

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛИ- γ -МЕТИЛ-L-ГЛЮТАМАТА В α -ФОРМЕ
МЕТОДОМ ДИФРАКЦИИ ЭЛЕКТРОНОВ**

Л. И. Татаринова, Б. К. Вайнштейн

Электронографический метод, успешно использовавшийся для анализа структуры разнообразных полимеров [1], до настоящего времени не применялся для изучения синтетических полипептидов, являющихся веществами, моделирующим и строение и свойства белков. Структура синтетических полипептидов исследовалась главным образом с помощью рентгеноанализа.

В настоящей работе исследован электронографически поли- γ -метил-L-глютамат [2]. Применение современной экспериментальной техники и методики структурной электронографии, в частности построение рядов Фурье потенциала [3], позволило получить новые данные для этого, ставшего уже классическим, объекта.

Поли- γ -метил-L-глютамат построен на основе α -спиральной конформации полипептидной цепи CRH — NH — CO Поулинга и Кори [4a]. В α -спирали на пять оборотов приходится примерно 18 остатков (спираль 18/5). Каждая аминогруппа связана водородной связью с третьей аминогруппой вдоль цепи. Остатки лежат на спирали, шаг которой $\sim 5,4$ Å, осевая трансляция последовательных остатков $\sim 1,5$ Å. Отношение этих двух величин дает 3,6 ост./об. Это число чувствительно к значению угла связи при α -углеродном атоме; оно равно 3,60 при $108^\circ,9$ и 3,67 при $110^\circ,8$.

В табл. 1 даны координаты атомов для спиралей 18/5 [4a]; видно, что расстояния от оси спирали незначительно превышают вандерваальсовские радиусы. Таким образом, α -спираль — это структура с плотной упаковкой без полости у центра. Направление связей C = O и N — H почти параллельно оси спирали. Проекция α -спирали изображена на рис. 1. Для β -углеродного атома возможны два положения: 1 — правая спираль с левыми аминокислотными остатками, 2 — левая спираль с левыми аминокислотными остатками.

В α -спирали осевая трансляция на один остаток составляет около 1,5 Å. Почти все исследованные рентгенографически синтетические полипептиды в α -форме обнаруживают меридиональный рефлекс с указанным расстоянием, что свидетельствует о наличии в них α -спиральной конформации [2].

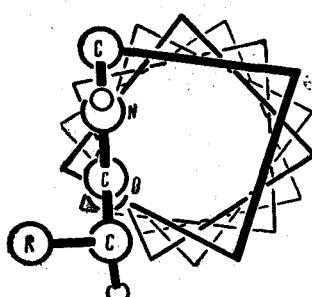


Рис. 1. Проекция α -спирали на плоскость, перпендикулярную к ее оси

Первые рентгенограммы от поли- γ -метил-L-глютамата были получены в 1951 г. [5]. Десять сильных рефлексов были отнесены к орторомбической ячейке. Однако не все рефлексы могли быть проиндексированы.

Поулинг, Кори и Брансон [4 б] предложили для этого полимера гексагональную ячейку: $a = 11,98$, $c = 27,0$ Å, хорошо согласующуюся со спиралью 18/5.

Теоретически рассчитанные интенсивности 12 экваториальных рефлексов с учетом температурного фактора дали удовлетворительное согласие с опытом. Радиальное сечение проекции на плоскость ab [2] показало максимум при $r = 1,6$ Å (рис. 2, a).

К сн. Адрианова К. А., Пичхдзе И. В., Бочкаревой И. В.

