodentia: Arvicolidae) // IV съезд Всесоюз. териол. об-ва, — Т. 1. — М., 1986. — С. 92—93.
7. Россолимо О. Л., Павлинов И. Я., Подтяжкин О. И., Скулкин В. С. Изменчивость и систематика скальных полевков *Alticola* s. str.) Монголии, Тувы, Прибайкалья и Алтая // Зоол. ж., 1988. — Т. 67. — Вып. 3. — С. 426—457.

Институт биологии  
АН Республики Кыргызстан

Поступила  
12 ноября 1990 г.

УДК 550.47:543.73(575.2) (04)

#### М. М. Токобаев, А. М. Мурсалиев, Г. А. Ниязова, М. Д. Алыбаева ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ Г. ИССЫК-КУЛЬ

В предыдущих исследованиях нами дана оценка влияния антропогенных факторов на геохимическое состояние Исык-Кульской биогеохимической провинции [1]. Было установлено, что почвенно-растительный покров г. Исык-Куль и г. Каракол является наиболее загрязненным химическими элементами, особенно тяжелыми металлами: свинцом, цинком и др. Подобные исследования были проведены нами ранее в г. Бишкек [2].

Пробы почв и доминантных видов растений были отобраны в районе автотранспорта, железнодорожного вокзала, пристани, городского пляжа и предгорья (в качестве контроля). Содержание химических элементов в пробах определяли полуколичественным спектральным анализом [3].

Как видно из табл. 1, в почвах, растениях г. Исык-Куль и водах озера происходит повсеместное увеличение уровня содержания тяжелых металлов (свинца, никеля и меди) по сравнению с предгорной зоной. Наибольшее загрязнение отмечено в районе автотранспорта, где содержание свинца в почвах увеличивается в 3,3 раза, цинка — в 2,9 раза, меди — в 15,8 раза. В районе железнодорожного вокзала и пристани наблюдается повышение концентрации свинца в почвах в 2,3—2,9 раза, цинка — 1,7 раза, меди — в 14,0 раза. Загрязнен также городской пляж, где содержание свинца увеличивается в 2,0 раза, меди — в 6,7 раза. Уровень содержания в почвах остальных изученных элементов (никеля, хрома, кобальта, молибдена, марганца, стронция и олова) особенно не различается.

С повышением уровня загрязнения почв тяжелыми металлами увеличивается и содержание этих металлов в растениях. Так, если в предгорной зоне растения концентрируют свинец от 0,9 до 4,1 мг/кг возд. сухой массы, то в районе автотранспорта — от 5,1 до 7,7 мкг/кг, содержание цинка в растениях колеблется от 6,9 до 9,0 мг/кг и от 10,2 до 46,4 мг/кг соответственно, меди — от 4,1 до 5,5 мг/кг и от 5,1 до 8,0 мг/кг. Такая же зависимость накопления тяжелых металлов растениями от уровня их содержания в почвах установлена и для других районов г. Исык-Куль.

В нашу задачу входило также изучение изменения экологической обстановки побережья оз. Исык-Куль спустя три года после наших исследований. Для сравнения были взяты крупные населенные пункты: г. Чолпон-Ата и г. Каракол (табл. 2). Судя по предварительным данным, уровень загрязнения в этих городах повышается. Так, в 1989 г. по сравнению с 1986 г. содержание свинца в почве в центре г. Чолпон-Аты увеличилось в 1,4 раза, меди — в 2,2 раза. Растения концентрируют свинец от 2,6 до 2,7 мг/кг, что в несколько раз превышает прежний уровень — (0,26—0,8 мг/кг). В г. Каракол соответственно — 1,9—5,3 мг/кг и 1,1—3,0 мг/кг. Содержание меди и никеля в растениях практически не изменилось.

При изучении геохимического состояния самого водного бассейна оз. Исык-Куль (забор воды производили в районе г. Исык-Куль и г. Чолпон-Аты) нами обнаружено присутствие всех изучаемых элементов (табл. 1 и 2). Следует отметить, что в пробах воды, отобранных в этих же районах в 1986 г., свинец, медь и никель не обнаружены.

Таким образом, исследования геохимического состояния некоторых объектов биосферы Исык-Кульской биогеохимической провинции, проведенные повторно через три года, показали ухудшение экологической обстановки на побережье оз. Исык-Куль, что доказывает необходимость продолжения биогеохимических исследований в данном регионе.

Таблица 1  
Содержание химических элементов в почвах, растениях и водах г. Иссык-Куль, мг/кг возд.-сухой массы и г/л

Объект исследования, место отбора проб	Зольность, %	Pb	Zn	Ni	Cu	Cr	Co	Mo	Mn	Sr	Sn
<b>Предгорье</b>	96,21	28,8	288,6	9,6	4,8	76,9	7,7	28,8	96,2	288,6	4,8
Почва											
Pegovskia abrotanoides	13,67	4,1	6,8	0,7	4,1	1,3	0,13	6,8	6,8	27,3	41,0
Гармала	18,33	0,9	9,0	0,5	5,5	0,9	0,18	0,9	5,5	18,3	9,0
<b>Железнодорожный вокзал</b>											
Почва	84,42	84,4	506,5	8,4	67,5	42,2	6,7	4,2	4,2	253,3	8,4
Гармала	16,62	0,83	8,3	0,16	4,9	0,83	0,16	3,3	4,9	33,2	0,83
Солянка-чума	27,46	2,7	13,7	0,27	8,2	1,4	0,27	5,5	2,7	55,0	1,4
Агрорутин герпес	13,36	0,6	13,3	0,4	6,7	0,6	0,13	0,13	4,0	13,3	0,6
<b>Пристань</b>											
Почва	84,3	67,4	505,8	4,2	67,4	4,2	4,4	4,2	67,4	252,9	4,2
Солянка-чума	21,0	1,0	10,5	0,21	1,7	1,0	0,21	1,0	2,1	21,0	1,0
Костер кровельный	7,48	0,7	3,7	0,37	6,0	0,37	0,007	2,2	2,2	7,5	0,37
<b>Автовнештранс</b>											
Почва	92,17	96,2	840,5	12,8	76,2	6,8	6,7	6,2	48,4	282,8	4,6
Марь душистая	26,64	5,3	13,3	0,2	8,0	1,3	0,2	2,6	2,6	80,0	1,3
Полюнь иссык-кульская	15,47	7,7	46,4	0,8	7,7	0,8	0,15	1,5	7,7	31,0	2,3
Чай настоящий	10,19	5,1	10,2	2,0	5,1	1,0	0,1	0,5	5,1	30,6	0,5
<b>Городской пляж</b>											
Почва	98,91	56,8	196,5	4,6	32,4	54,2	5,6	12,6	56,8	268,4	7,8
Вода	90,32	0,01	0,1	0,002	0,11	0,01	0,01	0,07	0,02	1,13	0,01
Марь душистая	36,26	7,2	18,3	3,6	10,8	1,8	0,36	3,6	10,8	720,0	1,8
Ежа сборная	10,05	0,5	5,0	0,3	3,0	0,5	0,1	1,0	3,0	10,0	0,5

66

Таблица 2  
Содержание химических элементов в почвах, водах и растениях некоторых городов и зон отдыха Иссык-Кульской области

Место отбора проб, объект исследования	Зольность, %	Pb	Zn	Ni	Cu	Cr	Co	Mo	Mn	Sr	Sn
<b>г. Чолпон-Ата, центр</b>	93,37	46,7	280,0	4,6	28,0	28,0	0,93	28,0	74,7	93,4	28,0
Почва											
<b>Растения:</b>											
Ежа сборная	9,21	2,7	27,6	0,09	7,3	0,46	0,09	0,9	2,7	9,2	0,46
Марь душистая	25,92	2,6	12,9	0,26	7,8	1,3	0,26	5,2	2,6	0,2	1,3
<b>г. Каракол, центр</b>	93,77	46,9	281,3	9,3	46,9	28,1	4,7	4,7	75,0	23,8	4,7
Почва											
<b>Растения:</b>											
Мятлик луговой	6,49	1,9	40,0	0,6	5,2	0,3	0,06	0,6	1,9	13,0	0,3
Марь душистая	26,39	5,3	26,4	0,26	7,9	1,3	0,26	1,3	2,6	26,4	1,3
<b>д/о Ала-Тоо</b>	99,51	28,4	100,0	4,6	12,4	16,4	4,6	4,2	68,0	97,6	19,0
Почва (песок)	91,75	0,01	0,1	0,002	0,14	0,01	0,002	0,05	0,02	1,0	0,01
Вода											
<b>Растения:</b>											
Марь душистая	24,1	2,4	24,1	0,24	7,2	1,2	0,2	2,4	12,0	24,1	1,2
Мятлик луговой	6,78	1,3	47	2,0	5,4	0,3	0,07	5,4	3,4	13,0	0,3

67

1. Токобаев М. М., Мурсалиев А. М., Ниязова Г. А. Биогенная миграция химических элементов в условиях Иссык-Кульской биогеохимической провинции // Изв. АН Кирг. ССР. — 1989. — № 3. — С. 31—36.
2. Токобаев М. М., Мурсалиев А. М., Ниязова Г. А., Суднищина И. Г. Геохимическая оценка загрязнения г. Фрунзе // Изв. АН Кирг. ССР. — 1989. — № 1. — С. 34—36.
3. Карякин А. Ф., Грибовская И. Ф., Эмиссионный спектральный анализ объектов биосферы. — М.: Химия, 1979. — С. 207.

Институт биологии  
АН Республики Кыргызстан

Поступила  
3 августа 1990 г.

УДК 612.273.2.014.43—019.932.34

А. С. Сепишева, Г. И. Ибраимова

### СКОРОСТЬ ТЕПЛОВЫДЕЛЕНИЯ У МЫШЕЙ ПРИ ГИПОКСИЧЕСКОЙ И ГИПОТЕРМИЧЕСКОЙ ГИПОТЕРМИИ

Гипоксия оказывает существенное влияние на температуру тела у гомойотермов [1—4]. Угнетение температурного гомеостаза при гипоксии значительно возрастает при одновременном воздействии холода [5—9]. Физиологическое значение гипоксической гипотермии очень велико, особенно для мелких млекопитающих, у которых снижение температуры тела приводит к понижению кислородного запроса.

В настоящем сообщении нами предпринята попытка выяснить, существует ли различие в скорости тепловыделения при гипоксической и гипотермической гипотермии.

Объектом исследования были беспородные белые мыши обоего пола массой от 20,0 до 26,0 г. Животных содержали в виварии при 18°—22° С с естественным фотопериодом. Корм давали один раз в день.

Было проведено две серии экспериментов со снижением ректальной температуры в среднем на 5°С. Это достигалось у животных I серии их охлаждением при температуре воздуха — минус 10—14°С в течение 45 мин., у животных II серии гипоксией — подъемом в барокамере на высоту 8000 м в течение 15 мин. при 20°С. Наряду с этими экспериментами, была определена скорость изменения тепловыделения трупа с тем, чтобы оценить истинное значение теплоотдачи. После названных воздействий, а также после калориметрии у животных регистрировали температуру ректума на глубине 2 см с помощью термодпары.

Для определения тепловыделения использовали дифференциальную микрокалориметрию с термостатированной ячейкой, где температура поддерживалась около 26°; тепловыделение регистрировали в течение 1 ч [10].

Результаты исследования показали, что снижение температуры тела на 5°, вызванное как гипотермическим, так и гипоксическим воздействием, приводит у мышей в первые минуты калориметрии к существенному угнетению процесса тепловыделения до 35 и 48% соответственно (рис. 1). С увеличением скорости тепловыделения, наблюдаемом в начале калориметрии, повышается ректальная температура, что свидетельствует не только о росте теплопродукции, но и росте тепловыделения ( $r = +0,8$ ). У мышей после гипоксического воздействия скорость тепловыделения продолжает нарастать и при  $t$ , равной 29 мин. (см. малый график рис.), достигает через 45 мин. 68% исходного. Несколько иная картина наблюдается у мышей, подвергнутых охлаждению. У них  $t = 4$  мин. а максимальный уровень тепловыделения на 25 мин. калориметрии составляет 76% исходного.

Уровень теплообмена к концу опыта в обеих сериях существенно ниже исходного, причем характер изменения тепловыделения в этот период показывает очень медленное его нарастание. Это свидетельствует о глубоких следовых изменениях в организме экспериментальных мышей.

Следовательно, восстановление теплообмена (в течение одного часа) у мышей после снижения ректальной температуры на 5°С вследствие гипоксического и гипотермического воздействия протекает неоднотипно: у животных после гипоксии первоначальное нарастание скорости тепловыделения происходит значительно медленнее, и уровень, достигнутый при этом, несколько ниже. У тех и других животных после достижения этого уровня восстановление теплообмена протекает очень медленно.

