ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱ
АКАДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

# ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
# ДОКЛАДЫ

LVI, № 3
1973

Խմբագրական կոլեգիա

Է. Գ. ԱՖՐԻԿՅԱՆ, կենսաբանական գիտությունների դոկտոր, Ա. Թ. ԲԱԲԱՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս, Ա. Ա. ԹԱԼԱԼՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ թղթակից-անդամ, Վ. Մ. ԹԱՌԱՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ թղթակից-անդամ, Վ. Հ. ՀԱՄԲԱՐՁՈՒՄՅԱՆ, ակադեմիկոս, Վ. Հ. ՂԱԶԱՐՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ թղթակից-անդամ (պատ. խմբագրի տեղակալ), Ս. Հ. ՄԻՐՋՈՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ թղթակից-անդամ, Ս. Ս. ՄԿՐՏՉՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս, Ա. Գ. ՆԱՋԱՐՈՎ, ՀՍՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս (պատ. խմբագիր), Օ. Մ. ՍԱՊՈՆՋՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ թղթակից-անդամ, Մ. Լ. ՏԵՐ-ՄԻՔԱՅԵԼՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ թղթակից-անդամ:

Редакционная коллегия

В. А. АМБАРЦУМЯН, академик, Э. Г. АФРИКЯН, доктор биологических наук, А. Т. БАБАЯН, академик АН АрмССР, В. О. КАЗАРЯН, чл.-корр. АН АрмССР (зам. отв. редактора), С. А. МИРЗОЯН, чл.-корр. АН АрмССР, С. С. МКРТЧЯН, академик АН АрмССР, А. Г. НАЗАРОВ, академик АН АрмССР (отв. редактор), О. М. САПОНДЖЯН, чл.-корр. АН АрмССР, А. А. ТАЛАЛЯН, чл.-корр. АН АрмССР, В. М. ТАРАЯН, чл.-корр. АН АрмССР, М. Л. ТЕР-МИКАЕЛЯН, чл.-корр. АН Арм ССР.

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ՀՐԱՏԱՐԱԿՉՈՒԹՅՈՒՆ

ԵՐԵՎԱՆ

ЕРЕВАН

Վ. Ա. Յավրյան—*Դիֆերենցիալ հավասարումների կանոնիկ սիստեմի սպեկտրալ մատրից-ֆունկցիայի ասիմպտոտիկայի մասին* . . . . . 129

ՖԻԶԻԿԱ

Ֆ. Ի. Հարությունյան, Ա. Հ. Միխիթարյան, Ռ. Ա. Հովհաննիսյան, Ի. Հ. Ութտումյան—*Արծաթի լուսարձակումը էլեկտրոնների ազդեցության տակ* . . . . 135

ԻՆԺԵՆԵՐԱՅԻՆ ՍԵՅՍՄՈԼՈԳԻԱ

Ա. Գ. Նազարով, Ս. Ս. Ղարիբյան—*Ինժեներային սեյսմոլոգիայի պրոբլեմատիկայի մասին կապված նոր սեյսմիկ սանդղակի կազմման հետ* . . . . . 140

ԱՆԱԼԻՏԻԿԱԿԱՆ ՔԻՄԻԱ

Գ. Ն. Շապոշնիկովա, Վ. Մ. Թառայան, Ն. Գ. Գալֆայան—*Ոսկու (III) փոխազդեցությունը 2-մերկապտո-4-6 դիօքսի-5 [4-մեթոքսի բենզիլ] պիրիմիդինի [ՄԴՊ] հետ* 142

ՀԱՆՔԱԲԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

Կ. Մ. Մուրադյան—*Բարիտային հանքանյութի երեվակում Հայկական ՍՍՀ Շամշադինի հանքային շրջանում* . . . . . 146

Մ. Ս. Ազիզբեկյան, Ռ. Գ. Մխիթարյան—*Ալավերդու հանքավայրի սերիցիտների մի քանի առանձնահատկությունների մասին* . . . . . 149

ՍՏՐԱՏԻԳՐԱՖԻԱ

Ա. Հ. Գաբրիելյան, Ս. Մ. Դրիզորյան—*Միջին և վերին էոցենի սահմանի առթիվ (բուժ նումուլիտային ֆաունայի)* . . . . . 154

ՄԻԿՐՈԲԻՈԼՈԳԻԱ

Վ. Դ. Ազատյան, Ա. Մ. Դիլանյան, Ի. Ր. Վարդանյան—*Ցրեգնրիկի կոլիցինատին շտամների վրա 3,6-դիմեթիլօկտին-4-դիոլ-3,6-ի ազդեցության մասին* . . . 161

ԲԻՈՖԻԶԻԿԱ

Վ. Հ. Ադոնց, Տ. Մ. Բիրշտեյն, Ա. Մ. Ակվորցով—*Միջմոլեկուլային անցումների տեսության* . . . . . 168

ԲԻՈՔԻՄԻԱ

Ռ. Մ. Սրապիոնյան, Ա. Ա. Գալոյան—*Սրտից անջատված նյութերի մասին, որոնք մասնակցում են պսակաձև շրջանառության նեյրոհումորալ կարգավորման մեխանիզմներում* 171

Ա. Ա. Սիմոնյան, Ս. Գ. Մովսիսյան—*Ցիտոխրոմօքսիդազման և սուկցինատդեհիդրոգենազան հավերի ուղեղում և լյարդում օնտոգենեզում* . . . . . 173

ԲՈՒՅՍԵՐԻ ՖԻԶԻՈԼՈԳԻԱ

Մ. Խ. Ջայլախյան, Ռ. Շ. Հարությունյան, Մ. Դ. Ստեփանյան, Ն. Ա. Կարապետյան—*Ռետարդանտ CCC-ի ազդեցությունը թիթեռնածաղկավոր բույսերի աճման և պարարտացման վրա մշակման տարբեր եղանակների դեպքում* . . . . 182

Վ. Հ. Ղազարյան, Լ. Ս. Մարկոսյան, Ի. Գ. Մատինյան—*Չարգացման տարբեր փուլերում գտնվող բույսերի արմատանյութի սպիտակուցների հետերոգենության մասին* . 189

## СОДЕРЖАНИЕ


Стр.

МАТЕМАТИКА

*В. А. Ярян*—Об асимптотике спектральной матрицы-функции канонической системы дифференциальных уравнений . . . . . 129

ФИЗИКА

*Ф. Р. Арутюнян, А. Х. Мхитарян, Р. А. Оганесян, Б. О. Ростомян*—Свечение серебра под действием электронов . . . . . 135

ИНЖЕНЕРНАЯ СЕЙСМОЛОГИЯ

*А. Г. Назаров, С. С. Арбинян*—К проблематике инженерной сейсмологии в связи с составлением новой сейсмической шкалы . . . . . 140

АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

*Г. Н. Шапошникова, В. М. Тараян, Н. Г. Галфаян*—Взаимодействие золота (III) с 2-меркапто-4-6 диокси-5 (4-метоксибензил)пиримидином (МДП) . . . 142

МИНЕРАЛОГИЯ

*К. М. Мурадян*—Новое проявление баритовых руд колчеданной формации в Шамшадинском рудном районе Армянской ССР . . . . . 146

*М. С. Азизбекян, Р. Г. Мхитарян*—Некоторые особенности серицитов Алавердского медного месторождения . . . . . 149

СТРАТИГРАФИЯ

*А. А. Габриелян, С. М. Григорян*—О границе среднего и верхнего эоцена по фауне нуммулитид . . . . . 154

МИКРОБИОЛОГИЯ

*В. Д. Азатян, А. М. Дилинян, Б. Б. Вартанян*—О действии 3,6-диметилоктин-4-диола-3,6 на колициногенные штаммы Фредерика . . . . . 161

БИОФИЗИКА

*В. Г. Адонц, Т. М. Бирштейн, А. М. Скворцов*—Теория внутримолекулярных переходов α- и β-структуры-клубок . . . . . 163

БИОХИМИЯ

*Р. М. Срапионян, Л. А. Галоян*—О наличии в сердце соединений, принимающих участие в нейрогуморальной регуляции коронарного кровообращения . 174

*А. А. Симонян, С. Г. Мовсесян*—Цитохромоксидаза и сукцинатдегидрогеназа в мозгу и печени кур в онтогенезе . . . . . 178

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

*М. Х. Чайлахян, Р. Ш. Арутюнян, М. Д. Степанян, Н. А. Карапетян*—Влияние Ретарданта CCC на рост и образование клубеньков у бобовых растений при различных способах обработки . . . . . 182

*В. О. Казарян, Л. С. Маркосян, И. Г. Матинян*—О гетерогенности белков пасоки растений, находящихся на разных фазах развития . . . . . 188

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

LVI 1973 3

УДК 517.94

МАТЕМАТИКА

В. А. Ярян

# Об асимптотике спектральной матрицы-функции канонической системы дифференциальных уравнений

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР Р. А. Александряном 3/X 1972)

1. Рассмотрим каноническую систему дифференциальных уравнений

$$Jy' + V(x)y = \lambda y \qquad (0 \leqslant x < l) \tag{1}$$

при граничном условии

$$y_2(0, \lambda) = 0. \tag{2}$$

Мы предполагаем, что

$$J = \begin{pmatrix} 0 & I \\ -I & 0 \end{pmatrix}, \quad V(x) = \begin{pmatrix} -B(x) & -A(x) \\ -A(x) & B(x) \end{pmatrix}, \quad y(x) = \begin{pmatrix} y_1(x) \\ y_2(x) \end{pmatrix},$$

где $I$—единичная матрица $n$-го порядка, $A(x)$ и $B(x)$ вещественные матрицы-функции $n$-го порядка, локально суммируемые на $(0, l)$.

Пусть прямоугольная матрица-функция $(2n \times n)$ $\chi(x, \lambda)$ удовлетворяет уравнению

$$J\chi' + V(x)\chi = \lambda\chi$$

и граничному условию

$$\chi_1(0, \lambda) = I, \qquad \chi_2(0, \lambda) = 0.$$

Как известно, существует неубывающая матрица-функция $\rho(\lambda)$ (т. н. спектральная матрица-функция задачи (1), (2)) $n$-го порядка, такая, что для любой $l$-финитной вектор-функции $f(x)$ $(0 < x < l)$ имеет место равенство Парсеваля:

$$\int_0^l f^*(x) f(x)\, dx = \int_{-\infty}^{\infty} F^*(\lambda)\, d\rho(\lambda) F(\lambda),$$

где

$$F(\lambda) = \int_0^{\infty} \chi^*(x, \lambda) f(x)\, dx.$$

ՀՀ ԳԱԱ ԳՐԱԴԱՐԱՆԻ ԳՐԱԴԱՐԱՆ

Цель этой заметки — найти асимптотику спектральной матрицы-функции $\rho(\lambda)$. Этот вопрос при $n=1$, $l=+\infty$ рассматривался в ([1]) и монографии ([2]).

Сначала приведем одну теорему, доказательство которой основано на известной тауберовой теореме В. А. Марченко ([3]).

Теорема 1. *Пусть неубывающая функция $\tau(\lambda)$ такая, что*

1) $$\int_{-\infty}^{+\infty}\frac{d\tau(\lambda)}{1+\lambda^2}<+\infty,$$

2) *функция*

$$\Omega(x)=\int_{\alpha}^{\infty}\left(1+\frac{i\lambda x}{1+\lambda^2}-e^{i\lambda x}\right)\frac{d\left(\tau(\lambda)-\frac{\lambda}{\pi}\right)}{\lambda^2} \tag{3}$$

*имеет первую абсолютно непрерывную производную для $|x|<l$ причем*

$$\Omega'(x)=\Omega'(0)+2\int_0^x H(s)\,ds,$$

*где $H(s)$ удовлетворяет условию Дини в нуле:*

$$\int_0^{\delta}\frac{|H(s)-H(+0)|}{s}\,ds<\infty \qquad (\delta>0).$$

*Тогда существует такая постоянная $C$, не зависящая от $l$ и $V(x)$, что*

$$\overline{\lim_{N,M\to\infty}}\left|\int_{-N}^{M}d\left(\tau(\lambda)-\frac{1}{\pi}\lambda\right)-\frac{1}{\pi i}(H(-0)-H(+0))\ln\frac{N}{M}-(H(-0)+\right.$$

$$\left.+H(+0))\right|\leqslant\frac{C}{l}. \tag{4}$$

Доказательство. Пусть $f(x)$ любая дважды непрерывно дифференцируемая функция на всей оси, финитная вне $(-l, l)$. Умножим обе части (3) на $f''(x)$ и проинтегрируем по $x$ от $-\infty$ до $+\infty$. После изменения порядка интегрирования и интегрирования по частям, получаем:

$$\int_{-\infty}^{\infty}E_f(\lambda)\,d\tau(\lambda)-\frac{1}{\pi}\int_{-\infty}^{\infty}E_f(\lambda)\,d\lambda=2\int_{-\infty}^{\infty}f(x)\overline{H(x)}dx, \tag{5}$$

где $E_f(\lambda)$ есть преобразование Фурье функции $f(x)$:

$$E_f(\lambda)=\int_{-\infty}^{\infty}e^{-i\lambda x}f(x)dx.$$

Теперь применим тауберовую теорему 4.1 В. А. Марченко ([3]), стр. 404), которая, очевидно, имеет место и для двупараметрического семейства функций $T(N, M, \lambda)$, обладающего свойствами $A$, $B$, $C$ ([3]), стр. 388). Возьмем

$$T(N, M, \lambda)=\begin{cases} 1, & -N<\lambda<M \\ 0, & \lambda<-N, \quad \lambda>M \\ \dfrac{1}{2}, & \lambda=-N, \quad \lambda=M \end{cases}$$

Тогда получим

$$\overline{\lim_{N,M\to\infty}}\left|\int_{-N}^{M} d\left(\tau(\lambda)-\frac{1}{\pi}\lambda\right)-2\int_{-\infty}^{\infty} f(N, M, x)\varphi\left(\frac{x}{l}\right)\overline{H(x)}\,dx\right|<\frac{C}{l}, \qquad (6)$$

где

$$f(N, M, x)=\frac{1}{2\pi}\,\frac{e^{iMx}-e^{-iNx}}{ix},$$

а $\varphi(x)$—бесконечно дифференцируемая четкая функция

$$\varphi(x)=\begin{cases} 1, & |x|\leqslant\dfrac{2}{3} \\ 0, & |x|\geqslant 1 \\ 0\leqslant\varphi(x)\leqslant 1, & \dfrac{2}{3}\leqslant|x|\leqslant 1 \end{cases}$$

Для любого $0<a<\dfrac{2}{3}l$ будем иметь

$$\int_{-\infty}^{\infty} f(N, M, x)\varphi\left(\frac{x}{l}\right)\overline{H(x)}\,dx=\frac{1}{2\pi}\int_{-a}^{a}\frac{e^{iMx}-e^{-iNx}}{ix}\,\overline{H(x)}\,dx+o(1)$$

при $M, N\to+\infty$

Из условий теоремы можно получить, что

$$\int_{-a}^{a}\frac{e^{iMx}-e^{-iNx}}{x}\,\overline{H(x)}\,dx=(\overline{H(+0)}-\overline{H(-0)})\ln\frac{N}{M}+i\pi(\overline{H(+0)}+\overline{H(-0)})+o(1).$$

Учитывая, что $H(t)=\overline{H(-t)}$ и соотношение (6), получаем (4).

Теорема 2. *Если матрица $V(x)$ непрерывна в $x=0$ и удовлетворяет условию Дини в нуле, то для спектральной матрицы функции задачи* (1), (2) *справедлива следующая асимптотика:*

$$\overline{\lim_{M,N\to+\infty}}\left|\int_{-N}^{M} d\left(\rho(\lambda)-\frac{1}{\pi}\lambda I\right)-\frac{1}{\pi}\,B(0)\ln\frac{N}{M}-A(0)\right|\leqslant\frac{C}{l}, \qquad (7)$$

*где $C$—некоторая постоянная.*

Доказательство. В работах М. Г. Крейна ([4] при $n=1$) и Ф. Э. Мелик-Адамяна ([5], общий случай) установлено, что если $\rho(\lambda)$ есть спектральная матрица-функция задачи (1), (2), то матрица-функция $\Omega(x)$ имеет первую абсолютно непрерывную производную в интервале $(-2l, 2l)$. Следовательно, для произвольного $n$-мерного вектора $a$, функция $(\rho(\lambda)a, a)$ удовлетворяет условиям теоремы 1 и для нее справедлива асимптотика (4).

Отсюда следует, что (4) имеет место также и для матрицы-функции $\rho(\lambda)$. Остается выразить матрицы $H(+0)$ и $H(-0)$ через $A(x)$ и $B(x)$.

С этой целью заметим ([4,5]), что по функции $2\Gamma_{2r}(0, 2r)=A(r)+iB(r)$ функция $H(t)$ восстанавливается единственным образом, при этом

$$\Gamma_r(t, s)+\int_0^r H(t-u)\Gamma_r(u, s)du=H(t-s) \quad (0\leqslant t, s\leqslant r<2l).$$

Отсюда следует, что $H(t)$ удовлетворяет условиям теоремы 1 и

$$H(-0)=\frac{1}{2}(A(0)+i(B(0)), \qquad H(+0)=\frac{1}{2}(A(0)-iB(0)).$$

Подставляя эти значения в (7), получаем (4).

В случае, когда $l=\infty$ легко получаем следующее утверждение.

Теорема 3. *Если матрица $V(x)$ непрерывна в $x=0$ и удовлетворяет в $x=0$ условию Дини, то для спектральной матрицы-функции задачи* (1), (2) *на полуоси имеет место формула*

$$\rho(\lambda)=\begin{cases}\dfrac{1}{\pi}\lambda I-\dfrac{1}{\pi}B(0)\ln\lambda+o(1), & \text{при } \lambda\to+\infty\\ \dfrac{1}{\pi}I-\dfrac{1}{\pi}B(0)\ln|\lambda|-A(0)+o(1), & \text{при } \lambda\to-\infty.\end{cases} \tag{8}$$

Следует отметить, что в ([1]) и монографии ([2], стр. 510) в одномерном случае ($n=1$) приведена неверная формула, а именно в асимптотике $\rho(\lambda)$ опущены логарифмический и свободный члены.

Так как любая симметрическая система уравнений $2n$-го порядка с общими самосопряженными граничными условиями унитарным преобразованием приводится к канонической системе (1), (2), то нетрудно переписать асимптотические формулы (7) и (8) в общем случае.

2. Рассмотрим теперь систему дифференциальных уравнений 1-го порядка на всей оси

$$By'+V(x)y=\lambda y \qquad (-\infty<x<\infty), \tag{9}$$

где $V(x)$—симметрическая локально суммируемая матрица-функция $n$-го порядка, а $B$—постоянная матрица, удовлетворяющая условиям

$$B^2=-I, \qquad B^*=-B.$$

Пусть $n$-мерная матрица $\chi(x, \lambda)$ удовлетворяет уравнению

$$B\chi' + V(x)\chi = \lambda\chi \qquad (-\infty < x < \infty)$$

и нормирована условием

$$\chi(0, \lambda) = I \tag{10}$$

Известно, что существует неубывающая $n$-мерная матрица-функция $\sigma(\lambda)$ (спектральная матрица-функция задачи (9)) такая, что для любой финитной вектор-функции справедливо тождество:

$$\int_{-\infty}^{\infty} f^*(x) f(x) dx = \int_{-\infty}^{\infty} F^*(\lambda) d\sigma(\lambda) F(\lambda),$$

где

$$F(\lambda) = \int_0^{\infty} \chi^*(x, \lambda) f(x) dx.$$

Справедлива следующая

Теорема 4. *Если $V(x)$ непрерывна в $x=0$ и*

$$\int_{-\delta}^{\delta} \left| \frac{V(x) - V(0)}{x} \right| dx < +\infty,$$

*то*

$$\sigma(\lambda) = \frac{1}{2\pi} \lambda I + \frac{1}{4\pi} (B + BV(0)B) \ln|\lambda| + o(1), \quad \text{при} \quad |\lambda| \to \infty \tag{11}$$

Доказательство. Обозначим через $\rho(\lambda)$ спектральную матрицу-функцию следующей задачи:

$$\begin{pmatrix} B & 0 \\ 0 & -B \end{pmatrix} \begin{pmatrix} y_1' \\ y_1' \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} V(x) & 0 \\ 0 & V(-x) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \end{pmatrix} = \lambda \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \end{pmatrix} \quad (-\infty < x < \infty) \tag{12}$$

$$y_1(0, \lambda) = \frac{\sqrt{2}}{2} I, \quad y_2(0, \lambda) = \frac{\sqrt{2}}{2} I. \tag{13}$$

Тогда нетрудно проверить, что $2\sigma(\lambda) = \rho(\lambda)$. С помощью унитарного преобразования

$$\begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \end{pmatrix} = \frac{\sqrt{2}}{2} \begin{pmatrix} I & -B \\ I & B \end{pmatrix} \begin{pmatrix} Z_1 \\ Z_2 \end{pmatrix}$$

задача (12), (13) приводится к виду

$$JZ' + W(x)Z = \lambda Z \qquad (0 \leqslant x < \infty)$$

$$Z_1(0) = I, \quad Z_2(0) = 0$$

где

$$W(x) = \frac{1}{2} \begin{pmatrix} V(x) + V(-x) & -V(x)B + V(-x)B \\ BV(x) - BV(-x) & -B(V(x) + V(-x))B \end{pmatrix}$$

Существует перестановочное с $J$ унитарное преобразование $H(x)$ (см. [6]), с помощью которого эта последняя задача приводится к каноническому виду

$$JU'+\tilde{V}(x)U=\lambda U \quad (0\leqslant x<\infty)$$

$$U_1(0,\lambda)=I, \qquad U_2(0,\lambda)=0,$$

где

$$Z=H(x)U, \qquad \tilde{V}(x)=\begin{pmatrix} -B(x) & -A(x) \\ -A(x) & B(x) \end{pmatrix}.$$

Учитывая, что $H(0)=I$ легко получить

$$B(0)=-\frac{1}{2}V(0)+BV(0)B, \qquad A(0)=0.$$

Так как $\rho(\lambda)$ будет спектральной матрицей-функцией этой последней задачи, то по теореме 3 получаем

$$\rho(\lambda)=\frac{1}{\pi}\lambda I+\frac{1}{2\pi}(V(0)+BV(0)B)\ln|\lambda|+o(1) \qquad (|\lambda|\to\infty)$$

что и доказывает равенство (11).

Отметим, что асимптотику $\sigma(\lambda)$ можно получить и в том случае, когда матрица $V(x)$ имеет разрыв в $x=0$, т. е. $V(+0)\neq V(-0)$.

Институт математики
Академии наук Армянской ССР

Վ. Ա. ՅԱՎՐՅԱՆ

## Դիֆերենցիալ հավասարումների կանոնիկ սիստեմի սպեկտրալ մատրից-ֆունկցիայի ասիմպտոտիկայի մասին

*Աշխատանքում ուսումնասիրվում է (1), (2) խնդրի սպեկտրալ ֆունկցիայի ասիմպտոտիկան։ Ապացուցված է հետևյալ թեորեմը։*

*Թ ե ո ր ե մ.* Եթե $V(x)$ մատրիցը անընդհատ է 0 կետում և այնտեղ բավարարում է Դինիի պայմանին, ապա տեղի կունենա հետևյալ ասիմպտոտիկան՝

$$\overline{\lim_{M,N\to\infty}}\left|\int_{-N}^{M}d\left(\rho(\lambda)-\frac{1}{\pi}\lambda I\right)-\frac{1}{\pi}B(0)\ln\frac{N}{M}-A(0)\right|\leqslant\frac{C}{l},$$

*որտեղ $\rho(\lambda)$-ն (1), (2) խնդրի սպեկտրալ ֆունկցիան է, իսկ $C$-ն հաստատուն է։*

## ЛИТЕРАТУРА—ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

[1] *И. С. Саргсян*, ДАН СССР, т. 166, № 5 (1966). [2] *Б. М. Левитан, И. С. Саргсян*, Введение в спектральную теорию, Изд. «Наука», М., 1970. [3] *В. А. Марченко*, Известия АН СССР, сер. матем., 19, 381—422, (1955). [4] *М. Г. Крейн*, ДАН СССР, т. 105, № 4 (1955). [5] *Ф. Э. Мелик-Адамян*, ДАН Арм. ССР, т. XV, № 4, (1967). [6] *В. М. Адамян*, ДАН СССР, т. 178, № 1 (1968).

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

LVI 1973 3

УДК 537.533.7+539.23

ФИЗИКА

Ф. Р. Арутюнян, А. Х. Мхитарян, Р. А. Оганесян, Б. О. Ростомян

# Свечение серебра под действием электронов

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР М. Л. Тер-Микаеляном 15/X 1972)

В работах ([1-4]) обсуждались результаты экспериментального исследования излучения в оптической части спектра, возникающего при облучении нерелятивистскими электронами поверхностей различных металлов в виде массивных образцов и тонких пленок. Особый интерес представляют данные для серебра; он обусловлен тем, что при скользящем угле падения электронов на поверхность серебра в области длин волн около ~3500 Å было обнаружено излучение большой интенсивности, необъясняемое теорией переходного излучения ([4,5]). Некоторые авторы ([4]) связывают это излучение с возбуждением поверхностных плазменных волн (из-за поверхностных неоднородностей эти волны могут излучаться в вакуум ([6])). Другие авторы ([5]) предполагают, что оно имеет природу тормозного излучения. Все эти рассмотрения носят лишь качественный характер (количественное сравнение экспериментальных данных с соответствующими теориями указанными авторами не приводится) и проблема серебра до настоящего времени остается открытой.

В настоящей статье приводятся экспериментальные результаты, полученные для массивных образцов серебра. Мишени представляют собой механически полированные серебряные пластинки толщиной ~0,2 *мм*. Некоторые мишени дополнительно, методом вакуумного напыления, покрываются слоем серебра толщиной $\geq$ 1 *мк*. Используются также мишени на стеклянной основе, покрытые серебром при различных скоростях напыления. В отличие от тонких пленок, массивные образцы всегда содержат неровности на поверхности, которые не устраняются даже при хорошей полировке. Кроме того, неровности, имеющиеся на основе, повторяются также на напыленной поверхности. Основные определения и обозначения, а также подробности экспериментального характера приводились ранее ([2]) и здесь опускаются.