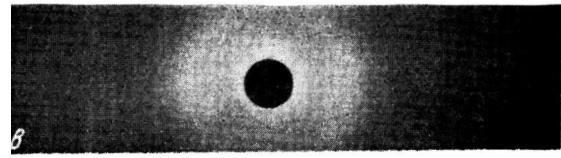
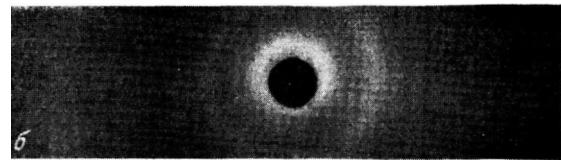
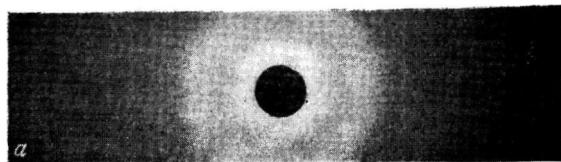


Рис. 2. Рентгенограммы:
а — поли-бис-(ацетилацетонат) титанометилсилоксан; б —
поли-бис-(ацетилацетонат)титаноэтилсилоксан; в — поли-
бис-(ацетилацетонат)титанофенилсилоксан

К сн. Тамариновой Л. И., Вайнштейн Б. К.

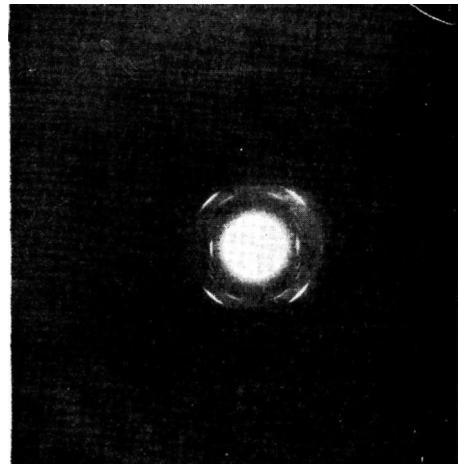
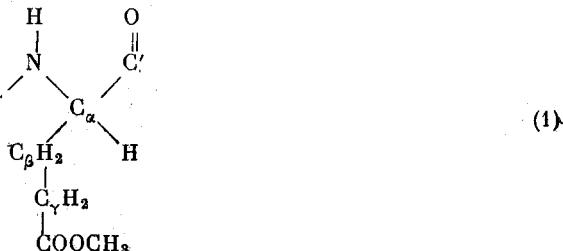


Рис. 3. Электрограмма от ориентированного препарата поли- γ -метил-*L*-глютамата

Экспериментальная часть

Идицирование электронограмм. Мы исследовали поли- γ -метил-L-глютамат, синтезированный в лаборатории Бамфорда [2]. Формула его остатка следующая:



Приготовление препаратов для электронографического исследования осуществляли растворением полипептида в хлороформе с небольшой добавкой дихлоруксусной кислоты. Одна или две капли раствора наносили на поверхность дистиллированной воды. Образовавшуюся пленку подхватывали на специальную рамку, растягивали на ней, просушивали и помещали в электронограф. Растижение, достигавшее 1000% и больше, ориентировало полимер. Прибор — горизонтальный электронограф ЭГ [6]. Ускоряющее напряжение ~ 55 кв.

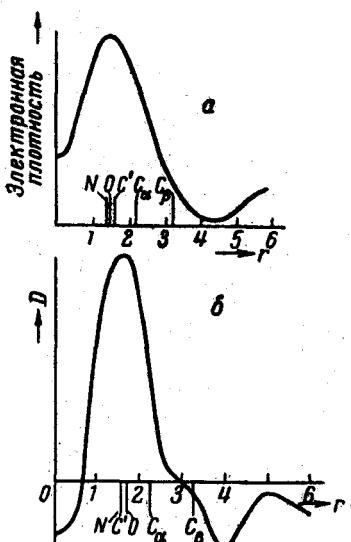


Рис. 2. а — радиальное сечение проекции электронной плотности α -спирали по рентгеновским данным Бамфорда; б — по данным настоящего исследования

Были получены разного вида электронограммы: 1) с диффузными кольцами, характерными для аморфного вещества, 2) с резкими кольцами, характерными для поликристаллических препаратов, 3) с резкими рефлексами в виде дужек, характерные для ориентированных волокнистых веществ, 4) с диффузными рефлексами, расположенными правильным геометрическим рисунком, и, наконец, 5) электронограммы смешанного типа. Ниже мы будем анализировать наиболее интересные электронограммы типа 3 (рис. 3). Сравнение их с рентгенограммами показывает, что электронографически удается зафиксировать больше отражений (табл. 2).