Таким образом, приведенный материал позволяет предположить, что в основе влияния кратковременной гипоксии и гипотермии на восстановительный процесс теплообмена лежат различные реакции гомеостатирования организма. Кратковременная 45-минутная гипотермия вызывает мощную реакцию химической терморегуляции, сужение периферических сосудов, появление дрожи, что и приводит к более быстрому восстановлению теплообмена. Острая гипоксия, создаваемая 15-минутной экспозицией в барокамере, снижает, по-видимому, теплообразование в период самого воздействия и вызывает угнетение чувствительности терморегуляционных центров [3]. Проведенные исследования оказались созвучными с литературными данными [2], которые утверждают, что в горах в условиях воздействия холода и гипоксии значительно снижается выход тепла на одиночное мышечное сокращение и при мышечной деятельности.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Архангельская Н. А. Влияние температуры тела на устойчивость организма к гипоксической гипоксии // Бюлл. экп. биол. мед. — 1951. — Т. 32 — № 12. — С. 413—416.
2. Баженов Ю. И., Сооданбекова А. С. Химическая терморегуляция и мышечный термогенез при адаптации к высокогорью // Физиол. журн. СССР. — 1977. — Т. 63. — № 2. — С. 337—340.
3. Иванов К. П. Кислородное голодание и температура тела. — Л.: Наука, 1968. — 134 с.
4. Gaja J. Hypothermic, hibernation et poikilothermie experimentale // Biol. Med. — 1953. — Т. 42. — Р. 6—10.
5. Горошинская И. А., Рудик Г. М. Влияние холодовой адаптации и кратковременного действия холода на устойчивость животных к гипоксической гипоксии // Физиол. ж. СССР им. И. М. Сеченова. — 1987. — Т. 73. — № 4. — С. 532—536.
6. Сепишева А. С. Изменения теплоотдачи у мышей после экспериментальной гипоксии // Физиол. журн. СССР. — 1985. — Т. 71. — № 3. — С. 324—327.
7. Слоним А. Д. Энергетические основы адаптации организма животных к горным условиям. Устойчивость к холоду и гипоксии // Экология горных млекопитающих. — Свердловск, УНЦ АН СССР, 1982. — С. 105.
8. Blatteis S. M. Hypoxia and the metabolic response to cold in newborn rabbits // J. Physiol. — London. — 1964. — Vol. 72. — P. 358—368.
9. Rosenmann M., Morrison P. R. Physiological responses to hypoxia the tundra vole // Amer. J. Physiol. — 1974 b. — Vol. 227. — P. 734—739.
10. Ибраимова Г. И., Сепишева А. С. Теплоотдача и метаболизм тканей у белых мышей при выходе из острой гипотермии // Физиол. ж. СССР им. И. М. Сеченова. — 1982. — Т. 68. — № 10. — С. 1421—1426.

Институт физиологии  
и экспериментальной патологии высокогорья  
АН Республики Кыргызстан

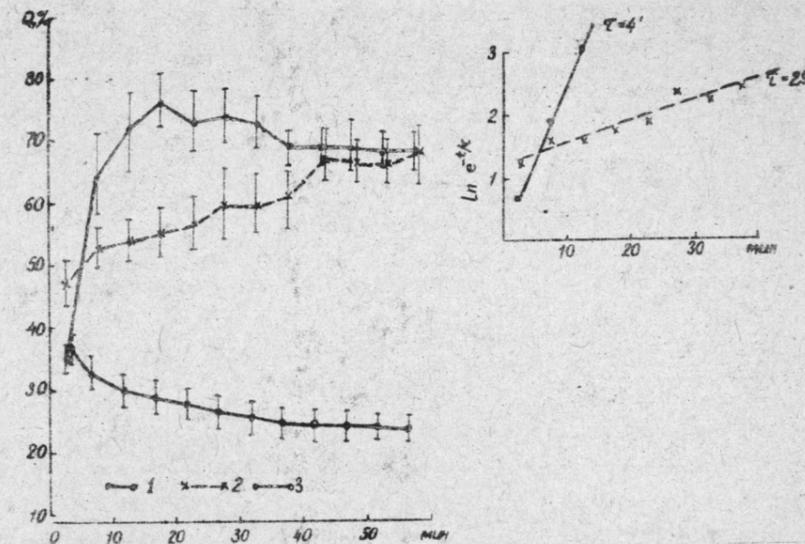
Поступила  
31 мая 1990 г.

УДК 616.127—0058.001.5+616.152+612.018(2307)

Г. А. Захаров

#### ИЗМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОЛИТНОГО ОБМЕНА ПРИ ОККЛЮЗИИ КОРОНАРНОЙ АРТЕРИИ НА ФОНЕ КРАТКОВРЕМЕННОЙ НАГРУЗКИ ДОКА У СОБАК НИЗКОГОРЬЯ И СРЕДНЕГОРЬЯ

Изменение водно-электролитного обмена влияет на состояние сосудистого тонуса и уровень артериального давления, являясь важным звеном в патогенезе гипертонической болезни и сердечной недостаточности. В поддержании водно-электролитного гомеостаза большое значение имеют гормоны коры надпочечников. В частности, 11-дезоксикортикостерон (ДОК) — предшественник альдостерона оказывает действие главным образом на водно-солевой обмен, задерживая натрий [1]. Его препараты, например дезоксикортикостерон ацетат (ДОКА), широко используются в клинике.



Относительная скорость тепловыделения ( $Q, \%$ ) у мышей после гипотермических (1) и гипоксических (2) воздействий и у мертвой мыши (3).

За единицу скорости тепловыделения принята: на большом графике средняя скорость тепловыделения после воздействий,  $Q(\%)$ ; на малом графике (шкала логарифмическая) —  $-t/\tau$  — максимальное значение этой скорости, достигнутое в процессе калориметрии.  $\tau$  (скорость изменения тепловыделения, мин) определяли по наклону прямой в координатах  $\ln/Q - Q(t)$  и  $t$ . Действительно  $\ln/Q_0 - Q(t) / = \ln e^{-t/\tau} = -t/\tau$ , где  $Q_0$  — максимальное значение тепловыделения, достигнутое за час калориметрии;  $Q(t)$  — время максимального уровня тепловыделения;  $t$  — время, мин;  $1/\tau$  — есть наклон прямой по отношению к оси  $t$ .

Высокогорье оказывает значительное влияние на организм человека и животных, в результате чего устанавливается свой «должный уровень» физиологических показателей кровообращения, дыхания, газообмена, электролитного обмена и т. д. и изменяется течение патологических процессов.

В связи с вышеизложенным нами рассмотрена динамика изменения электролитов в крови, органах и тканях при инфаркте миокарда, моделированном на фоне нагрузки ДОКА у «равнинных» и «горных» собак.

Исследования выполняли на «равнинных» и «горных» собаках — постоянных обитателях низкогорья — г. Бишкек (760 м) и среднегорья (поб. оз. Иссык-Куль, 1600 м). Нагрузку ДОКА проводили в течение 15 дней внутримышечным введением гормона в дозе 1 мг/кг веса. На этом фоне воспроизводили инфаркт миокарда путем перевязки нисходящей ветви левой коронарной артерии на границе нижней и средней трети.

На протяжении всего опыта животных как в городе, так и в горах содержали на одинаковом пищевом рационе с одинаковым количеством соли (10 г в сутки).

Электролиты в крови (натрий и калий) определяли методом пламенной фотометрии до начала опытов (исходные данные), на первый, 7 и 15-й день нагрузки гормоном, через 3, 9 ч и на 1, 3, 7, 15-е сутки после перевязки коронарной артерии.

Электролиты исследованы в сердечной мышце (левый желудочек инфарктный и прилегающий к нему участок, правый желудочек), в скелетной мышце, в сосудах (аорта, сонная и почечная артерия, нижняя полая вена), в почке (мозговой и корковый слой), в печени, надпочечнике и щитовидной железе, методом А. Г. Руммель и А. Ф. Баженовой [2], через 15 дней после окклюзии коронарной артерии. Контролем служили здоровые собаки — «аборигены» низкогорья и среднегорья.

Исследование содержания электролитов в крови у «равнинных» собак показало, что после однократного введения гормона уровень натрия резко увеличился, достигая в плазме  $167 \pm 2$  и в эритроцитах —  $113 \pm 1,8$  мэкв/л ( $P < 0,001$ ), и оставался на этом уровне до конца нагрузки. Уровень калия снижался с 7-го дня нагрузки и на 15-й день был уменьшен в плазме до  $2,2 \pm 0,9$  и в эритроцитах — до  $4,5 \pm 0,3$  мэкв/л ( $P < 0,05$ ).

Через 3 ч после окклюзии коронарной артерии натрий в плазме и в эритроцитах продолжал повышаться, а калий уменьшаться, и к 9 ч натрий в плазме составил  $172 \pm 4,2$ , в эритроцитах —  $117 \pm 2,7$  мэкв/л ( $P < 0,001$ ), а калий — соответственно  $1,9 \pm 0,4$  и  $4,0 \pm 0,2$  мэкв/л ( $P < 0,01$ ). К концу первых суток наметилась тенденция к снижению натрия, но по сравнению с исходным уровнем он значительно выше. Содержание калия в плазме оставалось низким ( $2,5 \pm 0,4$  мэкв/л), а в эритроцитах почти вернулось к исходному. С 3-х суток после перевязки и до конца наблюдения натрий в плазме и в эритроцитах стабильно удерживался на уровне, превышающем исходный. Содержание калия в плазме и в эритроцитах было снижено. На 7-е сутки в эритроцитах его уровень вернулся к исходному и оставался в этих пределах до конца наблюдений, а в плазме продолжал постепенно повышаться, оставаясь, однако, ниже исходного.

Таким образом, нагрузка ДОКА в условиях «равнины» с первых дней вызывает ярко выраженную гипернатриемию, а начиная с 7-х суток — и гипокалиемию. После окклюзии коронарной артерии и до конца наблюдений гипернатриемия сохранялась. Гипокалиемия отмечена в течение трех суток инфаркта, а начиная с 7 проявилась тенденция к нормализации.

Изучение содержания электролитов в органах и тканях «равнинных» собак показало (см. таблицу), что через 15 дней после окклюзии коронарной артерии на фоне ДОКА в интактном участке левого желудочка сердца увеличилось содержание натрия до  $20,2 \pm 0,3$  против  $17,8 \pm 0,8$  мэкв/100 г ткани ( $P < 0,01$ ) при неизменном уровне калия. В правом желудочке, наоборот, произошло снижение калия до  $29,7 \pm 0,1$  против  $35,7 \pm 1,4$  мэкв/100 г ткани ( $P < 0,01$ ), а концентрация натрия и К/Na коэффициент не изменились. В инфарктном участке левого желудочка сердца отмечены увеличение натрия до  $29,4 \pm 3,7$  мэкв/100 г ткани ( $P <$

Изменение содержания электролитов в органах и тканях (мэкв/на 100 г сухой ткани) при инфаркте миокарда на фоне 15-дневной нагрузки ДОКА

Орган, ткань	Натрий		Калий		K/Na коэффициент		Вода в тканях, %	
	Контроль	Опыт	Контроль	Опыт	Контроль	Опыт	Контроль	Опыт
У собак низкогогорья (M±m)								
Сердце								
левый желудочек	17,8±0,8	20,2±0,3**	32,3±1,4	32,3±1,4	1,8±0,1	1,6±0,06	75,8±0,05	78,5±0,4**
правый желудочек	18,5±0,8	17,8±0,8	29,7±0,2**	29,7±0,2**	1,9±0,06	1,7±0,08	75,3±0,7	77,5±2,4
инфарктный участок	—	29,4±3,7*	25,8±2,2*	25,8±2,2*	—	0,9±0,25**	—	77,8±1,3
скелетная мышца	14,0±1,1	11,4±2,2	31,6±0,4	31,6±0,4	2,3±0,2	2,8±0,64	73,1±0,5	75,1±1,3
Аорта	30,0±1,4	31,5±0,5	16,0±0,7	15,6±2,6	0,5±0,04	0,4±0,01	70,7±0,5	74,0±1,1*
Сонная артерия	28,2±1,8	23,4±1,6	10,7±0,6	8,9±0,4*	0,4±0,02	0,4±0,02	65,3±1,3	70,7±1,1**
Почечная артерия	22,1±1,4	22,1±3,6	14,6±1,0	11,7±2,9	0,7±0,03	0,5±0,1	66,8±1,5	71,0±0,5**
Нижняя полая вена	33,2±1,6	38,5±2,6	8,8±0,6	5,5±0,9*	0,3±0,04	0,1±0,04**	64,2±1,4	73,0±1,3**
Печень	21,2±1,1	15,2±3,1*	21,8±1,1	22,1±1,4	1,0±0,08	1,5±0,29	71,7±0,4	74,4±2,5
Надпочечник	13,5±0,7	14,3±1,9	18,0±0,9	19,0±1,2	1,3±0,07	1,3±0,22	63,0±0,9	68,6±1,7*
Щитовидная железа	32,0±1,5	27,9±1,0*	13,2±1,2	9,1±1,4*	0,4±0,07	0,3±0,06	69,7±1,4	69,2±1,8
У собак «аборигенов» среднегорья (M±m)								
Сердце								
левый желудочек	15,3±0,9	22,4±2,7*	26,6±0,7	31,8±0,8**	1,7±0,12	1,4±0,17	75,0±0,8	76,5±0,3
правый желудочек	12,5±1,5	21,6±2,2**	28,9±1,1	31,1±1,0	2,4±0,2	1,4±0,2*	75,0±1,1	76,1±0,4
инфарктный участок	—	28,8±2,5**	—	25,6±1,1	—	0,9±0,11**	—	75,5±1,1
скелетная мышца	11,5±0,8	15,7±2,6	29,3±0,7	34,6±1,3**	2,5±0,28	2,2±0,4	71,4±0,7	73,2±0,4
Аорта	24,2±1,4	30,5±2,8*	12,4±0,6	18,7±1,0**	0,5±0,07	0,5±0,04	70,9±0,7	72,5±0,6
Сонная артерия	21,3±2,0	30,8±0,8**	11,0±0,7	10,6±1,2	0,5±0,06	0,3±0,04*	63,2±1,1	63,3±0,9
Почечная артерия	23,2±1,4	31,0±0,9**	8,8±1,4	14,4±1,1**	0,4±0,06	0,5±0,02	51,4±1,4	62,2±2,1**
Нижняя полая вена	25,5±1,4	33,1±2,4*	4,7±0,5	7,2±0,8*	0,2±0,02	0,2±0,04	60,3±1,5	63,4±1,6
Печень	16,8±1,5	24,7±2,6*	16,8±0,6	21,6±1,2**	1,0±0,12	0,9±0,12	66,1±1,3	72,7±0,4**
Надпочечник	13,9±1,5	13,3±1,5	16,4±0,5	18,5±1,7	1,2±0,13	1,4±0,17	64,5±1,0	63,6±0,8
Щитовидная железа	22,8±1,1	22,5±2,5	12,5±1,0	18,8±2,0*	0,5±0,06	0,8±0,19	67,8±1,4	71,1±0,6*

\* P<0,05; \*\* P<0,01

0,02) и тенденция к снижению калия, что приводит к снижению K/Na коэффициента в 2 раза (P<0,001). В аорте и почечной артерии уровень электролитов не отличался от уровня у здоровых животных. Уменьшилось содержание калия в сонной артерии до 8,9±0,4 против 10,7±0,6 мэкв/100 г ткани (P<0,05), в то время как натрий и K/Na коэффициент не изменились. Снижение калия отмечено и в нижней полой вене с 8,8±0,6 до 5,5±0,9 мэкв/100 г ткани (P<0,02), при неизменном натрии и сниженном K/Na коэффициенте. Снижение натрия без изменения калия и K/Na коэффициента до 29,4±1,2 против 34,9±1,4 мэкв/100 г ткани (P<0,02) произошло в корковом слое почки. В щитовидной железе снижение натрия с 32,0±1,5 до 27,9±1,0 мэкв/100 г ткани (P<0,05) сопровождалось снижением калия до 0,3±0,06 против 0,4±0,07 (P<0,02) мэкв/100 г ткани и K/Na коэффициента (P<0,02).