В эксперименте анализируется поляризация, спектральный состав (рис. 1) и угловое распределение излучения (рис. 2), а также зависимость интенсивности излучения от: энергии электрона, тока пучка,

времени облучения образца электронным пучком и угла влета электрона в мишень. Измеряется спектральная плотность энергии излучения, как волн, поляризованных в плоскости излучения ($W_{\parallel}$), так и волн, поляризованных в перпендикулярной к ней плоскости ($W_{\perp}$). На рисунках заполненные знаки и знак плюс представляют $W_{\parallel}$, а незаполненные и крест — $W_{\perp}$. Треугольники, крест и знак плюс относятся к экспериментальным данным, полученным для мишеней, изготовленных соответст-

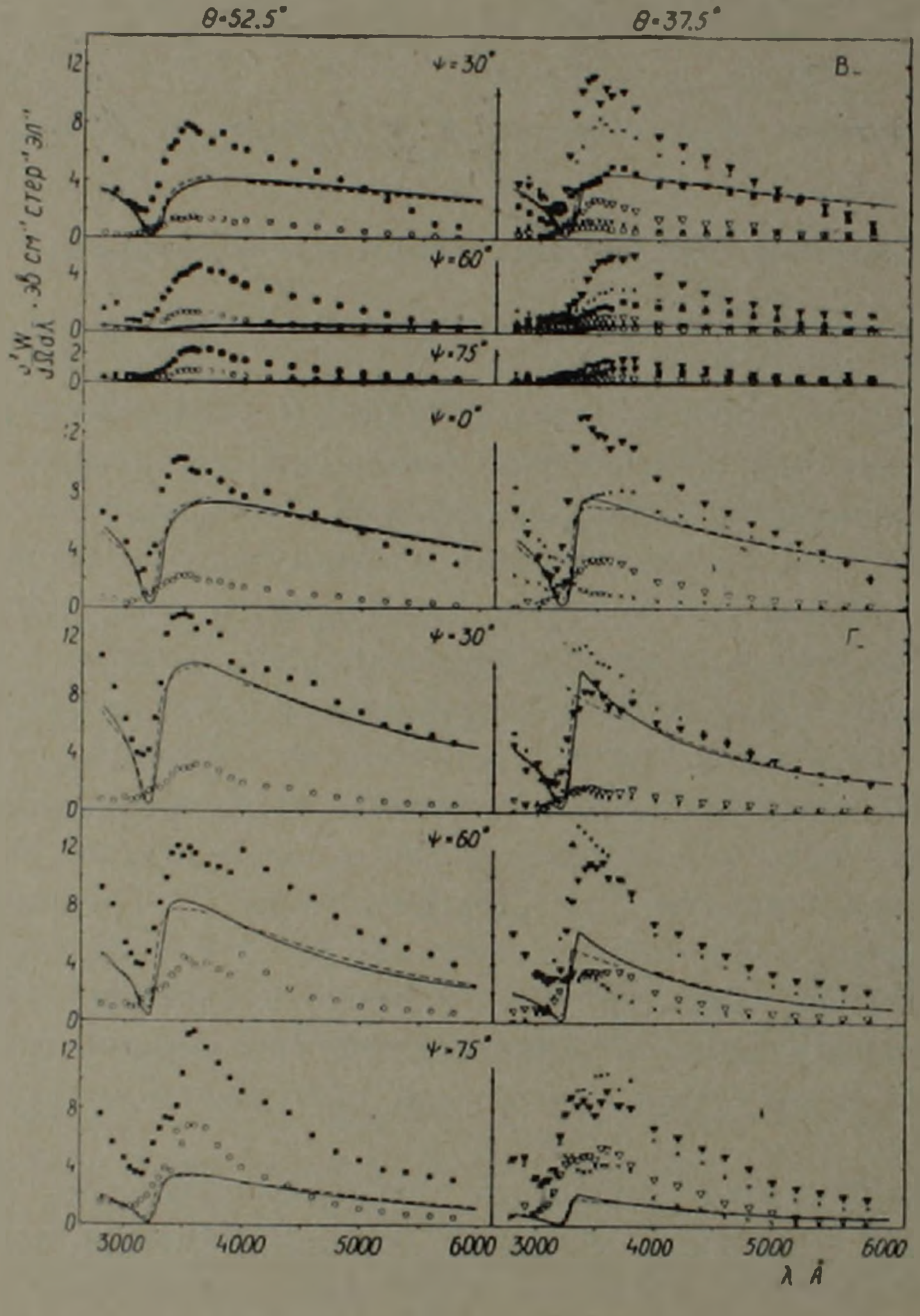



Рис. 1. Спектральный состав излучения. $E=80$ кэв: „В"—$\theta=142{,}5°$; „Г"—$\theta'=-37{,}5°$. Для круглых значков: „В"—$\theta=127{,}5°$; „Г"—$\theta'=-52{,}5°$

венно медленным и быстрым напылением серебра на основу из стекла. Квадратные и круглые значки—относятся к данным, полученным для мишеней, изготовленных соответственно медленным и быстрым напылением Ag на полированную основу из серебра. Экспериментальные данные сравниваются с выводами теории переходного излучения (⁶); кривые вычисляются по значениям оптических постоянных серебра, измеренных нами (пунктирные кривые) и другими авторами (⁷) (сплошные кривые).

Излучение оказалось поляризованным, причем знак поляризации таков, как предсказывает теория переходного излучения. Степень поляризации существенно зависит от угла влета электрона в мишень: при малых углах влета она достигает 80 ÷ 90%; с ростом угла влета степень поляризации падает. Это обусловлено сравнительно большим значе-

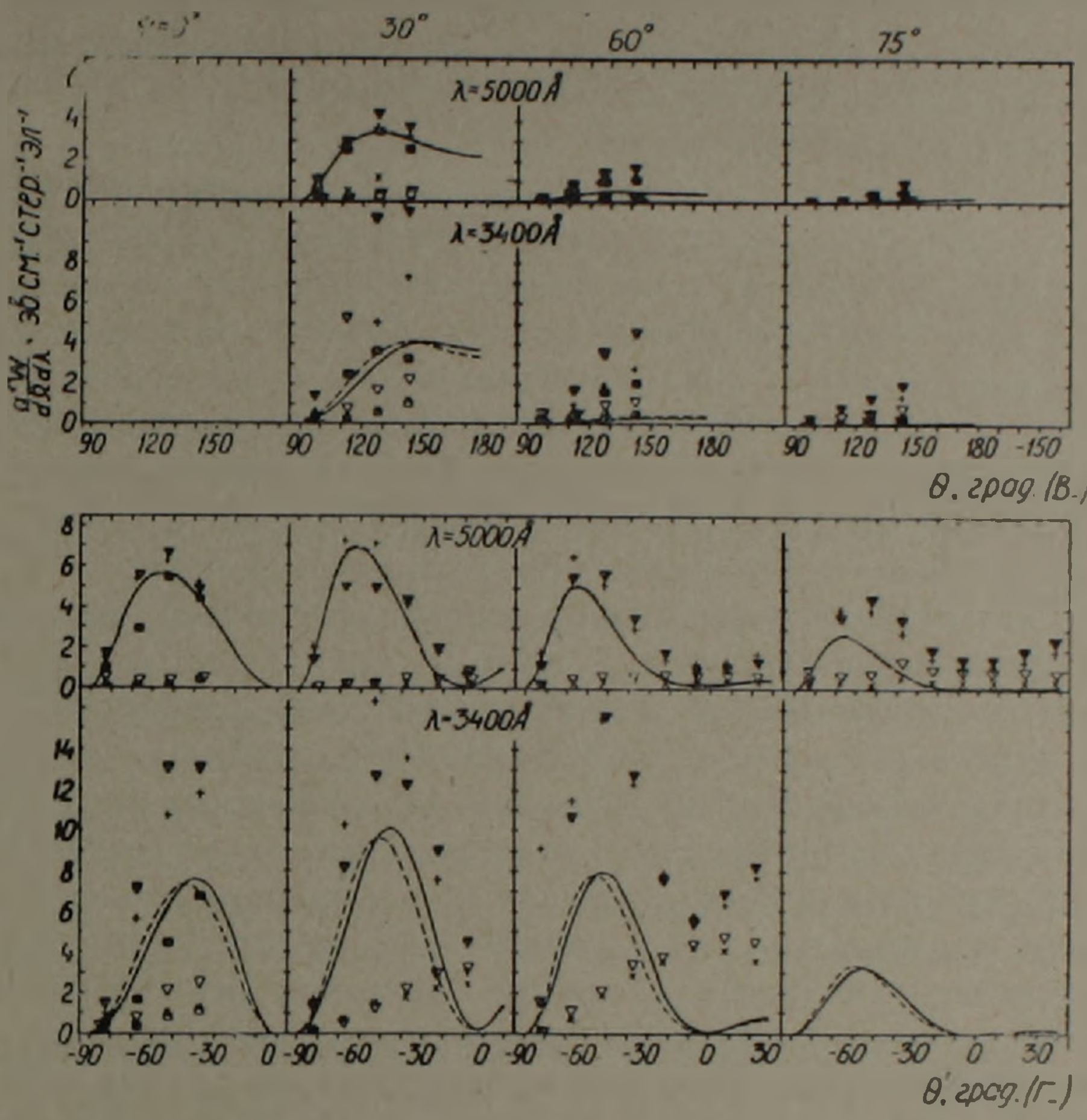



Рис. 2. Угловое распределение излучения. E = 80 кэв: „В–"—θ = 112,5°; „Г–"—θ' = —37,5°. Для круглых значков: „В–"—θ = 127,5°; „Г–"—θ' = —52,5°

нием $W_\perp$, абсолютная величина которого превышает уровень шумов на один-два порядка и увеличивается с ростом энергии электрона, а также угла влета ψ. Угловые распределения $W_\perp$ (рис. 2) качественно отличаются от аналогичных для переходного излучения. Отмеченная компонента излучения составляет избыточную (неполяризованную) часть излучения электронов при их влете в серебро и не имеет никакого отношения к переходному излучению. Параллельная составляющая излучения дополнительно содержит переходное излучение (поляризованная часть излучения). Из рис. 1 следует, что избыточное излучение интенсивнее при длинах волн, близких к ~ 3500 ÷ 3600 Å. С теорией переходного излучения согласуется лишь разность ($W_\parallel - W_\perp$).

Анализ данных показывает, что избыточное излучение не может быть обусловлено тормозным излучением и люминесценцией поверхностного слоя серебра. Действительно, ожидаемая интенсивность тормозного излучения электрона при его влете в поглощающую среду, вычисленная по формулам ([6]) для конкретных значений оптических

постоянных серебра оказалась на несколько порядков меньше, чем измеренная интенсивность избыточного излучения. Кроме того, наблюдаемая разница излучения электронов в тонких пленках ([3]) и массивных образцах серебра с одной стороны, а также существенный рост выхода излучения с ростом энергии электрона и совершенно случайная зависимость от атомного номера ([2]) с другой, приводят к выводу, что тормозное излучение и люминесценция не дают ощутимого вклада в излучение, наблюдаемое в эксперименте.

Избыточное излучение имеет максимум интенсивности, положение которого не совпадает с полосой прозрачности в серебре ($\simeq$3250 Å), а несколько сдвинуто в область больших длин волн ($\simeq$3500 ÷ 3600 Å) и соответствует положению максимума интенсивности поверхностных волн для непоглощающей среды $\varepsilon \simeq -1$. Кроме того, величина интенсивности поверхностных волн в максимуме для непоглощающей среды ([6]) достигает больших значений, увеличивается с ростом угла влета и падает с ростом энергии электрона. Именно эти особенности и позволили авторам ([4]) сделать вывод, что избыточное излучение наблюдаемое в экспериментах, обусловлено генерацией поверхностных плазмонов с дальнейшим выходом их в вакуум вследствие рассеяния на неровностях поверхности.

Однако, количественный анализ условий возбуждения поверхностных волн, проведенных нами по формулам ([6]) показывает, что в отличие от непоглощающей среды, генерация поверхностных волн в поглощающей среде имеет совершенно иные особенности, не согласующиеся со свойствами избыточного излучения, наблюдаемого в эксперименте. Например, оказывается, что в случае существенного поглощения (в этом смысле наименьшее значение величины $Im\varepsilon \simeq 0{,}24$ при $\lambda \simeq$ $\simeq$ 3500 Å для серебра является уже большой) максимальная интенсивность поверхностных волн должна наблюдаться не при наклонном влете, а при $\psi = 0°$. Сравнение экспериментальных данных с теоретическими ([6]), вычисленными по значениям оптических постоянных серебра, показывают, что ни по абсолютной величине интенсивности, ни по различным функциональным зависимостям, наблюдаемое в эксперименте избыточное излучение не может быть обусловлено поверхностными волнами. Измеренная интенсивность избыточного излучения оказалась на два-три порядка больше, чем ожидаемая полная интенсивность возбуждения поверхностных волн.

В то же время, имеется довольно эффективный механизм генерации излучения, отмеченный нами ([1]), который не обсуждался до сих пор, но который может объяснить результаты экспериментов. Он связан с движением электрона над поверхностью: электрон, движущийся наклонно, некоторую часть своего пути, вблизи точки входа в серебро, пролетает близко от поверхности и может излучать на неровностях поверхности. Аналогичное излучение для периодических неоднородностей известно под названием излучения Смита-Перселла ([8]). Сравнение экспериментальных данных, полученных нами для серебра, с «аморфной» частью излучения Смита-Перселла, измеренного в экспериментах ([9]), а также теоретическими вычислениями ([10]) показывают, что избы-

точное излучение обусловлено именно неровностями поверхности. Разумеется, что только эксперименты с мишенями, имеющими заведомо шероховатую поверхность, могут выявить возможности этого механизма генерации излучения. А то обстоятельство, что для тонких пленок избыточное излучение отсутствует (оно проявляется только при $\psi=75^\circ$), говорит о том, что поверхности этих пленок, полученных в чистом виде, довольно гладкие; если на них и имеются неровности, то их число существенно меньше, чем на поверхности массивных образцов.

Институт физических исследований
Академии наук Армянской ССР

Ֆ. Ռ. ՀԱՐՈՒԹՅՈՒՆՅԱՆ, Ա. Հ. ՄԽԻԹԱՐՅԱՆ, Ռ. Ա. ՀՈՎՀԱՆՆԻՍՅԱՆ, Բ. Հ. ՌՈՍՏՈՄՅԱՆ

## Ահծաթի լուսաձակումը էլեկտրոնների ազդեցության տակ

*Ներկայացվում են արծաթյա հղկած մասիվ թիրախներում ոչ ռելյատիվիստիկ էլեկտրոնների ազդեցության տակ առաջացած ճառագայթման էքսպերիմենտալ հետազոտման արդյունքները։ Էլեկտրոնների թիրախի վրա անկման անկյունը փոփոխվում է 0° մինչև 75°։ Հետազոտված են ճառագայթման բևեռացումը, սպեկտրալ կազմությունը, անկյունային բաշխումը, նրա ինտենսիվության կախումն էլեկտրոնի էներգիայից, անկման անկյունից և էլեկտրոնային փնջի հոսանքի մեծությունից։ Ճառագայթումը բևեռացված է, ընդ որում, բևեռացման նշանը համընկնում է անցումային ճառագայթման տեսությունից բիտածի հետ։*

*Ճառագայթման բևեռացված բաղադրիչը լիովին պայմանավորված է անցումային ճառագայթումով։ Անցումային ճառագայթման հետ միասին փորձում դիտվում է նաև հավելյալ ճառագայթում, որի առկայությունը և հատկությունները չեն բացատրվում սրսկելակման ճառագայթումով և լյումինեսցենցիայով։ Ենթադրվում է, որ դիտված հավելյալ ճառագայթումը պայմանավորված է թիրախի մակերևույթի անհարթություններով և նման է Հայտնի Սմիթ-Պերսելի ճառագայթմանը։*

## ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

[1] *F. R. Harutyunian, R. A. Hovhannisian, B. O. Rostomian,* Phys. Lett., 37A, 163 (1971). [2] *Ф. Р. Арутюнян, А. Х. Мхитарян, Р. А. Оганесян, Б. О. Ростомян, и др.* ЖЭТФ, 62, 1263, (1972); ЖЭТФ, 63, 1159(1972). [3] *Ф. Р. Арутюнян, А. Х. Мхитарян, Р. А. Оганесян, Б. О. Ростомян,* ДАН Арм. ССР, т. 55, №5,(1972). [4] *H. Boersch, P. Dobberstein, D. Fritzshe, G. Sauerbrey, Z.* Phys., 187, 97 (1965); *P. Dobberstein, G. Sauerbrey,* Phys. Lett., 31A, 328, 1970. [5] *J. C. Ashley, L. C. Cram, E. T. Arakawa,* Phys. Rev., 160, 313 (1967); 153, 455 (1967). [6] *В. Е. Пафомов,* Труды ФИАН, 44, 26—167 (1969). [7] *E. A. Taft, H. R. Phillipp,* Phys. Rev., 121, 1100 (1961). [8] *S. J. Smith, E. M. Purcell,* Phys. Rev. 92, 1069 (1953). [9] *J. L. Bret, J. P. Bachheimer* C. R. Acad. Sci., 266, B902 (1969); 269, B285 (1969). [10] *J. P. Bachheimer,* C. R. Acad Sci., 268, B599 (1969); Le Journal de Physique, 31, 665 (1970).

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

LVI 1973 3

УДК 550.34+699

ИНЖЕНЕРНАЯ СЕЙСМОЛОГИЯ

Академик АН Армянской ССР А. Г. Назаров, С. С. Дарбинян

# К проблематике инженерной сейсмологии в связи с составлением новой сейсмической шкалы[1]

(Представлено 10/VIII 1972)

Как уже было указано в работах ([1–3]) сейсмическая шкала на количественной основе будет представлять собою сгруппированные по баллыностям наборы характерных акселерограмм и отвечающих им спектров реакций. Спрашивается, как такая шкала может обслуживать коренные проблемы инженерной сейсмологии?

Предлагается следующая схема, подлежащая последующей детализации.

1. При сейсмическом районировании для опорных пунктов сейсмической карты должны быть указаны наборы вероятных акселерограмм и отвечающих им спектров в соответствии с сейсмотектоническими и другими данными. Эти наборы акселерограмм будем называть опорными.

2. При сейсмическом микрорайонировании должны получать наборы акселерограмм для заданного пункта путем преобразования опорных акселерограмм в соответствии с локальными геологическими условиями.

3. Имея набор акселерограмм на основе сейсмического микрорайонирования, надлежит осуществлять расчет сооружений на сейсмостойкость, на основе стохастической теории с учетом упруго-пластических деформаций.

Если выполнение первых двух пунктов более или менее ясно, то выполнение третьего пункта представляет серьезные затруднения.

Суть заключается в том, что судя по имеющемуся опыту пока не богатому, жесткие сооружения фактически находятся под сейсмической нагрузкой 4—7 раз большей величины, чем расчетная сейсмическая нагрузка, принятая в СНИ и П, без существенного ущерба для этих сооружений ([4]). При этом учет упруго-пластических деформаций не восполняет этот разрыв. Он позволяет увеличивать сейсмическую нагрузку всего лишь на 40—60%, а в отдельных случаях, например, для

[1] Извлечение из докладов на совещании по сейсмической шкале в Ленинакане, в ноябре 1971 г.

идеально-пластических систем, до 1,5 раза. Это указывает на крайнее несовершенство существующих методов расчета.

Здесь, в первую очередь, следует идти по линии учета пространственного сопротивления конструкций за пределами упругости, а в некоторых случаях идти дополнительно по линии учета скорости распространения сейсмических волн. Кроме этого, при возникновении остаточных деформаций в виде трещин, делящих сооружение на блоки в процессе землетрясения, имеет место появление существенной нелинейности колебаний. Явление это не учитывается при анализе поведения сооружения на сейсмические воздействия ввиду его сложности. Учет этого явления может существенно способствовать сокращению указанного выше разрыва между расчетной и фактической сейсмической нагрузками.

Не исключена возможность, для начала, приближенного полуэмпирического подхода к решению этой проблемы. Полное и достаточно точное решение ее возможно лишь при конкретном знании динамического поведения грунтов и материалов конструкции, за пределами упругости, при сложном напряженном состоянии.

По-видимому, в процессе вскрытия закономерностей действительного поведения сооружений при сейсмических воздействиях, мы вынуждены будем стать на путь длительного и постепенного улучшения методов расчета зданий и сооружений с тем, чтобы в конечном итоге привести разрыв между фактической сейсмической нагрузкой и действующей в нормах расчетной, к нулю.

Ордена Трудового Красного Знамени
Институт геофизики и инженерной сейсмологии
Академии наук Армянской ССР

Հայկական ՍՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս Ա. Գ. ՆԱԶԱՐՈՎ, Ս. Ս. ԴԱՐԲԻՆՅԱՆ

## Ինժեներային սեյսմոլոգիայի պրոբլեմատիկայի մասին, կապված նոր սեյսմիկ սանդղակի կազմման հետ

*Հոդվածում ուսումնասիրվում է այն հարցը, թե ինչպե՞ս պետք է օգտագործվի նոր սեյսմիկ սանդղակն ինժեներային սեյսմոլոգիայի արմատական պրոբլեմների լուծման ժամանակ։ Տրվում են առաջարկություններ սեյսմիկ շրջայնացման, միկրոշրջայնացման և երկրաշարժերի ազդեցության տակ գրտնվող կառուցվածքների հաշվարկի ժամանակ նոր սեյսմիկ սանդղակի օգտագործման հնարավորությունների մասին և այդ ուղղությունների զարգացման հեռանկարների վերաբերյալ։*

## ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

[1] *А. Г. Назаров*, «Известия АН Арм. ССР» (серия техн. наук), т. XXIII, № 3 (1970). [2] *А. Г. Назаров*, «Проблемы геомеханики», № 4, 1970, Ереван. [3] *С. С. Дарбинян*, ДАН Арм. ССР, т. LII, № 4, (1971). [4] *С. С. Дарбинян, А. Г Назаров*, Бюллетень по инженерной сейсмологии, № 6, изд. АН Арм. ССР, 1971.

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

LVI 1973 3

УДК 543.5+661.859

АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

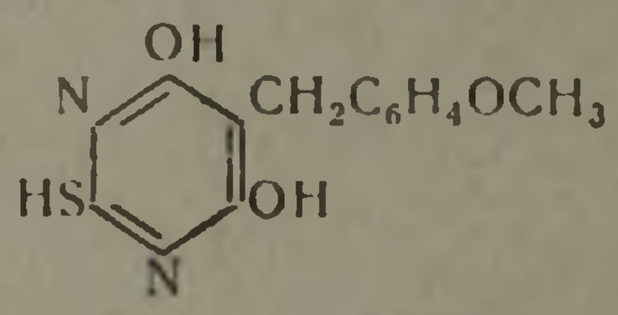
Г. Н. Шапошникова, член-корреспондент АН Армянской ССР
В. М. Тараян, Н. Г. Галфаян

# Взаимодействие золота (III) с 2-меркапто-4-6 диокси-5 (4-метоксибензил)пиримидином (МДП)

(Представлено 5/VII 1972)

Серусодержащие реагенты, содержащие сульфгидрильную группу—SH, благодаря своей высокой реакционноспособности, нашли широкое применение в аналитической химии, и в частности, амперометрическом анализе.

Настоящая работа посвящена изучению реакции взаимодействия золота (III) с 2 меркапто-4-6 диокси-5(4-метоксибензил) пиримидином*:




Раствор золота (III) готовили растворением золотохлористоводородной кислоты. Титр раствора устанавливали меркуроредуктометрическим методом с потенциометрической индикацией конечной точки титрования ([1]). Раствор реагента готовили растворением точно взятой навески перекристаллизованного препарата в ацетоне. Изучение реакции взаимодействия золота (III) с МДП проводилось методом потенциометрического титрования, кондуктометрии и амперометрического титрования. Потенциометрическое титрование золота (III) МДП проводили на потенциометре ЛПМ-60 М. В качестве индикаторного оказался пригодным только золотой электрод. Последнее свидетельствовало о том, что индикаторный электрод вел себя как электрод 1-рода, и, следовательно, окислительно-восстановительное взаимодействие между $AuCl_4^-$-ионом и реагентом МДП не имеет места. В процессе титрования заметно образование бледно-желтого осадка. При соотношении реагирующих компонентов 1 : 3 отмечается четкий скачок потенциала. Дальнейшее добавление реактива нового скачка потенциала не вызывает (рис. 1).

* Препарат синтезирован в ИТОХ АН Арм. ССР А. А. Арояном и любезно предоставлен нам для данного исследования.

На основании данных потенциометрического титрования можно сделать вывод, что реакция между золотом (III) и МДП протекает согласно следующему уравнению:

$$Au(III) + 3R{-}SH = Au(RS)_3 + 3H \quad (1)$$

Для подтверждения вышеприведенной стехиометрии реакции система золото (III)—МДП была изучена кондуктометрическим методом. Измерение электропроводности растворов проводили при pH=2,0 на приборе Р—38. Была приготовлена серия растворов с отношением Au(III) : МДП от 1 : 0,5 до 1 : 4,0. Применяли ацетоновый раствор реактива. Во избежание мешающего влияния ацетона его концентрация во всех членах серии поддерживалась постоянной (15%)

Как видно из рис. 2, при добавлении реагента происходит повышение электропроводности растворов до соотношения Au(III):МДП=1 : 3, что подтверждает объективность данных потенциометрического титрования. Последнее обстоятельство объясняется увеличением концентрации ионов водорода, образующихся в результате реакции (1). Дальнейшее добавление реактива практически не влияет на величину электропроводности.