Превосходно виден характерный рефлекс 1,49 Å. Все рефлексы электронограмм проиндцированы в соответствии с гексагональной элементарной ячейкой: $a = 11,96$ Å, $c = 26,8$ Å. В табл. 3 приведены экспериментальные и теоретические значения d .

Как известно [7], интенсивности отражений от спиральных структур определяются функциями Бесселя J_n , так что в слоевую линию номера l

Таблица 2
Сравнение электронографических и рентгенографических экспериментальных данных

Характер рефлексов	Электронограммы	Рентгенограммы
Общее число	41	32
Непроиндцированные	0	4
Экваториальные	15	12
Меридиональные	13	2

Таблица 3
Межплоскостные расстояния

$d_{\text{эксп}}$	$d_{\text{теор}}$	hkl	$d_{\text{эксп}}$	$d_{\text{теор}}$	$00l$	$d_{\text{эксп}}$	$d_{\text{теор}}$	hkl
Экваториальные			Меридиональные¹			На слоевых линиях		
10,34	10,35	100	5,33	5,36	005	5,84	5,84	111
5,98	5,98	110	4,45	4,47	006	5,46	5,46	112
5,16	5,175	200	3,81	3,83	007	4,82	4,83	202
3,89	3,92	210	3,38	3,35	008			
3,45	3,46	300	2,20	2,23	0012	4,96	4,87	113
2,99	2,99	220	1,70	1,675	0016	3,585	3,59	213
2,87	2,87	310	1,486	1,49	0018	4,773	4,76	105
2,59	2,59	400	1,35	1,34	0020	3,995	3,99	115
2,38	2,38	320	1,144	1,165	0023	3,70	3,72	205
2,25	2,26	410	1,011	1,03	0026	3,24	3,22	117
2,082	2,07	500	0,948	0,957	0028	2,92	2,92	118
1,86	1,86	510	0,857	0,864	0034	2,79	2,81	208
1,72	1,725	600	0,753	0,745	0036	2,565	2,54	218
1,58	1,58	610				2,22	2,21	21,10
1,49	1,495	440						

¹ Меридиональные рефлексы с $l = 12 - 31$, возможно, имеют малые индексы $b, k \neq 0$.

дают вклад те из этих функций, которые подчиняются правилу отбора

$$\frac{l}{c} = \frac{n}{P} + \frac{m}{p}. \quad (2)$$

Здесь c — полный период спирали, P — ее шаг, p — проекция расстояния между остатками на ось c ; m, n — целые числа. Для α -спиралы 18/5 поли- γ -метил-L-глютамата имеем: $P = 5,4 \text{ \AA}$, $p = 1,5 \text{ \AA}$, $P/p = 18,5$; $5n + 18m = l$.

Придавая m значения $0, \pm 1, \pm 2, \dots$, получим для слоевых линий $l = 0, 1, 2, \dots$ соответствующие значения, n — порядок бесселевых функций, сведенных в табл. 4. Наибольшей интенсивностью будут обладать рефлексы на слоевой линии, которая получит вклад от функции Бесселя J_0 и других низких порядков.

Рассмотрение табл. 4 показывает, что наибольшую интенсивность должны иметь рефлексы на слоевых линиях 18, 5, 13, 8, 10, 3, 2, которые получают вклад от бесселевых функций низких порядков: 0, 1, 2, 3, 4. На электронограммах выявлены рефлексы именно на этих слоевых линиях. Помимо них имеются рефлексы и на других слоевых линиях, получающих вклад от функций Бесселя более высоких порядков. Например, рефлекс (117) — $l = 7, n = 5$; (111) — $l = 1, n = 7$; оба рефлекса очень слабые.