Процентное содержание воды (см. таблицу) несколько увеличилось во всех органах и тканях, но особенно заметно во всех исследуемых сосудах, что и привело к развитию гипертонии [3,4].

Изучение электролитов у «аборигенов» среднегорья показало, что однократное введение гормона вызвало увеличение натрия в плазме до 172±3,3 мэкв/л (P<0,001), а содержание натрия в эритроцитах и калия как в плазме, так и в эритроцитах колебалось в пределах нормы. Высокий уровень натрия в плазме стабильно удерживался до конца нагрузки, в то время как в эритроцитах не изменялся. Содержание калия в плазме и в эритроцитах на 7-е сутки снизилось соответственно до 2,3±0,06 и 4,3±0,4 мэкв/л (P<0,01) и оставалось низким до 15 суток нагрузки.

Окклюзия коронарной артерии уже через 3 ч. вызвала дальнейшее увеличение натрия в плазме до 173±2,1 мэкв/л (P<0,001) и в эритроцитах — до 123±2,9 мэкв/л (P<0,01). Уровень калия в плазме снизился до 2,2±0,07 (P<0,001), а в эритроцитах — до 3,5±0,1 мэкв/л (P<0,001). Через 9 ч. гипернатриемия сохранялась. Содержание калия в плазме и в эритроцитах несколько возросло, но осталось значительно ниже нормы. На первые сутки уровень натрия в плазме снизился до 162±4,1 мэкв/л (P<0,05), а в эритроцитах нормализовался. Концентрация калия в плазме и в эритроцитах оставалась низкой. На третьи сутки отмечена тенденция к нормализации в содержании электролитов. На 7—15-е сутки содержание натрия и калия мало отличалось от исходного.

Таким образом, нагрузка ДОКА у «горных» животных вызвала гипернатриемию в плазме в течение всего срока инъекций и гипокалиемию, начиная с 7-х суток. В ранние сроки инфаркта миокарда отмечена гипернатриемия в плазме и в эритроцитах и ярко выраженная гипокалиемия в течение первых суток. Процессы нормализации наступают с третьих суток и завершаются к концу наблюдения.

В органах и тканях у «горных» собак произошли следующие изменения в содержании электролитов (см. таблицу): в интактном участке левого желудочка сердца увеличился натрий и калий соответственно до 22,4±2,7 и 31,8±0,8 против 15,3±0,9 и 26,6±0,7 мэкв/100 г ткани (P<0,05 — <0,001) при неизменном K/Na коэффициенте. В правом желудочке сердца и инфарктном участке произошло накопление натрия соответственно до 21,6±2,2 и 28,8±2,5 мэкв/100 г ткани (P<0,01 — <0,001) против 12,5±1,5 и 15,3±0,9 мэкв/100 г ткани при незначительных сдвигах со стороны калия, поэтому K/Na коэффициент достоверно уменьшился. Увеличение калия и натрия наблюдалось в аорте и почечной артерии при неизменном K/Na коэффициенте. В сонной артерии уровень натрия увеличился до 30,8±0,8 против 21,3±2 мэкв/100 г ткани (P<0,001) при неизменном уровне калия, поэтому K/Na коэффициент снизился с 0,5 до 0,3 (P<0,05). Резко повысилось содержание натрия в мозговом слое почки (113,3±5,4 против 53,5±4,3 мэкв/100 г ткани, P<0,001) при сниженном K/Na коэффициенте. В корковом слое почки произошло увеличение натрия и калия, при этом уменьшился K/Na коэффициент. Повы-

шение содержания натрия и калия наблюдалось в печени. В скелетной мышце увеличилось содержание калия до  $34,6 \pm 1,3$  против  $29,3 \pm 0,7$  мэкв/100 г ткани ( $P < 0,01$ ), а натрий и K/Na коэффициент не изменился. Увеличение процента содержания воды в органах и тканях (см. таблицу) наблюдается в почечной артерии, печени и щитовидной железе.

Полученные нами результаты соответствуют данным литературы о развитии гипернатриемии и гипокалиемии при нагрузке ДОКА в условиях «равнины» и [1, 4, 6, 7]. В условиях среднегорья нами отмечена некоторая особенность в изменении электролитов. У «горных» животных под влиянием гормона не установлено повышения концентрации натрия в эритроцитах. После окклюзии коронарной артерии наблюдалось дальнейшее усиление гипернатриемии и гипокалиемии. Меньшая выраженность электролитных сдвигов и быстрая их нормализация у «горных» животных подтверждает мнение о том, что у адаптированных к горам животных изменения в коре надпочечников при инфаркте миокарда носят умеренный характер, а стрессреакция органичивается стадией резистентности [8]. Очевидно, длительная адаптация к горам усиливает неспецифическую резистентность организма и ослабляет стрессорное влияние, вызванное перевязкой коронарной артерии [9], поэтому и изменения в содержании электролитов у адаптированных к среднегорью животных носили умеренный характер и были непродолжительными.

Можно предположить, что это может быть связано и с усилением синтеза и секреции предсердного натрийуретического фактора [10].

Исследования, посвященные изучению содержания электролитов при инфаркте миокарда в сердечной мышце, показывают, что в зоне некроза происходит значительное уменьшение содержания калия и увеличение натрия и хлора [11—13]. Эти результаты подтверждаются нашими данными по содержанию электролитов в инфарктном и прилежащем к нему участке у «равнинных» собак. У «горных» животных, наряду с накоплением натрия в органах и тканях, происходит задержка калия, т. е. отмечен «калий сберегающий» эффект горной адаптации, что имеет, несомненно, положительное значение.

К сожалению, изменение содержания электролитов в других органах и тканях при экспериментальном инфаркте миокарда почти не изучено. Нам встретилась лишь работа Д. Н. Гончарова с соавт. [14], в которой, наряду с изучением динамики электролитов в сердечной мышце, исследовались электролитные сдвиги в мышцах бедра. Отмечены незначительные изменения в содержании калия и натрия с разнонаправленными изменениями K/Na градиента в течение 30 суток после операции. У «горных» животных менее выражена задержка воды в сосудах, обусловленная тем, что наряду с повышением натрия, возрастает уровень калия и в результате остается неизменным K/Na коэффициент. Это способствует тому, что у «горных» животных менее выражены гипертензивные сдвиги, обусловленные введением ДОКА [7].

#### Выводы

1. Введение ДОКА в течение 15 дней в дозе 1 мг/кг веса в условиях низкогогорья вызывает развитие гипернатриемии и гипокалиемии. Моделирование на этом фоне инфаркта миокарда проявляется более выраженной гипернатриемией и гипокалиемией. Действие гормона на изменение электролитного гомеостаза в крови у «горных» животных менее выражено. При моделировании у них инфаркта миокарда отмечена более быстрая нормализация в содержании электролитов, чем у «равнинных» животных.

2. Нагрузка ДОКА и перевязка коронарной артерии вызывает у «низкогогорных» животных изменения в содержании электролитов в орга-

нах и тканях: в инфарктном и пограничном участке левого желудочка уровень натрия повышается при уменьшении калия в правом желудочке и инфарктном участке, в сосудах уменьшается уровень калия без изменения натрия, наряду с увеличением в них процентного содержания воды. У «горных» животных в отличие от «низкогогорных», наряду с увеличением натрия в инфарктном и пограничном участке левого желудочка, несколько увеличивалось содержание калия. Аналогичная картина наблюдается в сосудах и других органах. Эти особенности электролитного обмена способствовали более благоприятному течению патологического процесса.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Friedman Sygney M., McIndoe Rosemary A. The relation of cellular sodium to the onset of hypertension induced by DOCA — saline in the rat // *Hypertens.* 1988. — V. 6. — N 1. — P. 63—69.
2. Руммель А. Г., Баженова А. Ф. Методика определения натрия, калия и хлора в биологических жидкостях и тканях // *Кортикостероидная регуляция водно-солевого гомеостаза.* — Новосибирск. — Сибирск. отд. АН СССР. — 1967. — С. 234—243.
3. Рааб В. Адренергическо-холинергическая регуляция обмена веществ и функций сердца. Патологические и клинические наблюдения // *Достижения кардиологии:* М., 1959. — С. 67.
4. Sato Y., Lto Y., Fujita T. Changes in dortic water and sodium contents associated with potassium supplement in DOCA — salt rats. // *Clin and Exp. Hypertens.* — 1986. — A. 8. — N 3. — P. 425—439.
5. Грибанов А. А., Пишоник А. Т. О влиянии дезоксикортикостерона (ДОК) на электролитный состав плазмы крови и мочи собак // *Проблемы высшей нервной деятельности человека и животных: Вопросы зоологии.* — Красноярск, 1971. — С. 121—124.
6. Арестова С. И. Влияние высокогорья на нарушение сосудистого тонуса и электролитного баланса при активации минералокортикоидной функции надпочечников // *Очерки по физиологии и патологии в условиях высокогорья* — М., 1967. — С. 45.
7. Захаров Г. А. Влияние АКТГ, ДОКА и гидрокортизона на сердечно-сосудистую систему и электролиты в условиях низко- и высокогорья // *Автореф. дисс. канд. мед. наук.* — Фрунзе, 1968. — 22 с.
8. Алиев М. А., Алиева Г. М., Захаров Г. А., Пальчун Т. П., Хамитов С. Х. Экспериментальный инфаркт миокарда в условиях горного климата. — Фрунзе: Илим, 1978. — 199 с.
9. Алиев М. А., Лемешенко В. А., Костюченко Л. С., Бекболотова А. К. Стресс-протективный эффект горной адаптации. — Фрунзе: Илим, 1989. — 214 с.
10. Cautin M., Genest J. The heart as an endocrine gland // *Pharmacol. Res Commun.* — 1988. — S. 20. — Suppl. 3. — S. 1—22.
11. Коц Я. И., Кругликов Л. Е. Особенности водно-солевого обмена и его регуляции у больных ишемической болезнью сердца // *V Всесоюз. конф. по физиологии почек и водно-солевого обмена.* — Л., 1978. — С. 159—160.
12. Попов В. Г., Хитров Н. К., Лазутин В. К., Свищухин А. И., Желнов В. В., Зубков Т. Б. Показатели активности парасимпатических структур и электролитного баланса сердца при инфаркте миокарда // *Патол. физиол. и эксперим. терапия.* — 1977. — № 1. — С. 14.
13. Ратовская В. И. Определение темпа умирания при острой коронарной недостаточности и инфаркте миокарда по распределению калия и натрия в миокарде и скелетной мышце с целью посмертной диагностики фибрилляции желудочков сердца // *Автореф. дисс. канд. мед. наук.* — Красноярск, 1974. — 23 с.
14. Гончарова Д. Н., Морейкис Б. О. Содержание натрия в скелетной и сердечной мышцах на этапах развития экспериментального инфаркта миокарда // *Важнейшие вопросы сердечно-сосудистой патологии.* — Киев, 1967. — С. 54—56.

Институт физиологии  
и экспериментальной патологии высокогорья  
АН Республики Кыргызстан

Поступила  
3 сентября 1990 г.

Э. С. Матыев, В. А. Фролов, С. М. Чибисов, М. Б. Мамбетсадыков

### ИНТЕГРАЦИЯ ЦИРКАДИАНЫХ РИТМОВ РАЗЛИЧНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СЕРДЦА И ФАКТОР СЕЗОННОСТИ

Для последних лет характерно все более широкое внедрение в экспериментальную и клиническую медицину нового методологического подхода, связанного с фактором времени. Практически нет области биологии и медицины, где сейчас не применялся бы хронобиологический метод исследования, диагностики и лечения. На фоне бурного развития хрономедицины остаются открытыми вопросы о механизмах регуляции биоритмов. Очень мало работ посвящено хронопатофизиологии сердца [1—5].

В настоящем исследовании предпринята попытка проанализировать взаимосвязь ритмов различных показателей деятельности сердечно-сосудистой системы и взаимоотношения ритмов с различными периодами.

Опыты были поставлены на 480 самцах кроликов породы «шиншлла» весом 2,5—3 кг. Проводили четыре серии трехсуточных экспериментов весной, летом, осенью и зимой. В каждой серии начиная с 0 ч через 3 ч на протяжении трех суток определяли в сонной артерии артериальное систолическое давление (АДС) и диастолическое давление (АДД). Измеряли давление в полостях левого и правого желудочков сердца (ВДр — внутрижелудочковое давление реальное) и максимальное давление в этих же полостях в условиях изометрии, вызванной пятисекундной окклюзией аорты и легочной артерии (ВДм-внутрижелудочковое давление максимальное). Измерения проводили на мингографе фирмы «Simens Elena». Полученные данные подвергали статической обработке на персональном компьютере РС/XT фирмы IBM. За достоверную принимали разность средних при  $T >= 2 (P = 0,05)$ .

Результаты проведенного в весенний период 3-суточного эксперимента анализировали с помощью методов корреляционного и регрессионного анализов. Корреляционный анализ проводили между суточными колебаниями шести показателей гемодинамики, отдельно за 1-е, 2-е и 3-и сутки эксперимента и по трем суткам в целом. Регрессионные кривые строили на основании 3-суточного банка данных.