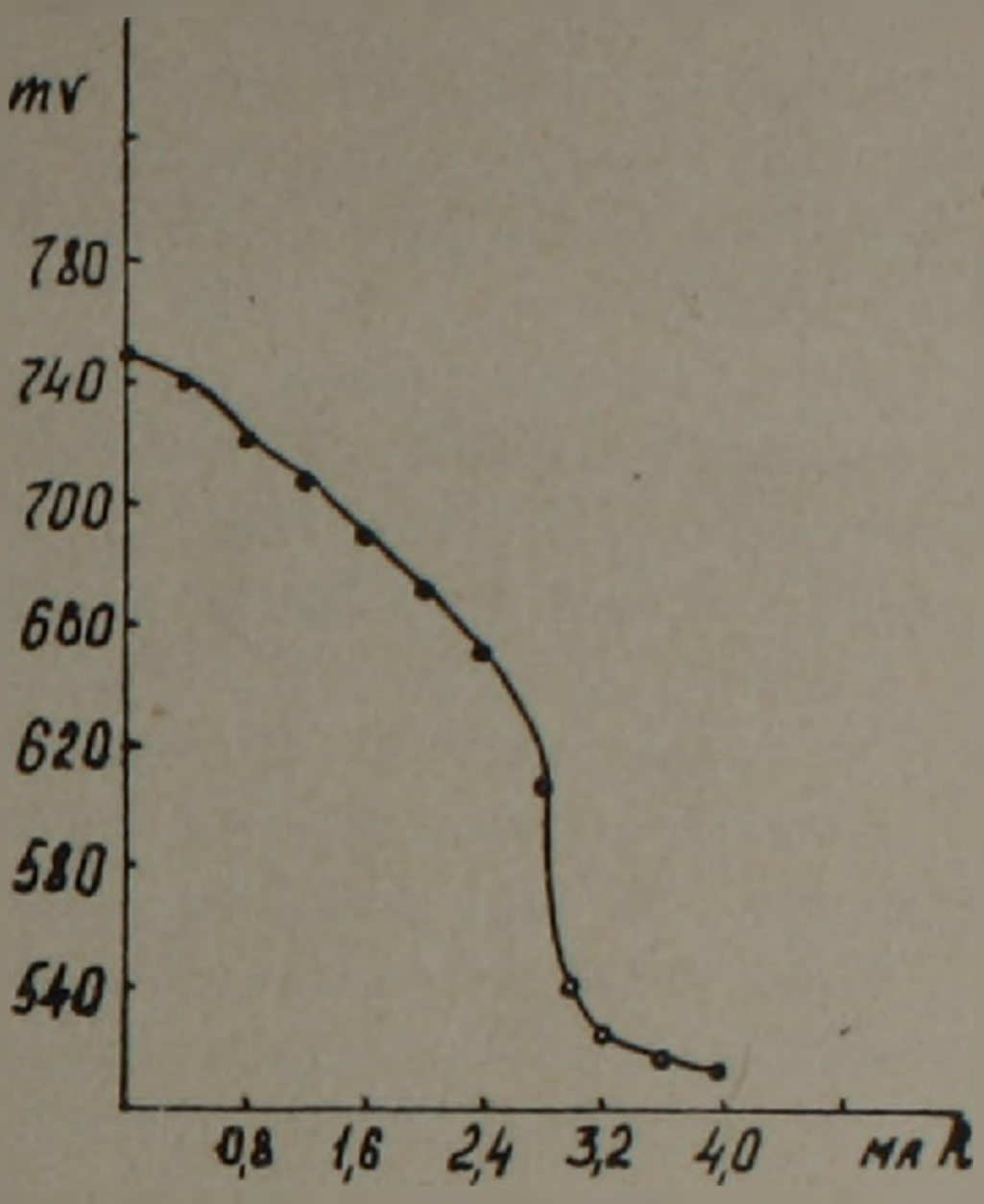



Рис. 1. Потенциометрическое титрование золота (III) МДП.
Взято 1 *мл* $5 \cdot 10^{-3}$ М золота (III).
[МДП]$=5 \cdot 10^{-3}$М

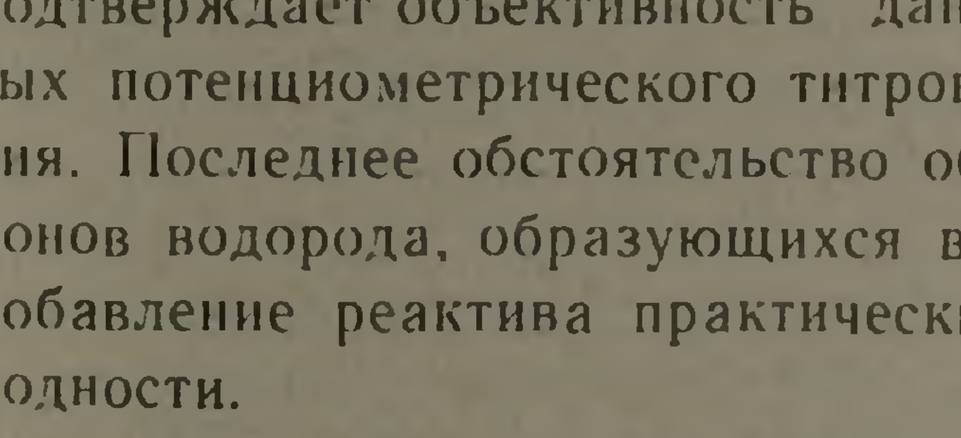



Рис. 2. Кондуктометрическое исследование системы Au-:-МДП. pH=2

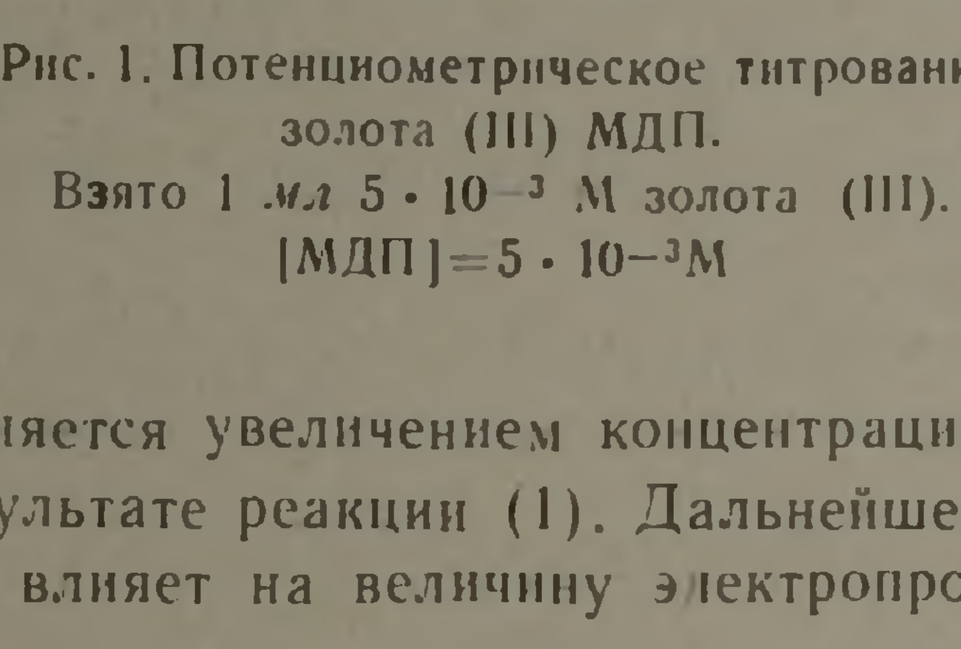



Рис. 3. Амперометрическое титрование золота (III) МДП взято 1 *мл* $5 \cdot 10^{-3}$ М золота (III) [МДП]$=1 \cdot 10^{-2}$ М

Реакция взаимодействия золота (III) с МДП была изучена также методом амперометрического титрования. Амперометрическое титрование проводили на собранной амперометрической схеме на фоне соляной кислоты. В качестве индикаторного электрода применяли платиновый вращающийся микроэлектрод. Электродом сравнения служил меркуриодидный электрод. Титрование проводили по току восстановления золота, без наложения внешнего напряжения. Кривая амперометрического титрования золота (III) МДП приведена на рис. 3.

Величина диффузионного тока, обусловленного золотом (III), при добавлении реактива снижается и достигает постоянного значения при соотношении Au (III) : МДП=1 : 3, что согласуется с данными потенциометрического титрования и кондуктометрии.

Пропорциональность диффузионного тока концентрации наблюдается в интервале $2 \cdot 10^{-4}$—$4 \cdot 10^{-6}$ М.

Реактив не участвует в электродном процессе, по этой причине титрование по току реагента проводить невозможно.

Было исследовано влияние ионов, обычно сопутствующих золоту, а именно—селена и теллура. Показано, что в условиях амперометрического титрования золота (pH=2) тридцатикратные количества селена (IV) и теллура (IV) определению золота не мешают.

Полученные результаты обработаны методом математической статистики и представлены в табл. 1.

*Таблица 1*

Математическая обработка результатов амперометрического определения золота (III) МДП.

$\alpha=0{,}95$, $n=3$

| №№ | Взято, *мг* Au | Найдено золота, *мг* $\bar{x}$ | $S=\sqrt{\frac{\Sigma(x_i-\bar{x})^2}{n-1}}$ | Доверительный интервал $x\pm\frac{t\alpha\cdot S}{\sqrt{n}}$ | Коэффициент вариации $W=\frac{S}{\bar{x}}\cdot 100\%$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0,9848 | 1,0312 | 0,07210 | 1,0312±0,1326 | 6,99 |
| 2 | 0,4924 | 0,4973 | 0,01437 | 0,4973±0,0264 | 2,88 |
| 3 | 0,0989 | 0,1007 | 0,00465 | 0,1007±0,0085 | 4,61 |
| 4 | 0,0197 | 0,0196 | 0,00065 | 0,0196±0,0012 | 3,31 |

Исходя из вышеизложенного, можно рекомендовать исследуемый реагент в качестве нового эффективного реагента для амперометрического определения миллиграммовых количеств золота.

Ереванский государственный университет

Գ. Ն. ՇԱՊՈՇՆԻԿՈՎԱ, Հայկական ՍՍՀ ԳԱ թղթակից-անդամ
Վ. Մ. ԹԱՌԱՅԱՆ, Ն. Գ. ԳԱԼՖԱՅԱՆ

## Ոսկու (III) փոխազդեցությունը 2 մերկապտո-4-6 դիօքսի-5 [4 մետօքսի բենզիլ] պիրիմիդինի [ՄԴՊ] հետ

*Պոտենցիոմետրիկ և ամպերմետրիկ տիտրման, ինչպես նաև կոնդուկտոմետրիկ եղանակով ապացուցված է, որ ոսկին և ՄԴՊ փոխազդում են 1:3 հարաբերությամբ։*

*Առաջարկված է ոսկու ամպերոմետրիկ որոշում՝ նշված ռեագենտով ըստ ոսկու վերականգնման հոսանքի։ Դիֆուզիոն հոսանքի և ոսկու կոնցենտրացիայի ուղիղ համեմատական կախվածությունը նկատվում է $2\cdot10^{-4}$—$4\cdot10^{-6}$ M կոնցենտրացիոն տիրույթներում։ Սելենը և թելուրը չեն խանգարում։*

## ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

[1] *В. М. Тараян*, Меркуроредуктометрия, Изд. Ереванского государственного университета, Ереван, 1958

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

LVI 1973 3

УДК 553.3/4+553.689.2

МИНЕРАЛОГИЯ

К. М. Мурадян

# Новое проявление баритовых руд колчеданной формации в Шамшадинском рудном районе Армянской ССР

(Представлено академиком АН Армянской ССР И. Г. Магакьяном 5/X 1972)

В 1971 году при металлогенических исследованиях в Шамшадинском рудном районе автором выявлено несколько новых проявлений руд колчеданной формации, характерных для Алаверди-Кафанской структурно-формационной и металлогенической зоны Армянской ССР ([1—4]).

Шамшадинский рудный район является одним из сложных, но сравнительно менее изученных в геолого-структурном, магматическом и металлогеническом отношении рудных районов Армянской ССР. Между тем он является составной частью Алаверди-Кафанского и Карабахского вулканогенного пояса, в пределах которого расположены известные колчеданные месторождения Малого Кавказа: Алаверди, Шамлуг, Ахтала (на севере); Кафан, Шаумян (на юге); Кедабек, Чиагидзор, Тоганали (на востоке, в Азербайджанской ССР), Маднеули (на юге Грузинской ССР) и др.

Район представляет область бурного развития полифациального вулканизма и плутонизма собственно геосинклинального раннеальпийского (Киммерийского) этапа. С развитием различных этапов ($I_1$—$I_2$, $I_3$—$Cr_1$, $Cr_2$ и $Pg^2_2$ и др.) вулканогенно-интрузивных формаций рудного района парагенетически (и генетически) связаны определенные рудные формации (серноколчеданная, медноколчеданная, колчеданно-полиметаллическая, свинцово-цинковая, золоторудная и др.). Уместно отметить, что выявленные нами новые рудопроявления тяготеют к среднеюрским раннегеосинклинальным вулканогенно-интрузивным формациям ([5]).

В структурно-геологическом отношении обнаруженные рудопроявления контролируются Мургузской зоной глубинного разлома, являющейся местом интенсивной разгрузки рудоносных газогидротерм, образовавших фации вторичных кварцитов и пропилитов с синхронной минирализацией.

К выявленным рудопроявлениям относятся проявления барита на западном водораздельном участке г. Мец-ял, серного колчедана, поли-

металлов, на участках р. Саджагатан-кол Эрканкаш и Олений рога, медного на участке г. Казан-учан и др.

Баритовое проявление г. Мец-ял. Рудовмещающими породами являются измененные туфы, туфобрекчии липарито-дацитов и лавобрекчии андезитов. Три крупные рудоносные крутопадающие тектонические зоны,—заполненные баритом, морфологически отчетливо прослеживаются в близмеридиональном направлении. Мощность зон 2,5—3 *м;* в осевой части их прослеживаются жилы массивного барита мощностью от 5—10 *см* до 50—70 *см;* по зальбандам жил наблюдаются полосы брекчий, сцементированных баритом. По простиранию зоны протягиваются на 200—500 *м.*

Барит непрозрачный—белый, реже кремовый, крупнотаблитчатый реже мелкозернистый—массивный.

Баритовое проявление по условиям образования, вероятно, представляет гидротермальный жильный мономинеральный тип. Среди барита изредка отмечается сульфидная вкрапленность: (темный сфалерит, галенит, халькопирит, реже пирит). Количественными спектральными анализами в баритовой руде установлены (в %): Zn (0,01), Pb (0,001—0,002), Cu (0,01—0,5), Ag (0,002), Sb (0,05), As (0,2), Ga (0,001), Sr (4,0—4,8—7,0), Co (0,002), Ni (0,0001), Mn (0,01—0,06), V (0,01), Fe (0,2—2,0) и др. Химическими анализами определено содержание $BaSO_4$ от 67,86% до 92,62%. Удельный вес—от 3,2—3,8 до 4,2—4,5.

Мец-ялское рудопроявление барита можно рассматривать как восточный фланг Джргали-дзорского колчеданно-полиметаллического месторождения, где наряду с полиметаллическими жилами отмечаются баритовые прожилки.

Тесная ассоциация барита с сульфидными рудами на ряде рудопроявлений района дает основание предположить перспективность рассматриваемого баритового проявления (и по всей вероятности всей Мургузской гидротермально измененной зоны), в отношении возможного обнаружения на нижних горизонтах колчеданно-полиметаллического оруденения.

Таким образом в пределах Шамшадинского рудного района выявлено гидротермальное жильное мономинеральное баритовое проявление, геолого-структурное положение которого, наличие вкрапленности рудных минералов с синхронными метасоматитами, а также спектрохимические данные говорят о присутствии в баритовых рудах сульфидной минерализации. Выявленное нами проявление имеет большое поисковое значение, подчеркивающее перспективность Мургузской зоны разлома в отношении не только баритового, но и колчеданного (медного и полиметаллического) оруденения, ассоциирующего с баритом (содержание в рудах $BaSO_4$ в пределах 67—92% и удельный вес от 3,2—3,8 до 4,2—4,5 подтверждают довольно высокое качество руды).

Мец-ялское баритовое проявление является интересным объектом для постановки поисково-разведочных работ, а весь район заслуживает

детального изучения, с целью выяснения перспективности и потенциальной рудоносности.

Институт геологических наук
Академии наук Армянской ССР.

Կ. Մ. ՄՈՒՐԱԴՅԱՆ

## Բարիտային հանքանյութի երեվակում Հայկական ՍՍՀ Շամշադինի հանքային շրջանում

*1971 թ. Շամշադինի հանքային շրջանում մետաղածնային ուսումնասիրություններ կատարելու ժամանակ հեղինակի կողմից առաջին անգամ հայտնաբերվել է կոլչեդանային ֆորմացիային պատկանող մի շարք հանքերևակումներ (բարիտային, ծծմբակոլչեդանային, պղնձակոլչեդանային, բազմամետաղային և այլն), որոնք հիմնականում հարում են միջին յուրայի վաղգեոսինկլինալային հրաբխածնա-ինտրուզիվ ֆորմացիային։ Հոդվածում բերվում են ամփոփիչ տվյալներ Մեծ-յալ լեռան բարիտային երևակման երկրաբանա-ստրուկտուրային կառուցվածքի, բարիտակիր երեք զոնաների հզորության, ձգվածության, բանակական-սպեկտրալ և քիմիական կազմի, տեսակարար կշռի մասին։*

*Բերված տվյալների հիման վրա հեղինակը հանդում է հետևյալ եզրակացությունների.*

*1. ՀՍՍՀ Շամշադինի հանքային շրջանում հայտնաբերվել է հիդրոթերմալ երակային մոնոմիներալային տիպի բարիտային երևակում։*

*2. Երևակման երկրաբանա-ստրուկտուրային դիրքը, նրանում ցանային ձևով հանքային միներալների և ուղեկցող մետասոմատիտներում երկրորդական միներալների առկայությունը, ինչպես և սպեկտրա-քիմիական տվյալները խոսում են նաև այդ հանքանյութերի բարիտ-սուլֆիդային կազմի մասին։*

*3. Հայտնաբերված երևակումը կարևոր որոնողական նշանակություն ունի Մուրիուղի բեկվածքի շրջանում բարիտային, ինչպես նաև նրա հետ սերտորեն ասոցացվող պղնձային և բազմամետաղային կոլչեդանային հանքայնացում հայտնաբերելու համար։*

*4. Հանքանյութում $BaSO_4$-ի 67—92%-ի առկայությունը, ինչպես և նրա տեսակարար կշիռը՝ 3,2—3,8 մինչև 4,2—4,5 խոսում են հանքանյութի բարձր որակի մասին։*

*5. Հայտնաբերված հանքերևակումը հետաքրքիր տեղամաս է որոնողահետախուզական աշխատանքներ կազմակերպելու համար, իսկ ամբողջ հանքային շրջանն արժանի է մանրամասն ուսումնասիրման՝ նրա հանքաբերության հեռանկարների պարզաբանման նպատակով։*

### ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

[1] *В. Н. Котляр*, Материалы к изучению рудных месторождений северной части ССР Армении, Труды ГРО, вып. 335, 1934. [2] *В. Н. Котляр*, «Известия АН Арм. ССР», № 8, (1947). [3] *И. Г. Магакьян*, «Известия АН Арм. ССР», «Науки о Земле», т. XIX, 4 (1966). [4] *И. Г. Магакьян*, ДАН Арм. ССР, т. 50, № 5, (1970). [5] *К. М. Мурадян*, Труды совещ. молод. геол. Армении, посв. 50-лет уст. Сов. власти в Армении, 1970

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

LVI 1973 3

УДК 549

МИНЕРАЛОГИЯ

М. С. Азизбекян, Р. Г. Мхитарян

# Некоторые особенности серицитов Алавердского медного месторождения

(Представлено академиком АН Армянской ССР С. С. Мкртчяном 18/X 1972)

Рудопроявления глубинного происхождения приурочены, в основном, к гидротермально-измененным породам, и в слабо затронутых изменениями разностях встречаются сравнительно мало. Эти изменения выражаются в появлении в породах таких новообразованных минералов, как кварц, серицит, хлорит, карбонаты, эпидот, гематит и т. д.

Все породы установленного геологического разреза Алавердского медного месторождения (андезиты дебедской свиты, туфобрекчии кошабердской свиты, агломераты, кварцевые кератофиры и туфопесчаники алаверди-шамлугской свиты, пироксеновые порфириты и полимиктовые песчаники и сланцы) подвергнуты гидротермальным изменениям в разной степени. В результате образовались альбит-эпидот-хлоритовая, хлорит-карбонат-кварцевая, хлорит-серицит-кварцевая, серицит-карбонат-кварцевая и серицит-кварцевая фации пропилитов ([1]). Последние представляют большой интерес не только в отношении пространственного тяготения рудопроявлений к ним, но и потому, что процессы рудоотложения во времени тесно сопряжены с формированием этих минеральных новообразований.

В упомянутых фациях широким распространением пользуется серицит. Последний зачастую развивается по альбиту, разъедает хлорит, создает ореолы вокруг кристаллов пирита и присутствует в основной массе. Большая трудоемкость, а часто и невозможность отбора мономинеральных проб серицитов из гидротермально измененных пород для проведения химических, спектральных, рентгеноструктурных исследований, вызвала необходимость изучения их морфологических и структурных особенностей методами электронной микроскопии и электронографии. Электромикроскопические исследования серицитов Алавердского медного месторождения показали, что распространенные в удаленных от рудных тел участках разности представлены тонкими полупрозрачными пластинами неправильной формы, иногда остроугольным с размерами частиц от 0,3 до 3 *мк* (рис. 1). В приконтактовых же с рудными жилами участках эти серициты представлены шестиуголь-

ными пластинками, размеры которых колеблятся от 0,5 до 2,5 мк (рис. 2).

Электронографические структуры исследования показали, что площадным распространением на месторождении пользуются серицитыполитипной модификации $2M_1$. Данные электронографических исследований приведены в табл. 1. Последние характерны как для вмещающих,

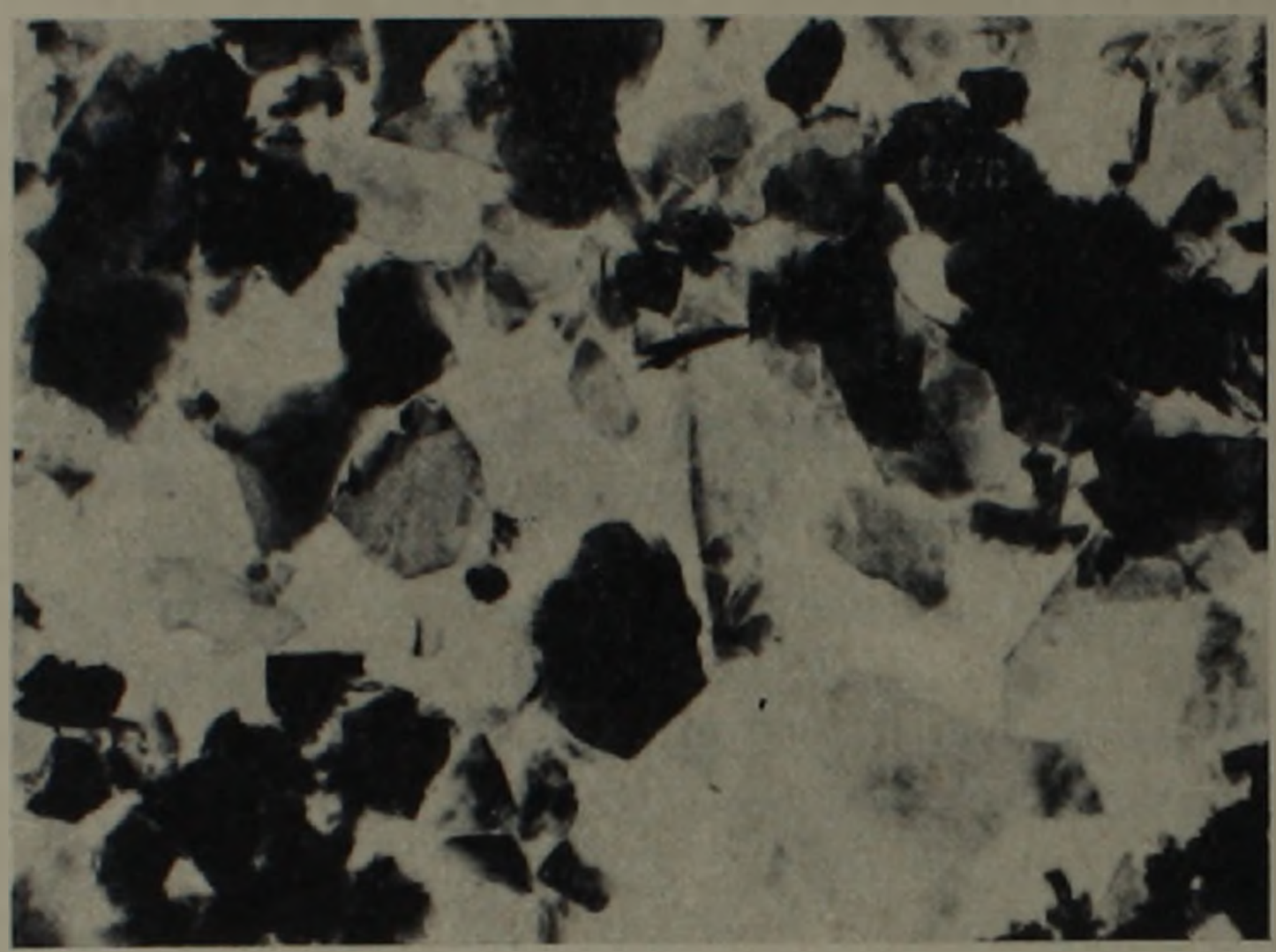


Рис. 1. Микроморфология кристаллов серицита из вмещающих оруденение пород Алавердского месторождения. Суспензия. Ув. 10000×

так и для приконтактовых с медноколчеданным оруденением пород. Исследования серицитов отобранных из штреков № 8 и № 9 разведочно-эксплуатационной штольни Алавердского месторождения, как из вмещающих пород, так и из рудных жил показали, что в них распространены только политипные модификации $2M_1$. Серицит из дайки

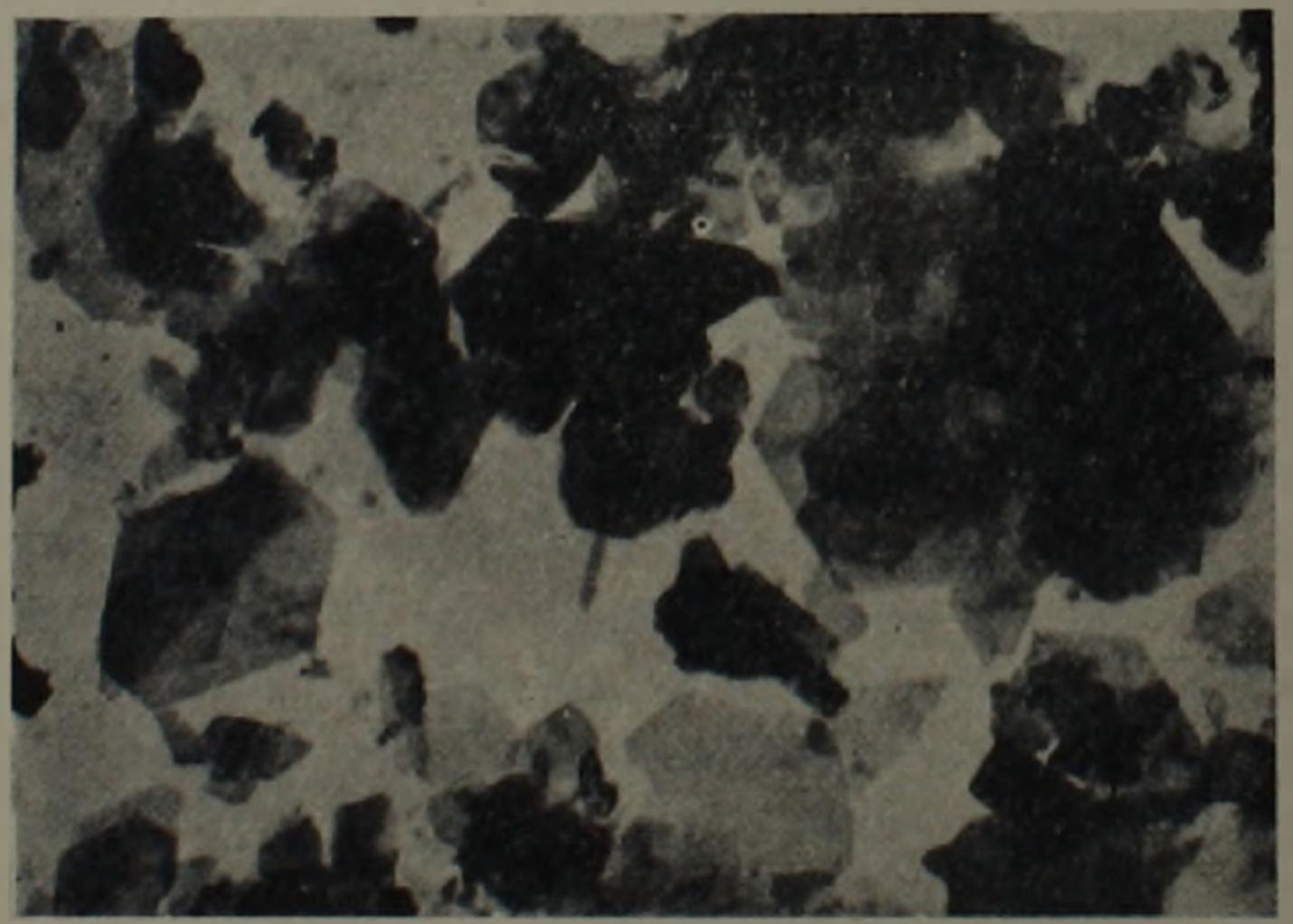


Рис. 2. Микроморфология кристаллов серицита из приконтактовой с жилой № 13 породы. Суспензия. Ув. 10000×