Однако имеется одно серьезное нарушение правила отбора (2). Согласно ему ненулевые значения интенсивности меридиональных рефлексов возможны лишь тогда, когда при данном $ln = 0$, так как все остальные функции Бесселя $J_{n \neq 0}$ имеют на меридиане нулевое значение. Таким образом, все меридиональные отражения, кроме 00.18 и 00.36, являются «запрещенными». Самым сильным из наблюдаемых меридиональных отражений является рефлекс (006) с межплоскостным расстоянием $d = 4,47 \text{ \AA}$. Бамфорд с сотрудниками [8] получили на рентгенограмме от поли- γ -метил-L-глютамата очень слабый диффузный меридиональный рефлекс с межплоскостным расстоянием $d = 4,33 \text{ \AA}$ (или $4,43 \text{ \AA}$ в более ранней работе) и еще три слабых непроиндцированных. Авторы предположили, что эти рефлексы принадлежат другой фазе.

Резкий рефлекс электронограмм $4,47 \text{ \AA}$ появляется независимо от метода приготовления, аппаратуры и метода исследования. Эллиott и Малькольм [9] на рентгенограммах от поли-L-аланина, которые имеют большое сходство с рентгенограммами от поли- γ -метил-L-глютамата, на-

Таблица 4

Значения n -порядка бесселевых функций, определяемые правилом отбора $\longleftrightarrow m \longrightarrow$

	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6
-3					+3					-15		
-2		+14				-4			-11		-22	
-1				+7								
0	+18					0		-7			-18	
1			+11		+4		-3			-14		
2								-7				
3		+15		+8					-10		-21	
4					+1							
5	+19		+12		+5			-6			-17	
6								-2				
7									-9		-20	
8		+16		+9		+2		-5				
9								-2				
10	+20		+13		+6		-4			-12		
11								-4				
12								-1			-19	
13		+17		+10					-8			
14					+3					-15		
15	+21		+14		+7			-4				
16								-3				
17								-1			-11	
18		+18		+11			0				-18	
19									-7			
20	+22		+15		+8					-14		
21						+4		-3				
22								-2			-10	
23		+19		+12			+1				-17	
24								-6			-13	
25	+23		+16		+5							
26									-2		-9	
27								-1			-16	
28		+20		+13				-5			-12	
29								-4			-8	
30	+24		+17		+10						-15	
31									-4			
32									0			
33		+21		+14						-11		
34												
35	+25		+18									
36												

шли меридиональный рефлекс $d = 4,4 \text{ \AA}$. В гексагональной ячейке с периодами $a = 8,55$, $c = 70,3 \text{ \AA}$, отвечающей α -спирале 47/13, этот рефлекс соответствует индексам (00.16); в данной структуре его быть не может. Для объяснения его появления авторы предположили искажение цепей в α -спирали, выражющееся в том, что направление пептидной последовательности цепей в кристаллитах беспорядочное.

Далекие меридиональные рефлексы на электронограммах представлены длинными дугами и могут быть расшифрованы как близкие к меридиану отражения. Например, возможно, что рефлекс (00.23), для которого $d_{\text{теор}} = 1,165 \text{ \AA}$, можно проиндцировать как (11.23) или (20.23) с d соответственно 1,145 и 1,14 \AA . Для рефлексов, близких к центру, таких как (006), (007), (008) этого предположить нельзя и появление их надо объяснить или каким-то закономерным искажением цепей, или наличием другой фазы, или дезориентацией боковых радикалов относительно друг друга и относительно оси спирали (см. примечание к табл. 3).

Наряду с резкими рефлексами на электронограммах иногда появляются диффузные, не укладывающиеся в рассмотренную ячейку. Они

располагаются по прямоугольной сетке с периодами $a \sim 9,4 \text{ \AA}$, $b \sim 6,8 \text{ \AA}$. Скорее всего это другая форма полипептида с растянутыми цепями.

На рентгенограммах от поли- γ -метил-L-глютамата обнаруживаются четыре нерасшифрованных рефлекса — 2 вблизи второй, 1 — вблизи четвертой слоевой линии и 1 меридиональный. На электронограммах такие рефлексы никогда не наблюдались. Возможное объяснение этому можно найти в различном способе приготовления препаратов. Для рентгеноских исследований раствор полипептида в хлороформе с небольшим добавлением дихлоруксусной кислоты выливается на стеклянный цилиндр. Ориентацию препарату придают, вращая цилиндр и прикасаясь к пленке плоской стеклянной пластинкой. Очевидно, таким путем получают препараты, текстура в которых не является чисто аксиальной, что, возможно, дает отклонение от идеальной гексагональной упаковки цепей. При изготовлении препаратов для электронографического исследования пленка испытывает чистое растяжение, что может дать только аксиальную текстуру и наиболее благоприятствует образованию плотной гексагональной упаковки спиралей.