Анализ динамики суточных колебаний сократительной силы левого и правого желудочков сердца и артериального давления показал, что весной величина коэффициента корреляции меняется от суток к суткам. Достоверная корреляционная связь отмечена в 1-е, 2-е и 3-и сутки между показателями функциональных пар: величинами систолического (АДмакс) и диастолического (АДмин) артериального давления (+0,92: +0,93: +0,72), величинами реального (ВДрп) и максимального (ВДмп) давления в полости правого желудочка сердца (+0,6: +0,95: +0,94). Интересно, что корреляционная связь между суточными колебаниями реального (ВДрл) и максимального (ВДмл) давления в полости левого желудочка отсутствует (+0,3: +0,1: +0,2).

Сквозной корреляционный анализ, проведенный по суткам (24 точки), выявил те же закономерности. Примечательно, что при данном анализе выявляется третья функциональная пара: величина реального давления в правом желудочке. Отметим, что данная связь сохраняется во все сезоны года, достигая максимальных значений в зимний период (+0,82). Простой подсчет количества достоверных корреляционных связей в каждые отдельные сутки между шестью показателями (АДмакс, АДмин, ВДрл, ВДмл, ВДрп, ВДмп) показывает, что наибольшее их количество приходится на АДмин (6 из 9). Определением амплитуды

колебаний изучаемых показателей установлено, что она также изменяется от суток к суткам: наибольшая присуща суточным изменениям давления в полости правого желудочка. Регрессионный анализ суточных колебаний сократительной силы желудочков сердца выявил, что функция сердца возрастает в период около 6 ч. утра. Данный пик во всех случаях достоверен.

Сочетание всех этих фактов позволяет предположить, что весной основной воспринимающей субстанцией в сердце, реагирующей на внешние воздействия, является правый желудочек, способный лабильно (высокая амплитуда колебаний) перестраиваться, а определяющим необходимым адаптивной перестройки является периферическое сопротивление тока крови, реализующее свое влияние через изменения АДмин. Весной самое высокое максимальное давление в полости левого желудочка, что объяснимо с точки зрения необходимости преодоления высокого периферического сопротивления. Выявление биологических ритмов синусоидальной формы при неизвестном периоде \* показало, что все параметры кроме ВДмл, имеют циркадианный ритм. Акрофазы показателей расположены от 5 ч. до 7 ч. Интересно, что ритмичность изменений артериального давления настолько стабильна, что проведение через год аналогичного эксперимента дало те же характеристики ритма с акрофазой около 6 ч. утра.

В летний сезон значительно снижается амплитуда суточных колебаний сократительной силы правого и левого желудочков сердца. Корреляционный анализ, проведенный отдельно по каждому из трех суток (8 точек), выявил, что сохраняется достоверная связь между функциональными парами показателей: АДмакс — АДмин (+0,72: +0,95: +0,95) и ВДрп — ВДмп (+0,75: +0,36: +0,76). Появляется тенденция к усилению связи между ВДрл и ВДмл (+0,43: +0,16: +0,38). Сквозной корреляционный анализ по трем суткам (24 точки) показывает усиление взаимоотношений между изучаемыми величинами. Важным обнаруженным фактом является изменение знака связи на отрицательный между показателями сократительной силы левого, правого желудочков и артериального давления. Интересно также, что усиливается связь суточных колебаний ВДрл и ВДмл (+0,57). Можно предположить, что механизм функционирования сердца в летний сезон является следующим. Летом, когда сердце находится в состоянии ультраструктурного «спокойствия», даже незначительное возрастание периферического сопротивления приводит к увеличению нагрузки на левый желудочек сердца, вследствие чего уменьшается сердечный выброс и несколько снижается давление в малом круге кровообращения.

Регрессионный анализ показал, что суточную динамику сократительной силы левого и правого желудочков сердца можно выразить в виде «двугорбой» кривой со смещением пика на раннее утреннее время. Достоверность кривых значительно ниже, чем в другие сезоны года, так как колебания сократительной силы низкоамплитудны. Циркадианный ритм отсутствует у всех показателей.

Проведение осеннего эксперимента совпало с возникшей сильной магнитной бурей, которая и определила тенденцию изменений суточных колебаний. Амплитуда колебаний однонаправленно уменьшалась от первых к третьим суткам эксперимента по мере развития магнитной бури.

Корреляционный анализ, проведенный отдельно по каждому из трех суток, выявил точно такую же аналогию, как и с амплитудой. В 1-е сутки между суточными изменениями всех шести показателей гемодинамики имелась сильная положительная корреляционная связь. К 3-м суткам связь убывала (кроме показателей АДмакс и АДмин +0,97: +0,82: +

\* Проводили на ЕС ЭВМ на языке фортран в лаборатории профессора Н. Л. Асланяна (НИИ кардиологии МЗ Армении).

0,94) и устанавливалась в следующем виде: ВДрл—ВДмл (+0,83: +0,45: +0,19): ВДрп—ВДмп (+0,9: +0,57: +0,43). Осенью за сутки перед бурей связь была не только для функциональных пар, но и для других показателей: АДмин—ВДрл (+0,86: -0,17: +0,05): АДмин—ВДмп (+0,94: +0,38: +0,16): ВДрл—ВДмп (+0,94: +0,32: -0,26). Точно такая же тенденция связи АДмакс с этими показателями. Регрессионный анализ в данном случае не является информативным. Интересно, что во время магнитной бури сохраняется циркадианная ритмичность всех показателей работы сердца, а для артериального давления устанавливается инфрадианный ритм с периодом в 67 ч.

Трехсуточный эксперимент, проведенный в зимний сезон, является косвенным подтверждением того, что сердце в это время года функционирует на верхней границе нормы с привлечением для этого всего «пакета» адаптивных реакций. В отличие от всех других сезонов года зимой наблюдается строгая циркадианная повторяемость колебаний сократительной силы сердца и артериального давления, причем амплитуда колебаний имеет высокие значения и от суток к суткам практически не меняется.

Корреляционный анализ, проведенный отдельно по каждому суткам эксперимента, показывает, что между всеми функциональными парами и между давлением в полости левого и правого желудочков сердца существует положительная достоверная связь: АДмакс—АДмин (+0,97: +0,94: +0,87): ВДрл—ВДмл (+0,64: +0,82: +0,75): ВДрп—ВДмп (+0,8: +0,6: +0,82): ВДрл—ВДмп (+0,83: +0,95: +0,93): ВДмл—ВДмп (+0,74: +0,74: +0,7). Интересно, что зимой, по данным сквозного корреляционного анализа в течение трех суток, максимальное давление в правом желудочке в течение суток синхронно изменяется со всеми изучаемыми показателями (кроме АДмин).

Регрессионный анализ позволяет выразить изменение сократительной силы левого и правого желудочков в виде «двугорбой» кривой с достоверным максимумом в 6 ч утра и минимумом в 12 ч. Второй максимум приходится на период 18—21 ч.

Следовательно, в зимний, климатически неблагоприятный сезон, включаются следующие механизмы долговременной адаптации: синхронизация работы левого и правого желудочков сердца (четкая повторяемость акрофаз максимумов сократительной силы сердца, высокая амплитуда циркадианных колебаний).

#### Выводы

1. Установлено, что циркадианные ритмы сердца зависят от сезона года.
2. Выявлены механизмы влияния большой рекуррентной магнитной бури на морфофункциональное состояние сердца и его ритмоструктуру.
3. Показано, что сердце отвечает на экстремальные факторы типовой реакцией — синхронизацией циркадианной ритмики функционирования левого и правого желудочков сердца и артериального давления (период перед магнитной бурей, зимний сезон года) с увеличением амплитуды колебаний.
4. Летом и частично весной желудочки сердца находятся в состоянии перемежающейся активности, когда ритмические изменения, происходящие в левом желудочке, не находятся в состоянии синхронизации с изменениями в правом желудочке и артериальным давлением.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Заславская Р. М. Суточные ритмы у больных сердечно-сосудистыми заболеваниями. — М.: Медицина, 1979. — 165 с.

2. Чибисов С. М., Казанская Т. А., Михеев П. О. Теоретические и прикладные аспекты биоритмологии. — М.: Изд-во УДН, 1987. — 47 с.

3. Асланян Н. Л., Чибисов С. М., Халаби Г. Патфизиология биоритмов. — М.: Изд-во УДН, 1989. — 46 с.

4. Чибисов С. М., Овсянников А. М. Сезонно-суточная динамика сократительной силы сердца и роль геомагнитного поля в ее регуляции // Современные аспекты биоритмологии. — М.: Изд-во УДН, 1987. — С. 35—54.

5. Halberg F., Katinas G. S. Chronobiologic glossary of the international society for the study of biological rhythms // Chronobiology. — 1973. — Vol. 1. — № 1. — P. 31—63.

Университет дружбы народов  
им. П. Лумумбы, г. Москва  
Отдел биофармакологии  
АН Республики Кыргызстан

Поступила  
6 декабря 1990 г.

УДК 612.822:612.825.

С. И. Сороко, А. П. Соломко, Р. М. Димаров, М. Юнусов

### ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЧАСТОТНО-ВРЕМЕННОГО ПАТТЕРНА ЭЭГ У ЛИЦ С РАЗЛИЧНЫМ УРОВНЕМ НЕЙРОДИНАМИЧЕСКОЙ ПЛАСТИЧНОСТИ

#### Введение

Пространственная организация биоэлектрической активности мозга является одним из основных механизмов внутрицентральных взаимодействий, обеспечивающих аналитическую и интегративную деятельность мозга.

С помощью корреляционного, когерентного, топокопического анализа электроэнцефалограмм (ЭЭГ) и электроэнцефалотопограмм (ЭЭТГ) установлена роль временной и дистантной синхронизации не только в поддержании функционального состояния мозга в покое, но и при формировании двигательных навыков, условно-рефлекторной деятельности, патологических состояний [1—]. Однако эти работы посвящены анализу пространственной организации отдельных составляющих ЭЭГ, их интенсивности, проявляемости за очень короткие промежутки времени (несколько секунд) без учета индивидуальных типов регуляции ЦНС. Ранее нами было установлено, что основные типы центральных механизмов регуляции имеют характерные «алгоритмы» взаимодействия основных компонентов ЭЭГ, которые и лежат в основе реактивности, пластичности и устойчивости ЦНС к внешним воздействиям [9].

Данная работа посвящена изучению топографических особенностей взаимодействия основных компонентов ЭЭГ у лиц с различным уровнем пластичности нейродинамических процессов и выяснению функциональной роли отдельных ритмов в этих процессах.

Электроэнцефалографические исследования проводились на группе практически здоровых лиц мужского пола. Всего обследовано 39 человек 18—19-летнего возраста.

Электроды накладывали по международной схеме «10—20» [10]. Для разделения испытуемых по уровню нейродинамической пластичности анализировали ЭЭГ от двух биопольярных отведений ( $F_4-O_2$  и  $F_3-O_1$ ). Топографические особенности оценивали по монополярным записям ЭЭГ от фронтальных ( $F_4$  и  $F_3$ ), средневисочных ( $T_4$  и  $T_3$ ), теменных ( $P_4$  и  $P_3$ ) и затылочных ( $O_2$  и  $O_1$ ) отделов с индифферентными ушными электродами. Регистрацию ЭЭГ осуществляли с помощью 8-канального электроэнцефалографа на бумагу и магнитную ленту через модулятор-демодулятор УКМ-9.

Для анализа ЭЭГ использовали метод оценки структуры взаимодействия компонентов ЭЭГ (СВК ЭЭГ), в основу которого положено вычисление матриц вероятностей взаимопереходов между основными четырьмя классами колебаний ЭЭГ: бета-, альфа-, тета- и дельта- волнами [9]. Строили вероятностные ориентированные графы, структура которых описана ниже.

Уровень адаптивной пластичности нейродинамических процессов определяли по методике, описанной ранее [9].

Было выделено три группы испытуемых: с высокой, средней и низкой пластичностью нейродинамических процессов. В первую группу вошло 10 человек (25,6%), во вторую — 25 (64,2%), в третью — 4 (10,2%).

В дальнейшем индивидуальные матрицы взаимопереходов волн ЭЭГ внутри 3 групп усреднялись. В результате было получено 3 топографических паттерна взаимодействия компонент ЭЭГ, свойственных лицам с разным типом механизмов саморегуляции мозга. Их сравнение осуществляли с помощью метода  $X^2$ .

Всю математическую обработку проводили на компьютере IBM PC/AT с использованием 16-канального интерфейса ввода аналоговых сигналов.

Сопоставление трех типологических вариантов организации ЭЭГ показало, что структура паттерна ЭЭГ взаимопереходов в каждой группе имела существенные топографические особенности.

Зональные особенности организации последовательности ЭЭГ, свойственные представителям 1-й группы в двух функциональных состояниях ЦНС (психосенсорного и оперативного покоя) показаны на рис. 1. Следует пояснить, что графы, соответствующие зональным матрицам, расположены на схематичной поверхности головы согласно регистрируемому отведению. Каждый граф содержит 4 вершины. Крайняя слева соответствует бета-, вторая — альфа-, третья — тета-, четвертая — дельта-ритму. Линии, соединяющие вершины, соответствуют переходам от одного ритма к другому или себе подобному. В верхней части графа переходы ориентированы слева направо, в нижней — справа налево.

Как следует из рисунка, при закрытых глазах во всех 8 отведениях тип взаимодействия компонент ЭЭГ оказался сходным. Общим являлись высоковероятные связи бета-альфа, альфа-альфа, тета-альфа и дельта-альфа, что указывает на устойчивое появление после колебания любой периодичности альфа-волны. Учитывая, что вероятность перехода альфа-альфа несколько выше вероятности остальных переходов, альфа-компоненты организуются в «веретена» (продолжительные последовательности типа альфа-альфа...альфа), которые изредка перемежаются «диффузным рассеиванием» на другие компоненты (одиночные маловероятные переходы альфа-бета, альфа-тета, альфа-дельта). Наиболее вероятна такая схема последовательности компонент ЭЭГ была в затылочных и теменных отделах мозга. Вероятность переходов к альфа-компонентам в этих областях колебалась от 0,500 до 0,875. В лобных и височных отведениях она была несколько ниже: 0,375—0,750. Вероятность взаимодействия остальных компонент оказалась существенно меньше. Вероятность переходов, направленных к бета-ритму, составляла 0,125—0,375. Взаимосвязь с тета-ритмикой была еще менее вероятной. В затылочных и височных отделах степень выраженности тета-переходов равнялась 0,000—0,125, в теменных и фронтальных несколько выше — 0,125—0,250. Минимально вероятны были переходы к дельта-колебаниям (0,000—0,125).