*Таблица 1*

Политипные модификации и параметры элементарных ячеек серицитов Алавердского месторождения

| №№ п. п. | №№ образцов | Исходная порода | Параметры элементарной ячейки серицита | | | | Политипная модификация | Примечание |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | a | b | c | β | | |
| | | | Разведочно-эксплуатационная штольня, штрек № 10 | | | | | |
| 1 | 518 | Породы Кошабердской свиты | 5,17 | 8,96 | 19,60 | 95 | $2M_1$ | |
| 2 | 519 | | 5,17 | 8,96 | 19,60 | 95 30 | $2M_1$ | |
| | | | Жила № 13 | | | | | |
| 3 | 520 | " | 5,17 | 8,97 | 19,66 | 95 | $2M_1$ | |
| 4 | 521 | " | 5,17 | 8,97 | 19,63 | 95 20 | $2M_1$ | |
| 5 | 522 | " | 5,17 | 8,96 | 19,60 | 95 30 | $2M_1$ | |
| | | | Штрек № 9 | | | | | |
| 6 | 533 | " | 5,17 | 8,96 | 19,63 | 95 30 | $2M_1$ | |
| | | | Жила № 13 | | | | | |
| 7 | 532 | " | 5,17 | 8,96 | 19,60 | 95 | $2M_1$ | |
| 8 | 534 | " | 5,17 | 8,97 | 19,66 | 95 30 | $2M_1$ | |
| | | | Жила № 13 | | | | | |
| 9 | 535 | " | 5,17 | 8,96 | 19,63 | 95 30 | $2M_1$ | |
| | | | Штрек № 8 | | | | | |
| 10 | 525 | Дайка диабаза | 5,17 | 8,96 | 19,70 | 95 45 | $2M_1$ | Примесь слюды с параметром b= 9,06 хлорита с b=9,26 |
| | | | Жила № 12 | | | | | |
| 11 | 527 | Туфобрекчии | 5,17 | 8,96 | 19,68 | 95 30 | $2M_1$ | |
| | | | Скважина № 131 | | | | | |
| 12 | 147 | Кварцевые плагиопорфиры | 5,18 | 8,98 | 9,76 | 101 | $1M > 2M_1$ | |
| | | | | | 19,35 | 95 45 | | |
| 13 | 352 | Туфобрекчии | 5,18 | 8,98 | 9,77 | 101 | 1M | |
| 14 | 354 | " | 5,18 | 8,98 | 9,88 | 101 | $1M > 2M_1$ | |
| 15 | 355 | " | 5,18 | 8,98 | 9,95 | 101 | $1M > 2M_1$ | Примесь хлорита с параметром b=9,30 |
| | | | | | 19,70 | 95 30 | | |
| 16 | 356 | Породы лебедской свиты | 5,18 | 8,98 | 9,84 | 101 | $1M > 2M_1$ | Примесь хлорита с параметром b=9,26 |
| | | | | | 19,50 | 95 25 | | |
| 17 | 357 | " | 5,18 | 8,98 | 9,90 | 101 | $1M > 2M_1$ | |
| 18 | 359 | " | 5,18 | 8,98 | 9,88 | 101 | $1M > 2M_1$ | |

габбро-диабазового состава по штреку № 8 из той же штольни представлен также политипной модификацией $2M_1$, указывающий на ее дорудность, что доказывается фактическими данными (пересечение рудой габбро-диабазовые дайки, присутствие в них вкрапленность сульфидов, скопление медной минерализации в зальбандах даек и т. д.)

Эти данные свидетельствуют, по всей вероятности, об относительно высокотемпературных условиях предрудного метасоматоза и отложения медно-колчеданных руд ([2,3]).

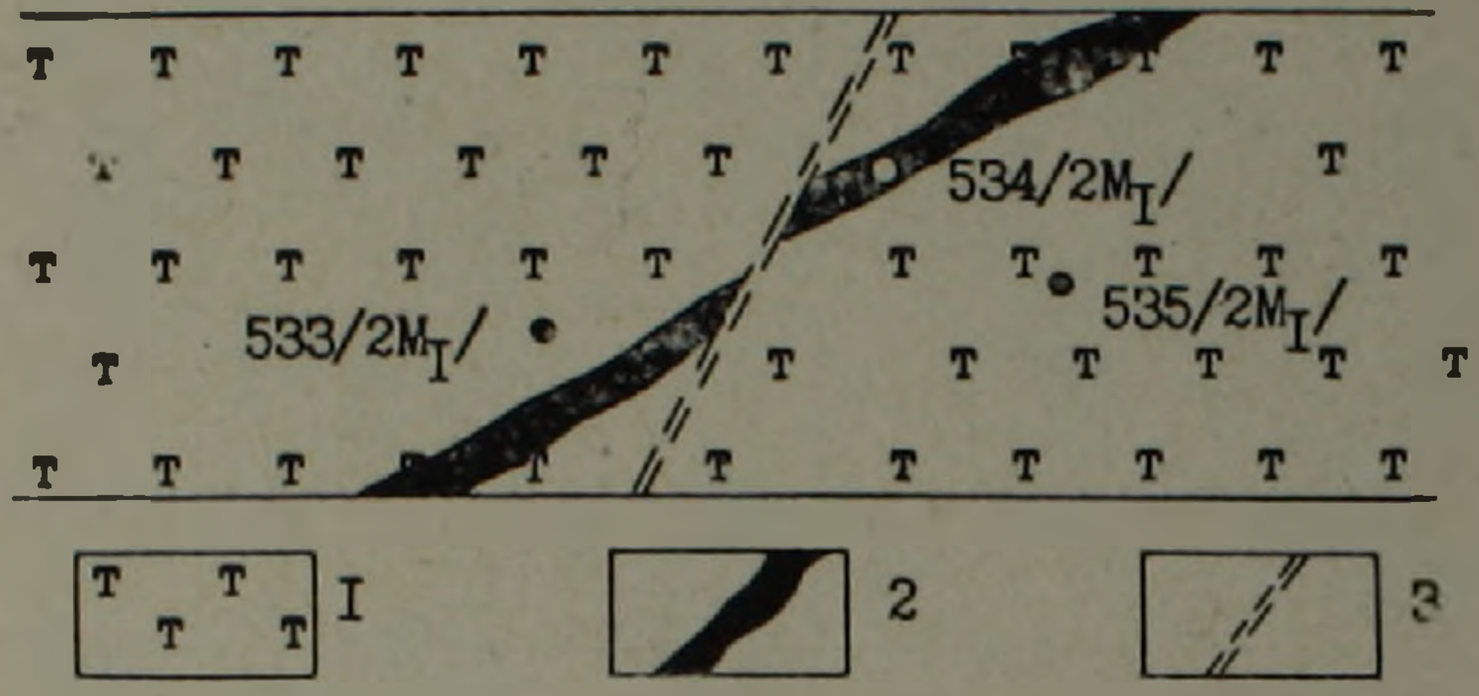



Рис. 3. Зарисовка северной стенки штрека № 9. *1*—измененные туфобрекчии; *2*—рудное тело (жила № 13); *3*—тектоническое нарушение. На рисунке указаны место взятия образцов, их номера и политипные модификации серицитов

Изучение материала по скважинам № 26 и № 131, расположенных в р-не распространения полиметаллического оруднения, показало преобладание в них серицитов политипной модификации 1M. Аналогичная картина наблюдается и на остальных месторождениях Алавердского рудного района (Ахтальское и Шамлугское м-я), а также на месторождениях Тандзут, Чибухлы Базумского района ([2,4]).

Приуроченность серицитов политипной модификации 1M к породам, вмещающим полиметаллическое оруденение, объясняется относительно низкими температурными условиями их образования.

Институт геологических наук
Академии наук Армянской ССР

Մ. Ս. ԱՋԻՋԲԿՅԱՆ, Ռ. Գ. ՄԱՆՈՒԱՐՅԱՆ

## Ալավերդու հանքավայրի սերիցիտների մի քանի առանձնահատկությունների մասին

*Ալավերդու հանքավայրի մերձհանքային սերիցիտների էլեկտրոնոմիկրոսկոպային և էլեկտրոնոգրաֆիական ուսումնասիրությունները հնդինականին թույլ են տալիս անելու հետևյալ եզրակացությունները՝*

*1. Մերձհանքային սերիցիտների $2M_1$ պոլիտիպ մոդիֆիկացիան բնորոշ է մինչհանքային հիդրոթերմալ փոփոխված ապարներին, ծծմբակուլչեդանային և պղնձակուլչեդանային հանքայնացումներին*

2. Բազմամետաղային հանքանյութերն ուղեկցվում են մերձհանքային ապրիցիտների 1M պոլիտիպ մոդիֆիկացիաներով։

3. Պղնձակոլչեդանային հանքայնացմանը բնորոշ մերձհանքային ապրիցիտների հայտնաբերումը դայկային առաջացումներում խոսում է վերշիններիս մինչհանքայնացման հասակի մասին։

## ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ


[1] *М. С. Азизбекян*, «Известия АН Арм. ССР», «Науки о Земле», № 6 (1969). [2] *С. О. Ачикгезян, Р. Г. Мхитарян, Э. М. Налбандян*, ДАН Арм. ССР, т. 47, № 2 (1969). [3] *G. V. Smith, H. S. Yoder*, Min. Mag. XXXI, № 234 (1956). [4] *Р. Г. Мхитарян*, Электромикроскопическое и электронографическое изучение серицитов некоторых колчеданных месторождений Северной Армении. Тезисы докладов VII Всесоюзной конференции по электронной микроскопии, 1969.

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

LVI 1973 3

УДК 551.781.4

СТРАТИГРАФИЯ

Член-корреспондент АН Армянской ССР А. А. Габриелян, С. М. Григорян

# О границе среднего и верхнего эоцена по фауне нуммулитид

(Представлено 4/VII 1972)

Установление границы между средним и верхним эоценом является одним из сложных и спорных вопросов в стратиграфической геологии и около 100 лет полемизируется в литературе.

В Западной Европе на границе среднего и верхнего эоцена Ж. Буссаком (1) и др. палеонтологами выделяется так называемый «оверский» ярус*, в отложениях которого типичный среднеэоценовый вид Numinulites perforatus Montf. ассоциирует с видом N. striatus (Brug). Последний обычно появляется в верхней части среднего эоцена и переходит в верхний эоцен. Однако в отношении возраста этого яруса мнения исследователей расходятся. Одни исследователи относят его к верхнему, а другие—к среднему эоцену.

А. Л. Яншин считает, что вымирание и исчезновение в разрезах крупных нуммулитов—более широкое географическое явление, чем появление новых видов мелких нуммулитов (2).

Поэтому, по его мнению, все слои с крупными нуммулитами должны быть отнесены к среднему эоцену.

При решении этого вопроса среди всех групп ископаемой фауны ведущую роль играют нуммулитиды. Авторы на основании изучения фауны нуммулитид и стратиграфии палеогеновых отложений Армении раньше высказали свои мнения по данному вопросу (3,4).

В настоящей статье вопрос границы среднего и верхнего эоцена рассматривается нами вновь в свете новых данных, полученных по разрезам Нахичеванской АССР и Венгрии. Мы имели возможность осмотреть несколько опорных разрезов эоценовых отложений Задунайского Среднегорья Венгрии и собрать довольно богатую нуммулитовую фауну. Нами была собрана также богатая нуммулитовая фауна из разреза эоценовых отложений района разв. сел. Парадаш Нах. АССР—одного из фаунистически хорошо охарактеризованного разреза эоцена на Малом Кавказе.

---

* Пески овера Парижского бассейна.

По материалам Армении эту границу мы проводили между горизонтами с N. perforatus и N. millecaput ([3,4]). Такого же мнения Ф. Бе-да ([5]) по материалам Польских Карпат, а также Г. И. Немков ([6]) и Т. А. Мамедов ([7]). Однако эта точка зрения разделяется не всеми специалистами по нуммулитовой фауне.

Если горизонт с N. perforatus во всех районах Альпийского складчатого пояса юга Евразии (Пиренеи, Сев. Италия, Французские Альпы, Аквитанский бассейн, Динариды, Карпаты, Египет, Сирия, Венгрия, Польша, Индия, Иран, Анатолия, Нах. АССР, Армения и др.) всеми исследователями однозначно относится по возрасту к верхней части среднего эоцена, то этого нельзя сказать в отношении возраста горизонта с N. millecaput.

Одни исследователи считают, что массовое развитие вида N. millecaput имело место в начале верхнего эоцена ([3-7]), а по другим, он достигает апогея своего развития в верхней части среднего эоцена и не переходит в верхний эоцен ([2,9]).

Проанализируем стратиграфическое и возрастное положение указанных видов в разрезах Армении, Нах. АССР и Венгрии.

В Армении наиболее полные разрезы палеогена с богатой фауной нуммулитид имеются в бассейне реки Веди и в Западном Айоцдзоре. В этих районах имеются непрерывные разрезы морских песчано-глинистых и карбонатных отложений всего палеогена, и изучение авторами встречающейся в них нуммулитовой фауны позволило выделить семь нуммулитовых горизонтов, относящихся к нижнему эоцену (горизонт с N. planulatus), среднему эоцену (горизонты N. laevigatus и N. perforatus), верхнему эоцену (горизонт с N. millecaput, дискоциклиновый горизонт и горизонт с N. fabianii retiatus) и олигоцену (горизонт с N. intermedius).

Наличие в некоторых разрезах фауны всех указанных нуммулитовых горизонтов позволяет следить за развитием филогенетических групп нуммулитид и тем самым более убедительно говорить о границах стратиграфических подразделений.

Выше указывалось, что граница среднего и верхнего эоцена нами проводится между горизонтами с N. perforatus и N. millecaput.

Характерным комплексом фауны нуммулитид для первого из указанных горизонтов является N. perforatus Monti. (A, B) (массовое количество), N. uronensis Haime, N. millecaput Boub. (A. B) (мало), N. brongniarti d'Arch. et Haime, N. gizehensis Forsk., N. striatus (Brug.) (A, B) (зрелые и незрелые формы), N. ataicus Leym, N. praefabianii Men. et Var., N. anomalus de la Harpe, Assilina exponens (Sow.), Discocyclina pratti Mich.

Второй горизонт содержит смешанный комплекс фауны как верхнего так и среднего эоцена. С одной стороны здесь единичными экземплярами присутствуют формы, которые имели большое количественное развитие в верхней части среднего эоцена (N. perforatus Montf.) и формы появившиеся во второй половине среднего эоцена и получив-

ше в этом горизонте массовое развитие N. millecaput Boub., N. striatus (Brug.).

Более важным является то, что в этом горизонте появляются и значительное развитие получают типичные, руководящие формы верхнего эоцена N. fabiani (Prev.), N. chavannesi de la Harpe, N. incrassatus de la Harpe, Spiroclypeus granulosus Bouss., Grzybowskia reticulata (Rütim.), Pellatispira douvillei Bouss. и др.

Показательно, что в количественном отношении верхнеэоценовые формы преобладают над среднеэоценовыми. Таким образом, на границе указанных двух горизонтов происходит массовое вымирание большинства крупных среднеэоценовых видов нуммулинид (N. gizehensis Forsk., N. brongniarti d'Arch. et Haime, Assilina exponens (Sow.) и др., N. perforatus Montf. резко сокращается в количестве, а N. millecaput Boub в количественном отношении достигает максимум развития во втором горизонте.

В Нахичеванской АССР к пограничным горизонтам среднего и верхнего эоцена относится туфо-осадочная парадашская свита, имеющая мощность ок. 700 *м* и представленная различными туфо-осадочными, песчано-глинистыми образованиями ([7,8]). Она хорошо обнажается в бассейнах среднего течения Алинджачая, Нахичеванчая и Гиланчая.

Нижняя часть парадашской свиты Т. А. Мамедовым относится к среднему эоцену на основании нахождения в ней Nummulites laevigatus Brug., N. uroniensis Haime, N. brongniarti d'Arch. et Haime, N. puschi d'Arch., Assilina exponens (Sow.), Discocyclina nummulitica (Gümb) и др. руководящих форм. Верхнюю часть свиты он относит к верхнему эоцену, так как в составе фауны нуммулитов, встречающихся в отложениях этой части парадашской свиты, им определены верхнеэоценовые виды N. striatus (Brug.), N. garnieri de la Harpe, N. incrassatus de la Harpe, N. chavannesi de la Harpe ассоциирующиеся с среднеэоценовыми формами—N. perforatus Montf., N. brongniarti d'Arch. et Haime, Assilina exponens (Sow.) и др.

В составе собранного нами комплекса фауны нуммулитов из различных пунктов окрестностей разв. Парадаш определены: Nummulites perforatus Montf. (A, B), N. brongniarti d'Arch. et Haime (A, B), N. paradaschensis Mamed., N. striatus (Brug.) (зрелые и незрелые формы), Assilina exponens (Sow.), Discocyclina pratti Mich.

Этот комплекс фауны хорошо сопоставляется с фауной горизонта с N. perforatus, относящегося к верхней части среднего эоцена. Вместе с тем нашими исследованиями в парадашском комплексе нуммулитовой фауны не обнаружены верхнеэоценовые формы—N. chavannesi de la Harpe. N. incrassatus de la Harpe, N. garnieri de la Harpe.

Мы полагаем, что за указанные верхнеэоценовые виды были приняты незрелые формы N. striatus, которые по внешним признакам, на первый взгляд, обнаруживают значительное сходство с N. incrassatus и N. chavannesi.

На основании этих данных парадашскую свиту целиком мы относим к среднему эоцену и сопоставляем с горизонтом N. perforatus разреза эоценовых отложений Армении.

Эта свита—парадашская, по составу нуммулитовой фауны и стратиграфическому положению, соответствует оверскому ярусу западноевропейской стратиграфической шкалы.

Средним эоценом возраст парадашской свиты считает также М. А. Багманов ([10]).

На Задунайском Среднегорье Венгрии имеется один из фаунистически (нуммулитиды) хорошо охарактеризованных разрезов морских отложений эоцена в Европе. Несмотря на то, что седиментация в эоцене здесь прерывалась тремя фазами поднятия и кратковременной регрессии (на границе нижнего и среднего эоцена, в среднем эоцене и на границе среднего и верхнего эоцена), в разрезах указанной области венгерскими геологами (Г. Копек, Т. Кечкемети, Г. Дудич ([9])) выделяются семь нуммулитовых горизонтов, из них шесть (N. laevigatus, Assilina spira, N. perforatus, N. striatus, N. millecaput и глауконитовый) в среднем и седьмой (горизонт с N. fabianii) в верхнем эоцене.

Границу среднего и верхнего эоцена указанные исследователи проводят между глауконитовым горизонтом и горизонтом N. fabianii учитывая то, что на этом рубеже происходит полное исчезновение крупных нуммулитов и имеется эрозионное несогласие.

Однако, анализ вертикального распределения нуммулитид в эоценовых отложениях Венгрии, а также обработка коллекции нуммулитовой фауны, собранной авторами из песчано-глинистых и карбонатных отложений эоцена Задунайского Среднегорья Венгрии показывает, что гораздо более резкая смена фауны нуммулитид происходит между горизонтами N. perforatus и N. striatus (табл. 1).

На этой границе происходит массовое вымирание крупных среднеэоценовых форм—N. gizehensis, N. brongniarti, N. aturicus, N. puschi Ass. spira, резкое сокращение в количестве среднеэоценового вида N. perforatus и, что не менее важное—появление и массовое развитие верхнеэоценовых форм—N. incrassatus, N. chavannesi, N. garnieri, N. variolarius, N. striatus и др.

Здесь также, как и в Армении и в Польских Карпатах, из крупных форм нуммулитов только N. millecaput переходит из среднего эоцена в верхний эоцен (нижняя часть), где он достигает максимума в своем развитии.

Таким образом, по комплексу нуммулитовой фауны и стратиграфическому положению, горизонт N. striatus Задунайского Среднегорья Венгрии соответствует горизонту N. millecaput Армении.

Теперь после изложения фактического материала по Армении, Нах. АССР и Венгрии, вернемся к обсужденному вопросу—границе среднего и верхнего эоцена.

Для решения данного вопроса исходными для нас являются следующие основные положения:

*Таблица 1*

Таблица вертикального распространения нуммулитид в эоценовых отложениях Венгрии
(по Копеку, Кечкемети и Дудичу)

| Отделы | Подотделы | Горизонты | Наименования видов |
|---|---|---|---|
| Палеоген | Средний эоцен | N. laevigatus | N. laevigatus |
| | | Assilina spira | N. perforatus |
| | | N. perforatus | N. millecaput |
| | | N. striatus | N. brongniarti |
| | | N. millecaput | N. gizehensis |
| | | Глауконитовый горизонт | N. striatus |
| | Верхний эоцен | N. fabianii | N. puschi |
| | | | N. discorbinus |
| | | | N. aturicus |
| | | | N. incrassatus |
| | | | N. chavannesis |
| | | | N. garnieri |
| | | | N. fabianii |
| | | | N. variolarius |
| | | | N. pulchellus |
| | | | N. wemmelensis |
| | | | Ass. spira |
| | | | Ass. exponens |

1. При установлении границ между стратиграфическими подразделениями нельзя базироваться ни на появлении новых видов, и ни на вымирании старых, так как, ни один из этих процессов не происходит повсеместно одновременно. Возникновение новых видов всегда происходит в борьбе со старыми, в среде, где преобладают древние формы; точно также, вымирание отдельных групп организмов в разных геолого-географических провинциях происходит не всегда одновременно. Поэтому, при применении палеонтологических критериев надо основываться не на отдельных видах, а на комплексах фауны и флоры.

Стратиграфические границы должны соответствовать этапам крупных палеогеографических преобразований земной коры, существенных изменений условий седиментации, биономических условий обитания органического мира и обусловленных ими качественных изменений в развитии фауны и флоры.

2. Хотя несомненно, что на границе среднего и верхнего эоцена имела место довольно резкая смена фауны нуммулитид и в частности, вымирание подавляющего большинства крупных форм, тем не менее, некоторые из них (N. perforatus) единичными экземплярами переходят в нижнюю часть верхнего эоцена, а самый крупный нуммулит—N. millecaput появляется в верхней части среднего эоцена, но достигает расцвета в начале верхнего эоцена.

3. Исходя из изложенных принципов, границу между средним и верхним эоценом следует проводить между горизонтами N. perforatus и N. millecaput (Армения, Польша), N. perforatus и N. striatus (Венгрия), по кровле парадашской свиты Нах. АССР.

Ереванский государственный университет
Институт геологических наук
Академии наук Армянской ССР

Հայկական ՍՍՀ ԳԱ թղթակից-անդամ Ա. Հ. ԳԱԲՐԻԵԼՅԱՆ, Ս. Մ. ԳՐԻԳՈՐՅԱՆ

## Միջին և վերին էոցենի սահմանի առթիվ (ըստ նումուլիտային ֆաունայի)

*Հունգարիայի, Նախիջևանի Ինքնավար Հանրապետության և Հայաստանի էոցենի նստվածքներից հավաքած նումուլիտային ֆաունայի մշակումը ու նրանց բիոստրատիգրաֆիական անալիզը հեղինակներին հանգեցնում են հետևյալ եզրակացությունների՝.*

*1. Ստրատիգրաֆիական ստորաբաժանումների միջև սահմաններ անցկացնելիս չի կարելի հիմնվել ոչ նոր տեսակների ծագման, և ոչ էլ հին ձևերի մահացման վրա, քանի որ այդ պրոցեսներից և ոչ մեկը չի կատարվում ամենուրեք միաժամանակ։*

*Սովորաբար նոր տեսակները հանդես են գալիս հին ձևերի հետ ունեցած պայքարում, հին ձևերի գերակշռող միջավայրում։ Հավասար չափով, օրգանիզմների առանձին խմբերի մահացումը տարբեր երկրաբանա-աշխարհագրական մարզերում ոչ միշտ է կատարվում միաժամանակ։*

Այդ իսկ պատճառով պալեոնտոլոգիական չափանիշներ կիրառելիս պետք է հիմնվել ոչ թե առանձին տեսակների, այլ ֆաունայի և ֆլորայի խմբերի վրա։

Ստրատիգրաֆիական սահմանները պետք է համապատասխանեն երկրի կեղևի պալեոաշխարհագրական խոշոր վերափոխումների էտապներին, նրա տրվածքագոյացման պայմանների էական փոփոխություններին, ինչպես նաև օրգանական աշխարհի զարգացման համար անհրաժեշտ բիոնոմիական պայմանների և նրանցով պայմանավորվող ֆաունայի և ֆլորայի զարգացման որակական փոփոխություններին։

2. Ելնելով այս դրույթներից, հեղինակները գտնում են, որ միջին և վերին էոցենի սահմանը պետք է անցկացնել՝ Հայաստանում, ինչպես նաև Ինդոնեզիայում Nummulites perforatus և N. millecaput, իսկ Հունգարիայում N. perforatus և N. striatus հորիզոնների միջև։

Փարապաշի շերտախմբի վերին մասը, որը որոշ հեղինակներ վերագրում են վերին էոցենին, ըստ պարունակած նումուլիտային ֆաունայի հանդիսանում է ալպիական ծալքավոր գոտու մի շարք շրջաններում անջատվող N. perforatus հորիզոնի անալոգը, և ունի միջին էոցենի հասակ։

## ЛИТЕРАТУРА—ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ


[1]. *J. Boussac*, Etudes paleontologiques sur le nummulitique alpin. Mém. Serv. Carte Géol. France, Paris, 1911. [2]. *А. Л. Яншин*, Геология Северного Приаралья, Изд. МОИП, 1953. [3]. *А. А. Габриелян*, Палеоген и неоген Армянской ССР, Изд. АН Арм. ССР, 1964. [4]. *С. М. Григорян*, Известия АН Арм. ССР, сер геол. геогр. т. XII. [5]. *F. Bieda*, Paleontologiezna stratigrafia eocenu tatrzanskiego i fliszu podhalanskiego. Biul. Inst. Geol., № 149, Krakow, 1959. [6]. *Г. И. Немков*, Нуммулитиды Советского Союза и их биостратиграфическое значение, Изд. „Наука" М., 1967. [7]. *Т. А. Мамедов*, Автореферат докторской диссертации, Баку 1967. [8]. *Ш. А. Азизбеков*, Геология Нахичеванской АССР, 1961. [9]. *G. Kopek, T. Kecskeméti*, Dudich E. Jr.—Stratigraphische probleme des Eozäns in Transdanubischen Mittelgo-birge—Ungarns, Acta Geologica Ung. IX, 1965. [10]. *М. А. Багманов*, Крупные фораминиферы и моллюски эоцена Малого Кавказа, Изд. АН Азерб. ССР, 1966.