Анализ проекции структуры на базисную плоскость: Проекция структуры на базисную плоскость полностью определяется экваториальными отражениями. Мы зафиксировали 15 таких отражений (табл. 5) и оценили

Таблица 5
Атомные амплитуды

hko	[Φ] _{эксп}	[Φ] _{теор}	hko	[Φ] _{эксп}	[Φ] _{теор}
100	20,60	22,67	320	6,59	6,68
110	10,70	9,53	410	7,62	9,43
200	5,15	12,57	500	7,20	0,33
210	12,34	10,65	510	1,85	4,46
300	15,43	17,15	600	4,12	4,40
220	19,58	19,58	610	9,47	6,39
310	9,47	14,40	440	11,52	9,33
400	9,26	8,01			

их интенсивность I , комбинируя визуальную и микрофотометрическую оценку. Переход от интенсивностей к модулям структурных амплитуд был совершен по формуле

$$|\Phi| = \sqrt{I/pd_{hko}^2}, \quad (3)$$

где p — фактор повторяемости.

Для построения синтеза Фурье потенциала необходимо присвоить наблюдаемым величинам $|\Phi|$ знаки, которые могут быть найдены теоретическим расчетом амплитуд. Если задать только расстояния атомов r_j от оси спирали, то в первом приближении этот расчет может быть выполнен по формуле

$$\Phi_{hko} = \sum_j f_j \cdot J_0 \{2\pi r_j / d(hko)\}, \quad (4)$$

где f_j — атомные факторы рассеяния электронов, J_0 — бесселева функция нулевого порядка. Непрерывно изменяя величину $d = 1/R$, где R — расстояние в обратном пространстве от начала координат, можно получить непрерывную кривую — радиальную составляющую трансформанты Фурье-Бесселя заданной структуры. Фиксированные значения $d(hko)$ отвечают отдельным точкам этой кривой (см. рис. 4). Такой анализ для атомов собственно α -спиралей показывает [2], как подтвердилось и нашим расчетом, что первые три рефлекса — 100, 110, 200 — имеют положи-

тельный знак, далее идет отрицательная область трансформанты. Величина и знак более далеких отражений зависят от конформаций атомов бокового радикала.

Так как α -спирали в наших образцах упакованы в кристаллическую решетку, расчет амплитуд Φ_{hk0} можно вести и по обычным формулам

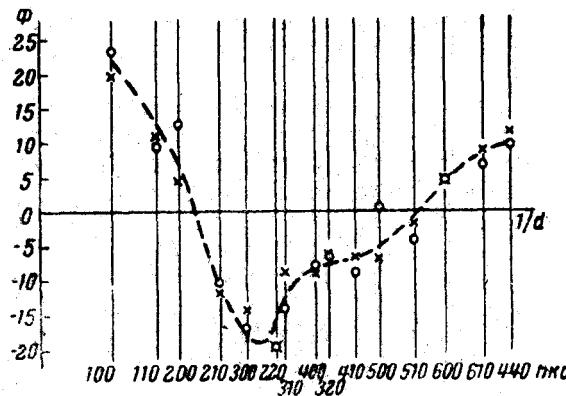


Рис. 4. Зависимость структурной амплитуды Φ_{hk0} от $1/d$

Кружки — теоретические значения; крестики — экспериментальные; штриховая линия — трансформанта Фурье-Бесселя

кристаллографических структурных факторов [10]. Проекция на базисную плоскость, например, правых α -спиралей, в гексагональной упаковке описывается плоской группой симметрии Р6; структурный фактор ее имеет вид

$$A = 2 \{ \cos 2\pi(hx + ky) + \cos 2\pi[kx - (h+k)y] + \cos 2\pi[hy - (h+k)x] \}. \quad (5)$$

В качестве независимых в эту формулу нужно подставить x, y — координаты трех остатков (1), повернутых друг относительно друга в проекции на 20° , остальные остатки выводятся из этих трех осью шестого порядка.