Вероятностные матрицы взаимодействия ритмов ЭЭГ в состоянии зрительной афферентации (глаза открыты) имели несколько иную организацию. Так, переходы к альфа-компоненту организуются в соответствующее ядро только в затылочных, теменных и правом лобном отведениях. Их вероятность колебалась в значительно меньших границах: 0,375—0,625. В левой фронтальной и височных зонах некоторые из 4-альфа-переходов снижались до уровня 0,250—0,375. Поэтому в совокупности они не представляли собой цельного функционального ядра в диапазоне альфа-ритма. Более регулярными становились переходы, связующие все компоненты графа с бета-вершиной. Здесь наглядно проявляется та грань минимальной вероятности переходных событий, ниже которой оперировать понятием «функциональное ядро» не представляется возможным. В том случае, если степень значимости хотя бы одной из четырех линий, направленных к одной вершине графа, менее 0,375, то данное

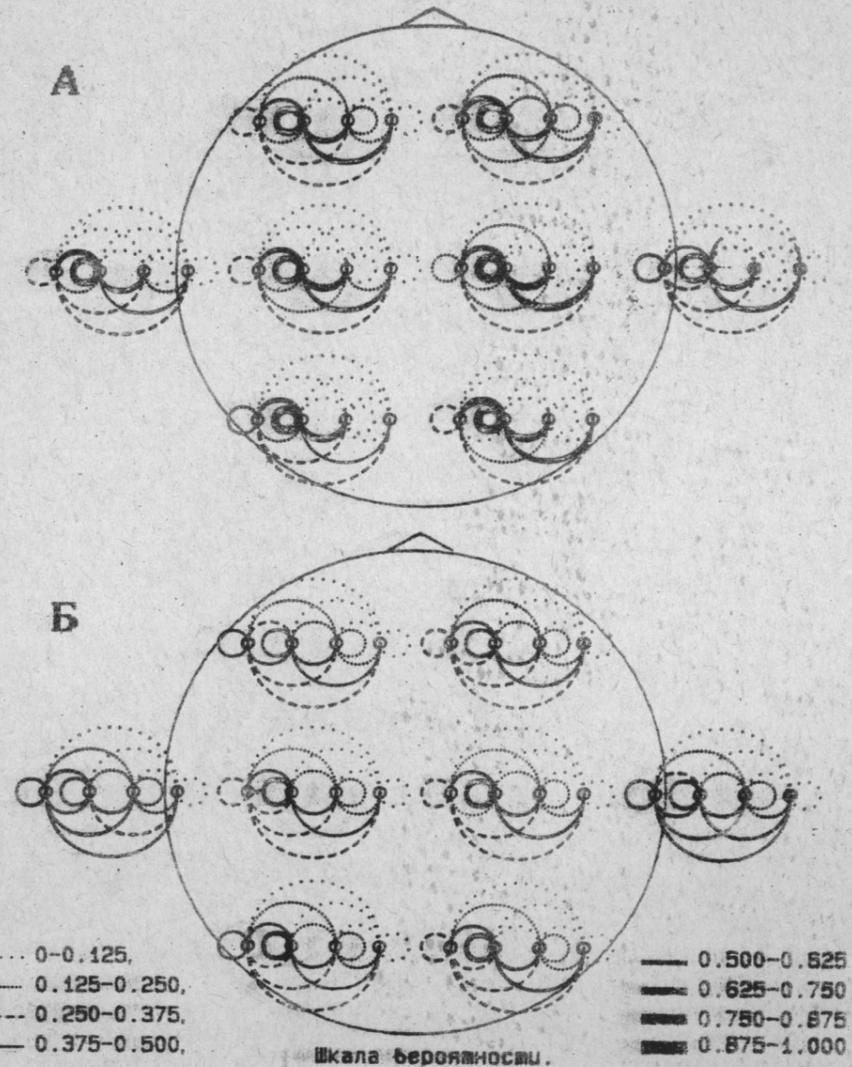


Рис. 1. Зональные матрицы взаимодействия ритмов ЭЭГ у лиц, имеющих высокий уровень пластичности нейродинамических процессов.

Примечание: А - глаза закрыты,

В - глаза открыты

Основные пояснения в тексте.

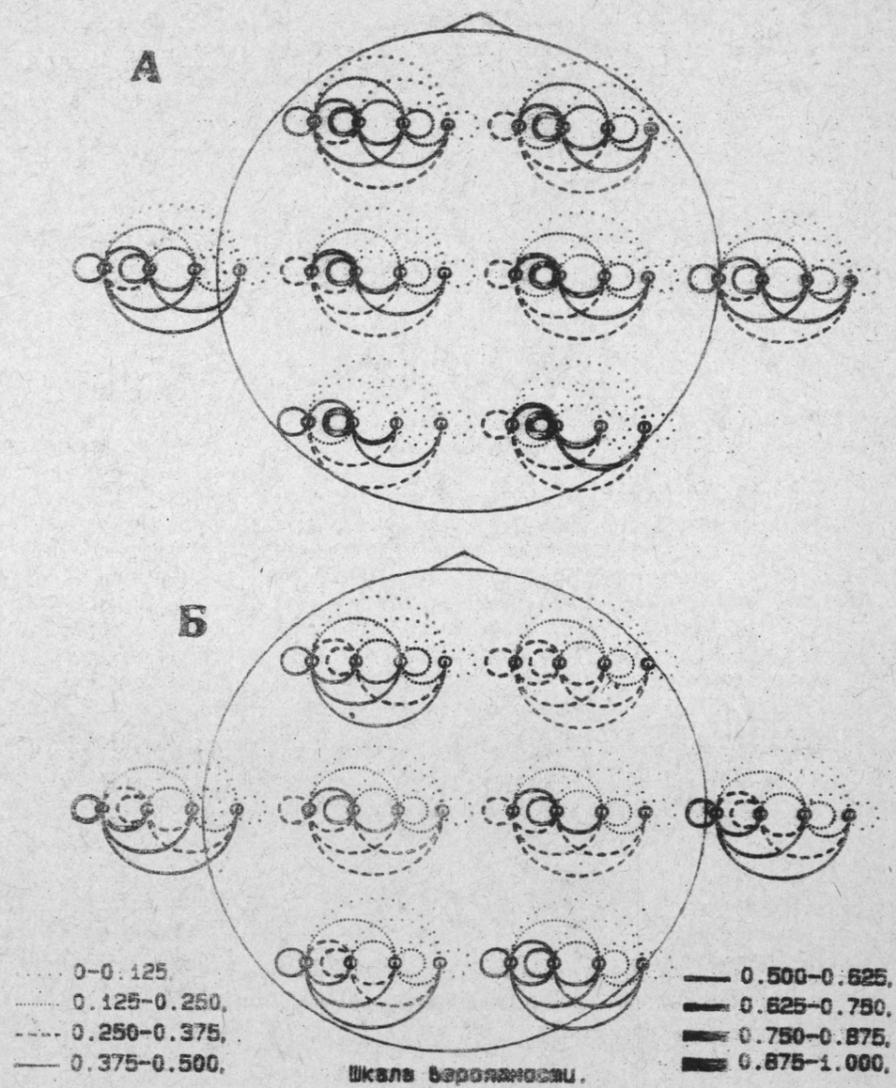


Рис. 2. Зональные матрицы взаимодействия ритмов ЭЭГ у лиц, имеющих средний уровень пластичности нейродинамических процессов, обозначения те же, что и на рис. 1.

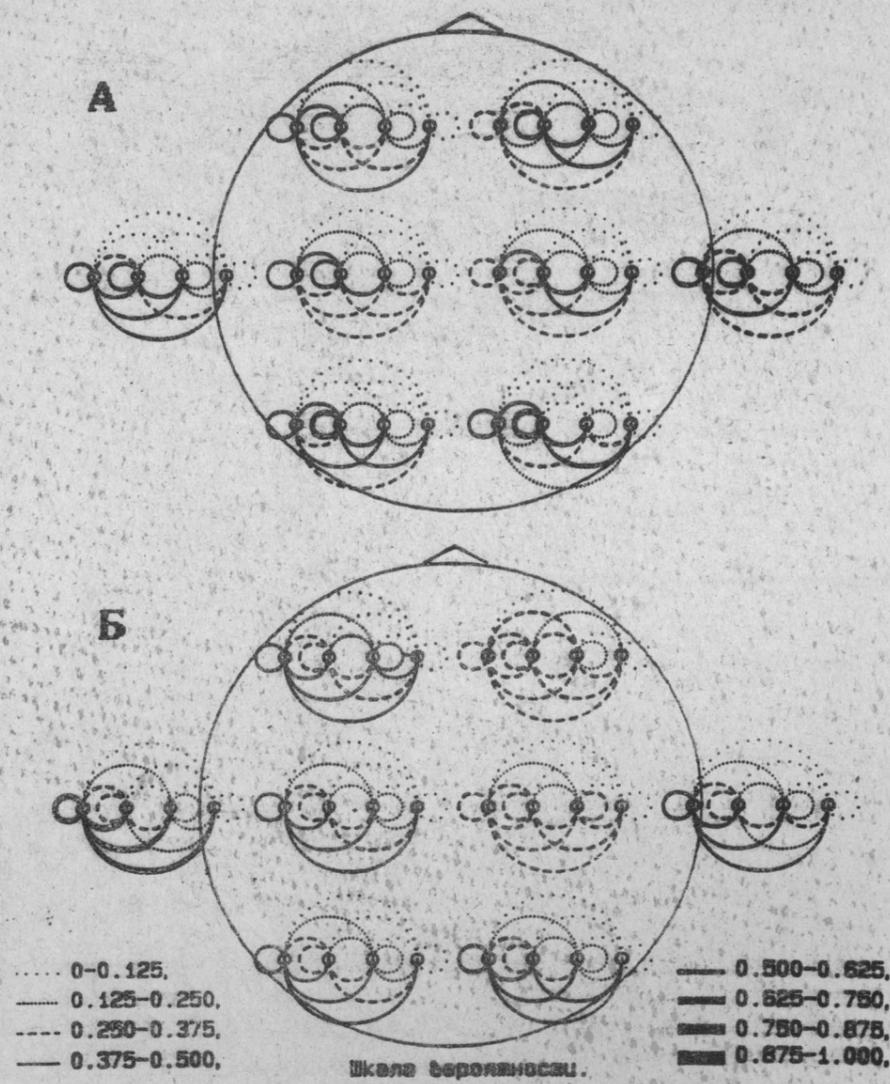


Рис. 3. Зональные матрицы взаимодействия ритмов ЭЭГ у лиц, имеющих низкий уровень пластичности нейродинамических процессов, обозначения те же, что и на рис. 1.

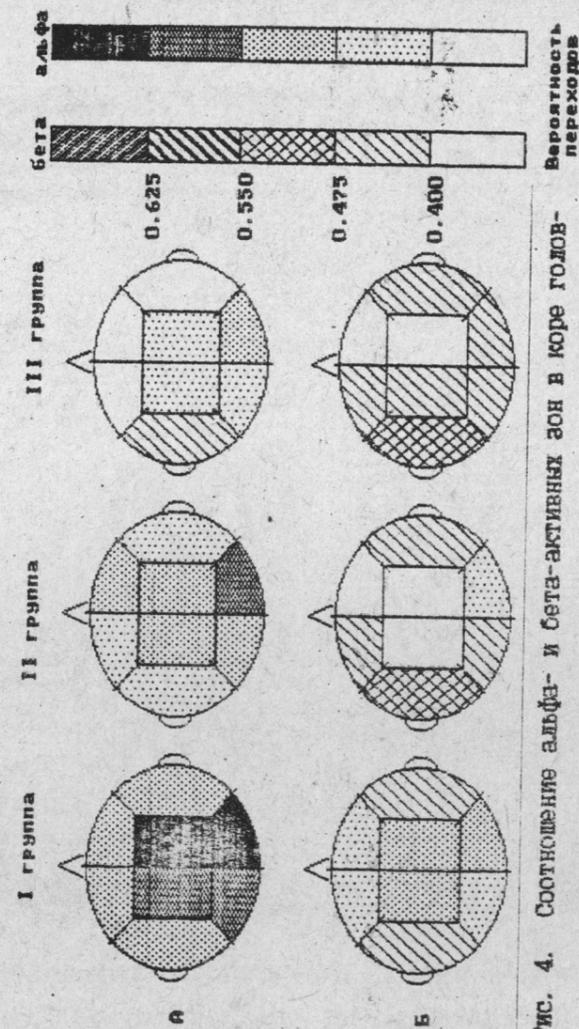


Рис. 4. Соотношение альфа- и бета-активных зон в коре головного мозга у лиц с различным уровнем нейродинамической пластичности.

Примечание: А - глаза закрыты,

Б - глаза открыты

Основные пояснения в тексте.

«функциональное ядро» как единое целое распадается, а вероятность его связей существенно не отличается от вероятности связей, не входящих в его состав. Топографические особенности вероятностей связей, заканчивающихся в тета- и дельта-вершинах графа, при смене функционального состояния ЦНС не сохранялись. Во всех зонах вероятность тета- и дельта-переходов становилась практически одинаковой. Для тета-периодов она равнялась 0,125—0,250, для дельта-периодов — 0,000—0,125.