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

LVI 1973 3

УДК 576.809.518

МИКРОБИОЛОГИЯ

В. Д. Азатян, А. М. Диланян, Б. Б. Вартанян

# О действии 3,6-диметилоктин-4-диола-3,6 на колициногенные штаммы Фредерика

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР А. К. Паносяном 10/VII 1972)

Продолжая изучение биологической активности 3,6-диметилоктин-4-диола-3,6 на различные штаммы E. coli ([1]), в настоящей работе мы поставили перед собой задачу проверить действие этого гликоля на колициногенные факторы эталонных штаммов Фредерика.

Бактериоциногенные системы позволяют путем простых визуальных тестов проследить за внутриклеточным образованием и выделением в окружающую среду белковых веществ (бактериоцинов), которые можно рассматривать как результат синтеза нового белка, индуцированного экзогенным фактором. Бактериоциногенные системы считают ([2]) перспективными объектами для исследования биосинтетических процессов на молекулярном уровне. Воспроизведение ингибиторного эффекта на обычных питательных средах позволяет использовать эти системы для изучения механизмов регуляции белкового синтеза. Установлено, что синтез колицина может быть индуцирован акрифлавином, акридином оранжевым, генциан-виолетом и кристаллвиолетом ([3]). Акридиновые, некоторые основные красители и другие факторы (Уф) могут действовать то как агенты, элиминирующие эписомы-внехромосомные детерминанты наследственности, то как индукторы ([4]). Элиминация эписом, в том числе R-факторов, акридиновыми красителями проводится в эксперименте, но из-за их токсичности для организма они практически не применимы ([3]). Отмечают ([5]), что A и V колфакторы могут быть элиминированы акрифлавином.

Действие 3,6-диметилоктин-4-диола-3,6 проверялось на пятнадцати эталонных колициногенных штаммах Фредерика, а индикаторной культурой служила E. coli K12S. Гликоль добавлялся к питательному агару в концентрациях от 0,1 до 0,8%. Параллельно ставились опыты и без добавления его к питательной среде (контроль). Каждый опыт ставился троекратно, и нами приводятся средние данные от трех опытов. Колициногенность культур определялась методом укола (Frederieq, 1957 г.) ([1]). При росте культур на питательном агаре с различными концент-

рациями испытуемого гликоля и без него были приготовлены мазки из макроколонии колициногенных культур и окрашены по Граму для микроскопического исследования.

Различные колициногенные штаммы энтеробактерий реагировали на различные концентрации 3,6-диметилоктин-4-диола-3,6 по-разному. Полученные данные приведены в табл. 1. Для иллюстрации приведены также фотограммы контроля (МПА) и зон задержки роста культуры E. coli K12S при действии 0,5% гликоля, а также четыре микрофотограммы мазков (рис. 1 и 2).

Экспериментальный материал условно разделен на три группы. Как видно из табл. 1, в первую группу включены три штамма: E. coli CA7, продуцирующий колицин типа V, E. freundii CA=31-колицин типа A, и E. coli CA=46-колицин типа G. 3,6-диметилоктин-4-диол-3,6 ингибировал колицинообразование у этих культур Особенно сильное действие оказывали 0,4% его на E. coli CA=7 (колфактор V), а более высокие концентрации оказывали бактерицидное действие. Сравнительно слабой колицинообразующей способностью обладает E. freundii CA=31; но эта культура продуцировала при концентрации 0,4% гликоля колфактор диаметром 8 *мм* и теряла эту способность при 0,5%-ной концентрации гликоля.

Обладающий более слабой колицинообразующей способностью E. coli CA=46 (колфактор G.) при наличии в среде 0,3% ацетиленового гликоля лишается способности продуцировать колицин.

Таким образом, 3,6-диметилоктин-4-диол-3,6 является ингибитором или элиминирующим агентом колфакторов V, A и G. По-видимому, по

*Таблица 1*

Действие различных концентраций 3,6-диметилоктин-4-диола-3,6 на эталонные колициногенные штаммы Фредерика

| №№ по порядку | Продуценты колицинов | Типы колицинов | Условные группы | Контроль | Концентрация гликоля, % | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 |
| | | | | | Зона задержки индикаторного штамма K12, *мм* | | | | | | | |
| 1 | E. coli CA=7 | V | I | 40 | 40 | 32 | 16 | 0 | 0 | | | Нет роста |
| 2 | E. freundii CA=31 | A | I | 22 | 22 | 16 | 10 | 8 | 0 | | | Опыт не поставлен |
| 3 | E. coli CA=46 | G | I | 14 | 10 | 10 | 0 | 0 | 0 | | | . . . . |
| 4 | E. coli K=235 | K | II | 32 | 30 | 30 | 26 | 26 | 20 | | | Очень слабый рост |
| 5 | E. coli CA=42 | F | . | 30 | 30 | 26 | 24 | 24 | 22 | | | . . . . |
| 6 | E. coli K=30 | E1+V | . | 30 | 30 | 26 | 14 | 12 | 10 | | | Нет роста |
| 7 | Sh, sonnei P9 | E2+I | . | 30 | 26 | 26 | 26 | 26 | 22 | | | 18мм Очень сл. рост |
| 8 | E. coli CA=38 | E3+I | . | 30 | 30 | 30 | 28 | 28 | 26 | | | 24мм . . . |
| 9 | Paracoli CA=62 | J+I | . | 23 | 22 | 26 | 24 | 20 | 16 | | | Опыт не поставлен |
| 10 | E. coli CA=53 | I | . | 20 | 20 | 20 | 14 | 14 | 10 | | | Очень слабый рост |
| 11 | Sh. boydii P=1 | S1 | . | 28 | 28 | 28 | 28 | 26 | 18 | | | . . . . |
| 12 | E. coli CA=23 | D | . | 28 | 28 | 26 | 24 | 22 | 22 | | | . . . . |
| 13 | Paracoli CA=57 | C | . | 18 | 16 | 18 | 18 | 10 | 8 | | | . . . . |
| 14 | Sh. dispar P14 | S5 | III | 30 | 28 | 28 | 28 | 28 | 30 | | | Опыт не поставлен |
| 15 | E. coli CA=18 | B | . | 28 | 28 | 28 | 26 | 26 | 26 | | | Очень слабый рост |

биохимическому составу, в частности по белковому составу, и структуре эти три типа колицинов сходны. Возможно, гликоль включается в начальную стадию биосинтеза пептидной цепочки образуя такой внутриклеточный комплекс, который ингибирует, блокирует биосинтез колфакторов V, A и G, или, соединяясь с терминальной частью пептидной цепи, меняет направленность биосинтетических процессов, в результате чего происходят сдвиги в белковом обмене—меняется функциональная морфология бактериальных клеток в популяции. Тем самым гликоль «излечивает» E. coli, восстанавливая нормальные физиологические функции при элиминации эписом колфакторов у штаммов первой группы. Возможно, колицинопродуцирующие особи данного штамма чувствительны к гликолю, погибают, а непродуцирующие колицини особи более резистентны, размножаются, образуя макроколонии (рис. I и 2, колонии 1, 2 и 3).

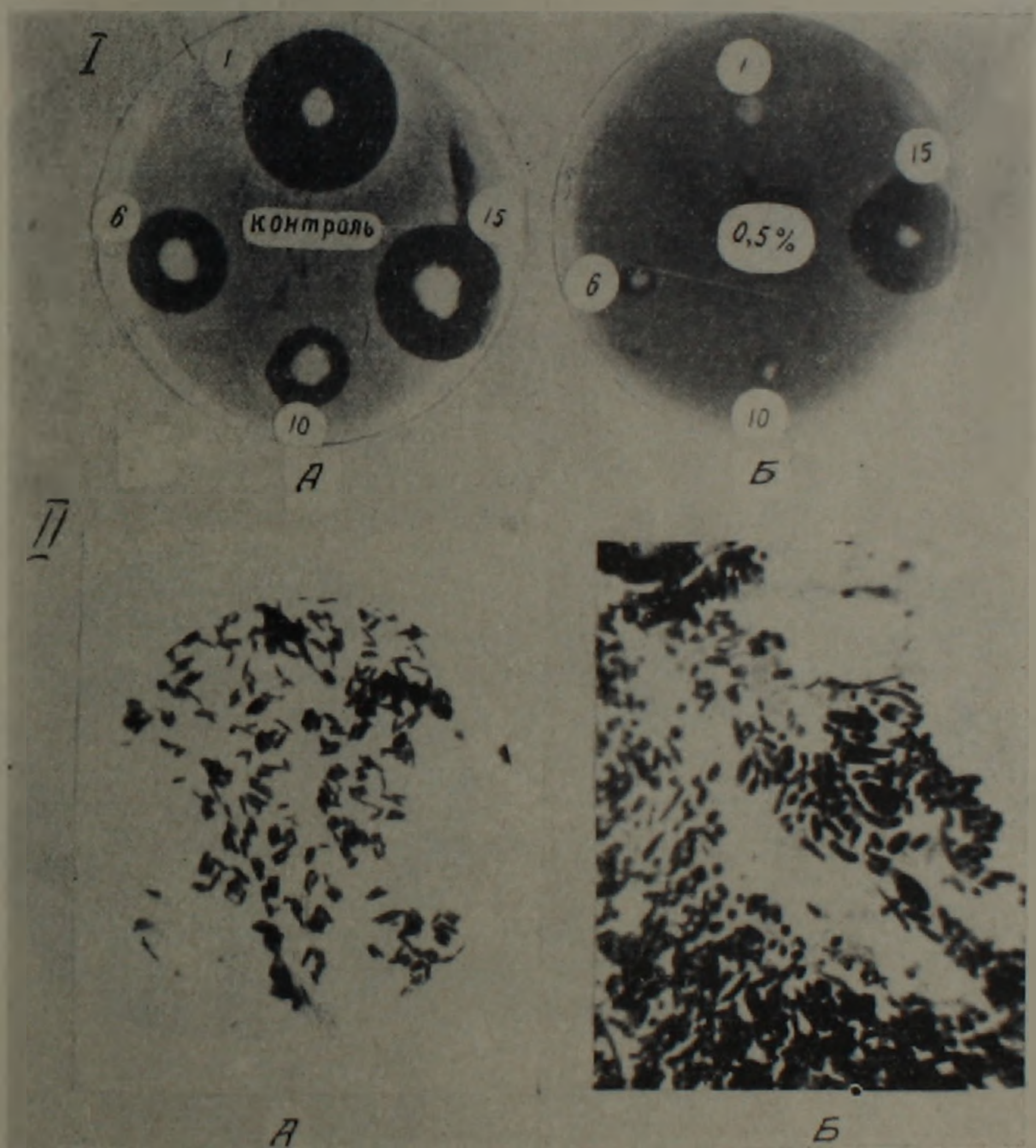



Рис. 1. I, А—контроль; Б—действие 0,5% гликоля на колициногенность культур: 1— E. coli CA=7; 6— E. coli K=30; 10— E. coli CA=53; 15— E. coli CA=18. II. Микроскопия мазков E. coli CA=7. Увелич. 90×15. А— МПА, контроль; Б— действие 0,5% гликоля

Морфолгические особенности культуры E. coli CA=7 (col V) при росте на МПА с различными концентрациями гликоля и без него (контроль) следующие. Микроскопия мазков контрольной культуры показала грамотрицательные, полиморфные палочки с закругленными концами, расположенные одиночно и парно, параллельно друг другу или под углом (рис. 2,*а*, *б*). При выращивании же этой культуры на МПА с 0,1% гликоля наблюдается сравнительно слабое окрашивание бактериальных клеток. При увеличении концентрации гликоля (0,2–0,4%) величина бактериальных клеток уменьшается: вместо мелких полиморфных палочек появляются кокковидные формы. При наличии 0,5% гликоля наблюдаются гигантские колбовидные формулы со свет-

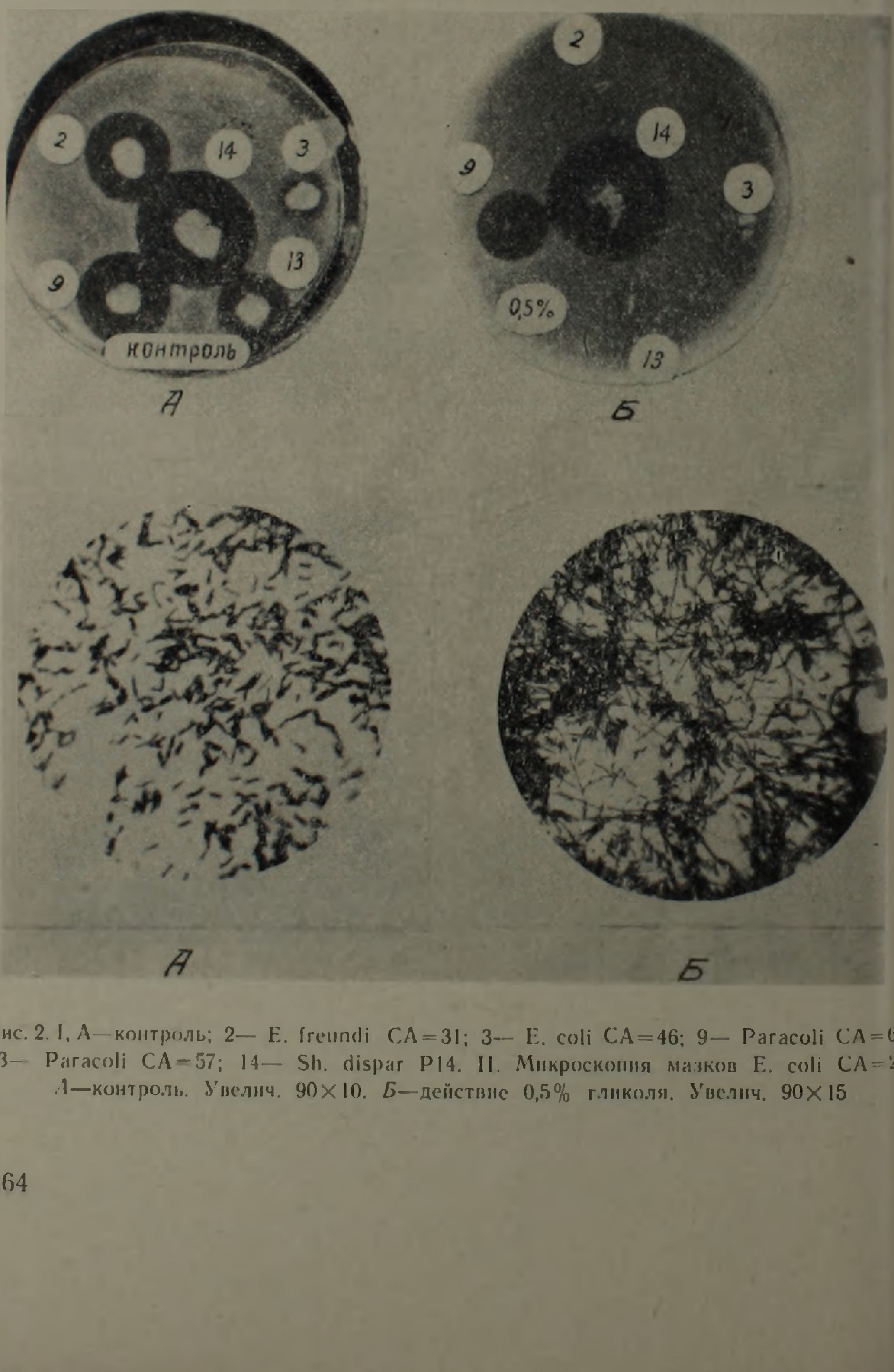



Рис. 2. I, А—контроль; 2— E. freundi CA=31; 3— E. coli CA=46; 9— Paracoli CA=62; 13— Paracoli CA=57; 14— Sh. dispar P14. II. Микроскопия мазков E. coli CA=2 *А*—контроль. Увелич. 90×10. *Б*—действие 0,5% гликоля. Увелич. 90×15

лой шейкой, удлиненные эллипсондальные, макро- и микрояйцевидные и шаровидные формы, удлиненные и утолщенные формы с зернистостью (рис. 2,*б*). Наряду с гигантскими клетками были и очень мелкие кокковидные формы. При росте на МПА E. freundii CA=31 (col A) наблюдались грамотрицательные, полиморфные палочки и нитевидные формы. При наличии в питательной среде 0,1—0,3% гликоля в поле зрения микроскопа не встречались нитевидные формы, но местами полиморфные грамотрицательные палочки располагались друг за другом в виде прерывистой цепочки: на одном конце удлиненные, а на другом—очень мелкие палочки. При росте в присутствии 0,4% гликоля обнаружены грамотрицательные полиморфные палочковидные клетки, редко—утолщенные нити—«дрожеподобные» формы; местами наблюдалась внутриклеточная зернистость, а при 0,5% гликоля—грамотрицательные переплетенные нити. Микроскопия мазков E. coli CA=46 (col G) при росте на МПА показала грамотрицательные полиморфные палочки с белым ореолом, а при росте в присутствии 0,1—0,3% гликоля были видны грамотрицательные нежные палочки, редко—короткие и длинные нитевидные формы, наряду с «дрожжеподобными», по-видимому, L формами.

Таким образом, под влиянием ацетиленового гликоля колициногенные штаммы E. coli CA=7 (col V), E. freundii CA=31 (col A) и E. coli CA=46 (col G) претерпевают морфолого-функциональные изменения.

Из 15 изученных штаммов 10 (66,7%) колициногенных штаммов Фредерика включены во вторую группу. В примененных нами концентрациях ацетиленовый гликоль ингибирует колициногенные свойства эталонных штаммов Фредерика в различной степени, особенно проявляя это действие при 0,5 и 0,6% концентрациях. Наименее чувствительными оказались E. coli CA=38 (col E3+I), Sh. sonnei P9 (Col E2 +I), а затем E. coli K=235 (col K) и E. coli CA=42 (col F); наибольшую же чувствительность проявила к гликолю E. coli K=30 (col E1+V): наличие 0,6% ацетиленового гликоля действует на эту культуру бактерицидно. Зона задержки роста индикаторной культуры при концентрациях 0,4 и 0,5%, по-видимому, обусловлена наличием колфактора E1. Остальные культуры в той или иной мере сохраняли колициногенные способности при концентрации 0,5% гликоля, а выше этой концентрации он действовал бактериостатически.

Микроскопия мазков, окрашенных по Граму, показала, что при росте культур в присутствии гликоля в концентрации 0,4 и 0,5%, а иногда и при 0,6%, наблюдаются морфологические изменения: густо переплетенные нитевидные формы (рис. 2), контуры палочек становятся нечеткими, в ряде случаев слабо окрашиваются дополнительной краской—фуксином, встречаются дрожжеподобные формы.

Два штамма включены в третью группу. Из таблицы и рисунков 1 и 2 видно, что 3,6-диметилоктин-4-диол-3,6 способен также индуцировать колицинообразование у Sh. dispar P14 (col S5) и E. coli CA=18 (col B); при этом величина макроколонии уменьшается с увеличением

концентрации этого индуцирующего агента, а диаметр зоны задержки роста индикаторной культуры не меняется.

Можно утверждать также, что в популяции гликоль оказывает бактерицидное действие на особи, лишенные колициногенных способностей, а колицинообразующие клетки этих штаммов не чувствительны к гликолю в пределах 0,5% его концентрации: они интенсивно синтезируют колицин типов S5 и B; последние диффундируют в окружающую питательную среду и выявляются индикаторной культурой. Микроскопия мазков штаммов третьей группы показала те же морфологические изменения, что и указаны выше.

Таким образом, 3,6-диметилоктин-4-диол-3,6 не влияет на колициногенные функции Sh. dispar PI4 (col S5) и E. coli CA=18 (col B) и является индуктором колицинов S5 и B, селекционируя колициногенные особи, не чувствительные к этому веществу, в присутствии или с участием которого происходит биосинтез колицинов.

Подытоживая вышеизложенное, можно отметить следующее.

3,6-диметилоктин-4-диол-3,6 обладает биологической активностью в отношении эталонных колициногенных штаммов Фредерика. Он является ингибитором или элиминирующим агентом колфакторов V, A и G, оказывает летальный эффект на колицинообразующие особи, и вытесняет в популяции особи, не продуцирующие колицин. Гликоль ингибирует образование колицинов в значительном проценте случаев (66,7%), но в различной степени. Он является индуктором колфакторов S5 и B, имеет бактерицидное действие на особи, лишенные колициногенных свойств, в то время как колицинпродуцирующие особи резистентны к гликолю, в присутствии которого интенсивно синтезируются колицины S5 и B. Гликоль вызывает морфологические изменения у колициногенных штаммов Фредерика, действует на клеточный аппарат деления-размножения бактерий и на клеточную стенку энтеробактерий.

Лаборатория химической физики
Академии наук Армянской ССР
Санитарно-эпидемиологическая станция
Абовянского района Министерства здравоохранения Армянской ССР

Վ. Դ. ԱՂԱՅԱՆ, Ա. Ս. ԴԻԼԱՆՅԱՆ Բ. Բ. ՎԱՐԴԱՆՅԱՆ

## Ֆրեդերիկի կոլիցինածին շտամների վրա 3,6-դիմեթիլօկտին-4-դիոլ-3,6-ի ազդեցության մասին

*3,6-դիմեթիլօկտին-4-դիոլ-3,6-ն աղիքային ցուպիկների նկատմամբ ցուցաբերել է կենսաբանական ակտիվություն (¹)։ Հետաքրքիր էր պարզել այդ պիկոլի ազդեցությունը Ֆրեդերիկի էտալոնային շտամների կոլիցինածին գործոնների վրա։*

*Ներկա աշխատանքում պարզված է, որ նշված ացետիլենային պլիկոլն ազդում է Ֆրեդերիկի կոլիցինածին էտալոնային որոշ շտամների վրա որպես արգելակիչ, վերականգնելով աղիքային ցուպիկների ֆիզիոլոգիական նորմալ*

*ֆունկցիաները։ Ավելի մեծ թվով շտամներն այս կամ այն չափով պահպանում են իրենց կոլիցինածին հատկությունները։ Գլիկոլը հանդես է գալիս նաև որպես կոլիցինագոյացման հարուցիչ։ Նա առաջ է բերում բակտերիալ բջիջների ձևաբանական փոփոխություններ։*

## ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ


[1] *В. Д. Азатян, А. М. Диланян,* ДАН Арм. ССР т. 56, № 2 (1973). [2] *В. Д. Тимаков,* Предисловие книги Д. Г. Кудлай и В. Г. Лиходед «Бактериоциногения», изд. «Медицина», Ленингр. отд., стр. 4. [3] *Д. Г. Кудлай, В. Г. Лиходед, Б. М. Гирдо, Т. Б. Пидалко, С. Ф. Борукова,* Тезисы доклада, IX Международный конгресс по микробиологии, 24—30 июня 1966 г., стр. 15. [4] *Д. Г. Кудлай,* Эписомы и инфекционная наследственность бактерий, Изд. «Медицина», стр. 148, 65, 1, 1969. [5] *З. Лоркевич, М. Дерило, М. Фрелик,* Элиминация и передача колициногенных факторов, в сборнике «Генетика микроорганизмов»; труды II симпозиума по генетике микроорганизмов, 20—24 июля 1965 г. стр. 226, изд. «Медицина», М., 1966.

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

LVI 1973 3

УДК 539.22

БИОФИЗИКА

В. Г. Адонц, Т. М. Бирштейн, А. М. Скворцов

# Теория внутримолекулярных переходов α- и β- структуры-клубок

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР М. Л. Тер-Микаеляном 13/VIII 1972)

Как известно, в молекулах глобулярных белков наряду с клубкообразными участками имеются участки α-спирали и β-структуры ([1–3]) (в дальнейшем для краткости мы будем обозначать их просто α и β). Существование тройных конформаций — α, β и клубка в макромолекулах синтетических полипептидов наблюдалось в работе ([1]), где изучалось взаимодействие поли-*L*-лизина с детергентом додецилсульфатом натрия. В этой работе показано, что при изменении pH раствора имеют место переходы: α-клубок, β-клубок и α—β. Теории переходов α-клубок и β-клубок детально разработаны рядом авторов ([5–7]).

Настоящая работа посвящена исследованию переходов в макромолекуле высокой степени полимеризации, содержащей все три указанных конформации.

*Построение статистической суммы полипептидной цепи.* Рассмотрим длинную полимерную цепь, состоящую из чередующихся α- и β-участков и клубков (рис. 1).