Воспользовавшись литературными данными [11] по структуре *L*-глютаминовой кислоты, мы, используя модели, рассмотрели различные варианты расположения бокового радикала, помещая β -углеродный атом в положение 1, что соответствует правой спирали с левыми аминокислотными остатками.

Оказалось, что при значительном разбросе в величине амплитуд для этих вариантов нужные нам для построения синтеза их знаки, как при расчете по формуле (5), так и по формуле (4), почти не изменяются. Уже упоминавшиеся три первые амплитуды, а также три последние имеют знак плюс, остальные — минус.

С этими установленными знаками мы могли построить радиальное сечение по уравнению:

$$D = \sum \Phi_j(hk0) \cdot J_0(x), \quad x = sr, \quad s = 4\pi \sin \theta / \lambda. \quad (6)$$

На кривой (рис. 2, б), помимо максимума при $r = 1,6 \text{ \AA}$, показывающего наличие большого потенциала на этом расстоянии от оси спирали и соответствующего атомам азота, углерода и кислорода пептидной цепи, намечается еще максимум при $r = 3,3 \text{ \AA}$, который легко отождествить с β -углеродным атомом, находящимся на расстоянии 3,34 \AA от оси спирали. Третий максимум около 5 \AA отождествляется с атомами боковой

цепи. Более полные данные, как будет видно ниже, были получены при построении проекции Фурье. Для сравнения на рис. 2 приведена кривая, полученная нами, и кривая, полученная Бамфордом с сотрудниками [2].

Далее была построена проекция Фурье потенциала. Отметим, что если исходить при этом из плоской группы Рб, которая не обладает плоскостями симметрии, то отражения $hki0$ и $khi0$ должны иметь разную величину.

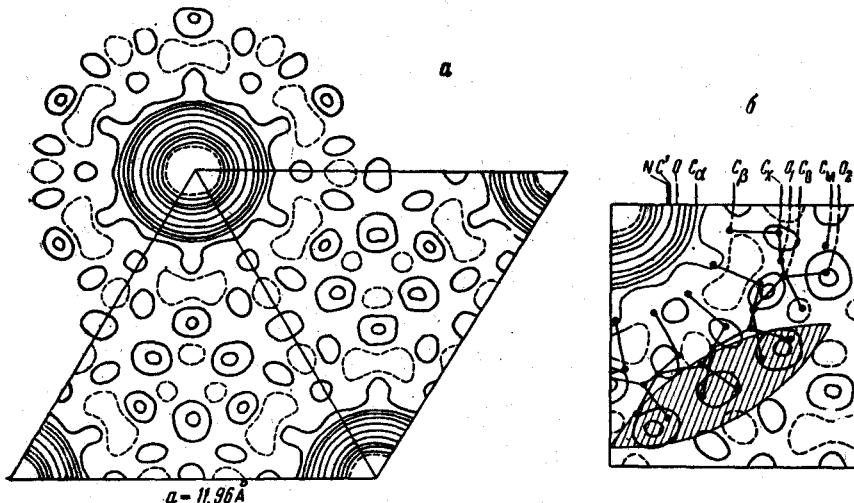


Рис. 5. а — проекция потенциала структуры на базисную плоскость (в условных единицах); б — схема размещения атомов боковых цепей; заштрихованная часть — область взаимопроникновения боковых цепей седных спиралей

С другой стороны, в наших образцах поли- γ -метил-L-глютамата следует предположить равную долю правых α -спиралей с противоположно направленной пептидной последовательностью относительно оси растяжения, ибо нет никаких причин, которые могли бы вызвать при кристаллизации из раствора и при растяжении преобладание спиралей одной последовательности. Это значит, что в проекции на базисную плоскость в равной мере встретятся спирали как с последовательностью по часовой стрелке, так и против нее. Другими словами, возникнет «статистическая» плоскость симметрии проекции, и плоской группой, описывающей такую структуру, станет Рб t [10]. В этой группе рефлексы $hki0$ и $khi0$ равны по величине, а знаки их совпадают со знаками, найденными по формуле (5) для энантиоморфной группы Рб.