У лиц со средним уровнем пластичности нейродинамических процессов при закрытых глазах также наиболее вероятны были связи с альфа-ритмом (рис. 2). Однако уровень взаимодействия заметно ниже, чем в предыдущей группе. В среднем снижение вероятности взаимодействия с альфа-периодами составляло одну градацию (0,125) относительно вероятности этой связи в 1-й группе. По выраженности связи всех компонентов ЭЭГ с альфа-периодами отделы коры головного мозга располагались в той же последовательности: затылочные, теменные, лобные и височные. В темпоральных зонах возрастала вероятность переходов, направленных к бета-ритму, но бета-ядра при этом не образовывались, так как отдельные связи не достигли минимально значимой величины (0,375). Градиент значений вероятности по вектору затылок-лоб был характерен и для тета-периодов. В затылочных отделах он был несколько ниже ( $P=0,000-0,125$ ), чем в остальных областях мозга ( $P=0,125-0,250$ ). Эти результаты позволяют заключить, что временная последовательность паттерна ЭЭГ в данной группе в состоянии «глаза закрыты» также организуется через постоянные возвраты к альфа-ритму. Но альфа-веретена короче, и, как следствие, они чаще перемежаются другими ритмическими компонентами. Однако ослабление роли альфа-ритма в организации паттерна ЭЭГ в направлении затылок — лоб и висок более выраженное. Кроме того, это сопровождается некоторым усилением вероятностей взаимодействия основных компонент ЭЭГ с бета-периодами, которое можно расценивать как потенциально возможное появление функционального ядра в диапазоне бета-частот.

Структура взаимодействия компонент ЭЭГ, свойственная лицам со средним уровнем пластичности, в состоянии оперативного покоя характеризовалась еще большей редукцией альфа-ядра, которое четко выражено только в правой затылочной области. Вероятность взаимосвязей основных компонент ЭЭГ с альфа-ритмом колеблется от 0,375 до 0,500. Степень взаимосвязи постепенно ослабевает по мере удаления от затылочной зоны. Так, если в теменных отделах только смена дельта-альфа имела вероятность менее 0,375, то в других отведениях вероятность взаимодействия всех волн ЭЭГ с альфа-периодами не превышала 0,375. Вариант ЭЭГ, последовательность компонент которой организована через бета-ритм, представлен в различных участках коры больших полушарий следующим образом. Максимально вероятны взаимодействия с бета-ритмом в левой височной зоне ( $P=0,375-0,625$ ). В левом фронтальном, правом височном и затылочных отведениях вероятностные матрицы также имели бета-ядро, но уровень взаимодействия варьировал от 0,375 до 0,500. В правом лобном и теменных отделах головного мозга вероятность взаимосвязи с бета-ритмом составляла 0,250—0,375. Переходы, ориентированные к тета- и дельта-вершинам графа, были относительно маловероятны и не имели топографических различий. Таким образом, в данной группе при открытых глазах основным ритмом, определяющим временную организацию паттерна ЭЭГ практически во всех отделах головного мозга, является бета-ритм. Исключение составляет правая затылочная область, в которой взаимосвязь всех составляющих ЭЭГ с альфа- и бета-ритмами равновероятна (0,375—0,500) и, следовательно, данная матрица содержит одновременно два функциональных ядра.

В группе с низким уровнем пластичности в состоянии психосенсорного покоя слабо выраженное альфа-функциональное ядро отмечается только в затылочных отведениях. Вероятности взаимосвязей с альфаритмом равна — 0,375—0,625 (рис. 3). В направлении затылок — темя — лоб и висок выраженность ядра резко уменьшалась даже при закрытых глазах. Вместе с этим в левой височной зоне появлялись высоковероятные связи с бета-ритмом, формирующим бета-ядро. Уменьшение вероятности взаимосвязи с бета-периодами происходило в обратном направлении: висок — лоб — темя — затылок. В отделах, расположенных между ними, происходил постепенный переход от одной «ядерной» структуры ЭЭГ к другой. Вероятности переходов, идущих к тета- и дельта-вершинам графа, топографической зависимости не проявляли. Колебания значимости тета-переходов по всей поверхности гемисфер отмечены в пределах от 0,125 до 0,250. Значимость переходов к дельта-компоненту была ниже (0,000—0,125). Таким образом, эта группа лиц является единственной, у которой в режиме «глаза закрыты» в пространственной организации ЭЭГ формируются два территориально непересекающихся функциональных ядра (альфа- и бета-).

В состоянии «глаза открыты» у данных испытуемых вероятность переходов, входящих в альфа-вершину графа, ни в одном из регистрируемых отведений не поднималась выше 0,375, что указывает на отсутствие альфа-функциональных ядер в пространственной организации ЭЭГ. Наоборот, бета-компоненты ЭЭГ приобретали наибольшую значимость в чередовании биоэлектрических колебаний мозга. Достаточно высоковероятное появление бета-переходов и высокая его связь с другими ритмами позволяют констатировать наличие бета-функционального ядра в ЭЭГ, определяемого над поверхностью всего левого полушария. В правой гемисфере бета-ядро отмечалось только в височном и затылочном отделах. Максимальная структурная выраженность переходов, сфокусированных в бета-вершине графа, наблюдалась в левой височной области ( $P=0,500—0,625$ ). Вероятность тета-переходов в левополушарных отделах и в затылочном отведении справа была такой же, как и при закрытых глазах ( $P=0,125—0,250$ ). В правых фронтальной, теменной и височной зонах вероятность некоторых тета-переходов становилась больше ( $P=0,250—0,375$ ). Вероятность дельта-переходов по всей поверхности больших полушарий, вне зависимости от обследуемого отдела головного мозга, оставалась по-прежнему незначительной ( $P=0,000—0,125$ ).

Итак, в результате распределения испытуемых по уровню нейродинамической пластичности получен достаточно широкий спектр форм пространственно-временной организации биоэлектрической активности мозга. При этом, по мере перехода от 1-й к 3-й группе, отчетливо прослеживаются следующие тенденции. Во-первых, заметно сокращается диапазон вариации вероятностей переходов как внутри каждой зональной матрицы, так и в межзональном отношении. Поэтому возникающие в структуре зональных матриц у лиц 3-й группы функциональные ядра значительно уступают их выраженности у лиц 2-й и особенно 1-й групп. Выявленные нами особенности пространственной организации паттерна ЭЭГ не противоречат представлениям о равновероятной смене компонент ЭЭГ у лиц с низкой пластичностью нейродинамических процессов [6]. Однако другая обнаруженная закономерность вынуждает несколько пересмотреть прежние взгляды относительно данной категории лиц, а именно, снижение выраженности альфа-функциональных ядер сопровождалось возрастанием значимости бета-ядра, т. е. вместо предполагаемого разрушения значимых функциональных связей у испытуемых 3-й группы происходило замещение одного ЭЭГ-паттерна другим.

Неслучайный характер взаимозависимых изменений альфа- и бета-ядерных структур ЭЭГ подтверждается не только при сравнении 3 групп,

но и внутри каждой выборки при смене функционального состояния ЦНС. Сдвиги, наступающие при открывании глаз, заключались в перераспределении функциональной значимости между альфа- и бета-активностью в пользу последней. Степень редукции альфа-ядра зависела от вероятности альфа-переходов, определяемой в состоянии информационно-сенсорного покоя. Если альфа-переходы в зональной матрице были достаточно высоковероятны при закрытых глазах ( $P=0,625$ ), то они образовывали альфа-ядро и при открытых глазах. Когда организующая роль альфа-ритма в состоянии информационно-сенсорного покоя была выражена не столь ярко ( $P=0,375—0,625$ ), при зрительной афферентации она, как правило, переходила к бета-ритму.

Таким образом, из 4 ритмов основную роль в организации частотно-временного паттерна ЭЭГ могут играть альфа- и/или бета-колебания. Если вероятность переходов к данным колебаниям невысока, то фокус вокруг тета- или дельта-вершины графа не образуется, и все взаимопереходы относительно равновероятны. Следовательно, все многообразие зональных матриц представляет собой различные варианты 3 основных типов организации последовательности ЭЭГ: а) матрица, имеющая функциональное ядро в диапазоне бета-ритма, б) матрица с функциональным ядром в диапазоне бета-ритма, в) матрица не имеющая выраженного функционального ядра. Кроме того, распространение на поверхности головного мозга этих ЭЭГ-паттернов, видимо, носит не случайный, а детерминированный характер.

Поэтому дальнейшая обработка состояла в топографическом картировании зональных матриц, приведении их к одному из 3 вышеуказанных типов ЭЭГ. Тот факт, что между вероятностями четырех переходов, образующих одно функциональное ядро, имелась устойчивая корреляция, позволил судить не только о наличии, но и о степени выраженности данного фокуса. Графически это осуществлялось следующим образом (рис. 4). Схематическая поверхность полушарий головного мозга разделилась на 8 изучаемых секторов, каждый из которых заштриховывался в соответствии с усредненной вероятностью переходов, относящихся к одному из двух возможных фокусов. Способ штриховки для альфа- и бета-ядер был различен. Интенсивность штриховки по мере усиления выраженности функционального ядра возрастала. В случае отсутствия в матрицах функционального ядра сектор оставался незакрашенным.

Видно, что в каждой группе складывается специфическое соотношение между областями, в которых доминирует тот или иной тип организации паттерна ЭЭГ. Однако сами принципы, по которым формируются области в различных группах, остаются неизменными. Так, зоны распространения вышеуказанных типов паттернов ЭЭГ пространственно не пересекаются. В каждой такой зоне выделяется высоковероятный локальный центр и менее вероятная периферия. Местонахождение таких центров на поверхности гемисфер достаточно устойчиво. В пределах одного полушария очаг альфа-активности располагается в окципитальном отделе. Бета-активный центр формируется в височной области. Подобное строение зон, по всей вероятности, является следствием доминантной природы распространения того или иного паттерна ЭЭГ: выявленные «очаги» альфа- и бета-функциональных ядер подчиняют себе биоритмику близлежащих отделов. Вовлечение в альфа-активную зону осуществляется от затылка в сагитальном направлении, а распространение бета-влияния происходит в направлении от виска к расположенным медиальнее кортикальным зонам. Степень распространения функционального ядра определяется его мощностью (или вероятностью) в самом эпицентре. В этом отношении, потенциальная мощность бета-очага качественно ниже, чем альфа-эпицентра, что объясняет неспособность вовлечения в бета-зону всех корковых отделов и появление у представителей

2-й и, особенно 3-й группы, больших участков коры, в структуре ЭЭГ которых нет какого-либо функционального ядра.

Обращает на себя внимание межполушарная асимметрия, которая выражается в превалировании одного из полушарных эпицентров. Из двух альфа-активных очагов, расположенных в затылочных зонах, более мощным является правосторонний центр. Из двух темпоральных очагов бета-активности большим влиянием обладает, наоборот, левовисочная зона.

В совокупности приведенные факты позволяют выдвинуть концепцию конкурентного взаимодействия в коре альфа- и бета-структурных паттернов ЭЭГ, т. е. нами предполагается, что межцентральное взаимодействие осуществляется благодаря активному вовлечению в альфа- и бета-структурные очаги. Их баланс, имеющий ярко выраженную индивидуальность, заметно сдвигается при смене функционального состояния. При этом мозг оперирует довольно крупными кортикальными блоками. Это дает основание утверждать, что ритмика биопотенциалов мозга не только отражает нейрофизиологические механизмы деятельности, но и является активным регулирующим механизмом, обеспечивающим пространственную интеграцию дистантно расположенных корковых центров [3].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Brazier M. A. B., Casby J. U. Cross-correlation and autocorrelation studies of electroencephalographic potentials // *EEG and Clin Neurophysiol*— 1952.— V. 4.— P. 201—211.
2. Brazier M. A. B., Barlow J. S. Some applications of correlation analysis of clinical problems in electroencephalography // *EEG and Clin Neurophysiol*— 1956.— V. 8.— P. 325—331.
3. Шеповальников А. Н. Пространственно-фазовая структура поля биопотенциалов мозга и функциональное состояние человека // *Успехи физиол. наук*. — 1987. — Т. 18. — № 3. — С. 68—79.
4. Aoley W. R., Kado R. T., Mellwain I. T., Walter D. O. The role of neuronal elements in regional cerebral impedance changes in alerting, orienting and discriminative response // *Neurol.* — 1966. — V. 15. — N4. — P. 490—510.
5. Гриндель О. М. Частотный и корреляционный анализ электроэнцефалограммы человека в норме и при очаговых поражениях головного мозга. Докт. дисс. — М., 1966.
6. Жирмунская Е. А. Уровень асимметрии восходящих и нисходящих фронтов волн и кросс-корреляционные функции при различных типах ЭЭГ человека // *Проблемы пространственной синхронизации биопотенциалов головного мозга*. — Пушкино-на-Оке, — 1973. — С. 145—149.
7. Ливанов М. Н. Пространственная организация процессов головного мозга. — М.: Наука, 1972.
8. Кипст И. Н., Кориневский А. В., Курова Н. С. Динамика пространственных соотношений биопотенциалов коры больших полушарий. — М.: Наука, 1976.
9. Сороко С. И., Бекшаев С. С., Сидоров Ю. А. Основные типы механизмов саморегуляции мозга — Л.: Наука, 1990. — 205 с.
10. Jasper H. H. Report of committee on methods of clinical examination in EEG: Appendix; The ten-twenty electrode system of the International Federation // *EEG and Clin. Neurophysiol.*— 1958.— № 10.— P. 371.

Институт физиологии  
и экспериментальной патологии высокогорья  
АН Республики Кыргызстан

Поступила  
13 января 1992 г.

#### КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 547.917:582.293.384

Э. А. Байджигитова, В. А. Афанасьев

#### ПОЛИСАХАРИДЫ ЛИШАЙНИКОВ

Перспективными биостимуляторами являются полисахариды, извлекаемые из различных ботанических источников и обладающие нецитотоксичным противоопухолевым действием. К настоящему времени исследованы полисахариды различного происхождения — дрожжевые, бактериальные, растительные, полисахариды лишайников и грибов; установлено, что последние обладают наиболее высокой противоопухолевой активностью. Обнаружена связь структуры полисахаридов с их биологическим действием, а также отмечено характеристическое содержание полисахаридов определенного типа в соответствующих видах лишайников.

Противоопухолевые полисахариды лишайников — это, главным образом, гомоглюканы линейного строения, содержащие (1→3), (1→4) — β—D— и (1→6) — β—D— глюкозные звенья. Полисахариды такой структуры были выделены из лишайников рода *Cetraria* [1], рода *Umbilicaria* [2], рода *Alectoria* [3]. Содержание частично ацелированных (1→6) — β—D— глюканов с противоопухолевым действием является характеристическим для лишайников рода *Umbilicaria* [2].