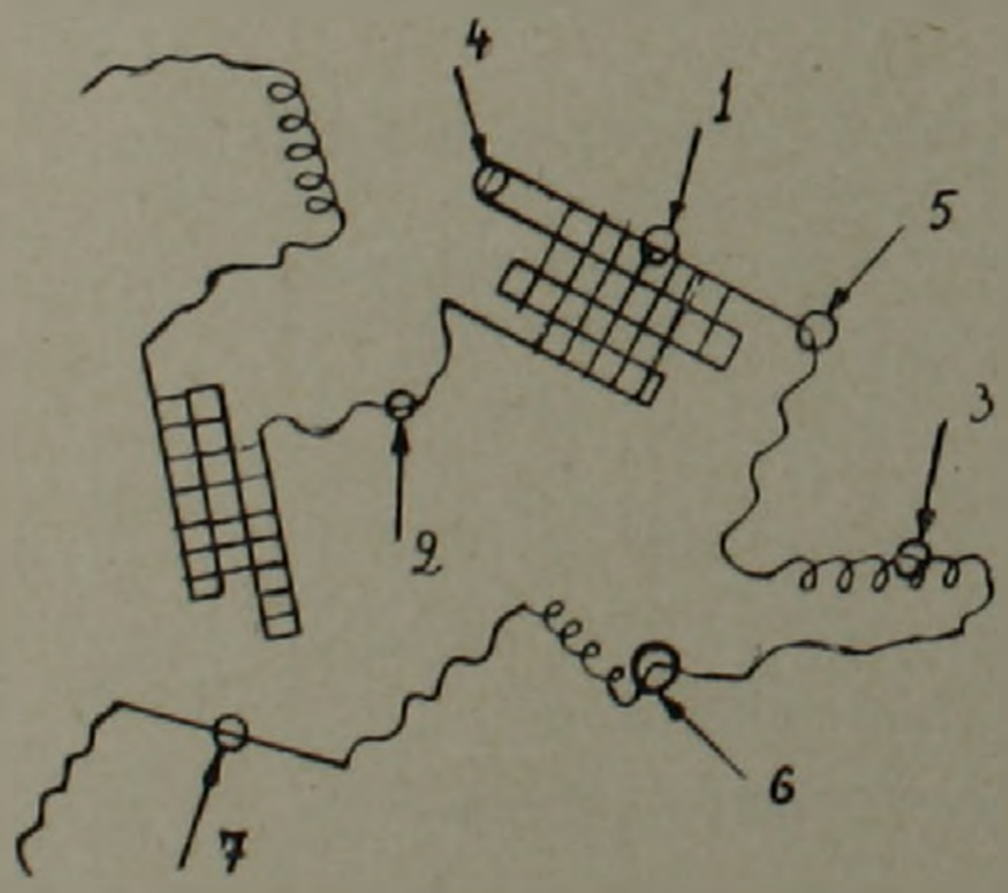



Рис. 1. Конфигурация цепи, содержащей участки α-спирали, β-структуры и клубки. Конформации и свободные энергии мономеров: *1*—β-структура (—ε); *2*—клубок (—φ); *3*—спираль (—ψ); *4*—изгиб β—структуры (—ln*q*); *5*—начало структурированного участка (—2ln$\sigma_\beta$); *6*—начало участка α-спирали(—2ln$\sigma_\alpha$); *7*—палка (0)

Построим статистическую сумму такой цепи, следуя ([7]) и введя обобщенный статистический ансамбль, т. е. набор полимерных цепей, в которых при постоянной температуре $T$ варьируются общая длина цепи, число участков и длина каждого участка. Статистическая сумма обобщенного ансамбля $\Xi(\mu)$ является функцией химического потенциала мономерных единиц цепи ($-\mu$) и связана со статистической суммой $Z(N)$ цепи фиксированной степени полимеризации $N$ следующим соотношением:

$$\Xi(\mu) = \sum_{N=1}^{\infty} Z(N) e^{-\mu N} \qquad (1)$$

где

$$Z(N) \approx e^{\mu_0 N} \tag{2}$$

$(-\mu_0^*)$—свободная энергия цепи в расчете на мономер. Поскольку равновесному состоянию системы отвечает минимальная свободная энергия $-F = \mu_0 N$, величина $\mu_0$ может быть найдена как старший корень уравнения

$$\frac{1}{\Xi_\mu} = 0. \tag{3}$$

Для клубкообразных и спиральных участков цепи (полагая мономеры независимыми друг от друга), имеем:

$$Z_{кл}(n) \simeq e^{\mp n}, \tag{4}$$

$$Z_\alpha(n) \simeq \sigma_\alpha^2 e^{\psi n}, \tag{5}$$

где $n$—число мономеров в участке, $\sigma_\alpha^2$—параметр инициирования спирального участка (аналог параметра $\sigma$ в теории Зимма-Брэгга), а $(-\varphi)$ и $(-\psi)$—свободные энергии мономера в клубке и спирали соответственно

Отсюда, для обобщенных статистических сумм клубка и спирали получим:

$$\Xi_{кл}(\mu) = \sum_{n=1}^{\infty} e^{(\varphi-\mu)n} \simeq \int_0^\infty e^{(\varphi-\mu)n} dn = \frac{1}{\mu - \varphi}, \qquad \mu > \varphi \tag{6}$$

$$\Xi_\alpha(\mu) = \sigma_\alpha^2 \sum_{n=1}^{\infty} e^{(\psi-\mu)n} \simeq \sigma_\alpha^2 \int_0^\infty e^{(\psi-\mu)n} dn = \frac{\sigma_\alpha^2}{\mu - \psi}. \qquad \mu > \psi \tag{7}$$

Для $\beta$—участков статистическую сумму нельзя представить в виде, аналогичном (4) и (5) из-за наличия дальних взаимодействий в цепи. Выражение для $\Xi_\beta(\mu)$ получено в работе (8) и имеет вид

$$\Xi_\beta(\mu) = \frac{\sigma_\beta^2}{q} G(\mu), \tag{8}$$

где $\sigma_\beta^2$ —параметр инициирования $\beta$-участка, $q = e^{-u}$—статистический вес изгиба ($u$—энергия мономера на изгибе), а

$$G(\mu) = -1 + \sqrt{\frac{\varepsilon}{q}} \cdot \frac{I_{\frac{\varepsilon}{\mu-\varepsilon}}\left(\frac{2\sqrt{\varepsilon q}}{\mu-\varepsilon}\right)}{I_{\frac{\varepsilon}{\mu-\varepsilon}-1}\left(\frac{2\sqrt{\varepsilon q}}{\mu-\varepsilon}\right)}. \tag{9}$$

Здесь $(-\varepsilon)$—свободная энергия мономерной единицы в состоянии $\beta$-структуры, а $I_\nu(x)$—функция Бесселя порядка $\nu$.

Перейдем теперь к построению обобщенной статистической суммы системы $\Xi(\mu)$. Естественно предположить, что $\alpha$- и $\beta$-участки раз-

---

* Все энергетические величины берутся в единицах кТ.

делены друг от друга клубками, т. е. любое состояние цепи (с точностью до краевых эффектов) представляется как случайный набор пар + клубок ($\alpha$ или $\beta$). Тогда суммирование по числу пар $m$ участков в системе запишется как

$$\Xi(\mu)=\sum_{m=1}^{\infty}(\Xi_{кл}(\mu)\cdot(\Xi_{\alpha}(\mu)+\Xi_{\beta}(\mu)))^{m}=\frac{\Xi_{кл}\cdot(\Xi_{\alpha}+\Xi_{\beta})}{1-\Xi_{кл}\cdot(\Xi_{\alpha}+\Xi_{\beta})}, \qquad (10)$$

где $\Xi_{кл}(\mu)$, $\Xi_{\alpha}(\mu)$ и $\Xi_{\beta}(\mu)$, включающие суммирование по длинам всех участков, вычисляются по (6)—(8).

Таким образом, условие (3) для нахождения старшего корня запишется в виде

$$1-\Xi_{кл}(\mu)\cdot\Xi_{\alpha}(\mu)-\Xi_{кл}(\mu)\cdot\Xi_{\beta}(\mu)=0, \qquad (11)$$

или, с учетом (6)—(9), получаем

$$G(\mu)=\frac{q(\mu-\varphi)}{\sigma_{\beta}^{2}}-\frac{q\sigma_{\alpha}^{2}}{\sigma_{\beta}^{2}(\mu-\psi)}. \qquad (12)$$

*Фазовая диаграмма и термодинамические характеристики системы.* Решение уравнения (12) будем искать графически как точку пересечения кривых $G(\mu)$ и $Y(\mu)=\frac{q(\mu-\varphi)}{\sigma_{\beta}^{2}}-\frac{q\sigma_{\alpha}^{2}}{\sigma_{\beta}^{2}(\mu-\psi)}$ при фиксированных значениях параметров. Уменьшим число параметров, поделив обе части уравнения (12) на $q$ и введя приведенные величины

$$\mu^{*}=\frac{\mu}{q},\quad \sigma_{\alpha}^{*}=\frac{\sigma_{\alpha}}{q},\quad \sigma_{\beta}^{*}=\frac{\sigma_{\beta}}{q},\quad \varepsilon^{*}=\frac{\varepsilon}{q},\quad \varphi^{*}=\frac{\varphi}{q}\ \text{и}\ \psi^{*}=\frac{\psi}{q}.$$

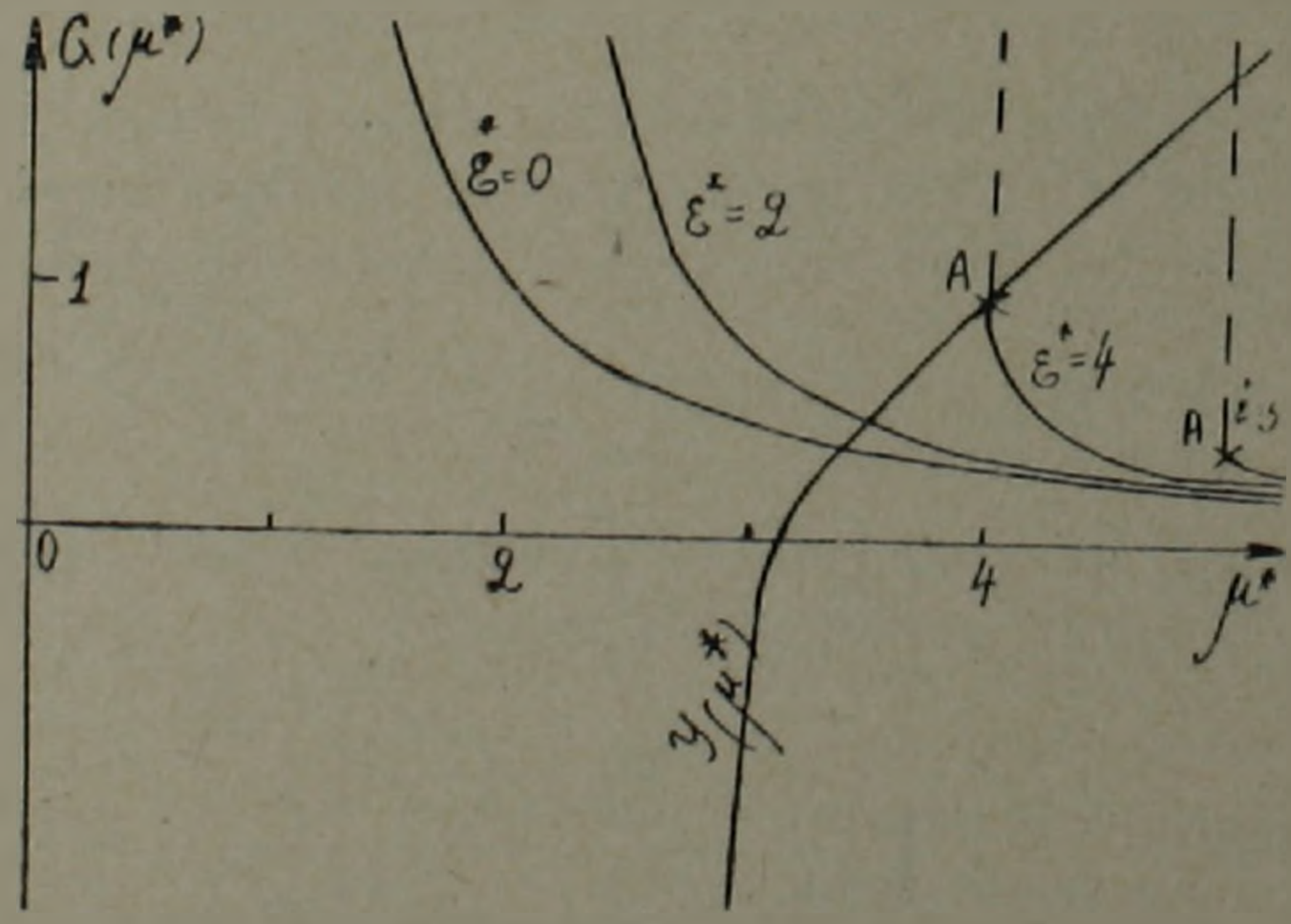



Рис. 2. Нахождение равновесного значения химического потенциала системы $\mu_0^*$ графическим способом ($\sigma_{\alpha}^{*}=0{,}01$; $\sigma_{\beta}^{*}=1$; $\varphi^{*}=3$; $\psi^{*}=3$)

Тогда $G(\mu^*)$ (9) делается функцией единственного параметра $\varepsilon^*$ (рис. 2). Зависимость $G(\mu^*)$ от $\varepsilon^*$ рассмотрена в (⁷): для значений $\varepsilon^*<4G(\mu^*)$

непрерывна при всех $\mu^*$, а для $\varepsilon^* > 4$ она имеет разрыв при $\mu^* = \varepsilon^*$ (точка $A$ на рисунке). При подходе к этой точке со стороны больших $\mu^*$, предельное значение

$$G(\mu^*)|_{\mu^* > \varepsilon^* + 0} = \frac{1 - \sqrt{1 - \frac{4}{\varepsilon^*}}}{1 + \sqrt{1 - \frac{4}{\varepsilon^*}}}, \tag{13}$$

а при подходе со стороны малых $\mu^*$

$$G(\mu^*)|_{\mu^* < \varepsilon^* - 0} \to \infty.$$

Очевидно, любое пересечение кривых $G(\mu^*)$ и $Y(\mu^*)$ выше точки $A$ означает, что $\mu_0^* = \varepsilon^*$, $(-\mu_0 = -\varepsilon)$, т. е. система находится в состоянии регулярной $\beta$—структуры. Те значения параметров, при которых имеют место такие пересечения, получаются из (12) и (13)

$$\begin{cases} \varphi^* \leqslant \varepsilon^* - \dfrac{\sigma_\alpha^{*2}}{\varepsilon^* - \psi^*} - \sigma_\beta^{*2} \dfrac{1 - \sqrt{1 - \frac{4}{\varepsilon^*}}}{1 + \sqrt{1 - \frac{4}{\varepsilon^*}}}. \\ \varepsilon^* \geqslant 4 \\ \varepsilon^* > \psi^* \end{cases} \tag{14}$$

Во всех остальных случаях пересечения $G(\mu^*)$ с $Y(\mu^*)$ приводят к $\mu_0^* = \mu_0^*(\sigma_\alpha^*, \sigma_\beta^*, \varepsilon^*, \varphi^*, \psi^*)$, т. е. в системе осуществляются всевозможные состояния.

Рассмотрим, что представляет собой фазовая диаграмма системы (рис. 3). Разберем сначала случай $\psi^* = -\infty$, соответствующий системе без $\alpha$-спирали, рассмотренный в [3]. В этом случае линия раздела фаз: регулярной $\beta$ и области „смешанных" состояний идет по прямой $\varepsilon^* = 4$ при $\varphi^* \leqslant 4 - \sigma_\beta^{*2}$ и асимптотически приближается по мере увеличения $\varphi^*$ к прямой $\varepsilon^* = \varphi^*$. Переходы через границу раздела фаз являются переходами II-го рода, если $\varepsilon^* = 4$ и I-го рода при $\varepsilon^* > 4$. Точка изменения порядка переходов (точка $A$ на рис. 3) смещается вниз с увеличением $\sigma_\beta^*$. Включение в систему $\alpha$-спирали (14), естественно, меняет вид диаграммы. Проанализируем влияние на ход кри-

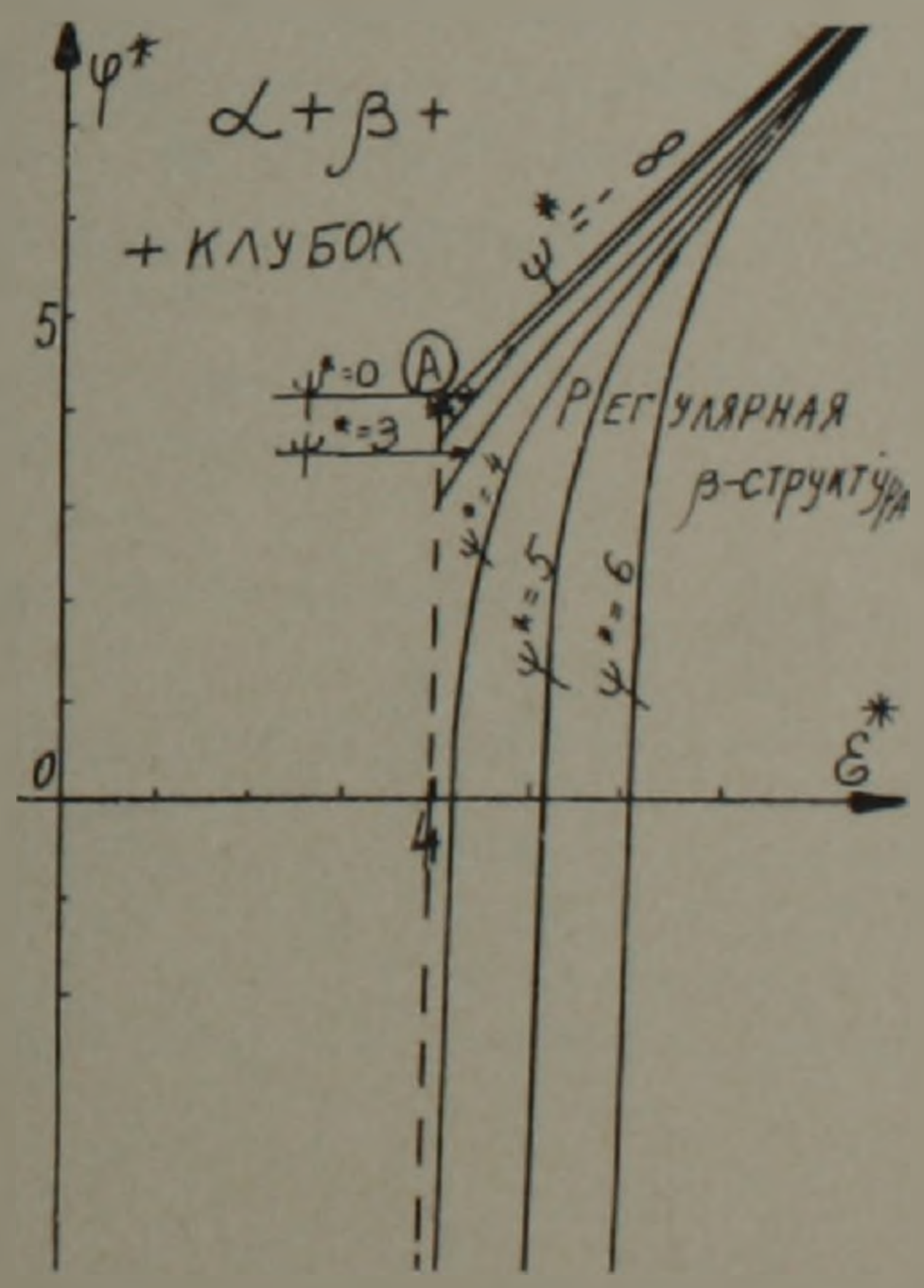



Рис. 3. Фазовая диаграмма системы ($\sigma_\alpha^* = 1$; $\sigma_\beta^* = 1$)

вой раздела фаз разных значений $\sigma_\alpha^*$ и $\psi^*$. При $\psi^*<4$ точка $A$ смещается тем дальше вниз по оси $\psi^*$, чем больше $\sigma_\alpha^*$ и $\psi^*$, т. е. увеличивается область перехода 1-го рода. При $\psi^*=4$ и любых $\sigma_\alpha^*$ точка $A$ удаляется на $-\infty$, таким образом, любое пересечение границы происходит как фазовый переход 1-го рода. Такой же характер перехода сохраняется и при всех $\psi^*>4$, причем, линия раздела фаз все больше смещается вправо, асимптотически приближаясь к прямой $\varepsilon^*=\psi^*$ при $\varphi^*\to-\infty$ и $\varepsilon^*=\varphi^*$ при $\varepsilon^*\to\infty$. Таким образом, при $\psi^*<4$ система в принципе может претерпевать переходы 1-го и II-го рода, при $\psi^*\geqslant 4$ образование $\beta$-структуры осуществляется всегда как фазовый переход 1-го рода. Порядок перехода однозначно определяется значением $\varepsilon^*$ в точке перехода: $\varepsilon^*=4$ соответствует переходу II-го рода, а $\varepsilon^*>4$—переходу 1-го рода.

Продемонстрируем на примере изменения физических характеристик цепи поведение системы при переходе через линию раздела фаз.

Дифференциальные характеристики системы, а, именно, доли мономеров в различных состояниях можно получить, если известно $\mu_0$, т. е. старший корень уравнения (12). Тогда по следующим формулам легко вычисляются: доля мономеров в клубке

$$\Theta_{кл}=\frac{\partial\mu_0}{\partial\varphi}=\frac{\partial\mu_0^*}{\partial\varphi^*}, \tag{15}$$

доля мономеров в состоянии $\alpha$-спирали

$$\Theta_\alpha=\frac{\partial\mu_0}{\partial\psi}=\frac{\partial\mu_0^*}{\partial\psi^*}, \tag{16}$$

доля мономеров в состоянии $\beta$-структуры, связанных водородной связью

$$\Theta_\beta=\frac{\partial\mu_0}{\partial\varepsilon}=\frac{\partial\mu_0^*}{\partial\varepsilon^*}. \tag{17}$$

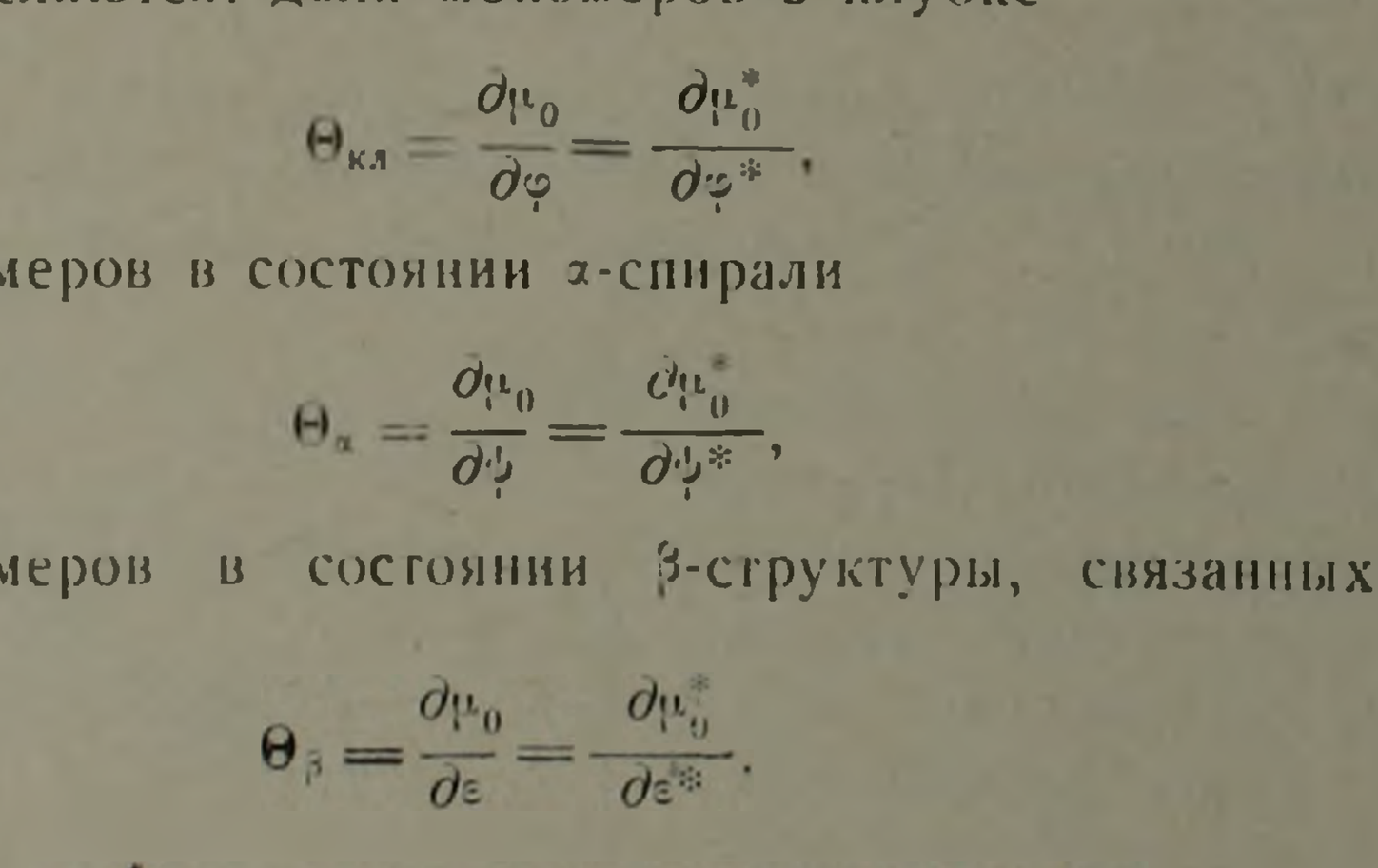



Рис. 4. Фазовый переход 1-ого рода клубок—$\beta$-структура для разных значений $\varepsilon^*$ ($\sigma_\alpha^*=0{,}01$; $\sigma_\beta^*=1$)

На рис 4 показаны зависимости указанных дифференциальных характеристик от $(\varepsilon^* - \psi^*)$ при $\psi^* = 0$ для разных значений $\varepsilon^* > 1$ (пересечение границы раздела фаз происходит по вертикалям).

Видно, что $\Theta_\alpha = 0$, а при переходе через границу в область регулярной $\beta$ происходит фазовый переход 1-го рода клубок-$\beta$ со скачком $\Theta_\beta$ и $\Theta_{кл}$, причем, величина скачка растет с ростом $\varepsilon^*$, что согласуется с результатами работы [7].

Авторы выражают благодарность А. М. Ельяшевичу за советы и полезное обсуждение.

Институт высокомолекулярных
соединений АН СССР

Վ. Հ. ԱԴՈՆՑ, Տ. Մ. ԲԻՐՇՏԵՅՆ, Ա. Մ. ՍԿՎՈՐՑՈՎ

## Միջմոլեկուլային անցումների տեսություն

*Երեք տեսակի մասեր՝ $\alpha$-սպիրալ, $\beta$-կառուցվածք և կծիկ, պարունակող համակարգի համար մշակված է ներմոլեկուլային անցումների անալիտիկական տեսություն (ենթադրվում է, որ շղթայի երկարությունն անսահման մեծ է)։*

*Շղթայի ստատիստիկական գումարը կառուցված է ընդհանրացված ստատիստիկական անսամբլի օգնությամբ։ Ֆազային դիագրամի ուսումնասիրությունը ցույց տվեց, որ «եռակի» համակարգը կարող է գտնվել կանոնավոր $\beta$ կառուցվածքային և խառը վիճակներում, երբ շղթայում իրականացվում են բոլոր հնարավոր կոնֆորմացիաները։ Յանկացած վիճակից $\beta$ կանոնավոր վիճակին անցումները հանդիսանում են առաջին կամ երկրորդ տեսակի անցումներ՝, կախված մոնոմերների ազատ էներգիաների արժեքներից։ Յույց է տրված, որ գոյություն ունեն $\alpha$-ն $\beta$-ի վերակառուցման 2 մեխանիզմներ՝ կծիկի, որպես միջին վիճակ, օգտագործման և առանց նրա։*

## ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

[1] *M. Perutz* European J. Biochem. 8, 455, 1969. [2] *D. M. Shotton, H. C. Watson*, Nature, 225, 811 (1970). [3] *D. C. Phillips*, Proc. Natl. Acad. Sci. US, 57, 484 (1967). [4] *М. М. Фельдштейн, А. Б. Зезин, И. И. Грагерова*, Биохимия, 37, 305; 1972. [5] *B. Zimm, J. Bragg*, J. Chem. Phys, 31, 526, 1959. [6] *Т. М. Бирштейн, О. Б. Птицын*, Конформации макромолекул, „Наука", М, 1964. [7] *Т. М. Бирштейн, А. М. Ельяшевич, А. М. Скворцов*, Мол. биол., 5, № 1 (1971) [8] *R. Zwanzig, J. Lauritzen* J. Chem. Phys., Vol. 48, 8 (1968).