На основании этих знаков и экспериментальных значений амплитуд был построен синтез Фурье в ортогоексагональных координатах:

$$\Phi(xy) = \sum_{h=-\infty}^{+\infty} \sum_{k=-\infty}^{+\infty} \Phi(hkO) \cos 2\pi(hx + ky); \quad (7)$$

Этот синтез (рис. 5, а) дает проекцию распределения потенциала в структуре на базисную плоскость. Максимумы его отвечают атомам или группам атомов. Сильное «кольцо» потенциала с минимумом около начала координат — это проекция слившихся друг с другом атомов самой пептидной цепи — α -спиралей. По мере отдаления от начала координат кольцеобразно расположенные области больших значений потенциала начинают распадаться на отдельные пики. Как показано на рис. 5, б, легко идентифицируются выступы и первый ряд максимумом как β -углеродные атомы. Интересно отметить, что два следующих кольца максимумов содержат по 18 пиков не совсем, правда, равных по величине.

Таблица 6

Координаты атомов поли- γ -метил-L-глютамата для трех положений цепи

№№	Атом	I		II		III		$r, \text{ \AA}$
		x	y	x	y	x	y	
1	N	0,062	0,150	0,008	0,133	-0,033	-0,113	1,59
2	C ¹	-0,062	0,092	-0,104	0,052	-0,133	0,007	1,61
3	O	-0,088	0,083	-0,123	0,037	-0,150	-0,017	1,74
4	C _α	0,170	0,203	0,117	0,220	0,050	0,212	2,29
5	C _β	0,300	0,247	0,245	0,298	0,163	0,322	3,34
6	C _γ	0,417	0,362	0,333	0,427	0,217	0,459	4,75
7	O _I	0,459	0,193	0,442	0,318	0,382	0,412	4,80
8	C _δ	0,492	0,316	0,433	0,425	0,328	0,488	5,20
9	C _ε	0,533	0,140	0,542	0,305	0,500	0,442	5,70
10	O ₂	0,596	0,413	0,514	0,533	0,378	0,608	6,40

Таким образом, независимо от каких-либо предположений проекция потенциала приближенно выявляет восемнадцатикратную симметрию, присущую α -спирале. Первое из этих колец можно отнести к γ -углеродному атому, углероду карбоксильной группы и O_I, второе — к O₂ и метильной группе (см. схему рис. 5, б).

Выбор наилучшего варианта расположения боковых радикалов, представленного на рис. 5, б, был произведен на основе полученной проекции Фурье и сближения теоретических амплитуд с экспериментальными. На моделях проверялась возможность взаимной упаковки α -спиралей.

На схеме рис. 5, б дана проекция атомов правой α -спирале с пептидной последовательностью CRH — NH — CO, идущей снизу вверх; как уже упоминалось, за счет «статистической» плоскости симметрии все точки — проекции атомов должны быть отражены этими плоскостями.

В табл. 6 даны координаты x , y и r атомов найденной структуры. В табл. 5 приведены значения вычисленных для нее амплитуд. Модель этой структуры представлена на рис. 6.

Эта модель, как следует из уже обсуждавшегося наличия запрещенных отражений 001, из которых наиболее сильным является 006, является идеализированной. Если бы все боковые радикалы были ориентированы совершенно идентично, то наблюдались бы только рефлексы 0018, 0036