Нами впервые изучены полисахариды массовых, часто встречающихся в предгорьях Иссык-Куля лишайников *Acarospora chlorophana*, *Caloplaca calopisma*, *Caloplaca elegans*. Установлено, что их полисахаридные комплексы содержат ряд водо- и щелочерастворимых полисахаридов. Так, из лишайника *Acarospora chlorophana* выделены водорастворимые: линейный глюкан с (1→3), (1→4)—α— связями, выход 1,35%, галактоманнан, выход 0,82%, галактан, выход 2,48%, и два щелочерастворимых полисахарида, построенных из галактозы и глюкозы с выходами 9,35% и 1,07%. В лишайниках *Caloplaca* основной водорастворимый полисахарид построен из глюкозы и маннозы, выход 4,81%, а три щелочерастворимых полисахарида, общий выход 14,66%, являются глюканами линейного типа с преобладанием α—D— конфигурации глюкозидных связей.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Shibata S., Nishikawa J., Fukuoka F. // *Jap. Pat.* 71, 17, 147 (1971) / *Chem Abstr.*— V. 75, —67, —474, —1971.
2. Nishikawa J., Tanaka M., Shibata S., Fukuoka F. // *Chem. Pharm. Bull.*— B. 18,— P. 1431—1434,—1970.
3. Takeda T., Funatsu M., Shibata S., Fukuoka F. // *Chem. Pharm. Bull.* — B. 20.— P. 2445 — 2449,— 1972.

Институт органической химии  
АН Республики Кыргызстан

Поступила  
6 сентября 1989 г.

## МАЗМУНУ

### Химия

- Г. Э. Усубалиева, А. А. Джиенбекова, Ф. М. Абдукаримова.* Темир составдуу таштандылардан кремний кош оксидин бөлүп алуунун кинети-касын изилдөө 3
- Р. Рапкомова, М. Я. Ницадьева, М. К. Кыдынов.* Пиперазин-сульфаты менен метал туздарынын комплекси тууралык 6
- А. Сатывалдиев, У. А. Асанов, Б. У. Утиров, Т. Т. Кудайбергенев.* Вольфрам карбинин катуу куймаларын электроэрозиялоодо алынган продуктуларды изилдөө 11
- И. Е. Сакавов, С. Т. Актанов, Б. С. Намазова, А. А. Лайлиева.* 25°C дагы сульфат кобальттан, никотинамид жана суудан турган үч компоненттүү система 16
- Ч. А. Усупбаева, Ж. Турдуева, К. Ш. Шатемиров, О. Б. Белеков.* Катуу эмульгаторлор кошулган эмульсиялардын серпилгичтик-ийилчектик-жабышкактык касиеттери 18
- Ф. В. Пищугин, В. Е. Кузнецов, З. Ш. Шаршеналиева.* Циклиттердин О-нитроэфирлеринин кычкылданып айлануу механизми 23
- Г. Н. Осмонканова, Т. И. Усманов, Р. И. Сарыбаева.* ЯМР<sup>13</sup>С методу менен целлюлозанын ацетатындагы ацетил группасынын бөлүнүшүн изилдөө 24
- А. П. Кебез, З. К. Маймеков, С. Б. Иманакунев.* Мазут жана суу кошулган мазуттун күйүү процессин ЭВМдин жардамы менен моделдештирүү 29

### Биохимия

- П. П. Валуйский, Н. А. Маркович, В. С. Тыщенко.* Trichoderma lignophilum целлюлоза азык-түлүгүн чыгарууда лигноцеллюлоза таштандысынын колдонулушу 32
- Т. А. Корчубекова, Г. М. Алешина, Т. Ч. Чекиров, В. Н. Кокряков, К. Уракунова.* Сүттүн лактоферрини жана кой канынын тунмасы 36

### Биология

- А. В. Балыкин, К. З. Каракеев.* Ысык-Көлдөгү бактериопланктондун структурасынын калыпка салыным өзгөчөлүктөрү 41
- К. И. Исаков.* Жайыт: абалы, проблемалары, чечмелениши жана башкарылышы 44
- Э. Турдукулов, К. Шалпыков.* Ысык-Көлдүн батыш тарабындагы галофиттер транспирациясынын интенсивдүүлүгү 51
- П. А. Чиров, А. В. Бочков, С. Н. Рыбин.* Кыргызстанда жашаган Cheyletidae тукумундагы кенелер 55
- Л. А. Кустарева, М. М. Токобаев, П. Н. Ан.* Кыргызстандагы (Crustacea, Notostraca) табуу жөнүндө 59
- Т. Токмергенев.* Хангайлык, гоби-алтайлык жана корум момолойло рунун экстерьердик жана тиш метрикалык белгилерин салыштыруу 60
- М. М. Токобаев, А. М. Мурсалиев, Г. А. Ниязова, М. Д. Алыбаева.* Ысык-Көл шаарынын булганышын геохимиялык жактан текшерүү 65

### Физиология

- А. С. Сепишева, Г. И. Ибраимова.* Гипоксикалык жана гипотермикалык типотермия абалындагы чычкандардын жылуулукту бөлүп чыгаруу ылдамдыгы 69
- Г. А. Захаров.* Тоо этегинде жана орто бийиктикте он беш жолу-дока алган иттердин коронардык артериясын окклюзиялаганда (кыстырганда) электролиттердин өзгөрүшү 70
- Э. С. Матыев, В. А. Фролов, С. М. Чибисов, М. Б. Мамбетсадыков.* Жүрөктүн иштешинин ар түрдүү көрсөткүчтөрүнүн циркадиандык ритмдеринин интеграциясы жана сезондук фактору 76
- С. И. Сороко, А. П. Соломко, Р. М. Димаров, М. Юнусов.* Ар түрдүү нейродинамика ийкемдүүлүк деңгээлиндеги адамдардын жаштык-мезгил ЭЭГ паттернинин мейкиндиктеги түзүлүшү 79

### Краткие сообщения

- Е. А. Байжигитова, В. А. Афанасьев.* Энгилчектердин полисахариддери 85

## СОДЕРЖАНИЕ

### Химия

- Г. Э. Усубалиева, А. А. Джиенбекова, Ф. М. Абдукаримова.* Исследование кинетики выщелачивания диоксида кремния из железосодержащих отходов 3
- Р. Рапкомова, М. Я. Ницадьева, М. К. Кыдынов.* О комплексах пиперазин-сульфата с солями металлов 6
- А. Сатывалдиев, У. А. Асанов, Б. У. Утиров, Т. Т. Кудайбергенев.* Исследование продуктов электроэрозии твердых сплавов на основе карбида вольфрама 11
- И. Е. Сакавов, С. Т. Актанова, Б. С. Намазова, А. А. Лайлиева.* Тройная система из сульфата кобальта, никотинамида и воды при 25°C 16
- Ч. А. Усупбаева, Ж. Турдуева, К. Ш. Шатемиров, О. Б. Белеков.* Упруго-пластично-вязкие свойства эмульсий с добавками твердых эмульгаторов 18
- Ф. В. Пищугин, В. Е. Кузнецов, З. Ш. Шаршеналиева.* Механизм окислительных превращений О-нитроэфиров циклитов 23
- Г. Н. Осмонканова, Т. И. Усманов, Р. И. Сарыбаева.* Исследование распределения заместителей в ацетатах целлюлозы методом ЯМР<sup>13</sup>С 24
- А. П. Кебез, З. К. Маймеков, С. Б. Иманакунев.* Физико-химическое моделирование на ЭВМ процесса горения жидкого топлива и водомазутных эмульсий 29

### Биохимия

- П. П. Валуйский, Н. А. Маркович, В. С. Тыщенко.* Использование лигноцеллюлозных отходов для продукции целлюлаз Trichoderma lignophilum 32
- Т. А. Корчубекова, Г. М. Алешина, Т. Ч. Чекиров, В. Н. Кокряков, К. Уракунова.* Лактоферрин молока и сыворотки крови овец 36

### Биология

- А. В. Балыкин, К. З. Каракеев.* Особенности формирования структуры бактериопланктона озера Иссык-Куль 41
- К. И. Исаков.* Пастбища: состояние, проблемы, решение и управление 44
- Э. Турдукулов, К. Шалпыков.* Интенсивность транспирации галофитов Западного Прииссыккулья 51
- П. А. Чиров, А. В. Бочков, С. Н. Рыбин.* Клещи семейства Cheyletidae Кыргызстана 55
- Л. А. Кустарева, М. М. Токобаев, П. Н. Ан.* О нахождении шитней (Crustacea, Notostraca) в Кыргызстане 59
- Т. Токмергенев.* Сравнение экстерьерных и зубных метрических признаков хангайской, гоби-алтайской и серебристой полевок 60
- М. М. Токобаева, А. М. Мурсалиев, Г. А. Ниязова, М. Д. Алыбаева.* Геохимическая оценка загрязнения г. Иссык-Куль 65

### Физиология

- А. С. Сепишева, Г. И. Ибраимова.* Скорость тепловыделения у мышей при гипоксической и гипотермической гипотермии 69
- Г. А. Захаров.* Изменение электролитного обмена при окклюзии коронарной артерии на фоне кратковременной нагрузки ДОКА у собак низкогогорья и среднегорья 70
- Э. С. Матыев, В. А. Фролов, С. М. Чибисов, М. Б. Мамбетсадыков.* Интеграция циркадианных ритмов различных показателей деятельности сердца и фактор сезонности 76
- С. И. Сороко, А. П. Соломко, Р. М. Димаров, М. Юнусов.* Пространственная организация частотно-временного паттерна ЭЭГ у лиц с различным уровнем нейродинамической пластичности 79

### Краткие сообщения

- Э. А. Байжигитова, В. А. Афанасьев.* Полисахариды лишайников 85

## CONTENTS

### Chemistry

- G. E. Usubalieva, A. A. Dzhiembekova, F. M. Abduraimova.* Research on kinetics of silicon-dioxide decreasing content out of ferri-ferous waste materials 3
- R. Rapkova, M. Ja. Nifadieva, M. K. Kydynov.* The complexes of piperazin-sulfate with metallic salts 9
- A. Satyvaldiev, U. A. Asanov, B. U. Utirov, T. T. Kudaibergenov.* Investigation on the products of electroerosion of the solid alloys on the base of carbide 11
- I. E. Sakavov, S. T. Aktanova, B. S. Namazova, A. A. Lailieva.* The riple system from cobaltous sulfate, nicotinamide and water at 25°C. 16
- Ch. A. Usupbaeva, Dz. Turdueva, K. Sh. Shatemirow, O. B. Belevov.* The elastic-plastic-viscous properties of emulsion with additives of solids agents 18
- Ph. V. Pishugin, V. E. Kuznetsov, Z. Sh. Sharshenalieva.* The oxidizing changes of cyclitol O-nitroethers mechanism 23
- G. N. Osmonkanova, T. I. Usmanov, R. I. Sarybaeva.* Distribution Research of Substitutes in the Cellulose acetates by the NMR <sup>13</sup>C method 24
- Kebets A. P., Maimekov Z. K., Imanakunov S. B.* Computer Physical-Chemical Emulation of Liquid Fuel and Black Oil-Water Emulsion Combustion Process 29

### Biochemistry

- P. P. Valuisky, N. A. Markovitch, V. S. Tyshenko.* Lignocellulosic wastes ntilization for cellulases production 32
- T. A. Korchubekova, G. M. Alechina, T. Ch. Chekirov, V. N. Kokrajikov, K. Urakunova.* Milk lactoferrin and blood serum of sheep 36

### Biology

- A. V. Balykin, K. Z. Karakeev.* Formation peculiarities of bacterio-plankton structure of the Issyk-Kul lake 41
- K. I. Isakov.* Pastures: state, problems, decision and menagement 44
- E. Turdukulov, K. Schalpykov.* The intensity of transpiration of Western Issyk-Kul area halophytes 51
- P. A. Chirov, A. V. Bochkov, S. N. Rybin.* The cheyletidae family mites of Kyrghyzstan 55
- L. A. Kustareva, M. M. Tokobaev, P. N. An.* On ocskurenze of nonost-roca in Kyrghyzstan 59
- T. Tokmergenov.* Comparison of exterior and tooth metric symptoms of Hangan, Gobi-altai and Royal high mountain vole 60
- M. M. Tokobaev, A. M. Mursaliev, G. A. Niyazova, M. D. Alybaeva.* Geochemical estimation of town Issyk-Kul contamination 65

### Physiology

- A. S. Sepisheva, G. I. Ibraimova.* Heat exchange rate during hypoxic and hypothermic hypothermia in mice 69
- G. A. Zakharov.* Electrolyte metabolism change in coronary artery occlusion during the short-term DOKA load in dogs at low and medium altitude 70
- E. S. Matyev, V. A. Frolov, S. M. Chibisov, M. B. Mambetsadykov.* Circadianic rhythms integration of various heart activity indexes and season factor 76
- S. I. Soroko, A. P. Solomko, R. M. Dimarov, M. Jinusov.* Space organization of frequency-temporal pattern of EEG in persons with different level of neurodynamic plasticity 79

### Short communication

- E. A. Baijighitova, V. A. Afanasiev.* Polysaccharides of lichenes 85

УДК 669.1:661.872.92.094.58.7

Исследование кинетики выщелачивания диоксида кремния из железосодержащих отходов. Усубалиева Г. Э., Джиенбекова А. А., Абдукаримова Ф. М. Изв. АН Республики Кыргызстан. Хим.-техн. и биол. науки, 1992, № 1, с. 3.

Статья посвящена экспериментальному изучению кинетики выщелачивания для установления лимитирующей стадии, необходимой для отыскания оптимальных условий.

Приведены полученные данные степени выщелачивания при оптимальном режиме. Изучены зависимости степени выщелачивания от температуры, концентрации выщелачивающего реагента и продолжительности процесса. Определены порядок процесса выщелачивания и энергия активации в области низких и высоких температурах.

УДК 546.562.226+547.681.3

О комплексах пиперазин-сульфата с солями металлов. Рапкова Р., Нифадьева М. Я., Кыдынов М. К. Изв. АН Республики Кыргызстан. Хим. -техн. и биол. науки, 1992, № 1, с. 6.