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

LVI 1973 3

УДК 591.553

**БИОХИМИЯ**

Р. М. Срапионян, член-корреспондент АН Армянской ССР А. А. Галоян

# О наличии в сердце соединений, принимающих участие в нейрогуморальной регуляции коронарного кровообращения

(Представлено 16/VI 1972)

В предыдущих работах одним из нас была показана значительная роль нейрогормонов гипоталамо-нейрогипофизарной системы в регуляции коронарного кровообращения и были обсуждены вопросы, касающиеся возможных путей выделения и транспорта этих веществ из мозга к сердцу ([1,2]).

Было высказано предположение о том, что выделению вышеотмеченных гормонов способствуют биологически активные соединения, выделенные из сердечной мышцы. Поступление этих веществ в общую циркуляцию, по-видимому, может изменяться при различных функциональных состояниях сердца.

Нами было показано также, что выходу коронарорасширяющих гормонов *K* и *C* из мозга в кровь способствуют низкомолекулярные соединения, выделенные из инсулярного аппарата поджелудочной железы ([3]).

Следовательно, в организме существует ряд механизмов, принимающих участие в нейрогуморальной регуляции выделения коронарорасширяющих нейрогормонов из мозга в кровь.

Целью настоящего исследования было выявление и идентификация из сердечной мышцы веществ, принимающих участие в образовании и выделении вышеотмеченных гормонов мозга как в норме, так и при различных провокациях, способствующих выходу этих нейрогормонов из мозга в кровь.

Исследования проводились на различных животных (крысы, кошки, крупный рогатый скот). Подопытным животным вводили гистамин внутрицистернально из расчета 2 *мкг* на 100 *г* веса, а внутрибрюшинно—160 *мкг* на тот же вес. После убоя животных быстро декапитировали, изолировали сердце, освобождали его от крови и окружающей сосудистой ткани, гомогенизировали обычным способом ([4]). Затем центрифугировали при 6000 об./*мин* в течение 10 *мин* и надосадочную жидкость лиофилизировали.

Низкомолекулярные соединения разделяли нисходящей хроматографией на бумаге FN-11. Растворителем служила смесь: бутанол-ледяная уксусная кислота-вода (4 : 1 : 5).

Активные фракции дочищали рехроматографией и электрофорезом на бумаге. Последний осуществляли при силе тока 2—3 *ма* на бумажную полосу (размерами 4×40 *см*), при градиенте напряжения 40 *в/см*, в цитратном буфере, pH которого был равен 3,8, в течение трех часов.

Спектры поглощения элюатов фракций были сняты на регистрирующем спектрофотометре (фирма Unicam, SP—800). Элюаты отдельных фракций испытывали на оттоке крови из коронарных синусов по методу Моравитца и Цана ([5]).

Хроматограмма низкомолекулярных соединений, выделенных из сердечной мышцы показана на рис. 1. Как видно из рисунка в норме выявлено 12 нингидринположительных и два УФ-поглощающих соединения. В зоне одного из них имеются 4 нингидринположительные соединения, одно из которых оказалось коронароактивным с Rf, равным 0,33.

После введения этой фракции уже через 10 *мин* отмечалось увеличение объемной емкости крови, оттекающей из венозных сосудов сердца, которое достигало своего максимума на сороковой минуте. Действие этого активного начала продолжалось более двух часов, при этом увеличивалась объемная емкость крови на 214±4,2% по сравнению с нормой При этом не отмечалось особенных изменений в кровяном давлении.

После введения гистамина у крыс и кошек обнаруживалось второе коронарорасширяющее начало с Rf 0,05, которое в норме у тех же животных отсутствовало.

В дальнейшем, коронароактивная фракция (Rf 0,33) была дополнительно очищена рехроматографией (рис. 1,*б*). Как видно из рисунка, в этом случае было выявлено три соединения с Rf 0,20; 0,23; 0,32; соответственно. Из них пятно с Rf 0,23 было нингидринположительным, а остальные два—УФ-поглощающими. Активностью обладала только фракция с Rf 0,32.

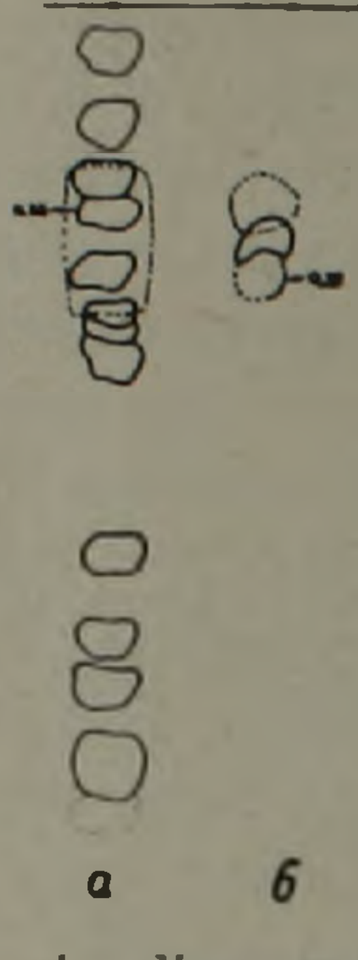
На рис. 2 изображены кривые спектрального анализа этой фракции при различных pH. Как видно из рисунка максимум поглощения коронароактивной фракции находится при нейтральном pH в зоне 248 *ммк*, а минимум—232 *ммк* ($4^{-1}$). При изменении pH в щелочную сторону максимум поглощения сдвигается до 254 *ммк*, но минимум не изменяется ($4^{-3}$). При сдвиге pH в кислую сторону никаких изменений не отмечалось ($4^{-2}$).

При сравнении полученных нами данных спектрофотометрии—общие очертания кривых поглощения в кислой и щелочной средах, расположение максимума, отношение экстинкций при разных длинах волн—с данными, приведенными в атласе Т. В. Венкстерна и А. А. Баева, оказалось, что коронароактивная фракция похожа по характеру кривой поглощения на гуанино-производные соединения.

Результаты бромирования этого соединения по методу А. А. Баева и др. ([6]) приведены на рис. 3. Как видно из рисунка, характерная для

гуанинопроизводных соединений полоса поглощения с максимумом при 248 *ммк* смещается, и появляется небольшой пик при 251 *ммк*.

Для выяснения степени гомогенности, а также некоторых физико-химических свойств, активная фракция после рехроматографии была дочищена электрофоретически; результаты показаны на рис. 4. В этом случае выявилось пять нингидриноположительные и три УФ-поглощающие подфракции. Две нингидриноположительные подфракции двигались к аноду, а три—к катоду. Все УФ-поглощающие подфракции направлялись к аноду.



*а* *б*

Рис. 1*а*—Хроматограмма общего уксуснокислого экстракта сердечной мышцы в норме; *б*—рехроматограмма активной фракции. Сплошной линией отмечены нингидриноположительные соединения, пунктиром—УФ-поглощающие

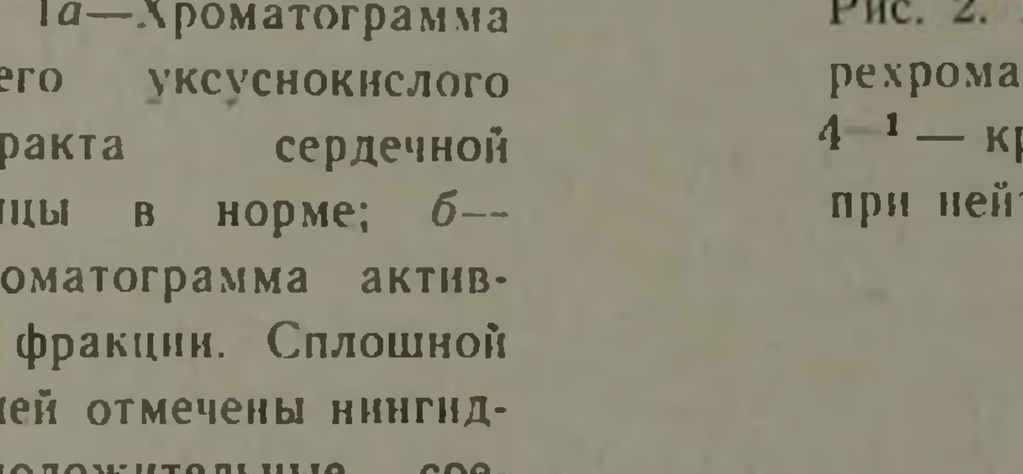



Рис. 3. Кривая поглощения элюата активной фракции до и после бромирования

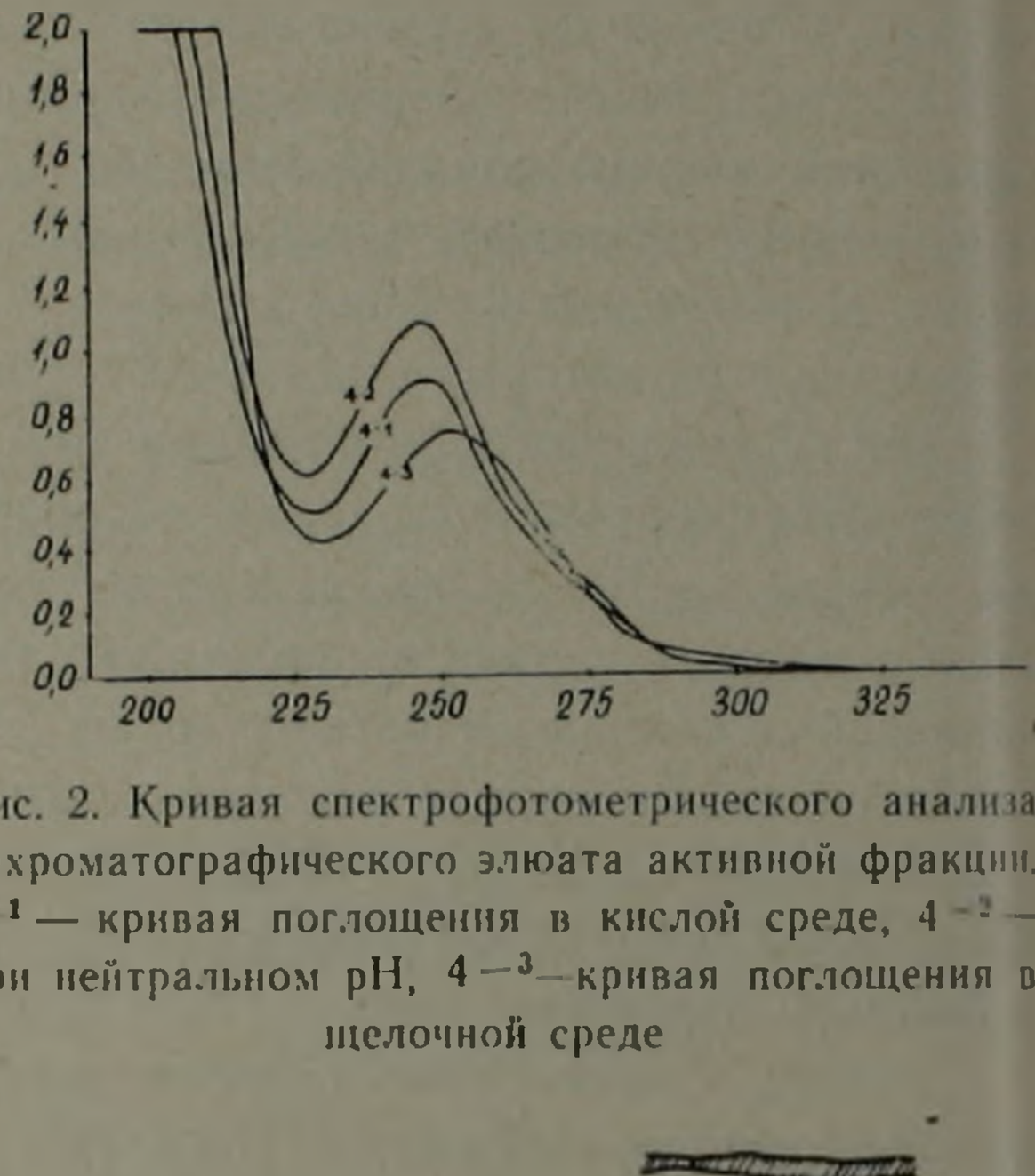



Рис. 2. Кривая спектрофотометрического анализа рехроматографического элюата активной фракции. $4^{-1}$ — кривая поглощения в кислой среде, $4^{-2}$ — при нейтральном pH, $4^{-3}$—кривая поглощения в щелочной среде




Рис. 4. Электрофореграмма активной фракции: сплошной линией отмечены нингидриноположительные соединения, пунктиром — УФ-поглощающие

Крайняя анодная подфракция оказалась коронароактивной; она была УФ-поглощающей, нингидринотрицательной и электрофоретически наиболее подвижной.

При внутривенном введении этого начала полностью был воспроизведен коронарорасширяющий эффект.

Как уже говорилось выше, в задачу нашего исследования входило кроме обнаружения и идентификации биологически активного соединения в сердце, выяснение его роли в выделении коронарорасширяющих нейрогормонов из гипоталамуса.

С этой целью, на фоне блокады нерва Геринга 2%-ным раствором новокаина, или, в другой серии опытов, перерезки его, вводили коронароактивные соединения, выделенные из сердца, предварительно уже испытанные. В течение трех часов после введения этих веществ не наблюдались какие-либо изменения в оттоке крови из венозных сосудов сердца; коронарорасширяющий эффект не был воспроизведен.

Этот факт свидетельствует о том, что вещество выделенное из сердечной мышцы влияет на коронарное кровообращение нейрогуморальным механизмом, способствующим, по-видимому, выходу из мозга в кровь коронарорасширяющих нейрогормонов гипоталамуса.

Институт биохимии
Академии наук Армянской ССР

Ռ. Մ. ՍՐԱՊԻՈՆՅԱՆ, Հայկական ՍՍՀ ԳԱԱ թղթակից-անդամ Ա. Ա. ԳԱԼՈՅԱՆ

## Սրտից անջատված նյութերի մասին, որոնք մասնակցում են պսակածև շրջանառության նեյրոհումորալ կարգավորման մեխանիզմներում

*Մեր նախքին աշխատանքներում ցույց է տրվել հիպոթալամա-նեյրոհիպոֆիար նեյրոհորմոնների դերը պսակածև շրջանառության կարգավորման մեջ։*

*Ենթադրվել է, որ վերոհիշյալ հորմոնների անջատմանը նպաստում են սրտի մկանի բիոլոգիական ակտիվ նյութերը։ Մեր նպատակն է եղել սրտի մկանից անջատել այդ տիպի միացություններն ինչպես նորմայում, այնպես էլ տարբեր ազդակների ներքո։ Հետազոտությունները ցույց են տվել, որ երկու դեպքում էլ Rf հավասար 0,33 ֆրակցիան կորոնարոակտիվ է։ Այդ ֆրակցիայի ներերակային ներարկումից հետո սրտի պսակածև անոթներից հոսող արյան քանակը նորմայի հետ համեմատած ավելանում է 214%։*

*Ակտիվ ֆրակցիան լրացուցիչ մաքրվել է ռեքրոմատոգրաֆիկ և էլեկտրաֆորետիկ եղանակներով։ Հետազոտություններից պարզվեց, որ սրտի մկանում գտնվող նյութը նեյրոհումորալ ճանապարհով լայնացնում է սրտի պսակածև անոթները։*

### ЛИТЕРАТУРА—ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

[1] *А. А. Галоян*, в кн. Некоторые проблемы биохимии гипоталамической регуляции, Ереван, 1965. [2] *А. А. Галоян*, Тезисы докладов Всесоюз. конф., посвященной 70-летию со дня рожд. Х. С. Коштоянца, Ереван, 1971. [3] *А. А. Галоян, Р. А. Алексанян, М. В. Оганян*, ДАН Арм. ССР, т. 53, № 5 (1971). [4] *А. А. Галоян, Р. М. Срапионян*, Вопросы биохимии мозга, 1, 1964. [5] *P. Morawitz, A. Lahn*, Dt. Arch. klin. med., 116, 364(1914). [6] *Л. А. Баев* и др., ДАН СССР, 158, 2, 1963.

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

LVI 1973 3

УДК 612.822.1

БИОХИМИЯ

А. А. Симонян, С. Г. Мовсесян

# Цитохромоксидаза и сукцинатдегидрогеназа в мозгу и печени кур в онтогенезе

(Представлено академиком АН Армянской ССР Г. Х. Буниятяном 11/VII 1972)

К числу малоизученных проблем возрастной биохимии относится исследование энергетического метаболизма и связанных с ним отдельных ферментных систем на различных стадиях формирования и развития первной и других тканей организма. В настоящем сообщении приведены данные об изменении активности ферментов цитохромоксидазы (цитохром с : $O_2$—оксидоредуктазы, КФ 1.9.3.1) и сукцинатдегидрогеназы [сукцинат (акцептор)-оксидоредуктаза, КФ 1.3.99.1] в митохондриях мозга и печени кур в онтогенезе.

Опыты проводили на митохондриях, выделенных из мозговой и печеночной тканей эмбрионов кур белой русской породы. Сравнительные исследования проводили также на взрослых курах. Методики выделения и определения чистоты митохондриальной фракции приведены в нашей предыдущей работе ([1]). Активность ферментов определяли манометрическим методом в аппарате Варбурга ([2,3]). При определении цитохромоксидазной активности инкубационная смесь содержала: 0,07 М К-фосфатный буфер (pH 7,4), $4 \cdot 10^{-4}$ М цитохрома *с* (Reanal) и 6 *мг* аскорбата, предварительно нейтрализованных до pH 7,4. Общий объем смеси—2,0 *мл*.

Смесь для определения сукцинатдегидрогеназной активности содержала: 0,07 М К-фосфатного буфера (pH 7,4), $4 \cdot 10^{-4}$ М цитохрома *с*, 0,5М сукцината натрия и по 0,2 *мл* 0,007 М $CaCl_2$ и $AlCl_3$.

При определении активности цитохромоксидазы митохондрии подвергали деструкции. В качестве детергента использовали 0,75% раствор дезоксихолата натрия ([4,5]).

В каждый сосудик помещали суспензию митохондрий, содержащую 3—5 *мг* белка. Белок определяли методом Лоури и сотр. ([6])

Результаты опытов выражали в $Q_{O_2}$ = *мкл/мг* белка/*час*.

Полученные результаты показывают (табл. 1), что цитохромоксидазная активность постепенно возрастает по мере эмбрионального развития, достигая своего максимума в постэмбриональном периоде у 5-дневных цыплят.

*Таблица 1*

Изменение активности цитохромоксидазы ($Qo_2$ в *мкл/мг* белка/*час*) митохондрий мозга и печени в эмбриональном и постэмбриональном периодах развития у кур. M±m.

| Митохондрии | Возраст эмбрионов | | 5-дневные цыплята | Взрослые куры |
|---|---|---|---|---|
| | 14-дневные | 19-дневные | | |
| Мозга | 17,5±0,82 (26) | 19,4±1,34 (22) | 30,4±2,31 (14) | 20,1±1,53 (11) |
| Печени | 26,4±3,20 (20) | 61,8±2,97 (20) | 68,3±3,88 (10) | 31,3±2,90 (11) |

При сопоставлении полученных данных по активности цитохромоксидазы в мозгу и печени куриного эмбриона явствует, что в различных стадиях она неодинаковая. Высокая активность фермента проявляется после вылупления в мозгу 5-дневных цыплят. При этом прирост активности фермента по сравнению с 19-дневными эмбрионами составляет более, чем 56%. В этом отношении печеночная ткань отличается от мозговой. Высокой цитохромоксидазной активностью наделены митохондрии, выделенные из печени 19-дневных эмбрионов (по сравнению с 14-дневными прирост активности фермента составляет 134%, в то время как по сравнению с 19-дневными, в печени 5-дневных цыплят прирост активности фермента составляет всего 10%).

Данные, приведенные в табл. 1 одновременно показывают, что у взрослых кур активность цитохромоксидазы значительно снижается по сравнению с ранним постэмбриональным периодом развития (5-дневные цыплята).

Таким образом, полученные данные демонстрируют неодинаковую динамику активности цитохромоксидазы в мозговой и печеночной тканей куриного эмбриона по мере его развития. Высокая активность фермента в мозгу наблюдается в первые дни постэмбрионального периода (у 5-дневных цыплят). В печеночной ткани максимальная активность фермента проявляется в конце эмбрионального развития, а в раннем постэмбриональном периоде прирост активности фермента неощутимый. Во всех стадиях развития куриного эмбриона, по сравнению с мозговыми, высокой цитохромоксидазной активностью наделены печеночные митохондрии.

Активность сукцинатдегидрогеназы в митохондриях мозговой ткани начиная с 14-го дня эмбрионального развития постепенно возрастает до взрослых кур. Так, например, на 14-день развития активность фермента в мозгу составляла 18,9 ,на 19-день—28,8, после вылупления, у 5-дневных цыплят—40,8, а у взрослых птиц 56,5 *мкл* $O_2$/*мг* белка/*час* (табл. 2). В печеночной ткани активность сукцинатдегидрогеназы, в отличие от мозга, возрастает лишь до 5-дневного возраста постэмбрионального развития. У взрослых птиц, по сравнению с цыплятами, активность данного фермента вновь снижается. Одновременно из данных, приведенных в табл. 2, видно, что во всех стадиях развития митохон-

дрий печени, по сравнению с мозговыми, обладают более высокой сукцинатдегидрогеназной активностью.

Таким образом, полученные результаты позволяют заключить, что активность ферментов цитохромоксидазы и сукцинатдегидрогеназы по мере развития куриного эмбриона постепенно возрастает. Как в мозгу, так и печени процесс развития фермента цитохромоксидазы завершается у 5-дневных цыплят после вылупления. В печеночной

*Таблица 2*

Изменение активности сукцинатдегидрогеназы ($Qo_2$ /*мг белка/час*) в митохондриях мозга и печени в эмбриональном и постэмбриональном периодах развития у кур. M±m

| Митохондрии | Возраст эмбрионов | | 5-дневные цыплята | Взрослые куры |
|---|---|---|---|---|
| | 14-дневные | 19-дневные | | |
| Мозга | 18,9±0,93 (20) | 28,8±1,02 (22) | 40,8±1,12 (11) | 56,5±2,87 (11 |
| Печени | 78,7±3,61 (16) | 95,8±4,07 (20) | 115,6±6,7 (10) | 85,9±2,42 (10) |

ткани развитие фермента сукцинатдегидрогеназы также завершается после вылупления у 5-дневных цыплят, однако максимальная активность этого фермента в мозговой ткани проявляется у взрослых птиц.

Установленная нами динамика развития ферментов цитохромоксидазы и сукцинатдегидрогеназы в основном совпадает с изменением дыхательной и фосфорилирующей активности митохондрий у кур, наблюдаемой нами в предыдущих экспериментах ([1]).

Институт биохимии
Академии наук Армянской ССР

Ա. Ա. ՍԻՄՈՆՅԱՆ, Ս. Գ. ՄՈՎՍԻՍՅԱՆ

## Ցիտոխրոմօքսիդազան և սուկցինատդեհիդրոգենազան հավերի ուղեղում և լյարդում օնտոգենեզում

*Ներկա աշխատանքում հետազոտվել է ցիտոխրոմօքսիդազա և սուկցինատդեհիդրոգենազա ֆերմենտների ակտիվությունն ուղեղից և լյարդից անջատված միտոխոնդրիաների ֆրակցիաներում հավերի օնտոգենետիկ զարգացման ընթացքում։*

*Փորձերից ստացված արդյունքները ցույց են տալիս, որ ցիտոխրոմօքսիդազայի ակտիվությունն ուղեղում և լյարդում էմբրիոգենեզում աճում է և իր առավելագույն մեծությանն է հասնում ձվից դուրս գալուց հետո՝ 5 օրական ճտերի մոտ։ Հասուն հավերի հյուսվածքներում ֆերմենտի ակտիվությունն իջնում է։ Ֆերմենտի ակտիվության գրգռի աճ դիտվում է 5 օրական ճտերի ուղեղում, մինչդեռ լյարդում այդ տեղի է ունենում 19 օրական սաղմերի մոտ։*

*Սուկցինատդեհիդրոգենազային ակտիվությունն ուղեղում սաղմի զարգացման ընթացքում աճում և իր առավելագույն մեծությանն է հասնում հա-*

*սան հավելի մոտ, մինչդեռ լյարդում մեծ ակտիվության հայտնաբերվում է 5 օրական ճտերի մոտ։ Հասուն հավերի լյարդում ֆերմենտի ակտիվությունը որոշ չափով իջնում է։*

## ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

[1] *А. А. Симонян*, Некоторые стороны энергетического обмена в онтогенезе кур. Изд. АН АрмССР, Ереван, (1970). [2] *З. Д. Пигарева, Д. А. Четвериков*, Биохимия, 15, 6, 517 (1950). [3] *М. В. Савина*, Журн. эвол. биохим. и физиол. 1, 2, 126 (1965). [4] *Е. Л. Доведова, Ф. Бигль*, Митохондрии. Биохимические функции в системе клеточных органелл., Изд. «Наука», 123, 1969. [5] *Е. Л. Доведова, Л. А. Авакян, Н. Н. Боголепов*, Митохондрии. Структура и функции в норме и патологии, Изд. «Наука», 90 (1971). [6] *O. H. Lowry, N. J. Rosebrough, A. L. Farr, R. Randall*, J. Biol. Chem. 193, 265 (1951).

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

LVI 1973 3

УДК 576.809.518

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Академик М. Х. Чайлахян, Р. Ш. Арутюнян, М. Д. Степанян, Н. А. Карапетян

# Влияние ретарданта ССС на рост и образование клубеньков у бобовых растений при различных способах обработки

(Представлено 10/VIII 1972)

Влияние ретардантов и, в частности, ретарданта ССС или хлорхолинхлорида, на процессы роста и морфогенеза растений широко известно ([1–5]). При этом во многих случаях ретардант ССС оказывает на рост растений действие, противоположное тому, какое имеют гиббереллины ([2,6–8]).