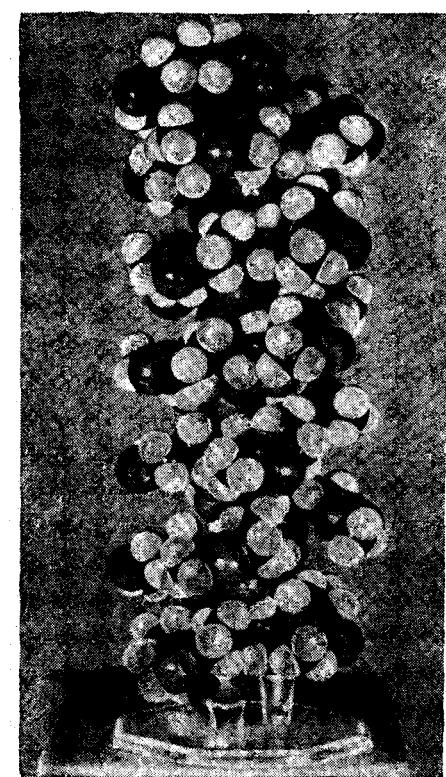


Рис. 6. Модель структуры

и т. д. Другим подтверждением факта не совсем одинаковой «подвески» боковых радикалов к полипептидной цепи является то обстоятельство, что в обоих кольцах проекции потенциала, содержащих по 18 пиков и указывающих на (псевдо)симметрию 18-го порядка, эти пики не совсем равны по величине. Истинной симметрией этих колец является шестер-

ная, что находится в корреляции с наличием сильного отражения 006. Таким образом, отклонения в ориентации боковых радикалов проявляются как в проекции на ось спирали, так и в проекции вдоль этой оси — на плоскость базиса.

Выводы

В работе методом дифракции электронов исследована структура цепи поли- γ -метил-L-глютамата в α -форме: прямо показана спираль вместе с боковыми остатками, выявлена ее симметрия 18/5, дана модель ориентации боковых групп и обсуждены возможные отклонения их от идеально-симметричных положений. Электронографически впервые исследован синтетический полипептид. Впервые для электронографического исследования полимера применен синтез Фурье.

Институт кристаллографии
АН СССР

Поступила в редакцию
29 IV 1961

ЛИТЕРАТУРА

1. З. Г. Пинскер, Дифракция электронов, Изд. АН СССР, 1949.
2. С. Н. Bamford, A. Elliott, W. E. Hanby, Synthetic polypeptides, Academic press, New-York, 1956.
3. Б. К. Вайнштейн, Структурная электронография, Изд. АН СССР, 1956.
4. a) L. Pauling, R. B. Corey, Proc. Nat. Acad. Sci., 32, 235, 1951; b) L. Pauling, R. B. Corey, H. R. Granson, Proc. Nat. Acad. Sci., Wash., 37, 205, 1951.
5. С. Н. Bamford, W. E. Hanby, F. Harpy, Proc. Roy. Soc. A, 205, 30, 1951.
6. Б. К. Вайнштейн, З. Г. Пинскер, Кристаллография, 3, 358, 1958.
7. W. Cochran, F. H. C. Crick, V. Vand, Acta crystallogr., 5, 581, 1952.
8. С. Н. Bamford, L. Brown, A. Elliott, W. E. Hanby, I. E. Trotter, Nature, 169, 357, 1952.
9. A. Elliott, B. R. Malcolm, Proc. Roy. Soc. A, 249, 30, 1958.
10. International Tables for X-ray crystallography, 1952, p. 372.
11. a) S. Hinokawa, Acta crystallogr., 8, 637, 1955; b) B. Dawson, Acta crystallogr., 6, 81, 1953.

ELECTRON DIFFRACTION STUDY OF THE α -FORM OF POLY- γ -METHYL-L-GLUTAMATE

L. I. Tatarinova, B. K. Vainshtein

S u m m a r y

An electron diffraction study has been made of the synthetic polypeptide poly- γ -methyl-L-glutamate in the α -form. Forty one reflexes were obtained corresponding to a hexagonal cell with the periods $a = 11.96 \text{ \AA}$, $c = 26.8 \text{ \AA}$. The projection of the potential on the basal plane was plotted from 15 equatorial reflexes. The α -helical conformation 18/5 was clearly revealed on it. The distribution of the side chain glutaminic acid residues was determined from the projection of the potential by calculation of the amplitude and geometrical analysis. The appearance of extra meridional reflexes has been attributed to disorientation of the side chains with respect to one another and to the helical axis.