Из насыщенных водных растворов при 25°C выделены комплексы сульфатов цинка, кадмия, меди, марганца, кобальта, никеля с пиперазин-сульфатом состава  $MeSO_4 \cdot C_4H_{12}N_2SO_4 \cdot 6H_2O$  и подтверждена их индивидуальность: определена растворимость в воде, органических растворителях; измерена удельная масса кристаллов; изучены термическая устойчивость комплексов, их строение.

УДК 621.789.1:546.261

Исследование продуктов электроэрозии твердых сплавов на основе карбида вольфрама. Сатывалдиев А., Асанов У. А., Утиров Б. У., Кудайберген Т. Т. Изв. АН Республики Кыргызстан. Хим.-техн. и биол. науки, 1992, № 1, с. 11.

Показано, что при электроэрозии твердых сплавов типа ВК, ТК в четыреххлористом углеводе, хлороформе одновременно с диспергированием твердого сплава происходит отделение карбидных фаз от связующего металла в результате различной хлорируемости компонентов твердых сплавов. Отожженные продукты представляют собой готовые к использованию в качестве исходных компонентов для получения соответствующих твердых сплавов.

УДК 547.233'121.2'122.6'173.2(045)

Тройная система из сульфата кобальта, никотинамида и воды при 25 С. Сакавов И. Е., Актанова С. Т., Намазова Б. С., Лайлиева А. А. Изв. АН Республики Кыргызстан. Хим.-техн. и биол. науки, 1992, № 1, с. 16.

Изучено взаимодействие тройной системы из сульфата кобальта, никотинамида и воды при 25°C. Выявлено образование нового двойного соединения  $2CoSO_4 \cdot 3C_6H_6N_2O \cdot 7H_2O$  и изучены их физико-химические константы растворимости в различных органических растворителях. Определена плотность кристаллов пикнометрическим методом. Соединение  $2CoSO_4 \cdot 3C_6H_6N_2O \cdot 7H_2O$  имеет удельную массу  $d=1,08 \text{ г/см}^3$ . Установлена термическая устойчивость соединения  $2CoSO_4 \cdot 3C_6H_6N_2O \cdot 7H_2O$ .

УДК 541.182:667.6

Упруго-пластично-вязкие свойства эмульсий с добавками твердых эмульгаторов. Усупбаева Ч. А., Турдуева Ж., Шатемиров К. Ш., Белеков О. Б. Изв. АН Республики Кыргызстан. Хим.-техн. и биол. науки, 1992, № 1, с. 18.

Приведены результаты изучения структурно-механических свойств системы шерстный жир — керосин — вода с добавками глины и железного сурика. Установлено, что в интервале добавок 9—15% глины и 0,5—2% железного сурика эмульсия приобретает устойчивость, а цвет ее становится достаточно интенсивным.

УДК 547.917

Механизм окислительных превращений О-нитроэфиров циклитов. Пишугин Ф. В., Кузнецов К. Е., Шаршеналиева З. Ш. Изв. АН Республики Кыргызстан. Хим.-техн. и биол. науки, 1992, № 23.

Изучено взаимодействие гекса—О—нитрата миоинозита с аммиаком и аминами различной структуры и основности. Выделены и идентифицированы промежуточные и конечные продукты окисления гексанитрата. Методом УФ-спектроскопии изучено превращение промежуточных продуктов в конечные. Показано, что в случае аммиака, вторичных и третичных аминов, в качестве конечных продуктов образуются соли кроконовой кислоты. В случае первичных аминов образуются димины тетрагидрокси-п-бензохиона.

УДК 547.458.82:543.422.5

Исследование распределения заместителей в ацетатах целлюлозы методом ЯМР<sup>13</sup>С. Осмонканова Г. Н., Усманова Т. И., Сарыбаева Р. И. Изв. АН Республики Кыргызстан. Хим.-техн. и биол. науки, 1992, № с. 24..

Методом ЯМР<sup>13</sup>С-спектроскопии в растворе изучено распределение ацетильных групп в ангидроглюкозном звене в ацетатах целлюлозы, полученных в присутствии кислот Льюиса.

УДК 662.62:662.61.001.57 (04)

**Физико-химическое моделирование на ЭВМ процесса горения жидкого топлива и водомазутных эмульсий.** Кебез А. П., Маймеков З. К., Иманакунуов С. Б. Изв. АН Республики Кыргызстан. Хим.-техн. и биол. науки, 1992, № 1, с. 29.

Методом физико-химического моделирования на ЭВМ с использованием универсальной программы «Астра-3» рассчитан равновесный состав продуктов горения мазута и водомазутных эмульсий в зависимости от температуры горения, количества окислителя и содержания воды. Установлено, что по соотношению в продуктах горения сернистого газа и окислов азота можно производить оценку режима горения жидкого топлива.

УДК 663.53:636.84:636.086.61:633.11

**Использование лигноцеллюлозных отходов для продукции целлюлоз Trichoderma lignorum.** Валуцкий П. П., Маркович Н. А., Тыщенко В. С. Изв. АН Республики Кыргызстан. Хим.-техн. и биол. науки, 1992, № 1, с. 32.

Изучено образование эндогликаназной и суммарной целлюлолитической активностей Trichoderma lignorum 19 при поверхностном культивировании на пшеничных отрубях, пшеничной соломе и фильтровальной бумаге. Установлен высокий уровень образования целлюлаз при использовании пшеничных отрубей в качестве субстрата роста. Зависимость скорости осахаривания соломы культурами гриба от продолжительности культивирования позволяет прогнозировать оптимальные сроки приготовления кормов из пшеничной соломы.

УДК 577.1:637.173+636.3:612.1

**Лактоферрин молока и сыворотки крови овец.** Корчубекова Т. А., Алешина Г. М., Чекиров Т. Ч., Кокряков В. Н., Уракунова К. Изв. АН Республики Кыргызстан. Хим.-техн. и биол. науки, 1992, № 1, с. 36.

Предпринята попытка разработать методику выделения лактоферрина из молока и нейтрофильных гранулоцитов крови овец, изучить его некоторые физико-химические и биологические свойства, отработать способы количественного определения уровня ЛФ в сыворотке крови овцематок и ягнят, а также в молочном секрете в динамике — до и после ягнения.

УДК 628.353.153

**Особенности формирования структуры бактериопланктона озера Иссык-Куль.** Балыкин А. В., Каракеев К. З. Изв. АН Республики Кыргызстан. Хим.-техн. и биол. науки, 1992, № 1, с. 41.

Изучены численные показатели и распределение бактериопланктона в озере Иссык-Куль. Выявлены доминантные группы бактерий в литорали и пелагиали. Установлено, что структура бактериопланктона литорали прямо зависит от интенсивности антропогенного воздействия. Количественный и видовой состав микрофлоры озера изменяются в зависимости от сезона года.

УДК 633.2.033

**Пастбища: состояние, проблемы, решение и управление.** Исаков К. И. Изв. АН Республики Кыргызстан. Хим.-техн. и биол. науки, 1992, № 1, с. 44.

Дан ретроспективный анализ проблемы, рассмотрены биоэкологические и экономические принципы и стратегия управления пастбищными ресурсами, комплексные методы освоения и мелиорации растительности, являющейся живой частью (причем первоосновой) экосистем горных систем Тянь-Шаня.

УДК 581.526.52:581.116.1 (575.23)

**Интенсивность транспирации галофитов Западного Прииссыккуля.** Турдукулов Э., Шалпыков К. Изв. АН Республики Кыргызстан. Хим.-техн. и биол. науки, 1992, № 1, с. 51.

Рассматриваются результаты эколого-физиологических исследований, в частности интенсивности транспирации галофитов, доминирующих в каменистых пустынях Западного Прииссыккуля. Установлено, что в результате приспособлений к засолению почвы и ксеротермическим условиям этого района, выработанных в процессе эволюции у галофитов происходят существенные морфофизиологические изменения, которые направлены в сторону экономного расхода воды путем снижения интенсивности транспирации.

УДК 576.895.42

**Клещи семейства Cheyletidae Кыргызстана.** Чиров П. А., Бочков А. В., Рыбин С. Н. Изв. АН Республики Кыргызстан. Хим.-техн. и биол. науки, 1992, № 1, с. 55.

Обработкой собственных материалов и данных литературы на территории республики выявлено 11 родов и 20 видов хейлетид, из них 3 рода и 5 видов оказались новыми для фауны республики и один вид — новым для науки.

УДК 595.323.2/575.2

**О нахождении щитней (Crustacea, Nothostaca) в Кыргызстане.** Кустарева Л. А., Токобаев М. М., Ан П. Н. Изв. АН Республики Кыргызстан. Хим.-техн. и биол. науки, 1992, № 1, с. 59.

Приводятся сведения о первых находках щитня, широко распространенного на юге европейской части СССР, Кавказе и Закавказье. Высказывается мнение, что Trichops cancriformis L. является вселенцем и на территории Кыргызстана появился в результате акклиматизационных и рыбоводных мероприятий. Освещаются меры борьбы с листоногими раками в прудовых хозяйствах.

УДК 599.323.4:591.471.4

**Сравнение экстерьерных и зубных метрических признаков хангайской, гоби-алтайской и серебристой полевок.** Токмергенов Т. Изв. АН Республики Кыргызстан. Хим.-техн. и биол. науки, 1992, № 1, с. 60.

На основе анализа промеров тела и моляров M<sup>3</sup> и M<sub>1</sub> установлено, что по рассматриваемым признакам наиболее крупными экстерьерными размерами, за исключением длины хвоста, обладает хангайская полевка, наименьшими — серебристая. По размерам M<sup>3</sup> максимальные значения отмечены у серебристой полевки, минимальные — у гоби-алтайской. Причем в старших возрастных группах различия по длине M<sup>3</sup> нивелируются у всех трех форм скальных полевек, в то время как по длине талонуса M<sup>3</sup> различия более устойчивы. Наибольшая длина хвоста отмечена у серебристой полевки, наименьшая — у гоби-алтайской. Хангайская полевка имеет большую длину хвоста, чем у гоби-алтайской, тем не менее сопоставима с ней по значениям этого признака. Причем отмечена сравнительно низкая изменчивость длины хвоста у монгольских форм и, напротив, широкий размах изменчивости этого признака у серебристой полевки. Полагая более жесткую скоррелированность длины тела и длины плеанты с общими размерами тела по сравнению с высотой уха и длиной хвоста, по сходству в размерах двух последних признаков, а также сходству в изменчивости длины хвоста гоби-алтайской и хангайской полевек делается вывод об их более близком филогенетическом родстве. Подтверждение этого вывода усматривается и в сходстве в метрических признаках M<sup>3</sup>.

УДК 550.47:543.73 (575.2) (04)

**Геохимическая оценка загрязнения г. Иссык-Куль.** Токобаев М. М., Мурсалиев А. М., Ниязова Г. А., Алыбаева М. Д. Изв. АН Республики Кыргызстан. Хим.-техн. и биол. науки, 1992, № 1, с. 64.

Дана оценка степени загрязнения тяжелыми металлами почвенного и растительного покрова в различных регионах г. Иссык-Куль.

УДК 612.273.2.014.43—019.932.34

**Скорость тепловыделения у мышей при гипоксической и гипотермической гипотермии.** Сепишева А. С., Ибраимова Г. И. Изв. АН Республики Кыргызстан. Хим.-техн. и биол. науки, 1992, № 1, с. 68.

Целью работы явилось выяснение различия в восстановительном процессе тепловыделения у мышей при гипоксической и гипотермической гипотермии. Показано, что восстановление теплообмена у мышей после снижения ректальной температуры на 5°C, вызванное гипоксическим и гипотермическим воздействием, протекает неоднотипно: у животных после гипоксии нарастание теплопродукции происходит медленно, что свидетельствует о более глубоких следовых изменениях в их организме.

УДК 616.127—0058.001.5+616.152+612.018 (2307)

**Изменение электролитного обмена при окклюзии коронарной артерии на фоне кратковременной нагрузки ДОКА у собак низкогогорья и среднегорья.** Захаров Г. А. Изв. АН Республики Кыргызстан. Хим.-техн. и биол. науки, 1992, № 1, с. 69.

В работе исследовалась динамика изменения электролитов в плазме и эритроцитах крови при введении ДОКА (1 мг/кг веса) и окклюзии коронарной артерии у «равнинных» (г. Бишкек, 760 м) и «горных» (поб. оз. Иссык-Куль, 1600 м) собак. Определялось содержание Na и K в органах и тканях через 15 суток инфаркта.

Установлено, что в условиях низкогогорья введение ДОКА вызывает развитие гипернатриемии и гипокалиемии, которые усиливаются в начальные сроки после окклюзии коронарной артерии. В сердечной мышце задерживается Na и уменьшается K. В сосудах уменьшается уровень калия и увеличивается процентное содержание воды. У «горных» животных при введении ДОКА и окклюзии коронарной артерии изменения электролитного гомеостаза менее выражены и наступает их более быстрая нормализация при некотором увеличении или сохранении уровня K в тканях.

УДК 612.172.2—06.32—019.932.51

**Интеграция циркадианных ритмов различных показателей деятельности сердца и фактор сезонности.** Матыев Э. С., Фролов В. А., Чибисов С. М., Мамбетсадыков М. Б. Изв. АН Республики Кыргызстан. Хим.-техн. и биол. науки, 1992, № 1, с. 75.

Предпринята попытка проанализировать взаимосвязь ритмов различных показателей деятельности сердечно-сосудистой системы и взаимоотношения ритмов с различными периодами.

УДК 612.822:612.825

Пространственная организация частотно-временного паттерна ЭЭГ у лиц с различным уровнем нейродинамической пластичности. Сороко С. И., Соломко А. П., Димаров Р. М., Юнусов М. Изв. АН Республики Кыргызстан. Хим.-техн. и биол. науки, 1992, № 1, с. 78.

Данная работа посвящена изучению топографических особенностей взаимодействия основных компонентов ЭЭГ у лиц с различным уровнем пластичности нейродинамических процессов и выяснению функциональной роли отдельных ритмов в этих процессах.