Изучение влияния физиологически активных соединений, проведенное нами и другими авторами, показало, что обработка бобовых растений раствором гетероауксина приводит к стимуляции, а раствором гиббереллина к задержке образования клубеньков на корнях бобовых растений ([9–11]). В развитие этой работы нами предпринято изучение влияния ретарданта ССС на рост бобовых растений и образование клубеньков при разных способах обработки.

Объектами исследования служили бобовые растения: фасоль, (Phaseolus vulgaris) соя (Soja hyspida) и люцерна (Medicago sativa). До посева семена всех трех видов предварительно дезинфицировали раствором сулемы в разведении 1 : 1000, многократно промывали водой, а затем заражали суспензией клубеньковых бактерий соответствующих видов. Растения подвергались воздействию ретарданта ССС (производства Кемеровского научно-исследовательского института химической промышленности) двумя способами: 1) в опытах 1966 года внесением в почву; 2) в опытах 1970 года опрыскиванием надземных частей.

В опытах 1966 года в почву вносились 0,5, 1 и 2%-ные растворы ретарданта ССС в количестве 100 *мл* на 1 *кг* почвы в четыре срока с 10-дневным интервалом; внесение растворов начиналось через 10—20 дней после появления всходов. В опытах 1970 года растения обрабатывались 0,01, 0,1, 0,5 и 1%-ным растворами ССС после появления 8—10 листа через каждые 5 дней до конца опыта.

Результаты опытов, полученные при разных способах обработки растений приводятся в табл. 1. Данные этой таблицы показывают, что в опытах 1966 года внесение раствора ретарданта ССС в почву по разному влияло на рост бобовых растений. Значительно задерживается

*Таблица 1*

Влияние ретарданта ССС на рост и сухой вес бобовых растений

| Способ обработки растений | Концентрация раствора ССС, % | Высота растений, *см* | Сухой вес надземных частей, *г* | Сухой вес корней, *г* |
|---|---|---|---|---|
| **Внесение в почву. Опыты 1966 года** | | | | |
| **Фасоль** | | | | |
| Контроль | | 54,0 | 100 | 2,6 |
| | 0,5 | 37,2 | 119 | 2,9 |
| | 1,0 | 29,2 | 111 | 2,7 |
| | 2,9 | 21,1 | 87 | 2,1 |
| **Соя** | | | | |
| Контроль | | 59,0 | 100 | 3,5 |
| | 0,5 | 41,8 | 135 | 3,8 |
| | 1,0 | 42,2 | 126 | 3,5 |
| | 2,0 | 26,4 | 89 | 2,8 |
| **Люцерна** | | | | |
| Контроль | | 15,3 | 100 | 1,4 |
| | 0,5 | 25,3 | 150 | 2,1 |
| | 1,0 | 31,1 | 287 | 3,3 |
| | 2,0 | 32,0 | 287 | 2,7 |
| **Опрыскивание надземных частей. Опыты 1970 года** | | | | |
| **Фасоль** | | | | |
| Контроль | | 40,1 | 100 | 1,8 |
| | 0,01 | 44,2 | 98 | 2,5 |
| | 0,1 | 33,8 | 104 | 2,7 |
| | 0,5 | 29,8 | 102 | 2,9 |
| | 1,0 | 27,2 | 86 | 2,8 |
| **Соя** | | | | |
| Контроль | | 34,7 | 100 | 2,8 |
| | 0,01 | 34,6 | 104 | 3,7 |
| | 0,1 | 39,6 | 105 | 4,3 |
| | 0,5 | 28,1 | 55 | 2,9 |
| | 1,0 | 24,5 | 38 | 1,8 |
| **Люцерна** | | | | |
| Контроль | | 20,7 | 100 | 0,9 |
| | 0,01 | 24,4 | 138 | 1,2 |
| | 0,1 | 24,9 | 148 | 1,1 |
| | 0,5 | 28,9 | 198 | 2,0 |
| | 1,0 | 23,4 | 128 | 0,7 |

рост растений фасоли и сои, но стимулируется рост растений люцерны. При 0,5 и 1%-ном растворах несколько повышается сухой вес массы надземных частей у фасоли и сои и значительно у растений люцерны; сухой вес корней не меняется у фасоли и сои, а у люцерны он повышается.

*Таблица 2*

Влияние ретарданта ССС на образование клубеньков у бобовых при различных способах обработки растений

| Способ обработки растений | Концентрация раствора ретарданта ССС, % | Фасоль | | Соя | | Люцерна | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | число | вес, г | число | вес, г | число | вес, г |
| Внесение в почву. Опыты 1966 года | Контроль | 869 | 4,47 | 199 | 1,32 | 142 | 0,34 |
| | ССС 0,5 | 323 | 0,85 | 135 | 0,68 | 420 | 0,30 |
| | „ 1,0 | 152 | 0,34 | 43 | 0,14 | 363 | 0,20 |
| | „ 2,0 | 86 | 0,06 | 12 | 0,07 | 54 | — |
| Опрыскивание надземных частей. Опыты 1970 года | Контроль | 301 | 1,8 | 179 | 0,46 | 267 | 0,36 |
| | ССС 0,01 | 401 | 2,54 | 282 | 1,86 | 305 | 0,42 |
| | „ 0,1 | 402 | 3,13 | 291 | 1,72 | 474 | 0,50 |
| | „ 0,5 | 474 | 3,25 | 321 | 1,92 | 447 | 0,60 |
| | „ 1,0 | 299 | 2,33 | 255 | 1,29 | 564 | 0,58 |

Относительно влияния ССС на образование клубеньков бобовых растений имеется работа Прокаша ([15]), согласно которой внесение ретарданта ССС увеличивает число и сухой вес клубеньков у Trifolium alexandrum. Наши опыты ([16]) показали, что при внесении в почву растворов ретардант ССС оказывает задерживающее действие на образование клубеньков, снижая как их число, так и вес. Исключение составила люцерна, у которой число клубеньков увеличивалось, но вес все же уменьшался (табл. 2).

Иные результаты были получены в опытах 1970 г. с обработкой растений растворами ретарданта ССС разных концентраций. При опрыскивании растений слабыми 0,01—0,5%-ными растворами задержки роста растений не было. Сухой вес надземных частей у фасоли и сои не менялся, но у люцерны закономерно увеличивался. Сухой вес корней увеличивался у всех растений (рис. 1 и 2).

Результаты опытов показали, что при опрыскивании растений увеличивается как число, так и вес клубеньков у всех исследованных видов фасоли, сои и люцерны. При образовании клубеньков благоприятное действие оказывают все испытуемые концентрации растворов и в особенности 0,5%-ный раствор. Например, если в контрольных вариантах число клубеньков у фасоли равно 301, у сои 179 и у люцерны 267, то после опрыскивания 0,5%-ным раствором ретарданта ССС число клубеньков у фасоли достигает 474, у сои—321, а у люцерны 447. При опрыскивании 1%-ным раствором число клубеньков у люцерны повысилось до 564.

Данные табл. 2 показывают, что, если при внесении в почву ретардант ССС оказывает задерживающее действие на образование клубеньков бобовых растений, то при опрыскивании он увеличивает как число образовавшихся клубеньков, так и их общий вес.

Таким образом проведенная работа показала, что ретардант ССС при внесении в почву значительно задерживает рост растений фасоли и сои, но стимулирует рост растений люцерны, тогда как при

Рис. 1. Рост растений люцерны при внесении в почву растворов ретарданта ССС различной концентрации—0,5, 1 и 2%

Рис. 2. Рост растений люцерны при опрыскивании надземных частей растений растворами ретарданта ССС различной концентрации 0,01, 0,5 и 1%

опрыскивании растений слабыми растворами ССС задержки роста не наблюдается. Под влиянием ССС вес сухой массы надземных частей фасоли и сои при внесении в почву немного повышается, при опрыскивании не меняется, а сухой вес корней у этих растений при внесении ретарданта ССС в почву не меняется, у люцерны сухой вес надземных частей значительно увеличивается, как при внесении ретарданта ССС в почву, так и при опрыскивании.

Опрыскивание бобовых растений—фасоли, сои и люцерны растворами ретарданта ССС способствует образованию клубеньков на корнях растений, тогда как внесение растворов ССС в почву оказывает задерживающее действие. По-видимому положительное действие ретарданта ССС на образование клубеньков при опрыскивании растений связано с изменением физиологического состояния растений и усиления роста их корней.

Институт микробиологии
Академии наук Армянской ССР

Ակադեմիկոս Մ. Գ. ՁԱՅԼԱԽՅԱՆ, Ի. Շ. ՀԱՐՈՒԹՅՈՒՆՅԱՆ, Մ. Գ. ՍՏԵՓԱՆՅԱՆ,
Ն. Ա. ԿԱՐԱՊԵՏՅԱՆ

## Ռետարդանտ ССС-ի ազդեցությունը թիթեռնածաղկավոր բույսերի աճման և պալարագոյացման վրա մշակման տարբեր եղանակների դեպքում

*Ուսումնասիրվել է ռետարդանտ ССС-ի ազդեցությունը թիթեռնածաղկավոր բույսերից լոբու, սոյայի, առվույտի աճման և պալարագոյացման վրա։ Ռետերդանտ ССС-ի տարբեր խտություն ունեցող լուծույթներ տրվել են բույսերին երկու եղանակով՝ հողի միջոցով և բույսերի վերերկրյա մասերին սրսկելու միջոցով։ Ուսումնասիրությունները ցույց են տվել, որ ռետարդանտը հողի մեջ ներմուծելիս պղտի չափով կասեցնում է լոբու և սոյայի բույսերի աճը, բայց խթանում է առվույտի բույսի աճը։ Բույսերը ССС-ի թույլ լուծույթներով սրսկելու դեպքում աճի կասեցում չի նկատվում։ Այն հողի մեջ ներմուծելու դեպքում միքիչ ավելանում է լոբու և սոյայի վերերկրյա մասերի չոր քաշը, իսկ բույսերի սրսկման դեպքում նրանց չոր քաշը չի փոխվում։ Այդ բույսերի արմատների չոր քաշը, ռետարդանտը հողի մեջ ներմուծելու դեպքում չի փոխվում, իսկ սրսկման դեպքում՝ ավելանում է։ Առվույտի բույսի վերերկրյա մասի չոր քաշը պղտի չափով ավելանում է ինչպես ռետարդանտը հողի մեջ ներմուծելու, այնպես էլ սրսկման դեպքում։*

*Լոբու, սոյայի, առվույտի բույսերը ССС-ի լուծույթներով սրսկելը նպաստում է բույսերի արմատների վրա պալարիկների կազմակերպմանը, այն դեպքում, երբ նրա լուծույթները հողի մեջ ներմուծելը կասեցնող ազդեցություն է ծողնում, այդ դեպքում առվույտի արմատների վրա ավելանում է պալարիկների թիվը, բայց փոքրանում է նրանց քաշը։*

*Համանական է ռետարդանտի դրական ազդեցությունը պալարագոյացման վրա սրսկման դեպքում կապված է բույսերի ֆիզիոլոգիական վիճակի փոփոխության և նրանց արմատների աճի ուժեղացման հետ։*

## ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

[1] *В. П. Крищенко, А. П. Дмитрук*, „Агрохимия", 5, стр. 148—155, 1969. [2] *М. Х. Чайлахян*, Химия в сельском хозяйстве, 5, 9, 26—30, 1967. [3] *H. M. Cathey*, Annual Rev. Plant Physiology 15, 271—299, 1964. [4] *N. E. Tolbert* Plant Physiology 35, 380—385, 1960. [5] *N. E. Tolbert*, P. J. Biol. Chem. 235, 2, 475—479, 1960. [6] *М. Х. Чайлахян, В. Г. Кочанков*, Физиология растений, 5, 773—788, 1967. [7] *J. A. Lockhart*, Plant Physiology v. 37, 759—764, 1962. [8] *N. E. Tolbert*, Adv. in Chem., Ser. 28, 145—151, 1961. [9] *М. Х. Чайлахян, А. А. Меграбян, Н. А. Карапетян, Н. Л. Каладжян*, ДАН Арм. ССР, т. 36, № 3, 189—192 (1963). [10] *М. Х. Чайлахян, А. А. Меграбян, Н. А. Карапетян, Н. Л. Каладжян* „Известия АН Арм. ССР" (биолог. науки) т. XIV, № 12, 25—38 (1961). [11] *M. G. Mes*, Nature, v. 184, 4704, 1959. [12] *G. A. Turber, J. R. Duglas, N. W. Galston*, Nature, 181, 4615, 1959. [13] *A. W. Galston*, Nature v. 183, 4660, 1959. [14] *W. W. Flatcher, W. S. Alcorn, J. S. Raymond*, Nature, v. 182, 4045, 1958. [15] *V. J. Prokash*, Exptl. Biol., 4, 4, 1966. [16] *М. Х. Чайлахян, Р. Ш. Арутюнян*, Биологический журнал Армении, т. XXI, № 4, 3—12, 1968.

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

LVI 1973 3

УДК 2.23.10.7

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Член-корреспондент АН Армянской ССР В. О. Казарян,
Л. С. Маркосян, И. Г. Матинян

# О гетерогенности белков пасоки растений, находящихся на разных фазах развития

(Представлено 16/XII 1972)

Исследование химического состава пасоки, как известно, позволяет составить определенные представления о метаболической активности корней и о роли последних в общей жизнедеятельности надземных органов, в первую очередь листьев. Проведенные в этом аспекте экспериментальные работы привели к установлению наличия в пасоке белка и иных разнообразных соединений, состав и количество которых претерпевают изменения в ходе онтогенеза растений ([1]). Ранее было высказано предположение, что белки пасоки являются альбуминами ([2]), причем в плаче виноградной лозы выявлены различные фракции белков ([3]). Кроме того, обнаружено также, что белки пасоки обладают пероксидазной, полифенолоксидазной и каталазной активностью ([1,4,5]).

Имеется полное основание полагать, что одной из внутренних причин физиологической разнокачественности листьев растений неодинаковых по онтогенетической продвинутости является возникновение гетерогенности белков, поступающих из корней в различные периоды индивидуальной их жизни. Подобная изменчивость в отношении аминокислотного состава пасоки обнаружена ранее ([6]). С этой точки зрения еще больше вероятно допущение того, что гетерогенность белков пасоки является характерным признаком отдельных видов растений, независимо от их фазы развития.

Предпринимая некоторые опыты для установления этих предположений, нами в качестве объекта были исследованы белки пасоки подсолнечника (Helianthus annuus L.) сорт „Гигант—549", гречихи восточной (Polygonum orientale L.), тыквы (Cucurbita pepo L.) сорт „Мозолеевская", табака (Nicotiana tabacum) сорт „Самсун", собранной в фазах вегетативного роста, цветения и созревания семян. Растения при этом выращивались в грядках с применением обычной агротехники.

Белки из свежесобранной в стерильных условиях пасоки (1 *л*) выделялись по следующей схеме: высаливание с $(NH_4)_2SO_4$ при полном

насыщении → центрифугирование при 10000 g → трехкратное промывание осадка насыщенным раствором $(NH_4)_2SO_4$ → диализ осадка против 0,01М фосфатного буфера pH 7,8 в течение 24 часов → очистка белков гельфильтрацией на колонке с сефадексом Г-50 → определение концентрации белков в собранных фракциях по Лоури и др. (7) → концентрирование белоксодержащих фракций в стеклянных лиофилизаторах до 1 *мл*. Вся процедура выделения белков проводилась на холоде.

Исследования гетерогенных белков методом дисэлектрофореза в полиакриламидном геле (8) показали, что белок пасоки подсолнечника состоит из 16, табака—11, гречихи восточной 16 и тыквы 19 компонентов (рис. 1).

Рис. 1. Электрофореграмма белков пасоки: *А*—подсолнечник; *Б*—тыква; *В*—табак; *Г*—гречиха восточная. *1*—вегетативный рост; *2*—цветение; *3*—образование семян

Сравнение относительной электрофоретической подвижности (ОЭП) белков пасоки исследуемых растений позволяет отметить, что некоторые компоненты обладают одинаковой ОЭП (0,02; 0,07; 0,15—0,17; 0,49—0,51 и др.), что свидетельствует о сходстве их физико-химических свойств. Наряду с этим пасока тех или иных видов растений характеризуется наличием различных компонентов белков. Так, например, белки с ОЭП 0,72—0,73 и 0,98 обнаруживаются лишь в пасоке табака, а компоненты с ОЭП подвижностью 0,75—0,76, идентифицированные у подсолнечника и табака, отсутствуют в пасоке гречихи восточной, или компоненты с ОЭП 0,32—0,34, обнаруженные у тыквы и гречихи декоративной, отсутствуют у подсолнечника и табака и др. Полученные результаты свидетельствуют о специфичности обмена веществ в корнях различных видов исследуемых растений.

Сравнение качественного состава и количества компонентов белковых фракций в пасоке исследуемых растений, находящихся на различных фазах развития (рис. 1 и табл. 1) показывает, что в зависимости от онтогенетической подвинутости наблюдаются определенные изменения в белковом «спектре». В фазе вегетации в пасоке подсолнечника

*Таблица 1*

Относительная электрофоретическая подвижность белков пасоки при pH 8,3 в полиакриламидном геле

| Подсолнечник | | | Тыква | | | Табак | | | Гречиха восточная | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| вегетативный рост | цветение | созревание семян | вегетативный рост | цветение | созревание семян | вегетативный рост | цветение | созревание семян | цветение | созревание семян |
| 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,02 | — | — | — | 0,02 | 0,02 |
| — | — | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,04 | — | — | 0,04 | 0,04 |
| 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,08 | 0,08 | 0,06 | 0,06 | — | 0,07 | 0,07 |
| 0,09 | 0,09 | — | 0,09 | 0,11 | 0,10 | — | — | 0,10 | — | — |
| 0,14 | — | — | — | 0,13 | 0,13 | 0,14 | 0,12 | 0,14 | 0,13 | 0,13 |
| — | 0,16 | 0,16 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | — | — | — | 0,17 | 0,16 |
| — | 0,21 | 0,19 | 0,19 | 0,18 | 0,19 | 0,19 | — | 0,20 | 0,19 | 0,21 |
| — | — | 0,24 | 0,22 | 0,22 | — | — | 0,23 | — | 0,24 | 0,23 |
| — | — | 0,28 | 0,26 | 0,27 | 0,28 | — | — | — | 0,28 | — |
| — | — | — | 0,28 | — | — | 0 30 | — | — | — | 0,29 |
| — | — | — | — | 0,32 | 0,32 | — | — | — | 0,34 | 0,33 |
| 0,36 | 0,35 | — | 0,36 | 0,36 | 0,36 | 0,35 | — | — | — | — |
| 0,38 | — | 0,37 | 0,39 | 0,39 | 0,39 | — | — | — | — | — |
| — | — | — | — | — | — | — | 0,40 | — | 0,40 | 0,42 |
| 0,44 | — | — | 0,43 | — | 0,43 | — | — | 0,44 | 0,43 | — |
| — | — | 0,46 | — | 0,45 | — | — | — | — | — | — |
| — | 0,47 | — | 0,47 | — | 0,47 | 0,47 | — | — | — | — |
| 0,51 | 0,51 | 0,50 | — | 0,51 | 0,49 | — | — | — | 0,50 | 0,50 |
| — | — | 0,54 | — | 0,54 | 0,53 | — | — | 0,52 | 0,52 | — |
| — | 0,57 | — | — | 0,58 | 0,57 | — | — | — | 0,59 | 0,59 |
| 0,60 | — | 0,60 | 0,60 | 0,61 | — | — | 0,61 | — | — | — |
| — | 0,64 | — | — | — | 0,64 | — | — | 0,64 | 0,63 | 0,64 |
| — | — | 0,67 | 0,68 | 0,68 | 0,67 | — | 0,66 | 0,67 | — | — |
| — | — | 0,70 | — | — | — | 0,69 | — | — | 0,69 | — |
| — | — | — | — | — | — | — | 0,73 | 0,72 | — | — |
| — | 0,75 | 0,75 | — | — | — | — | — | 0,76 | — | — |
| — | — | 0,81 | — | — | 0,80 | 0,80 | 0,82 | 0,81 | — | — |
| 0,83 | — | — | 0,83 | — | — | 0,83 | 0,84 | — | — | — |
| — | — | — | 0,90 | — | — | 0,89 | 0,91 | — | — | — |
| — | — | — | — | — | — | — | 0,98 | 0,98 | — | — |

обнаружены 10, в фазе цветения и созревания семян—11 и 16 компонентов соответственно. Примечательно и то, что при небольших изменениях в числе белковых компонентов в различных фазах развития происходят более глубокие качественные изменения. Об этом свидетельствует отсутствие белков с ОЭП 0,14, 0, 44, 0,83, в пасоке растений, находящихся в фазах цветения и созревания семян и наличие их в фазе вегетации. Аналогичную картину можно наблюдать и в случае других растений.

На электрофореграммах было отчетливо заметно также изменение количества отдельных компонентов белков в пасоке растений, находящихся на различных фазах развития.

Исследовав полученные нами электрофореграммы белков пасоки на пероксидазную активность по бензидиновому реактиву, удалось идентифицировать у подопытных растений ряд изоферментов пероксидазы (рис. 2). Обнаружено, что пасока различных видов растений характеризуется неодинаковым набором изоферментов пероксидазы. Это обстоятельство, наряду с обнаруженными различиями в белковом «спект-

ре», также говорит о различии обмена веществ корней испытываемых видов растений и о биохимической разнокачественности белковой фракции пасоки. Как полагают (9), состав изоферментов пероксидазы может служить показателем действия различных генов.

Таким образом изложенные выше данные наглядно показывают, что одним из внутренних показателей и причин онтогенетического раз-

*Таблица 2*

Относительная электрофоретическая подвижность изоферментов пероксидазы пасоки цветущих растений в полиакриламидном геле (pH 8,3)

| Подсолнечник | Тыква | Гречиха восточная |
|---|---|---|
| — | — | 0,06 |
| 0,09 | — | — |
| — | — | 0,12 |
| — | 0,20 | — |
| — | — | 0,27 |
| 0,31 | — | — |
| 0,36 | 0,37 | — |
| 0,42 | — | — |
| 0,49 | 0,49 | — |
| — | 0,55 | 0,53 |
| 0,57 | — | — |
| — | 0,61 | 0,60 |
| 0,64 | 0,66 | — |
| 0,70 | — | — |

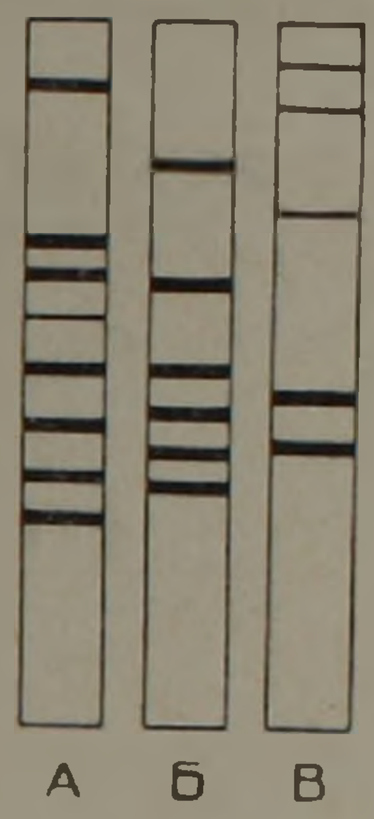



Рис. 2. Электрофореграмма изоферментов пероксидазы пасоки: *А*—подсолнечник; *В*—тыква: *В*—гречиха восточная

вития растений является изменение качественного и количественного состава сложного комплекса белков пасоки. Эти различия существенно варьируют и у растений, принадлежащих к различным видам.

Ботанический институт
Академии наук Армянской ССР

Հայկական ՍՍՀ ԳԱ թղթակից-անդամ Վ. Հ. ՂԱԶԱՐՅԱՆ, Լ. Ս. ՄԱՐԿՈՍՅԱՆ
Ի. Գ. ՄԱՏԻՆՅԱՆ

## Ջարգացման տարբեր փուլերում գտնվող բույսերի արմատանյութի սպիտակուցների հետերոգենության մասին

*Հաստատված է, որ արմատային սիստեմը տարբեր ամինաթթուների, ֆերմենտների և ֆիզիոլոգիական այլ ակտիվ նյութերի հետ միասին դեպի վերերկրյա օրգաններն է ուղարկում նաև սպիտակուցներ։ Մյուս կողմից էլ ցույց է տրված, որ բույսի զարգացման փուլերի անցման զուգահեռ փոխվում է նաև դեպի վերերկրյա օրգանները շարժվող արմատահյութի մետաբոլիտների որակը։ Այս և այլ աշխատանքները հիմք են տալիս ենթադրելու, որ տերևների ֆիզիոլոգիական օնտոգենետիկ տարորակության ներքին պատճառներից մեկը հենց հանդիսանում է արմատահյութում սպիտակուցների որա-*

*կական փոփոխությունը, որի պարզաբանման նպատակով դրված են փորձեր արևածաղկի, հնդկացորենի, դդումի և ծխախոտի վրա։ Ստացված արմատահյութից անջատելով սպիտակուցները և բաժանելով էլեկտրոֆորեզի եղանակով ցույց է տրված, որ պարզացման փուլերի անցմանը զուգահեռ փոխվում է նաև արմատահյութի սպիտակուցների որակական կազմը։ Միաժամանակ հաստատված է, որ արմատահյութի սպիտակուցների որակական կազմը տարբեր է նաև տարբեր տեսակի բույսերի մոտ։*

## ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

[1] *В. О. Казарян*, Старение высших растений, Изд. «Наука», М., 1969. [2] *В. Л. Кретович, З. Г. Евстигнеева* и др. Физиол. растений, 6, 1, 1959. [3] *С. А. Марутян* и *А. Д. Дограмаджян*, ДАН СССР, 192, 1, 223 (1970). [4] *Э. С. Авунджян*, «Известия АН Армянской ССР» (биол. науки), 12, 10, (1959). [5] *И. Г. Матинян*, «Биол. журнал Армении», 22, 2 (1969). [6] *Э. С. Авунджян*, Сообщения Ереванского симпозиума по онтогенезу высших растений, Ереван, 1970, [7] *O. Lowry* et al., Biol. Chem., 193(1951). [8] *S. W. Davis*, Ann N. Y. Acad. Sci., 121(1964). [9] *M. E. Conclin, H. H. Smith*, J. Bot., 688, 58,7 (1971).

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ԳՅՈՒՂԱՏՆՏԵՍԱԿԱՆ
ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ
ԳՐԱԴԱՐԱՆ
ՄԱՏԵՆԱԴԱՐԱՆ